

## Industrial Ethernet Wer die Wahl hat...

**Der technische Fortschritt hat es ermöglicht: Ethernet hat den Sprung vom Büro in die Produktionswelt geschafft. Beschleunigt wird die Entwicklung durch den Wunsch vieler Anwender nach einer durchgängigen Kommunikation von der Feld- bis zur Unternehmensleitungsebene und nach der Möglichkeit zur Fernwartung von Anlagen über das Internet.**

Im Jahr 2003 wurden weltweit bereits über 300.000 *Industrial Ethernet*-Komponenten verkauft. Branchenbeobachter rechnen mit einem regelrechten Boom und mit Zuwachsraten von jährlich mindestens 20 Prozent. Mittelfristig soll *Industrial Ethernet* die klassischen Feldbussysteme in der Automatisierungstechnik sogar gänzlich ersetzen. Laut Umfrage der Fachhochschulen Südwestfalen und Bochum unter 347 Maschinenbauunternehmen und Ingenieurbüros wollen rund die Hälfte in Industrial Ethernet investieren und 13% haben dies bereits getan.

Die Vorteile liegen auf der Hand: Bewährte Technik, niedrige Kosten, einfache Vernetzung und Handhabbarkeit, hohe Leistungsfähigkeit und Flexibilität und gute Diagnosemöglichkeiten. Darüber hinaus zeichnet sich *Industrial Ethernet* durch die Möglichkeit zur gleichzeitigen Übertragung von Echtzeitdaten und IT-Informationen aus.

Ethernet wurde nicht für die Vernetzung von Industrieanlagen mit harten Echtzeitanforderungen konzipiert. Sein Zugriffsverfahren, CSMA/CD, ermöglicht keine voraussagbaren Reaktionszeiten; eine Grundvoraussetzung für Echtzeitanwendungen. Außerdem steigt mit zunehmender Teilnehmerzahl die Wahrscheinlichkeit für Zugriffskonflikte auf dem Übertragungsmedium. Mit Hilfe von Polling, Zeitscheibenverfahren und Priorisierung werden diese Probleme umgangen.

Inzwischen gibt es eine Vielzahl von Protokollen am Markt – dem Autor sind mind. 15 bekannt –, die auf Ethernet basieren. Leider sind diese in der Regel inkompatibel zueinander, und ein einheitliches Protokoll ist wohl auch in Zukunft nicht in Sicht. Der Anwender hat mit EtherCAT, EtherNet/IP, Ethernet Powerlink, Modbus/TCP, ProfiNet und weiteren Protokollen die Qual der Wahl.

## EtherCAT

EtherCAT (Ethernet for Control Automation Technology) ist das Ethernet-basierte Automatisierungskonzept der Firma Beckhoff. EtherCAT arbeitet nach dem Master/Slave-Prinzip.

Das für Prozeßdaten optimierte EtherCAT-Protokoll wird entweder direkt im Ethernet-Frame transportiert oder in UDP/IP-Datagramme verpackt. EtherCAT zeichnet sich durch sehr kurze Verzögerungs- und Zykluszeiten aus. Es können z.B. 1.000 verteilte I/O-Daten in nur 30 µs übertragen oder 100 Achsen in 100 µs synchronisiert werden.

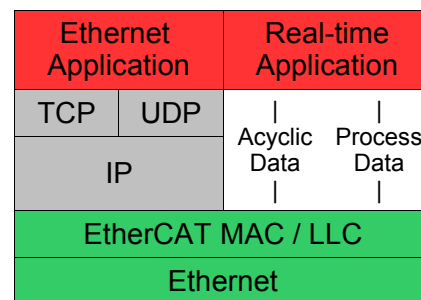


Abb. 1: EtherCAT

Die Verkürzung der Durchlaufzeiten wird beim EtherCAT-Protokoll dadurch erreicht, daß Datentelegramme praktisch im Vorbeiflug verarbeitet werden und nicht erst zeitaufwendig nach dem Empfang interpretiert und kopiert werden müssen. Auf ähnliche Weise werden I/O-Daten eingefügt, während ein Telegramm die Sendestation passiert. Dadurch liegen die Verzögerungszeiten von Datentelegrammen bei wenigen Nanosekunden.

## EtherNet/IP

Ethernet/IP ist die für den industriellen Einsatz entwickelte Ethernet-Variante der *Open DeviceNet Vendor Association* (ODVA). Das Protokoll basiert auf dem Standard-Ethernet IEEE 802.3, das um das *Common Industrial Protocol* (CIP) erweitert wurde. CIP kommt bereits in den höheren Schichten von DeviceNet und ControlNet zum Einsatz, so daß Anwender, die sich bereits mit diesen Protokollen auskennen, ohne großen Aufwand mit Ethernet/IP zurecht kommen können. CIP funktioniert unabhängig vom verwendeten Übertragungsmedium.

