

Interview zur echtzeitfähigen Ethernet-Lösung EtherCAT

→ Im Oktober diesen Jahres sprach Kai Binder, Chefredakteur vom SPS-MAGAZIN, mit Dr. Dirk Janssen, Holger Büttner, und Martin Rostan von Beckhoff über Konzept, Technologie und Kosten der echtzeitfähigen Industrial-Ethernet-Lösung.

Was ist der Hauptunterschied zwischen EtherCAT und herkömmlichen Feldbussystemen?

| Wenn man die Unterschiede aufzählen will, kann man mit der Performance beginnen: EtherCAT ist um einige Größenordnungen schneller als die herkömmlichen Feldbussysteme, als PROFIBUS, CANopen, DeviceNet und auch deutlich schneller als SERCOS.

Wozu braucht man diese Performance? Sind denn die heutigen Systeme nicht schnell genug?

| Nun, heutige Feldbussysteme erreichen Zykluszeiten, die sich in etwa der Größenordnung bewegen, wie die Steuerungstasks selbst, ca. 5 bis 10 ms. Das wird für ausreichend erachtet, weil die Größenordnungen ja zusammenpassen. Man vernachlässigt bei dieser Betrachtung jedoch, dass wir es hier mit kaskadierten, also einer Fülle von übereinander bzw. untereinander liegenden Zyklen zu tun haben, die in der Regel nicht miteinander synchronisiert sind. Ganz unten arbeitet eine zyklische Firmware mit oder ohne lokalen I/O-Erweiterungsbuss, darüber der zyklische Feldbus, und am Ende der Kette sitzt noch eine Masterkarte, die ebenfalls einen Firmwarezyklus hat, den sie nach Ende des Feldbuszyklus abschließen muss. Die Daten werden dann in den gemeinsamen Speicher kopiert und freigegeben, sodass die SPS darauf zugreifen kann. Mit dieser Methodik müssen mehrere Zyklen abgewartet werden, bis die Daten diese Stufen durchstiegen haben. Speziell bei Applikationen, bei denen schnell auf Veränderungen von Eingängen reagiert werden muss, entstehen so recht große Verzögerungen. Es ist leicht nachzuvollziehen, dass die zusätzliche Verzögerung, die die Feldbusarchitektur mit ihren mehrfach unterlagerten Zyklen verursacht, die Applikationen – im Vergleich zu direkt verdrahteten I/Os – langsamer macht.

| Mit EtherCAT und seiner Performance kann man diese unterlagerten Zyklen einfach vergessen. Tatsächlich gibt es diese gar nicht mehr, weil EtherCAT direkt in der elektronischen Reihenklemme arbeitet. Dadurch hat die Steuerung zum Start der nächsten SPS-Task das aktuelle Prozesseingangsabbild und nicht mehr eines, das bereits zwei Zyklen alt ist, bis es von ganz unten die Kaskadierung durchstiegen hat.

Aber bringt das nicht nur etwas in Highend-Anwendungen, wo es auf jede μ -Sekunde ankommt?

| Diese harte Durchsynchronisierung und die sehr starke Verkürzung der Reaktionszeit bringt auch herkömmlichen Steuerungen etwas und nicht nur „ultra-high“-performanten Anwendungen. Was uns stark von anderen Ethernet-Anwendungen unterscheidet, ist, dass wir den Feldbus, den Backplane-Bus der Steuerung und den in der Regel immer herstellerspezifischen Subbus, zusammengefasst haben. Andere Ethernet-Konzepte gehen weiterhin davon aus, dass es für modulare Geräte einen herstellerspezifischen Subbus gibt. An dieser Stelle hat man nichts geändert. Wir hingegen haben diese Dinge zusammengefasst, wodurch man einerseits einen Geschwindigkeitsvorteil hat und andererseits Gateway-Komponenten zwischendurch gespart werden können. Das heißt, die Performance, die man durch EtherCAT gewinnt, bringt auch in ganz normalen Applikationen einen Vorteil, ohne eine schnellere CPU einzusetzen und ohne die Applikation zu ändern.

| Es gibt noch weitere Unterschiede zu Feldbussystemen, z. B. eine deutlich einfachere Verdrahtung. So ist man nicht mehr an die Linien mit sehr kurzen oder nicht vorhandenen Stichleitungen gebunden und kann eine flexible Baumtopologie einsetzen. Dazu kommt eine vergrößerte Netzwerkeausdehnung. Dies stellen wir insbesondere in der Diskussion mit Anbietern fest, die beispielsweise in der Logistik, in Materialfluss- oder Transportsystemen tätig



