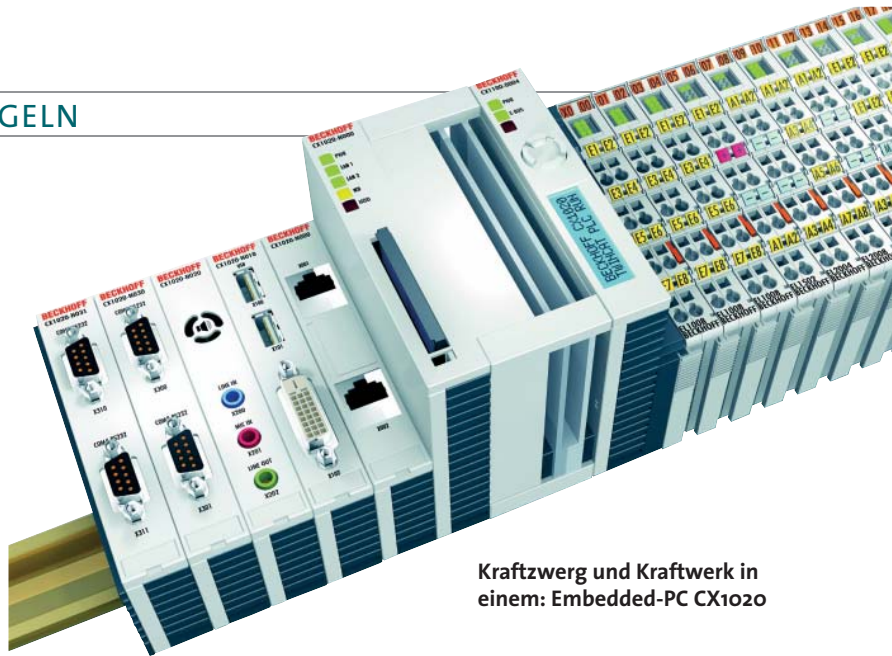




Vor drei Jahren kombinierte Beckhoff mit dem Embedded-PC CX1000 PC-Technik mit einer modularen I/O-Ebene. Mit Verfügbarkeit von EtherCAT ist es nur konsequent, die Folgegeneration gleich mit EtherCAT-I/Os auszurüsten.



Kraftzweig und Kraftwerk in einem: Embedded-PC CX1020

Embedded-PC mit EtherCAT-Master

Echtzeit-Ethernet embedded

► Betrachtet man das generelle Zusammenspiel von Steuerung und Feldbusstechnik im Verlauf der letzten zwanzig Jahre, so kann sicherlich eine Wechselwirkung in der jeweiligen Verarbeitungsgeschwindigkeit ausgemacht werden, insbesondere bei PC-basierenden Steuerungen. Am Anfang war der PC als Steuerungs-Wunderkind noch relativ langsam, da die direkt eingesteckten Signalerfassungskarten durchaus mehr Daten bereitstellten, als der PC verkraften konnte. Dann kamen die Feldbusse. Zwar verlangsamten sie die Datenerfassung im Vergleich zu den diskreten Schaltkreisen, boten aber verteilte I/O-Signale und die Sammlung größerer Datenmengen. Der PC gewann im Laufe der Zeit in puncto Verarbeitungsgeschwindigkeit die Oberhand, da die Entwicklung der Prozessoren kontinuierlicher und dynamischer war – und immer noch ist – als die der Feldbusysteme. Die klassischen Feldbusysteme wurden damit oft zum Flaschenhals. Heute schwingt das Pendel der Anforderung wieder zurück: Moderne, Ethernet-

Intel CPU Nummer	Bezeichnung	Takt	FSB	L2 Cache	TDP	Technologie
760	Pentium M	2,0 GHz	533 MHz	2 MB	27 W	Dothan
745	Pentium M	1,8 GHz	400 MHz	2 MB	21 W	Dothan
738	Pentium M LV	1,4 GHz	400 MHz	2 MB	10 W	Dothan
713	Pentium M ULV	1,1 GHz	400 MHz	1 MB	11 W	Banias
370	Celeron M	1,5 GHz	400 MHz	1 MB	21 W	Dothan
320	Celeron M	1,3 GHz	400 MHz	512 kB	24,5 W	Banias
373	Celeron M ULV	1,0 GHz	400 MHz	512 kB	5 W	Dothan
–	Celeron M ULV	0,6 GHz	400 MHz	512 kB	7 W	Banias

