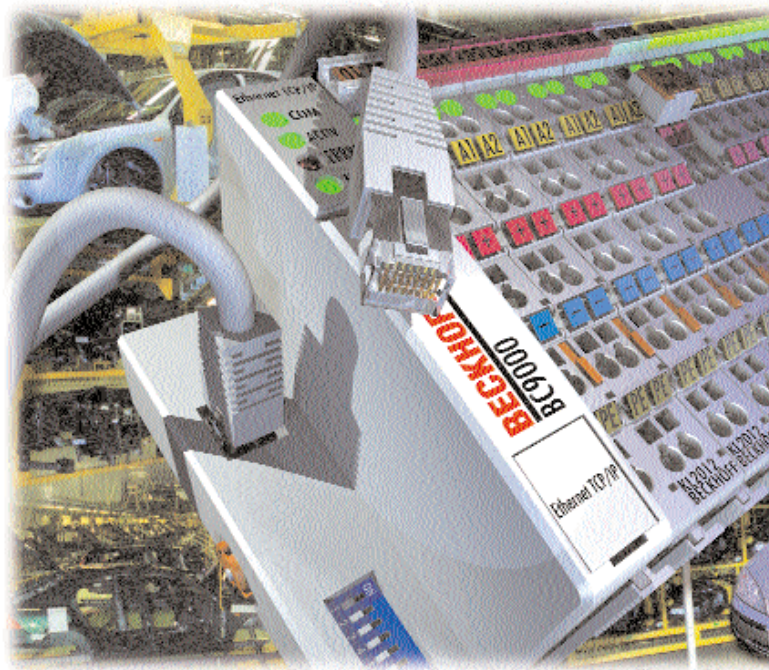


Bei Ford Europe in Genk laufen täglich über 1650 Autos vom Typ Mondeo vom Band: Auftragsbezogen und ausstattungsabhängig. Ausgeklügelte, dezentrale Steuerungstechnik spielt dabei eine wichtige Rolle. So verbindet ein Fast Ethernet Backbone mit 100 MBaud im Fullduplex Betrieb 130 Busklemmen Controller – und das ohne Probleme mit der Zykluszeit.



Zykluszeit keine „Achillesferse“

Ethernet vernetzt dezentrale Steuerungen

F. METZNER, K. RISTAU*

Im „Suppliers Park“ im belgischen Genk, in unmittelbarer Werksnähe siedelte Ford wichtige Zulieferer von Systembaugruppen an. Diese liefern „Just-in-Time“ und „Just-in-Sequence“ die Produkte und Baugruppen in das Montagewerk, das sich auf dem Werksgelände befindet. Die Anlieferung erfolgt über ein als Tunnel bezeichnetes Transportsystem, das als hochgebautes Viadukt vom Zuliefererpark in das Werksgelände bis hin zu den Montagestationen reicht. Dieses knapp 1 km lange Transportsystem enthält etwa 7 km Förderstrecke. Jeweils zwei

Hauptwege führen ins Werk hinein bis unmittelbar zu den Übergabestationen am Montageband. Zwei weitere Hauptwege führen von dort aus wieder retour aus dem Werk heraus. Rund 30 Mio. Euro wurden für das komplette System investiert, davon etwa 7 Mio. Euro in die komplexe Automatisierungstechnik. Eigentümer ist bezeichnenderweise nicht Ford, sondern die Gesellschaft ASG (Automotive Service Genk), an der auch die Firma GTI Electro Thijs aus Genk beteiligt ist. GTI ist für die komplette elektrotechnische Ausrüstung des Projektes verantwortlich und wird dabei von der Firma MULTIPROX, dem exklusiven Vertreter von Beckhoff in Belgien, unterstützt. Die ASG gründete wiederum gemein-

sam mit den Ausrüsterfirmen Eisenmann aus Böblingen und LRM (Limburgse Reconvertie Maatschappij) die Betreibergesellschaft CSG (Conveyor Services Genk). Bezahlt wird der Fördertunnel übrigens pro fertiggestelltes Automobil, womit sicher gestellt wird, dass Betreiber und Zulieferer an einer „reibungslosen“ Übergabe der durch Ford angeforderten Produkte und Systeme enorm interessiert sind.

Die Lösung: dezentrale Intelligenz

Bei der Anlagenprojektierung wurde ein modulares Konzept des Transportsystems vorgesehen. Während diese Modularität aus maschinenbaulicher Sicht durch die Hebestationen

(Übernahme und Übergabe) sowie die Weichen vorgegeben ist, stand in der Frage der Steuerungstechnik eine dezentrale E/A-Steuerung mit zentraler Intelligenz oder eine Steuerung mittels dezentraler Intelligenz zur Disposition. Die Planer von GTI Electro Thijs führten diesbezügliche Systemvergleiche durch und entschieden sich für eine Lösung mit dezentraler Intelligenz. Projektleiter Ivan Guilliams begründet die Entscheidung folgendermaßen: „Die Modularität bringt insgesamt große Vorteile, denn sie ermöglicht uns einerseits eine Inbetriebnahme von jeweils autonomen Anlagenbereichen und führt darüber hinaus zu mehr Betriebssicherheit, weil eine Störung in einem Anlagenbereich

*Dipl.-Ing. Frank Metzner ist bei Beckhoff in Verl zuständig für Marketing Communications, Dipl.-Ing. Kai Ristau ist dort Leiter Export.