Martin Rostan, Produktmanager EtherCAT,
Beckhoff-Niederlassung Nürnberg



Dr. Dirk Janssen, Leiter der
Grundlagensoftware, Beckhoff Verl



Holger Büttner, Leiter Entwicklung
in der Beckhoff-Niederlassung Berlin

sind, also in Applikationen, in denen 500 m keine größeren Entfernungen sind. Hier stößt der klassische Feldbus an Grenzen. Hinzu kommt der Vorteil, dass EtherCAT auch den Backplane-Bus ersetzt – etwa beim Einsatz klassischer Feldbusse, deren Prozessdaten ja bislang über einen Backplane-Bus vom Feldbusmaster zur Steuerung übertragen werden. In einer Anlage, die durchaus eine räumliche Ausdehnung haben kann, arbeiten ein oder mehrere Feldbusysteme, die irgendwelche Anlagenteile steuern. Alle Signale müssen der Leitsteuerung zur Verfügung gestellt werden. Das kann man nun mit EtherCAT machen: Die Feldbuschnittstelle sitzt nicht mehr in der Steuerung, sondern im Feld.

Ist Ethernet gegenüber herkömmlichen Feldbussystemen nicht relativ kompliziert und erfordert eine Menge IT-Know-how?

| Die einfache Konfiguration ist extrem wichtig. Bei EtherCAT müssen keine Knotenadressen eingestellt werden. Auch bei nachträglichen Erweiterungen können die Knotenadressen behalten werden – das Prozessdaten-Mapping verschiebt sich also nicht. Ebenso müssen Übertragungsraten nicht eingestellt werden. Also wird die Konfiguration, im Vergleich zum herkömmlichen Feldbussystem, sogar einfacher. Aber Sie haben Recht, für Ethernet gilt üblicherweise das Gegenteil. Mit EtherCAT stehen die Internet-Protokolle jetzt auch ganz unten im Feld zur Verfügung, also Dinge wie FTP, http oder Webserver. Die schöne neue Welt der Internet-Technologien ist plötzlich auch auf Feldbusebene für den Anwender verfügbar. Das ist ein wichtiges Argument, dort Ethernet einzusetzen.

Für Anwender spielen aber nicht nur Funktionen sondern auch Kosten eine wichtige Rolle. Wie sieht EtherCAT in dieser Beziehung aus?

| EtherCAT ist nicht zuletzt auch günstiger als herkömmliche Feldbussysteme. Primär aus zwei Gründen. Zum einen ist die Infrastruktur unschlagbar gün-

stig. Man kann in der IP-20-Umgebung ein Patchkabel nehmen, das mit zwei angeschlagenen Steckern einen Euro kostet – fertig konfektioniert! Betrachtet man hingegen z. B. PROFIBUS, so fallen erhebliche Materialkosten für die Steckverbinder an, hinzu kommt noch die Arbeitszeit. Die Leitungslänge ist nicht das Thema, sondern die Frage, wie schnell und wie aufwändig muss ich meine Stecker verbauen. Bei der Infrastruktur benötigen wir keine Switches, das unterscheidet unsere von anderen Ethernet-Lösungen. Wir verzichten auf die Master-Anschaltbaugruppe im PC oder auch in der SPS, die auch meist mehrere Hundert Euro kostet. Damit bewegen wir uns auf einem Preisniveau, das man bisher nicht erreichen konnte.

Es gibt keinen Master im EtherCAT-System?

| Doch, natürlich gibt es auch bei uns einen Master. Dabei handelt es sich aber um eine reine Software-Implementierung. Das einzige, was der Master braucht, ist ein herkömmlicher Ethernet-Controller. Das halten wir übrigens für ein signifikantes Unterscheidungsmerkmal zu allen anderen Echtzeit-Ethernet-Systemen, die immer eine Steckkarte mit Co-Prozessor und eigener Intelligenz brauchen. Dabei handelt es sich um eine Spezialbaugruppe, die eine leistungsfähige 32-Bit-CPU und viel Speicher benötigt. Das braucht man bei EtherCAT nicht. Das heißt, wir kommen mit dem, auf einem herkömmlichen Motherboard bereits vorhandenen, Ethernet-Controller aus.