Intels Embedded-Roadmap: Rund fünf Jahre Verfügbarkeit und geringere Verlustleistungen machen die M-CPU's so interessant für IPC-Hersteller.

basierte Feldbusssysteme wie Ethercat scannen die Prozessperipherie theoretisch in weniger als 10 Mikrosekunden. Einen PC, der diese Zykluszeit schafft, gibt es dagegen nicht, noch nicht.

Zeiten ändern sich: CPU-Performance ist heute der Flaschenhals

Da der Feldbus nun nicht mehr der Flaschenhals ist, ist die Reaktionszeit einer PC-basierten Steuerung durch die Leistung ihres Prozessors bestimmt. Entsprechend gilt oft: umso schneller die Reaktionszeit, desto größer der Teileausstoß einer Produktionsmaschine, desto besser

die Fertigungstoleranz und -wiederholbarkeit usw., kurzum: je schneller, desto besser. Dieser Überlegung folgend, präsentiert Beckhoff mit dem Embedded-PC CX1020 ein schnelleres Familienmitglied. Verglichen mit dem CX1000 mit AMD-Geode 266 MHz, kann der CX1020 nun mit einer Intel-Celeron-M-CPU aufwarten, die mit 600 MHz getaktet ist. Es handelt sich um eine Strom sparende Varian-

AUTOR
Andreas Thome ist Produktmanager für PC-Control bei Beckhoff in Verl.

KOMPAKT

Wahre Kraftzwerge hinsichtlich Rechenleistung und Baugröße ermöglichen Intels M-CPU's, wie sie Beckhoff im CX1020 zum Einsatz bringt. Kombiniert mit der seitlich herausgeführten EtherCAT-Anbindung für das gleichnamige I/O-System und dem integrierten 3-Port-Switch, ist man für den kommenden Ethernet-Hype in der Automatisierungstechnik gerüstet.

te, die mit niedriger Core-Spannung ULV (Ultra Low Voltage) arbeitet und mit lediglich 7 W TDP (Thermal Design Power) eine niedrige Verlustleistung hat. Dadurch kann man selbst bei dem kleinen Formfaktor des Embedded-PCs auf einen Lüfter verzichten. Da als Boot- und Speichermedium Compact-Flash zum Einsatz kommt, sind keine rotierenden Medien in der Steuerung verbaut – ein wichtiger Aspekt zur Erhöhung der MTBF (Mean Time Between Failures) des Gesamtsystems.

In Kombination mit dem erprobten Intel-Chipsatz 855GME wird auch die Grafik Kosten sparend ausgeführt – sie ist im Chipsatz bereits enthalten. Als Arbeitsspeicher kommt (wie bei Pentium M üblich) DDR-RAM zum Einsatz, das in der Grundausstattung eine Größe von 256 MByte hat. Da es intern als SO-DIMM ausgeführt ist, lässt sich der RAM-Spei-