Bei Ford versteht der Controller auch Ethernet.

Bilder: Beckhoff

nicht gleichzeitig das gesamte Fördersystem beeinträchtigt“. Auch in der Umsetzung der dezentralen intelligenten Steuerungskonzeption sind handfeste Vorteile gegeben. Bart Claes von GTI Electro Thijs, zuständiger Projektgenieur für die Realisierung

von Soft- und Hardware, nennt diesbezüglich die Übersichtlichkeit der jeweiligen Teillösungen und den Mehrfachnutzen der Softwarelösungen. „Bei 110 zu steuernden Weichen und 35 Hebestationen gibt es sehr viele Gemeinsamkeiten in den lokalen Steuerungen, so dass sich diese leicht modifizieren und in ihrer Gesamtheit leicht pflegen lassen“, argumentiert Claes.

Mit der grundlegenden Systemscheidung für die dezentrale Intelligenz wurde auch die Frage der Systemkopplung geklärt, wobei die Entscheidung für eine Vernetzung mit Ethernet TCP/IP fiel. „Es sind sehr viele logistische Daten zu kommunizieren und weniger E/A-Daten“, erläutert Bart Claes. Daher galt es, eine vom Prinzip her leistungsfähige Kommunikation der dezentralen Steuerungen mit entsprechender Kapazität zu implementieren. Zusätzlich musste man sich für das geeignete Steuerungskonzept entscheiden. In dieser Frage erhielten die neuen Busklemmen Control-

ler des Typs BC9000 mit integrierter Ethernet-Schnittstelle von Beckhoff als dezentrale Steuerungslösungen sowie die Beckhoff Software-SPS TwinCAT als Kopfsteuerung und Bindeglied zum Visualisierungssystem WinCC den Zuschlag. „Wir haben uns für die technisch überzeugendste Lösung entschieden“, sagte Claes mit dem Hinweis, dass für die BC9000 die integrierte Ethernet-Schnittstelle und das umfangreiche Busklemmen-Programm, wie z.B. die Busklemmen mit serieller Schnittstellen für die Kopplung von Identträger-Lesestationen, und die Programmierung nach IEC 61131-3 den Ausschlag gaben.

Schafft Sicherheit: Redundanter Ring

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. 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 BC9000 sternförmig mittels geschirmter Kabelverbindung, und zunächst zu einer Steckdose im Steuerschrank und von dieser per Patch-Kabel zum RJ45-Steckverbinder der BC9000.

Steuerungstechnisch arbeitet jede der angeschlossenen Mini-PLCs autonom,



Etwa alle 45 Sekunden fördert eine Elektrohängebahn die für den Ford Mondeo erforderlichen Ausstattungsvarianten ans Band.

d.h. es werden keine für das jeweilige Ablaufprogramm relevanten E/A-Daten über das Ethernet kommuniziert, sondern nur die auftragsspezifischen Daten der zu transportierenden Bauteile. Sollte die Ethernet-Verbindung trotz redundanter Ausführung ausfallen, können bis zu 500 Auftragsdatensätze in einem BC9000 gespeichert werden. Erst danach würden weitere Daten verloren gehen. Wichtig ist jedoch, dass durch einen Ausfall des Ethernets nicht die gesamte fördertechnische Anlage abgeschaltet würde.

Mini-SPS versteht auch Ethernet

Die Busklemmen Controller BC9000 sind Buskoppler mit integrierter SPS-Funktionalität und Ethernet-Anschluss. 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.