Ethernet/IP verwendet TCP/IP zur Übertragung azyklischer Daten und UDP/IP für schnelle zyklische Prozeßdaten. Als Topologie wird ein aktiver Stern verwendet. Die Übertragungsraten lie-

gen bei 10 und 100 Mbit/s. CIP kann parallel mit allen Protokollen, die auf der Transportschicht aufsetzen, betrieben werden, so z.B. mit FTP, HTTP, SMTP, SNMP, BOOTP, DHCP oder auch OPC.

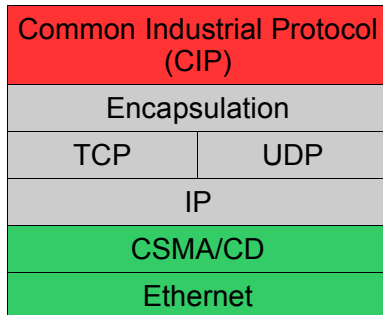


Abb. 2: Ethernet/IP

### Ethernet Powerlink

Ethernet Powerlink ist eine Echtzeiterweiterung zum Ethernet-Standard nach IEEE 802.3. Es erweitert Ethernet durch einen gemischten Polling- und Zeitscheibenmechanismus. Das Protokoll garantiert die Übertragung von zeitkritischen Daten in sehr kurzen isochronen Zyklen mit konfigurierbarem Zeitverhalten und zeitlicher Synchronisation aller Netzwerkknoten mit sehr hoher Präzision im Sub-Mikrosekundenbereich. Weniger zeitkritische Daten werden im reservierten asynchronen Kanal übertragen.

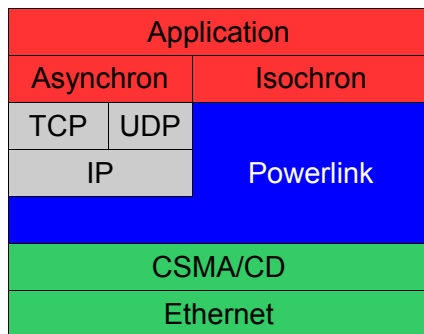


Abb. 3: Ethernet Powerlink

Ethernet Powerlink erreicht Zykluszeiten von unter 200 µs und einen Jitter von unter 1 µs. Alle IP-basierten Protokolle auf höheren Schichten als TCP, UDP und darüber, können ohne Änderung eingesetzt werden. Ethernet Powerlink wird von der offenen Anwender- und Anbietergruppe *Ethernet Powerlink Standardization Group* (EPSPG) als offener Standard entwickelt.

### Modbus/TCP

Modbus/TCP ist eigentlich nicht neu. Das Modbus-Protokoll existiert bereits seit 1979. Es läßt

jetzt lediglich TCP/IP-Netze neben RS-232 und RS-485 als weiteres Übertragungsmedium für Modbus zu.

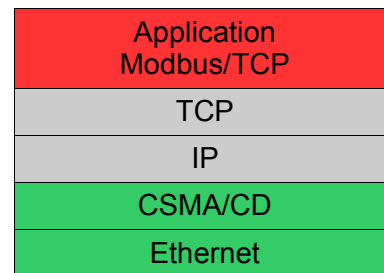


Abb. 4: Modbus/TCP

Das Anwendungsprotokoll ist Client/Server-basiert. Dabei fordert ein Client mit Hilfe eines gesendeten Telegramms Dienste beim Server an, die dieser mit einem Antworttelegramm beantwortet. Der Datenaustausch erfolgt verbindungsorientiert über eine TCP/IP-Verbindung, die zunächst aufgebaut werden muß. Sobald die Verbindung steht, können beliebig viele und beliebig oft Daten ausgetauscht werden. Die Verbindung zwischen Client und Server bleibt entweder permanent bestehen oder kann nach Abschluß der Kommunikation gekappt und wieder aufgebaut werden.

Die Leistungsfähigkeit von Modbus/TCP hängt im wesentlichen von der verwendeten Hardware und der Ausführung des zugrunde liegenden Ethernets ab.

### ProfiNet

ProfiNet ist das Ethernet-basierte Kommunikationsprotokoll der Profibus Nutzerorganisation (PNO). ProfiNet kennt drei Leistungsstufen bezüglich der Echtzeitanforderungen für die Kommunikation:

- TCP/IP und UDP/IP zur Übertragung von nicht-zeitkritischen Daten,
- *Soft Real-time* (SRT) für die Übertragung von zeitkritischen Prozeßdaten via Echtzeitkanal,
- *Isochronous Real-time* (IRT) für die isochrone Echtzeitkommunikation z.B. in *Motion Control*-Anwendungen.

Die gleichzeitige Nutzung von Echtzeit- und TCP/IP-basierter Kommunikation ist möglich. Für die Kommunikation in der Automatisierungstechnik, mit weichen Echtzeitanforderungen, wird ein spezieller Echtzeitkommunikationskanal, der SRT-Kanal, bereitgestellt. Er setzt direkt auf Ethernet auf.