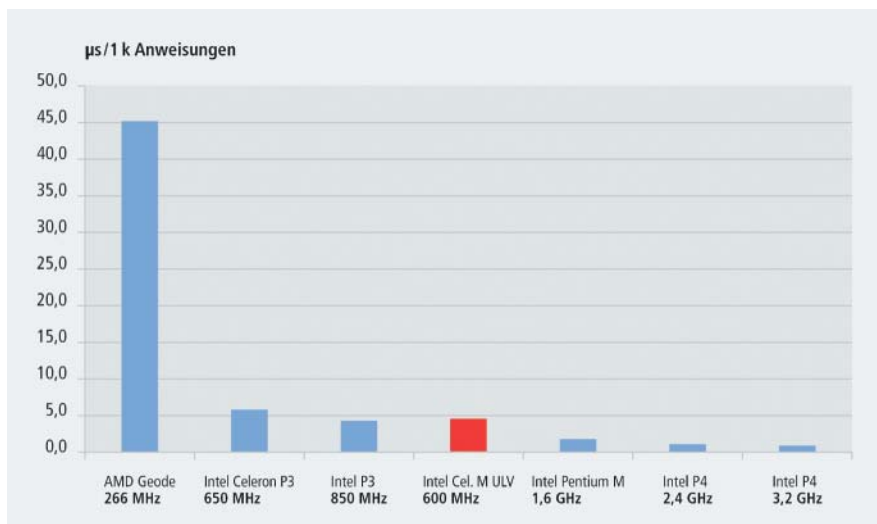
cher durch den Einsatz anderer Speicher bis 1 GByte erweitern.

Intel verspricht Verfügbarkeit von fünf Jahren

Die CPU-Wahl erfolgte auch auf Grund der Tatsache, dass sie Teil der Embedded-Roadmap für Pentium-M-Prozessoren bei Intel ist, die eine langjährige Verfügbarkeit in Aussicht stellt. Intel spricht zwar von fünf Jahren Verfügbarkeit; jedoch sind hiervon Abweichungen möglich, sowohl nach oben als auch nach unten.

Generell sind die Pentium-M-Prozessorfamilie und deren abgespeckte Celeron-M-Varianten für den Einsatz in Steuerungen interessant, da sie durchaus vergleichbare Leistungsdaten zu höher getakteten P4-Prozessoren haben – bei wesentlich geringerer thermischer Leistung.

Der als Maßstab für Leistungsfähigkeit im industriellen Umfeld verwendete Wert ist die Angabe der Zeit, die eine CPU zur Abarbeitung von 1000 SPS-Befehlen benötigt. Obwohl dieser Test noch nicht standardisiert ist (es gibt erste Bemühungen, hier einen Standard zu definieren), gibt er doch einen Anhaltspunkt, wie ein Prozessor einzuordnen ist. Für den Celeron M 600 MHz ergaben Messungen bei Beckhoff, dass dieser durchaus mit einem Intel PIII 850 MHz vergleichbar ist. Die Vergleichsmessungen



Sieger nach Punkten: Die Vergleichsmessungen zeigen den Leistungssprung beim CX1020 durch die Pentium M-CPU gegenüber dem AMD Geode des Vorgängermodells.

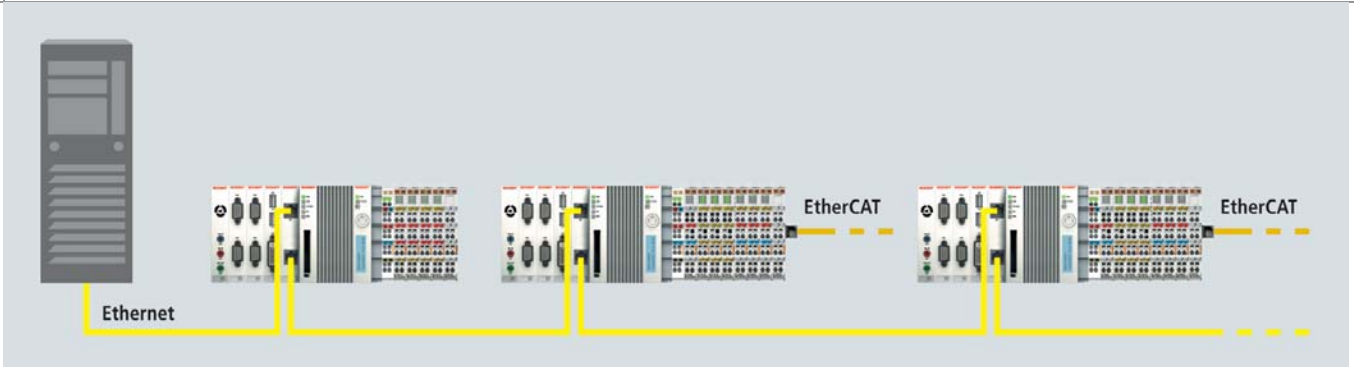
wurden mit jeweils 5000 Zeilen SPS-Anweisungen durchgeführt, die verschiedenste Operationen (LD, ST, ADD, SUB, String-, Bit- und Vergleichsoperationen) mit verschiedenen Datentypen kombiniert haben. Dabei zeigte sich, dass bei größeren Programmen (ab etwa 25000 Zeilen) der Celeron M grundsätzlich schneller als der PIII 850 ist. Dies ist hauptsächlich auf den größeren Second-Level-Advanced-Transfer-Cache des Celeron M (512 kB) zurückzuführen.

