

# Vernetzung eines komplexen Teile- Transportsystems über Ethernet

## Mini-SPS mit Ethernet kontrolliert die takttsynchrone Teileanlieferung

**E**in Fast-Ethernet-Backbone mit 100 Mbaud im Full duplex Betrieb verbindet im belgischen Ford-Werk Genk 130 Busklemmen-Controller mit Ethernet-Interface. Diese kontrollieren ein als Tunnel bezeichnetes komplexes Transportsystem, das die takttsynchrone Bereitstellung von Baugruppen und Systemen von vier Zulieferern übernimmt.

Im Ford-Werk in Genk, Belgien, sollen täglich über 1650 Fahrzeuge in drei Schichten auftrags- und ausstattungsabhängig vom Band laufen. In einem Zuliefererpark in unmittelbarer Werksnähe, z. T. sogar im Werksgelände selber, hat Ford wichtige Zulieferer von Systembaugruppen angesiedelt. Diese liefern ‚Just-in-Time‘ und ‚Just-in-Sequence‘ über ein hochgebautes Viadukt von insgesamt ca. sieben km Förderstrecke die Produkte und Baugruppen in das Montagewerk. Betreiber des Transportsystems ist ASG (Automotive Service Genk), an der auch die für die komplette elektrotechnische Ausrüstung des Projektes verantwortliche GTI Electro Thijs aus Genk beteiligt ist.

### Aufbau des Transportsystems

Jeder der Zulieferer ist über eine eigene Hebestation an das Transportsystem angekoppelt. Das Transportsystem besteht im wesentlichen aus einer Elektrohängebahn (EHB) mit 110 Weichen und insgesamt 35 Hebestationen. Die EHB transportiert 450 Transportgestelle, in denen im Dreischichtbetrieb etwa 45 000 Teile den Weg zu den Einbauplätzen am Montageband nehmen.

#### ► Autor

Dipl.-Ing. FRANK METZNER ist verantwortlich für Marketing Communications bei Beckhoff;  
Eiserstraße 5, D-33415 Verl  
Fon: 05246/963-0, Fax: 05246/963-199  
eMail: f.metzner@beckhoff.com

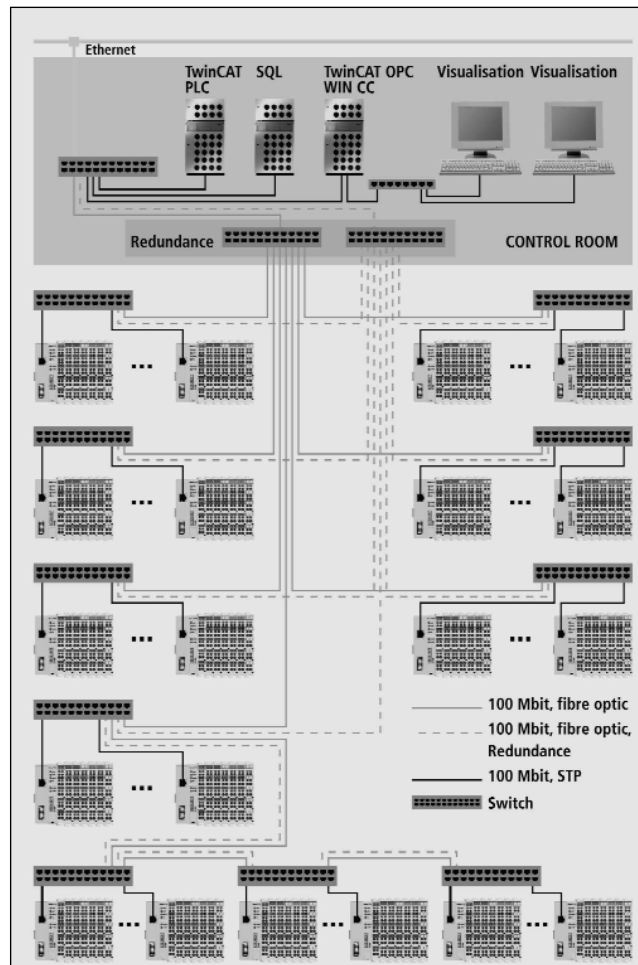


Abb. 1:  
Via Ethernet sind 130 Busklemmen-Controller BC9000 mit der Kopfstation über Switches verbunden

### Modularität von der EHB bis zur Steuerungstechnik

Bei der Anlagenprojektierung wurde, bedingt durch die Hebestationen und die Weichen, ein modulares Konzept des Transportsystems gewählt. In der Frage der Steuerungstechnik stand eine dezentrale I/O-Steuerung mit zentraler Intelligenz oder eine Steuerung mittels dezentraler Intelligenz zur Disposition. Ausschlaggebend für die Lösung mit dezentraler Intelligenz war, dass die Modularität einerseits eine Inbetriebnahme von jeweils autonomen Anlagenbereichen ermöglicht und darüber hinaus zu mehr Betriebssicherheit führt, weil eine Störung in einem Anlagenbereich nicht gleichzeitig das gesamte Fördersystem beeinträchtigt. Ein weiterer Vorteil ist, dass es bei 110 zu steuernden Weichen und 35 Hebe-

stationen sehr viele Gemeinsamkeiten in den lokalen Steuerungen gibt, so dass sich diese leicht modifizieren und in ihrer Gesamtheit leicht pflegen lassen.