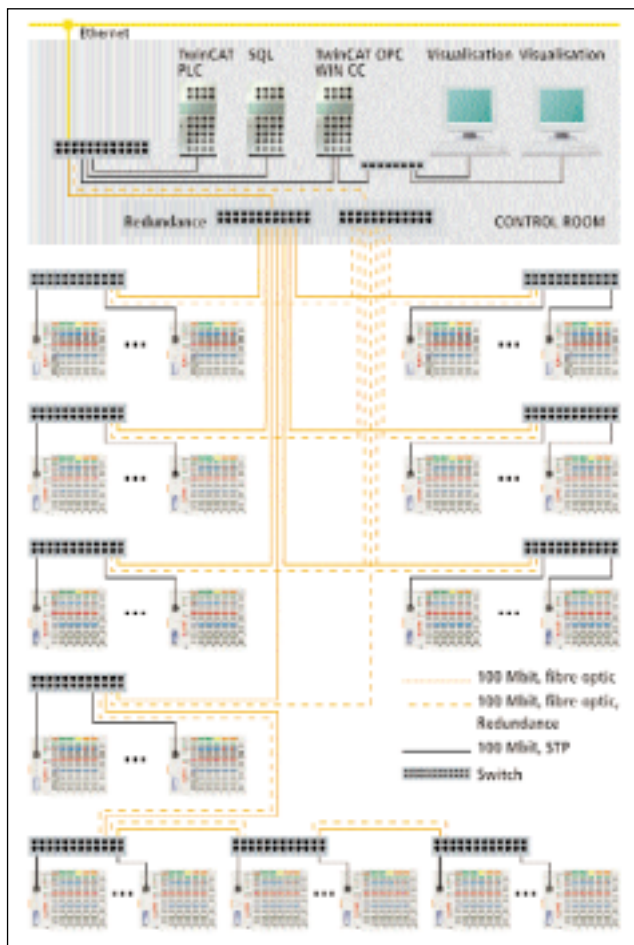
Wahlweise kann grundsätzlich jede Busklemme mit der Konfigurationssoftware KS2000 so konfiguriert werden, dass sie die Daten direkt über den Feldbus mit einem übergeordneten Automatisierungsgerät - in der beschriebenen Anwendung

mit der TwinCAT SPS - austauscht. Ebenfalls können vom Busklemmen Controller vorverarbeitete Daten mit der übergeordneten Steuerung über den Feldbus ausgetauscht werden.

In der Hochlaufphase wickelt die Software-SPS TwinCAT über Funktionsbausteine (FB) für das gesamte Transportsystem die Konfigurierung 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-Programmes 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.

Im Tunnel stimmt die Zykluszeit

Jede der 130 dezentralen BC9000, die im Tunnel-Transportsystem eingesetzt sind, arbeitet autonom. Die Mini-PLCs verfügen in der Regel über 40 bis 50 E/A-Anschlüsse, bei Weichen bzw. bei Hebestationen sind es über 80 E/As. Ferner ist nahezu an jedem BC9000 eine Lesestation des Identträgersystems über eine Busklemmen 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.



Ein redundanter Lichtwellenleiter-Ring sorgt für mehr Sicherheit.

Jeder Carrier enthält einen Identifikationsträger, der die Auftrags- und Zieldaten speichert. Letztendlich bestimmen diese gespeicherten Daten den Weg des Carriers durch die insgesamt 110 Weichen bis zur Übergabestation im Ford-Montagewerk. Steuerungstechnisch bedeutet dieses, dass die aus dem Identträger ausgelesenen Daten wichtig sind für die Ansteuerung der Weichen und somit für den Fahrweg. Bei etwa gleichzeitig ankommenden Carriern entscheidet das FIFO-Prinzip, wer den Vorrang bei der Weichenstellung erhält. Somit gibt es keine Prioritäten innerhalb der Steuerungsprogramme.

Obwohl die Aufgabenstellungen für die BC9000 verhältnismäßig komplex sind, gibt es keine Probleme mit der Zykluszeit. Folgende Werte wurden für die Zykluszeit inklusive der Schnittstellenabarbeitung registriert:

□ 5 ms bei BC9000 ohne angeschlossene Lesestation,

www.elektrotechnik.de

- [Weitere Infos zum Thema: Ethernet Controller](#)
- [Infos zu TwinCAT](#)



□ 8 ms bei einer angeschlossenen Lesestation.

□ 10 ms bei einer BC9000, mit zwei zu steuernden Weichen und

□ 20 ms bei einer BC9000 für eine Hebestation mit über 80 E/As (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.

Weitere Informationen über Beckhoff-Produkte vermittelt der Leserdienst

420

Die Aufgabe

Den ‚Fahrplan‘ genau einhalten

Das Transportsystem besteht im wesentlichen aus einer insgesamt rund 7 km langen Elektrohängbahn (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 Mondeo-Montageband nehmen. Die Taktzeit des Mondeo-Montagebandes beträgt 45 Sekunden. Demzufolge müssen alle 45 Sekunden die speziell pro Kundenauftrag benötigten Ausstattungsvarianten am Einbauplatz sein. Mit dem Abruf der Karosse ins Mondeo-Montageband werden über ein Netzwerk vom

Logistik-Rechner den Zulieferern die Auftragsdaten sprich Leistungs- und Ausstattungsvarianten mitgeteilt. Exakt 78 Minuten später müssen die angeforderten Teile, Systeme und Baugruppen am Montageband sein. Die Zulieferer haben somit etwa 34 Minuten Zeit für das finale Assembling und wenige Minuten für die Überprüfung und das Bereitstellen der angeforderten Teile. Maximal 24 Minuten dauert der Transport, und etwa 6 Minuten beträgt die eingeplante Pufferzeit. Somit verbleibt ein sehr enger „Fahrplan“, der extrem hohe Systemanforderungen an das Gesamtkonzept des Transportsystems stellt.