

BECKHOFF New Automation Technology

EtherCAT G:
Ultimative I/O-Performance



10 Gbit/s
1 Gbit/s
100 Mbit/s

Ether**CAT**[®]  **G**

„EtherCAT G soll unseren Kunden helfen, die besten und performantesten Maschinen der Welt zu bauen“

2018 befindet sich EtherCAT in einem Jubiläumsjahr. Wir haben EtherCAT im Jahr 2003 auf der Hannover Messe vorgestellt. Damals hat es die Automatisierungsspezialisten überrascht und begeistert. Wir haben EtherCAT speziell für die Automatisierungstechnik, insbesondere für schnelle Automatisierungsaufgaben mit einem hohen Motion-Anteil spezifiziert und entwickelt. Gleichzeitig haben wir das System auf einfachste Handhabbarkeit hin optimiert. Ein normaler Ethernet-RJ45-Port am Rechner reichte nun aus, um auch komplexe Maschinen mit umfangreichen Prozessabbildern sicher und schnell mit der CPU zu verbinden. Eine spezielle Kommunikationskarte für den Protokoll-Stack, zu der Zeit durchaus üblich, war plötzlich nicht mehr notwendig. Viele Teilnehmer mit kleinen und großen Datenmengen von 2 Bit bis 64 kB können in einer Linienstruktur auf einfachste Art und Weise zusammengeschaltet werden, Adresseinstellungen werden hierfür nicht benötigt. Diese Eigenschaften haben die Automatisierungswelt überzeugt und EtherCAT zu einem weltweiten Standard und Erfolg gemacht. Über 5.000 Unternehmen sind bis heute der EtherCAT Technology Group beigetreten. In vielen Ländern ist EtherCAT zu einem der meist genutzten Automatisierungsstandards geworden. Bei allen technischen Vorzügen hat sich EtherCAT zudem als ungemein stabil erwiesen. Die Protokolldefinition und die Umsetzung ist vor 15 Jahren so perfekt gelungen, dass seither keine Änderungen am EtherCAT-Protokoll notwendig wurden. Diese hohe Stabilität und die Leistungsfähigkeit von

EtherCAT ist die Basis für die Nutzung in den Produktreihen vieler Automatisierungshersteller.

Nun ist es Zeit für einen nächsten Schritt

Zur SPS IPC Drives im November 2018 heben wir das Performance-Level von EtherCAT kräftig an und stellen EtherCAT G und EtherCAT G10 vor: EtherCAT G nutzt die 1-GBit/s-Übertragungsrate des Standard-Ethernets und EtherCAT G10 gar die 10-GBit/s-Übertragungsrate. Gegenüber der jetzt vom Standard-EtherCAT benutzten Übertragungsrate von 100 MBit/s kann so die Übertragungsrate um den Faktor 100 erhöht werden! Diese gewaltige Steigerung in der Übertragungsrate führt außerdem zu wesentlich mehr Datendurchsatz, wobei die Steigerungsrate hier auch von den Durchlaufverzögerungszeiten und der gewählten Verbindungstopologie abhängt. EtherCAT zeichnet sich schon immer durch Leistung und Einfachheit aus. Die Einfachheit behalten wir bei und die ohnehin herausragende Leistung von EtherCAT steigern wir noch einmal extrem! Dieser Leistungssprung wurde ohne Protokolländerung erreicht und EtherCAT G/G10 ist voll kompatibel zum gewohnten EtherCAT. Alle erprobten Prinzipien, wie z. B. ‚Processing on-the-Fly‘ oder ‚Distributed Clocks‘ bleiben erhalten und erlauben zusammen mit der Geschwindigkeitssteigerung noch leistungsfähigere Steuerungen zu realisieren. EtherCAT und EtherCAT G/G10 lassen sich miteinander verschalten. Mit dem Koppler EK1400 kann z. B. ein ‚Branch‘ von 1 GBit/s auf 100 MBit/s realisiert werden. Das Branchkonzept mit einer

einfachen Branchverwaltung ermöglicht EtherCAT-Abzweige und Geschwindigkeitsumsetzungen und erlaubt darüber hinaus die Parallelisierung von EtherCAT-Segmenten. Letzteres ermöglicht zudem eine kräftige Reduzierung der Signallaufzeiten und damit der Kommunikations- und Zykluszeiten. Dieser Koppler, und weitere sogenannte Branch-Devices sind vorgesehen, um die komplette 100-MBit/s-Gerätevielfalt nahtlos in ein 1- oder 10-GBit/s-Netzwerk einzubinden. Die Zykluszeiten für Standard-SPS-Anwendungen werden kürzer und komplexe Motion-Applikationen können mit noch mehr Achsen realisiert werden; datenhungrige Geräte können direkt in ein EtherCAT-System eingebunden werden. Vision-Kameras oder Messtechnikgeräte mit hohen Sampleraten produzieren hohe Datenmengen, die nun auch in bekannt effizienter EtherCAT-Weise mit kurzen Zykluszeiten eingelesen werden können. EtherCAT G und G10 sollen nicht das erfolgreiche Standard-EtherCAT auf Basis von 100 MBit/s ablösen. Beide Leistungsstufen sind als systemkonforme Ergänzungen nach oben zu verstehen. Wir freuen uns, dass wir mit EtherCAT G und G10 ein neues Performance-Level erreichen, das unseren Kunden helfen kann, die besten und performantesten Maschinen der Welt zu bauen.