Mit der Wahl auf dezentrale Intelligenz wurde auch die Frage der Systemkopplung geklärt: Ethernet TCP/IP. Als Steuerungskonzept kamen die Busklemmen-Controller BC9000 mit integrierter Ethernet-Schnittstelle von Beckhoff zum Einsatz. Als Kopfsteuerung und Bindeglied zum Visualisierungssystem WinCC wurde TwinCAT, die Software-SPS von Beckhoff ausgewählt.

Im gesamten Tunnel-Projekt sind 130 Busklemmen-Controller BC9000 im Einsatz. Die Vernetzung der Steuerung erfolgt mit Fast-Ethernet TCP/IP (100 Mbaud). Die Ethernet-Verbindung der Switches ist als redundanter Ring realisiert (siehe Abb. 1). Auf diese Weise

kann bei einem Defekt auf einer der LWL-Strecken zwischen den insgesamt 11 Fast-Ethernet Switches (Cisco Systems) der ‚abgeklemmte‘ Switch immer über die entgegengesetzte Strecke erreicht werden. Die Verbindung zwischen den ‚managed‘ Switches erfolgt im Fullduplex-Betrieb, so dass das Netz nahezu echtzeitfähig arbeitet. Von den jeweils 24 Ports je Switch erfolgt die Kopplung zu den Controllern sternförmig mittels geschirmter Kabelverbindung, und zunächst zu einer Steckdose im Steuerschrank und von dieser per Patch-Kabel zum RJ45-Steckverbinder der Controller.

### Busklemmen-Controller für dezentrale Steuerungsaufgaben

Steuerungstechnisch arbeitet jede der angeschlossenen Mini-PLCs autonom, d. h. es werden keine für das jeweilige Ablaufprogramm relevanten I/O-Daten über das Ethernet kommuniziert, sondern nur die auftragspezifischen Daten der zu transportierenden Bauteile. Sollte die Ethernet-Verbindung trotz redundanter Ausführung ausfallen, können bis zu 500 Auftragsdatensätze in einem Controller gespeichert werden. Wichtig ist jedoch, dass durch einen Ausfall des Ethernet nicht die gesamte fördertechnische Anlage abgeschaltet würde. Die eingesetzte Mini-SPS BC9000 enthält 128 kByte Datenspeicher, 96 kByte Programmspeicher und 4080 Byte für permanente Daten.

Der BC9000-Controller wird im Tunnel-Projekt als dezentrale Intelligenz im Ethernet-Netzwerk in der Funktion eines intelligenten Slaves eingesetzt. Angeschlossen werden bis zu 64 der 2- und 4-kanaligen Busklemmen für digitale, analoge und Sondersignale wie serielle Schnittstellen, Encoder oder Zählfunktionen. Die Programmierung der Mini-SPS erfolgt mit der Programmierumgebung von TwinCAT nach IEC 61131-3. Zum Laden des SPS-Programmes wird die Konfigurations-/Programmierschnittstelle auf dem BC9000 genutzt. Alternativ kann, so wie bei der Anwendung in Genk, das SPS-Programm auch über das Ethernet-Netzwerk durch die Software-SPS TwinCAT geladen werden.

In der Hochlaufphase wickelt die Software-SPS TwinCAT über Funktionsbausteine (FB) für das gesamte Transportsystem die Konfiguration des Ethernet-Netzes für die dezentrale Steuerungstechnik ab. Die TwinCAT SPS kann bei Bedarf die dezentral erstellten Konfigurationsdaten hochladen, um sie zentral zu verwalten und zu speichern. Durch den Austausch einer Busklemme wird damit keine Neueinstellung notwendig. Die TwinCAT Software-SPS führt die gewünschte Einstellung nach dem Einschalten automatisch durch. Für die Bearbeitung des ca. 1 MB grossen SPS-Pro-

grammes braucht TwinCAT auf dem zentralen PC (Pentium III, 500 MHz) nur 1,3 ms zur Bearbeitung. Das sind 17 % der CPU-Kapazität beim Einsatz von Windows NT.