Wie ist das technisch realisiert? An welchen Stellen hat der Anwender damit etwas zu tun?

| Hier muss man zwischen Master und Slave unterscheiden. Wie bereits erwähnt, kann jeder Standard-Ethernet-Controller im EtherCAT-System als Master verwendet werden. Normale Ethernet-Infrastrukturen „Off the Shelf“ können dort benutzt werden. Auf der Slaveseite wird ein spezieller Slave-Controller eingesetzt. Damit kann man kleine Geräte realisieren, die extrem



Kai Binder ist Chefredakteur vom SPS-Magazin, TeDo-Verlag, www.sps-magazin.de

schnell reagieren und minimale Verzögerungen bei der Kommunikation aufbauen. Daher ist an dieser Stelle ein Baustein notwendig, der speziell für die Feldbustechnik optimiert ist. Mit diesem Slave-Controller wird das EtherCAT-Funktionsprinzip realisiert: Ein Telegramm, das vom Master abgesendet wird, wird nicht nur zu einem Teilnehmer hin- und von diesem wieder zurückgeschickt und so weiter. Statt dessen werden alle Teilnehmer – und das können mehrere tausend sein – im Durchlauf adressiert und die Prozessdaten mit einem einzigen Ethernet-Frame ausgetauscht. Das Telegramm wird also von einem Teilnehmer zum nächsten weiter gereicht und kommt am Ende – entsprechend verarbeitet – wieder beim Master an. Für den Anwender ist das Funktionsprinzip transparent: Er sieht die Prozessdaten und kann natürlich auch über das Netz parametrieren.

Macht das ASIC die Anschaltung nicht unnötig teuer?

| Das Gegenteil ist der Fall! Ethernet wird zwar gerne eingesetzt, weil es weit verbreitet ist und deshalb die Controller, gemessen an ihrer Leistungsfähigkeit, vergleichsweise günstig sind. Aber für besonders einfache Slavegeräte sind diese immer noch zu teuer. Die ASIC-Lösung, die wir für EtherCAT gewählt haben, führt dazu, dass die Anschaltungskosten für ein Slavegerät unter denen liegen, die man erreicht, wenn man einen Ethernet-Controller einsetzt. Ein Ethernet-Controller ist auch nicht für die Feldbustechnik gemacht worden. Die Schnittstelle, die er beispielsweise zur Applikation bietet, erfordert sehr viel Prozessorleistung. Das Ether-CAT-ASIC ist speziell dafür entwickelt worden, Prozessdaten direkt aufzunehmen bzw. abzusetzen. Das bedeutet auch, dass bei einfachen Anwendungen überhaupt kein Microprozessor mehr notwendig ist. Die digitale Schnittstelle, die das EtherCAT-ASIC anbietet, kann direkt über entsprechende Optokoppler an digitale I/Os angeschlossen werden.

Was bedeutet dieses Vorgehen für Anwender?

| Auf der Slavesseite merkt der Anwender nicht, ob dort ein spezieller EtherCAT-Slave-Controller oder ein Ethernet-Controller von der Stange eingesetzt wird. Denn er geht ja nicht zu ALDI, um sich dort eine I/O-Baugruppe zu kaufen. Aber er könnte mit einem ALDI-Computer ein EtherCAT-Netzwerk steuern. Es

macht also Sinn, auf die spezielle Masterbaugruppe zu verzichten und Standardkomponenten einzusetzen. Genau das tun wir. Auf der Slavesseite geht es hingegen darum, die Kosten pro Anschaltung zu senken und die Performance zu erreichen, die man mit Standardkomponenten nicht erreicht. Mit der Hardware-Implementierung wird man außerdem unabhängig von den Softwarekosten des Komponentenherstellers. Das bedeutet, dass bei EtherCAT die Reaktionszeit nicht davon abhängt, wie gut eine Firma ihren Slave implementiert hat. Das alles erreichen wir durch den Einsatz des Slave-Controllers als FPGA oder ASIC.

Was wird das ASIC voraussichtlich kosten?

| Das ASIC soll unter fünf Euro kosten.

Wo wird man den Slave-Controller kaufen können?

| Die FPGA-Variante ist bei Beckhoff und ab Ende November auch bei einem bekannten Halbleiter-Distributor erhältlich. Das Handling des ASICs wird voraussichtlich ähnlich erfolgen.

Wann wird das ASIC fertig sein?

| Es kommt uns glücklicherweise nicht darauf an, mit dem ASIC so schnell wie möglich am Markt zu sein, weil wir mit dem FPGA eine funktionsfähige und kostengünstige Lösung haben. Daher war für uns zunächst entscheidend, die FPGA-Verfügbarkeit herzustellen. Das ist seit einiger Zeit der Fall. Die Anregungen, die derzeit noch aus den Entwicklungsprojekten der Gerätehersteller zurückfließen, sollen dem ASIC zugute kommen. Die ETG trägt dazu bei, dass EtherCAT breiter aufgestellt ist und mehr Herstellern und Applikationen gerecht wird. Wenn wir nur unsere eigenen Vorstellungen umgesetzt hätten, wären wir heute schon weiter. Von daher ist der Zieltermin, den wir zunächst angepeilt hatten – Ende des Jahres – voraussichtlich nicht zu halten. Wir gehen davon aus, dass das ASIC etwa zur Hannover-Messe 2005 zur Verfügung stehen wird.