Pick and Place: Familienzugehörigkeit ist unverkennbar

Das Gehäuse- und Montagekonzept des CX1020 gleicht dem seines kleineren Bruders CX1000: Wie dieser besteht der Embedded-PC aus mehreren zusammen-

steckbaren Komponenten – im einfachsten Fall aus dem CPU-Modul und dem Netzteil. Die Verbindung dazwischen sowie zu allen anderen CX-Komponenten erfolgt über PC104-Bus, der beim CX1020 jedoch um Ethercat-Signale erweitert wurde. Das CPU-Grundmodul bringt als Grundausstattung zwei RJ45-Buchsen mit, hinter denen sich ein integrierter 3-Port-Switch befindet. Das bedeutet in der Praxis häufig die Einsparung eines separaten Switches, da eine Linientopologie bequem aufgebaut werden kann. Wie beim CX1000 besteht auch beim CX1020 die Möglichkeit, optionale System-schnittstellen hinzuzufügen, beispielsweise DVI-I, USB-2.0 bis zu vier RS232/RS422/RS485-Schnittstellen sowie Audio. Bei der Wahl des geeigneten Feldbussys-

tems bricht der CX1020 keinen Glaubenskrieg vom Zaun: Neben Ethercat unterstützt er die wichtigsten klassischen Feldbusse: Profibus, CAN, DeviceNet, Lightbus und Sercos. Dabei kommen die gleichen Feldbusmaster und -slavebaugruppen des CX1000 zum Einsatz. Die gleiche Wiederverwendbarkeit gilt auch für die multifunktionalen Netzteile des CX1000: eines ohne I/O-Klemmenanschluss, eines mit K-Bus-Anschluss, eines mit K-Bus- und IP-Link-Anschluss für IP-67-geschützte Feldbus-Box-Module und – das ist neu – ein Netzteil mit direkter Anschlussmöglichkeit der Beckhoff Ethercat-Klemmen. Alle Netzteile haben das integrierte NOVRAM, das beleuchtete 2 x 16-Zeichen-FSTN-Display und den Navigationsschalter. ►



3-Port-Switch onboard: IT-Linientopologie mit unterlagerten Ethercat-Inseln oder auch Feldbusabzweigen gelingen ohne zusätzliche IT-Komponenten.

Echtzeit-Ethernet und Switch standardmäßig integriert

Der Embedded-PC wurde in Hinblick auf das optimierte Zusammenspiel mit Ethercat entwickelt. Die zwei Ethernet-Schnittstellen des CPU-Moduls sind – wenn auch technisch möglich – nicht primär für den Ethercat-Betrieb gedacht. Diese beiden 'IT'-Schnittstellen werden intern an einen MAC (MAC: Media Access Controller) geführt.