### Steuerungstechnische Sicherheit durch schnelle Bearbeitungszyklen

Die Mini-PLCs verfügen in der Regel über 40 bis 50 I/O-Anschlüsse, bei Weichen bzw. bei Hebestationen sind es über 80 I/Os. Ferner ist nahezu an jedem Controller eine Lesestation des Identträgersystems über eine Busklemme mit serieller Schnittstelle angeschlossen, bei den Hebestationen sind es zwei angeschlossene Lesestationen. Teilweise verfügen die Steuerungen über eine angeschlossene Textanzeige, die über den jeweiligen Status der Anwendung bzw. der Station informieren. Obwohl die Aufgabenstellungen für die BC9000 verhältnismäßig komplex sind, gibt es keine Probleme mit der Zykluszeit. Folgende Werte wurden für die Zykluszeit inklusive der Schnittstellenbearbeitung bisher registriert:

- ▶ 5 ms bei BC9000 ohne angeschlossene Lesestation
- ▶ 8 ms bei einer angeschlossenen Lesestation
- ▶ 10 ms bei einer BC9000, die zwei Weichen steuert
- ▶ 20 ms bei einer BC9000 für eine Hebestation mit über 80 I/Os (inklusive zwei serieller Schnittstellen)

Da die dezentralen Steuerungen jeweils gleichzeitig und somit quasi parallel arbeiten, ist, anders als bei einer Steuerungslösung mit zentraler Intelligenz, die Zykluszeit keine ‚Achillesferse‘ des Gesamtprojektes.

### Die Ethernet-Lösung mit dem Beckhoff Busklemmen-Controller

Alle über das Ethernet-Netzwerk mit der zentralen PC-Steuerung verbundenen Busklemmen-Controller kommunizieren über die Systemkommunikation TwinCAT ADS (Automation Device Specification) miteinander.

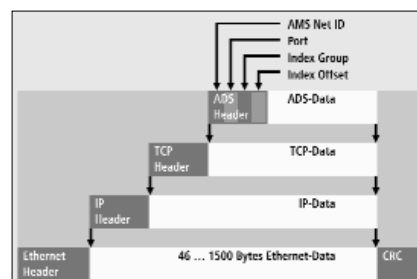


Abb. 2: ADS-Protokoll (Automation Device Specification)

Das ADS-Protokoll wird auf das TCP/IP oder UDP/IP Protokoll aufgesetzt (Abb. 2). Es ermöglicht dem Benutzer, innerhalb der Beckhoff-Welt über nahezu beliebige Verbindungswege mit allen angeschlossenen Geräten zu kommunizieren und diese zu parametrieren. Der ADS-Verbindungsmechanismus besteht aus vier Funktionsgruppen:

- ▶ Die AMSNetID beschreibt das anzusprechende Gerät
- ▶ der Port beschreibt einen Teilbereich des Gerätes, zum Beispiel die Prozessdaten, Register u.s.w.
- ▶ die Index Group ist eine 4 Byte große Variable (Long oder UDINT), die im Port auf Daten zugreift
- ▶ der Offset ist, wie die Index Group, auch eine 4-Byte-Variable, die angibt, ab welchem Variablen Offset gelesen bzw. geschrieben werden soll.

Die Software SPS/NC TwinCAT, lauffähig unter Windows NT, NT Embedded oder Windows 2000, stellt Treiber und das ADS-Protokoll zur Verfügung. Die ADS-Funktionen bieten die Möglichkeit, direkt auf Informationen des Busklemmen-Controllers zuzugreifen. Die Kopplung von Scada-Systemen mit TwinCAT erfolgt über ADS OCX/DLL oder OPC. Beim Tunnel-Projekt wurde die Anbindung an das Visualisierungssystem WinCC über den TwinCAT OPC-Server realisiert. Im Kontrollraum der Fördersystem-Steuerung können somit an 6 Monitoren die Positionen samt Inhalte der 450 Carriers überwacht werden.

### Zusammenfassung

Bei Ford wurde ein großes Transportsystem mit Ethernet vernetzt. Die extrem hohen Verfügbarkeitsanforderungen dieser Applikation führten zu einer dezentralen Steuerungsarchitektur, die auch einen temporären Ausfall des Netzwerkes verkraftet. 130 dezentrale programmierbare Ein/Ausgabebaugruppen steuern autonom Hebestationen und Weichen. Über Ethernet werden Konfigurationsdaten und Ablaufprogramme übertragen, Betriebsdaten erfasst und Logistikaufträge erteilt. Als Protokoll kommt ADS zum Einsatz.

Ausschlaggebend für die Wahl von Ethernet waren die Flexibilität, die große Anzahl der anschließbaren Teilnehmer sowie die Unabhängigkeit von einem spezifischen Netzwerkmaster. Die zeitlichen Anforderungen an die Kommunikation sind moderat, Echtzeitprozesse erfolgen lokal auf den intelligenten Busstationen.