



Der EtherCAT-Slave-Controller, ein auf Ethernet basierendes, echtzeitfähiges, synchrones Feldbus-System mit hoher Leistungsfähigkeit, ist bei der Firma Baumüller verfügbar.

## Modulare Automatisierung und Antriebstechnik mit Echtzeit-Ethernet

# Höchste Ansprüche

EtherCAT erfüllt alle Erwartungen an ein zukünftiges Bussytem. Schwächen bekannter Feldbussysteme wurden durch EtherCAT auf elegante und einfache Weise vollständig aufgelöst.

Systeme für vollständige Automatisierungslösungen erfordern eine breite Produktpalette, eine durchgängige Systemarchitektur mit einem leistungsfähigen Bussytem auf der Hardwareseite sowie eine ganzheitliche, von einer gemeinsamen Datenbasis ausgehende Projektierungssoftware auf der Softwareseite. Eine breite Produktpalette bietet dem Projektierer die Flexibilität, die er für kostengünstige, einfache Applikationen sowie für seine auf höchste Ansprüche getrimmte Lösung benötigt. Der Vorteil der breiten Produktpalette wird besonders deutlich bei einem durchgängigen Bussytem: Alles lässt sich mit allem kombinieren, ohne Systembruch. Dass dies nicht nur dem Selbstzweck dient, wird besonders deutlich bei den heute schon anspruchsvollen Applikationen. Das gilt erst recht für zukünftige Maschinenkonzepte, bei denen Maschinenmodule zu großen Einheiten ganz flexibel zusammengestellt werden müssen.

### Leistungsfähiges Bussytem

Am Beispiel einer Verpackungsmaschine, die Tabletten verpackt, wird dies deutlicher. Zufgeführt werden der Maschine neben den eigentlichen Tabletten die Bodenfolie, die Deckfolie, das Kartonmaterial für die Faltschachteln sowie die Gebrauchsinformation. Die Bodenfolie muss tiefgezogen, mit Tabletten gefüllt und mit der Deckfolie versiegelt werden. Der versiegelte Blisterstrang wird anschließend perforiert und gestanzt. Nach diversen Qualitätskontrollen werden gestapelte Blister zusammen mit der Gebrauchsanweisung in der nachfolgenden Einschubstation in die vom Kartonierer aufgestellten und verklebten Faltschachteln geschoben. Die weiteren Stationen bündeln zu größeren Verpackungseinheiten bis am Ende eine versandfertige Einheit entsteht, z. B. eine Europalette. Jede Station hat ihre besonderen prozess-technologischen Ansprüche und trotzdem muss alles im Verbund arbeiten, selbst wenn zwischendurch

Produkte aussortiert werden müssen. Neueste Automatisierungstechnik bietet mit koordinierten Servoantrieben pufferlosen Betrieb und automatische Geschwindigkeitskorrektur der nachfolgenden Stationen. Und das bei um 50 % gesteigerten Taktraten. Damit die einzelnen Stationen mit ihren Servoachsen und I/O-Klemmen ohne Stau und Leerlauf arbeiten können, ist ein leistungsfähiges Bussytem notwendig, das sowohl die Datenmenge als auch die Echtzeit der Daten garantiert bewältigen kann.

### Effiziente Prozessdaten-kommunikation

Sehr gut geeignet sind offene, Echtzeit-Ethernet basierende Systembusse, insbesondere EtherCAT. Wie offen und leistungsfähig EtherCAT ist, bestätigen die ständig steigende Mitgliederzahl in der ETG (EtherCAT Technology Group) und die weit vorangeschrittene Standardisierung in beeindruckender Weise. Die be-

sonders effiziente Prozessdaten-kommunikation wird durch parallel getunnelte TCP/IP-Kommunikation ergänzt. Kollisionen und undefinierte Verzögerungen in der Infrastruktur (Netzwerk-Switches), wie sie in Standard-Ethernet hingenommen werden müssen, kommen bei EtherCAT nicht vor. Die für die Büro-Kommunikationsinfrastruktur typischen Switches und Hubs mit ihrem aus Echtzeiterwägungen nachteiligen Verhalten und ihren zusätzlichen Kosten werden im EtherCAT Systembus nicht benötigt. Für Sonderfälle lassen sich diese kostentreibenden Produkte aber trotzdem integrieren. Alle erdenklichen Systemtopologien lassen sich mit EtherCAT realisieren. Die einfachste ist die Linienstruktur. Die für modulare Maschinenkonzepte oft eingesetzte Kammstruktur ist ebenfalls mit EtherCAT aufbaubar. Auch redundante Systeme sind mit wenig Mehraufwand bzw. Mehrkosten realisierbar. Lediglich eine weitere preiswerte Standardnetzwerkkarte im PC und eine den Ring schließende Patchleitung vom letzten Teilnehmer werden zusätzlich benötigt. Der Ring kann dann je nach Unterbrechungsfall von beiden Seiten mit Prozessdaten versorgt werden.