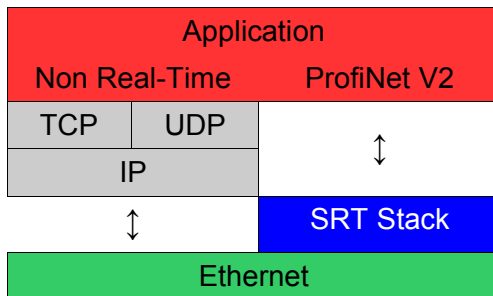


Abb. 5: ProfiNet V2 mit SRT-Stack

Um die harten Echtzeitanforderungen von *Motion Control*-Applikationen zu erfüllen, definiert ProfiNet das zeitscheibengesteuerte Übertragungsverfahren IRT. Die Realisierung der isochronen Datenübertragung erfolgt mit Hilfe von Hardware.

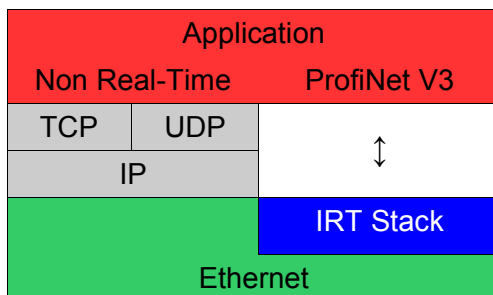


Abb. 6: ProfiNet V3 mit IRT-Stack

## SERCOS III

SERCOS III ist eine Weiterentwicklung des SERCOS Interface-Standards nach IEC/EN 61491, der seit über zehn Jahren in den unterschiedlichsten Branchen, z.B. bei Werkzeug-, Verpackungs- und Druckmaschinen, zum Einsatz kommt. SERCOS III – SERCOS steht für *Serial Real-Time Communication System* – kombiniert die Echtzeiteigenschaften von SERCOS mit dem Ethernet. Mit SERCOS III ist es möglich, bis zu 254 digitale Antriebe zu synchronisieren. Diese können jeweils 16 Byte Daten in 1000 µs zyklisch übertragen. Die Entwicklung liegt in der Verantwortung der Interessengemeinschaft Sercos Interface e.V. (IGS). Bei der Entwicklung wird Wert auf größtmögliche Kompatibilität zum bestehenden SERCOS Interface-Standard gelegt. Die Spezifikation wurde Ende 2004 veröffentlicht.

## Foundation Fieldbus HSE

1994 wurde der Foundation Fieldbus H1 (FF-H1) spezifiziert. Die ersten Implementierungen stellten eine Bandbreite von 31,25 Kbit/s bereit. Bald folgte die H2-Variante mit Bandbreiten von

1 bis 2,5 Mbit/s. 1998 entschloß sich die Fieldbus Foundation zur Spezifikation eines Ethernet-basierten Protokolls (FF-HSE), das einerseits als Backbone für H1-Netze und andererseits als reiner Ethernet-basierter Feldbus eingesetzt werden kann. Das Objektmodell und die angebotenen Dienste entsprechen denen der H1-Variante und bleiben für den Anwender daher weitestgehend transparent.

Bei der Protokollspezifikation von Foundation Fieldbus handelt es sich um ein offenes herstellerunabhängiges Kommunikationsprotokoll. Die Spezifikationen werden von der Nutzerorganisation „Fieldbus Foundation“ in Texas, USA, kontrolliert. Die Mitglieder sind in erster Linie Hersteller und Anwender von Steuerungs- und Visualisierungskomponenten.

## Fazit

Die Anzahl der Ethernet-basierten Feldbussysteme ist groß, weitere werden hinzukommen. Allen Systemen gemein ist, daß sie nicht viel gemeinsam haben und schon gar nicht kompatibel zueinander sind. Ein einheitlicher Standard ist auch in den kommenden Jahren nicht zu erwarten. Welche Systeme sich letztendlich am Markt durchsetzen werden, ist schwer vorauszusagen. Diejenigen, die von großen Nutzerorganisationen und Unternehmen *gepusht* werden, haben die beste Ausgangslage. Jedes *Industrial Ethernet*-Protokoll hat seine Vor- und Nachteile. Für den Anwender bleibt die Situation unübersichtlich. Das bedeutet, daß er seine Anforderungen vor einer Investition noch genauer analysieren muß. Die Chance, daß *Industrial Ethernet* die konventionellen Feldbussysteme in der Automatisierungstechnik ersetzen wird, scheint real. Das wird allerdings nicht von heute auf morgen geschehen. Eile ist für den Anwender somit nicht geboten. (bar)

## Weitere Informationen

Bei weiteren Fragen stehen wir Ihnen gerne zur Verfügung.

Ingenieurbüro Barheine  
Albstraße 47  
76275 Ettlingen

Tel.: 0 72 43 / 52 37-67  
Fax.: 0 72 43 / 52 37-68

E-Mail: [kontakt@barheine.de](mailto:kontakt@barheine.de)

Web: <http://www.barheine.de>