Diskutieren Sie mit uns das nächste Performance-Level Ihrer Maschine.

Hans Beckhoff
Geschäftsführender Inhaber Beckhoff Automation

EtherCAT® 





EtherCAT-Meilensteine

- 2003 Vorstellung der EtherCAT-Technologie
- 2005 Safety over EtherCAT
- 2007 EtherCAT wird IEC-Standard
- 2016 EtherCAT P für Kommunikation und Power
- 2018 EtherCAT G

EtherCAT G: Ultimate I/O Speed

Telegrammverarbeitung im Durchlauf mit 100 MBit/s, 1 GBit/s und 10 GBit/s

100 MBit/s EtherCAT®

- 100BASE-TX
- Riesige Komponentenauswahl

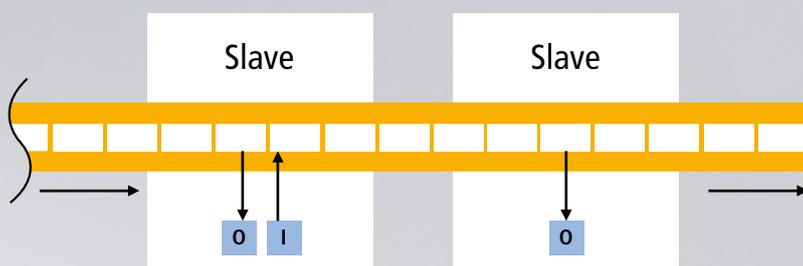
1 GBit/s EtherCAT® G

- 1000BASE-T
- Integration von datenintensiven Geräten
- Sehr hohe Bandbreite

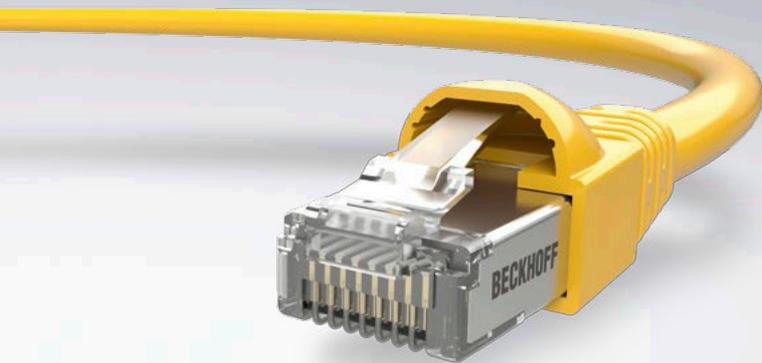
10 GBit/s EtherCAT® G10

- 10GBASE-T
- Integration von EtherCAT-G-Segmenten
- Ultimative Bandbreite

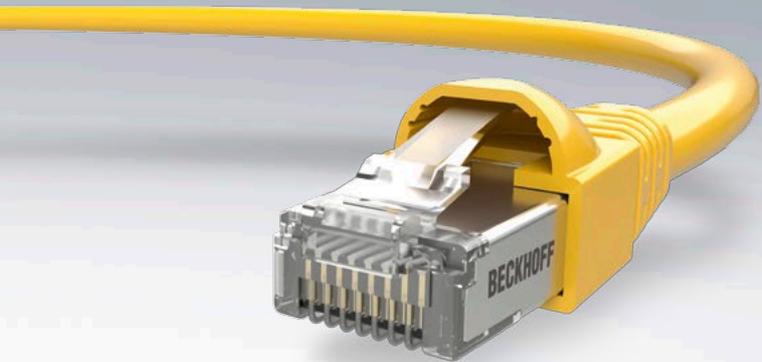
Processing on-the-fly



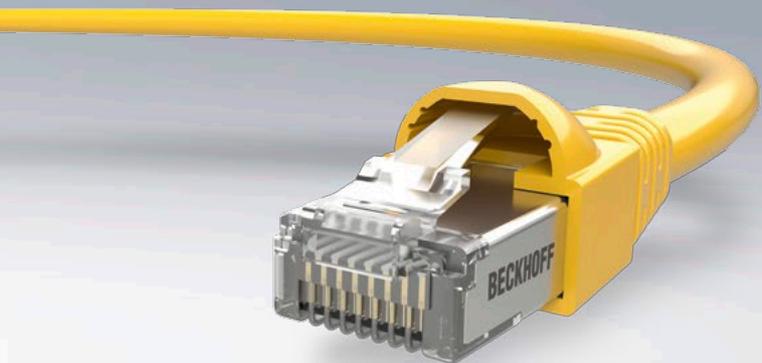
EtherCAT G ist die Fortführung des EtherCAT-Erfolgsprinzips in nun technologisch verfügbaren Geschwindigkeiten mit 1 GBit/s und 10 GBit/s. Das EtherCAT-Protokoll selbst bleibt dabei unverändert. Das vom EtherCAT-Master ausgesandte Telegramm durchläuft alle Teilnehmer. Jeder EtherCAT-Slave liest die an ihn adressierten Ausgangsdaten „on the fly“ und legt seine Eingangsdaten in den weitergeleiteten Frame – jetzt mit 1 bzw. 10 GBit/s. Das Telegramm wird nur



Min. Telegrammlänge (0...46 Byte Nutzdaten)* = 6,08 μ s
Max. Telegrammlänge (1.500 Byte Nutzdaten)* = 122,40 μ s



Min. Telegrammlänge (0...46 Byte Nutzdaten)* = 0,61 μ s
Max. Telegrammlänge (1.500 Byte Nutzdaten)* = 12,24 μ s



Min. Telegrammlänge (0...46 Byte Nutzdaten)* = 0,06 μ s
Max. Telegrammlänge (1.500 Byte Nutzdaten)* = 1,22 μ s

*incl. Preamble and VLAN-Tag

durch Hardware-Durchlaufzeiten verzögert. Der letzte Teilnehmer eines Segments (oder Abzweigs) erkennt einen unbenutzten Port und sendet das Telegramm zum Master zurück – hierbei wird die Full-Duplex-Eigenschaft der Ethernet-Physik ausgenutzt.

Auch alle anderen Eigenschaften von EtherCAT bleiben bei EtherCAT G/G10 vollständig erhalten. Geräte mit drei oder vier Ports (Junctions) ermöglichen flexible Topologien, genau so,