### Konfiguration der IP-Adressen nicht nötig

Die von der Bürokommunikation her bekannte und im Industriebereich gefürchtete Konfiguration der IP-Adressen ist bei EtherCAT nicht nötig. Wenn industrielle Ethernet-Systeme auf IP- oder MAC-Adressen basieren, muss besondere Sorgfalt im Austauschfall aufgebracht werden. Es sind Strategien notwendig wie sich diese Austauschkomponente mit ihrer natürlich neuen und einmaligen MAC-Adresse wieder harmonisch in das gesamte System einfügt und von allen Teilnehmern als Stellvertreter der zuvor ausgetauschten Komponente akzeptiert wird. Von wo wird so eine neue Komponente ihre IP-Adresse

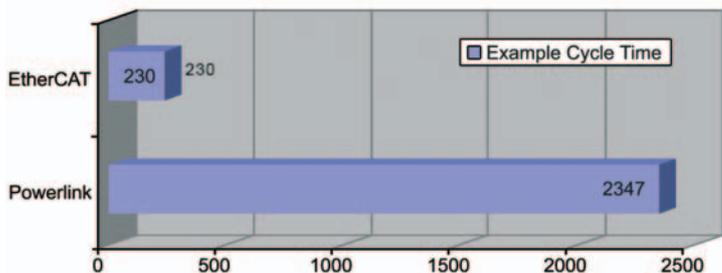


Bild 2: Vergleich zwischen EtherCAT und Powerlink

beziehen, wenn sie selbst über wenig CPU-Leistung verfügt und auch das Gesamtsystem nicht mit – wie in der Bürokommunikation üblichen – DHCP und DNS Servern ausgestattet ist? Das sind Problemstellungen, die in solchen IP- und/oder MAC-basierenden Systemen schnell eine in der Automatisierungsindustrie übliche embedded Plattform überfordert. Selbst ein leistungsfähiger PC wird es schwer haben, gleichartige Seriengeräte mit identischer Defaulteinstellung der IP-Adressen (Auslieferungszustand) auseinander zu halten. Sehr einfach und komfortabel ist dies bei EtherCAT, da es weder auf IP-Adressen noch auf MAC-Adressen ankommt, und sich die gesamte Systemarchitektur aus dem verdrahteten System auslesen und zentral im so genannten EtherCAT-Master verwalten lässt. Trotz dieser Eigenschaften basiert EtherCAT auf Standardtelegrammen gemäß IEEE802.3. Dies wird eindrucksvoll deutlich beim EtherCAT-Master, der eine Standard-Netzwerkkarte sein darf, wie sie heutige PC/Laptops bereits integriert haben. Nur die EtherCAT-Slaves benötigen ein FPGA bzw. ein ASIC für die Echtzeit-Kommunikation. Diese Lösung ermöglicht die geringsten Systemkosten bei maximaler Leistung. Eine Vollduplex-Kommunikation mit 100MBit/s ohne überflüssige Header oder Verzögerungszeiten durch z. B. Netzwerk-Switches ermöglicht es, zyklisch umfangreiche Prozessdaten auszutauschen. Hier ein Vergleich (Bild2): 40 Antriebsachsen mit je 6 Byte Ein- und Ausgangsdaten, 50 I/O Stationen mit insgesamt 560 Ether-

CAT Knoten, 2000 digitale und 200 analoge Ein/Ausgänge bei einer Buslänge von 500 m und einer daraus resultierenden Telegrammlänge von 77µs können zyklisch alle 230µs mit EtherCAT ausgetauscht werden. Der Bus ist dabei nur zu 33 % ausgelastet. Die restlichen 67 % können z. B. Für eine zusätzliche TCP/IP Kommunikation genutzt werden. Zum Vergleich würde Ethernet Powerlink für die gleiche Prozessdatensmenge eine Zykluszeit von 2347µs benötigen bei 100 % Buslast. Auch Profinet und SERCOSII sind ähnlich langsam.