Für Ethercat gibt es beim CX1020 einen zweiten MAC, also eine intern verwendete Ethernet-Schnittstelle. Deren physikalische Signalebene wird im Netzteil (CX1100-0004) auf den E-Bus umgesetzt und ermöglicht den direkten Anschluss von Ethercat-Klemmen an den Embedded-PC. Der E-Bus läuft als physikalisches LVDS-Signal durch jede einzelne Klemme mit einer maximalen Verzögerung von 300 ns pro Klemme und ist, dank der Ethercat-Protokolldefinition, in der Lage, von jedem Teilnehmer (Klemme) im Telegrammdurchlauf sowohl Daten aufzunehmen als auch abzugeben. Somit wird die physikalische Kommunikationsbandbreite quasi doppelt genutzt und die Nutzdatenrate beträchtlich erhöht. Da die Prozessdaten vom Ethernet-Controller des CX1020 direkt aus dem RAM entnommen und auch da wieder abgelegt werden, entfallen die sonst üblichen Kopierzeiten zwischen einem Dual-ported-RAM einer PCI- oder ISA (PC104)-Feldbuskarte. In der Praxis bedeutet das kürzere Zykluszeiten und somit auch kürzere Reaktionszeiten. Zusammen mit der schnellen Verarbeitungszeit der CPU ergeben sich neue Möglichkeiten: So kann z. B. eine SPS-Task mit 100 Mikrosekunden

den Zykluszeit immer ein jeweils aktualisiertes Prozessabbild bearbeiten.

Interessanterweise ergeben sich durch Ethercat mehrere Möglichkeiten, die klassischen Feldbussysteme anzuschließen: Entweder als Baugruppe direkt an der CPU oder als Ethercat-Teilnehmer in Klemmenform – bei gleicher Funktionalität und gleichen Leistungsmerkmalen. Praktisch kann der Profibus-Master also da an der Maschine angebracht werden, wo er auch benötigt wird. Es muss also nicht mehr unbedingt die Steckkarte im IPC oder die Mastersteuerung im Schaltschrank sein.

Motion Control integriert

Als IPC auf der Hutschiene hat der CX1020, im Zusammenspiel mit der Beckhoff Twincat-Software, die Funktionalität großer Industrie-PCs. Im Bereich SPS können bis zu vier virtuelle IEC 61131-CPU's mit jeweils bis zu vier Tasks programmiert werden, die kürzest einstellbare Zykluszeit beträgt 50 Mikrosekunden. Alle IEC 61131-3-Sprachen sind nutzbar. Ebenso stehen alle Funktionen von Twincat für den Bereich Motion Control zur Verfügung: Es können theoretisch bis zu 256 Achsen angesteuert und neben einfachen Punkt-zu-Punkt-Bewegungen auch komplexere Mehrachs-funktionen, wie elektronisches Getriebe, Kurvenscheiben und Fliegende Säge, ausgeführt werden. Mit der gestiegenen CPU-Leistung sind nun auch interpolierende 3D-Bahnbewegungen und DIN66025-Programme möglich. Dabei gilt der Grundsatz: ein Programmierwerkzeug für alle Steuerungen. Die gesamte Programmierung von SPS, Motion Control

und Visualisierung ist auf alle PC-Steuerungen von Beckhoff übertragbar – beruhigend, falls sich während des Projekts zeigt, dass es dann doch ein P4 mit 3,4 GHz und Hyperthreading sein muss.

Neben den in Echtzeit ausgeführten Steuerungsaufgaben sorgt die Verwaltung im TwinCAT-Echtzeit-Kern dafür, dass genügend Zeit für die Benutzeroberfläche (HMI) bleibt, die über Software-Schnittstellen wie ADS oder OPC mit den Echtzeit-Anteilen kommuniziert.

Als Betriebssystem kann der Hutschienen-PC mit Windows CE, XP Embedded oder XP Professional ausgerüstet werden. Letzteres ermöglicht die Entwicklung der Compact-Flash-Speichermedien, die mittlerweile Größen von 2 bis maximal 8 GByte erreicht haben.

Fazit

Leistung auf kleinstem Raum: Der CX1020 ist ein neues Mitglied der Embedded-PC-Familie bei Beckhoff. In Kombination mit Ethercat als Feldbus eröffnen sich durch Reaktionszeiten unterhalb einer Millisekunde neue Anwendungsmöglichkeiten und Prozessverbesserungen.

KONTAKT	
CX1020 Hutschienen-PC	758
Beckhoff Industrie Elektronik www.beckhoff.de	
infoDIRECT	758iee0405
<ul style="list-style-type: none"> Datenblatt zum CX 1020 Technologiebeschreibung EtherCAT Alles zum Thema EtherCAT 	