wie sie von der Maschinenarchitektur gefordert werden. Optionale Maschinenmodule können weiterhin per Hot Connect je nach Bedarf an- oder abgesteckt werden. Eine netzwerkweite Diagnose hilft Stillstandszeiten der Maschine zu minimieren und erhöht somit die Verfügbarkeit. Selbstverständlich sorgt das integrierte Konzept der verteilten Uhren (Distributed Clocks) auch weiterhin für Synchronisierungsgenauigkeiten besser 100 ns zwischen den Teilnehmern.

Durchgängige Eigenschaften

- Echtzeit-Ethernet bis zur I/O-Ebene
- Flexible Topologie
- Hervorragende Diagnose
- Synchronisierungsgenauigkeit besser 100 ns
- Einfachste Parametrierung / Konfiguration
- Geringe Systemkosten
- Maximale Performance
- Functional Safety integrierbar
- IEEE-802.3-konform

EtherCAT G: für Hochleistungsmaschinen und ho

100 Servoachsen in 30 μ s, 2.000 digitale Ein-/Ausgänge in 15 μ s



Messtechnik

- Oversampling ermöglicht Erfassung eines Messsignals in erhöhter Auflösung unabhängig vom Steuerungszyklus
- Sampleraten 100...500 kSamples/s



Motion

- Viele (gekoppelte) Achsen müssen exakt synchronisiert und hochdynamisch verfahren werden



XFC

- eXtreme Fast Control
- I/O-Response-Zeiten < 100 μ s
- Höhere Auflösung durch EtherCAT G/G10

Große und ausgedehnte Anlagen mit vielen hundert Teilnehmern – Telegrammlaufzeiten durch das Netzwerk werden bei sehr kurzen Zykluszeiten relevant.

Die hervorragende Performance von EtherCAT erfüllt seit der Einführung im Jahr 2003 nahezu alle Anforderungen der Anwender in unzähligen Industrien und Applikationen – von hochdynamischen Werkzeugmaschinen über komplexe Verpackungsmaschinen bis hin zu Logistikzentren. Machine Vision, Condition Monitoring oder auch die innovativen Transportsysteme XTS und XPlanar benötigen für jeden Teilnehmer mehrere hundert Byte Prozessdaten je Zyklus.

chkomplexe Anwendungen



Vision

- Übertragung von Bildern mit hoher Auflösung und hohen Bildwiederholraten
- Gleichzeitig synchronisiertes Auslösen der Bildaufnahme