**Modulares Maschinenkonzept**

Die EtherCAT-Slaves benötigen dank der preiswerten FPGA bzw. ASIC-Lösung keine weitere CPU-Leistung. Das ist sehr bedeutend im Vergleich zu vielen anderen Lösungen, bei denen ein kompletter TCP/IP-Stack in Echtzeit durchgearbeitet werden muss, ohne dass der Anwender irgendeinen Nutzen davon hat, außer den Kosten für einen leistungsstarken Kommunikationsprozessor und dessen RAM- und Flash-Bedarf. Die Leistungsfähigkeit eines EtherCAT-Systems ist somit unabhängig von der CPU-Leistung des einzelnen EtherCAT-Slaves. Sehr kostengünstige kleine Hardwarelösungen können mit hochperformanten Komponenten in einem EtherCAT-System koexistieren, ohne sich gegenseitig zu bremsen. Selbst eine über dasselbe physikalische Netz getunnelte Bürokommunikation würde an der Leistungs- und Echtzeitfähigkeit der Prozessdatenkommunikation nichts ändern. Modulare Maschinenarchitektu-

ren mit Linien-, Stern- und Kammstrukturen sowie einer zusätzlichen Redundanz in der Kommunikation sind mit EtherCAT von sehr einfachen und kostengünstigen Systemen bis zu hochperformanten Synchronanwendungen durchgängig realisierbar. Die genannten Eigenschaften machen EtherCAT zum idealen Systembus für die Kunststoff-, Druck-, Textil- und Verpackungsbranche. Ein modulares Maschinenkonzept mit Kammstruktur ist am Beispiel einer Sackbeutelmaschine in Bild 3 gezeigt. Ein abgewickelter Folienschlauch wird registerhaltig zu einem Aufdruck geschweißt, gestanzt und abschließend wird das Endprodukt gestapelt. Die verschiedenen Maschinenmodule werden mit einer durchgängigen Projektierungssoftware durch anwenderfreundliches Anklicken der Icons geöffnet (Bild 4), so dass keine besonderen Softwarekenntnisse erforderlich sind, um sich einen Überblick über den Maschinenzustand, eine Parameterkonfiguration oder einen Software- bzw. Hardwarestand zu verschaffen. Das „aufgeklickte“ Maschinen-

modul zeigt die interne Modulkommunikation und übergeordnet ist die Querkommunikation der einzelnen Module zu erkennen. Weiteres Klicken auf Komponenten eröffnet tiefer gehende Einsicht in die Konfiguration. Mit einem durchgängigen, echtzeitfähigen Bussystem und einer durchgängigen Projektierungssoftware basierend auf zentralen Daten wurden erfolgreich Maschinenkonzepte mit geringem Aufwand und dank der Durchgängigkeit mit sehr guter Wartbarkeit realisiert. Bekannte Schwächen in die Jahre gekommener Feldbussysteme und daraus abgeleiteter Derivate wurden durch EtherCAT auf elegante, einfache Weise vollständig aufgelöst. Einfache Verdrahtung, Offenheit für Fremdprotokolle, Durchgängigkeit horizontal und vertikal, Vollduplex-100MBit/s-Geschwindigkeit, Echtzeitfähigkeit, Diagnosefähigkeit, Laufzeitkompensation, Redundanz und Sicherheit sind Themen, die EtherCAT so leistungsfähig und überzeugend machen. EtherCAT erfüllt alle Erwartungen an ein zukünftiges Bussystem. [www.baumueller.de](http://www.baumueller.de)

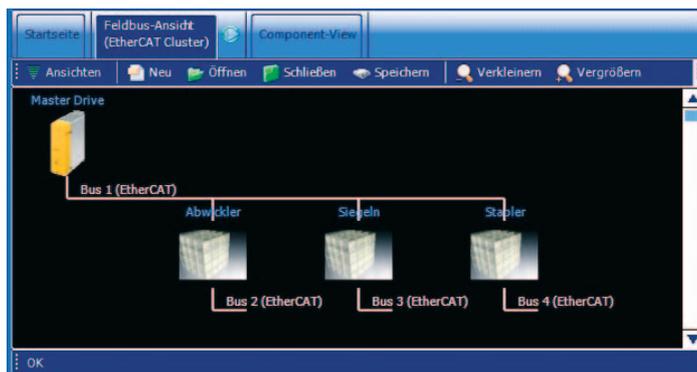


Bild 3

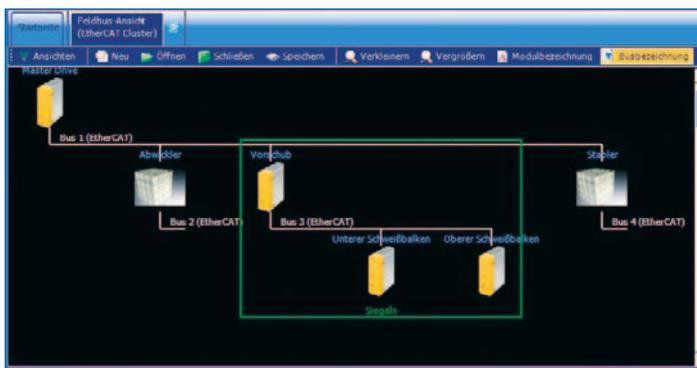


Bild 4