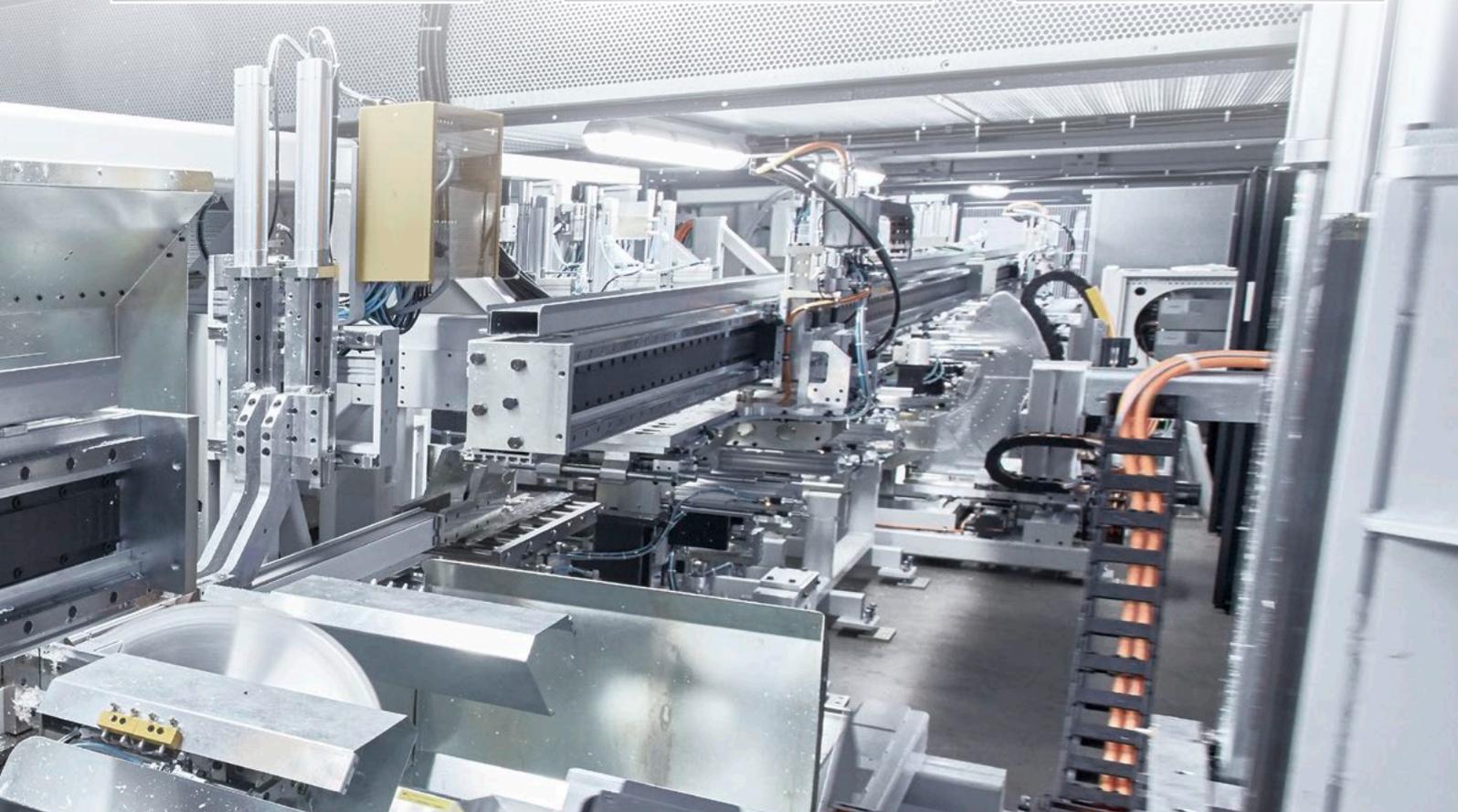
XTS

- Sehr hohe Datenraten (25 MBit/s pro Meter XTS-Strecke) durch Übertragung der Moverpositionen und Sollwerte mit sehr kurzen Zykluszeiten



XPlanar

- Sechs Freiheitsgrade für eine beliebige Positionierung erfordern hohe Datenraten und kurze Reaktionszeiten



In Verbindung mit kurzen Zykluszeiten von ≤ 1 Millisekunde sind dafür hohe Übertragungsbreiten gefordert. Mit EtherCAT G können diese Anwendungen nun in der Regel mit einem EtherCAT-G-Master bedient und gleichzeitig weitere Automatisierungsgeräte oder Antriebe eingebunden werden. Um die Nachfrage nach immer kürzeren Zykluszeiten in immer größer werdenden Anlagen mit vielen Teilnehmern zu erfüllen, wurde das neue Branch-Konzept entwickelt.

Auch große Anlagen können dadurch von einem zentralen Master synchronisiert betrieben werden. Mit EtherCAT G und G10 reicht dafür ein Port am Master.

EtherCAT G: Erweiterung des Einsatzbereiches von EtherCAT

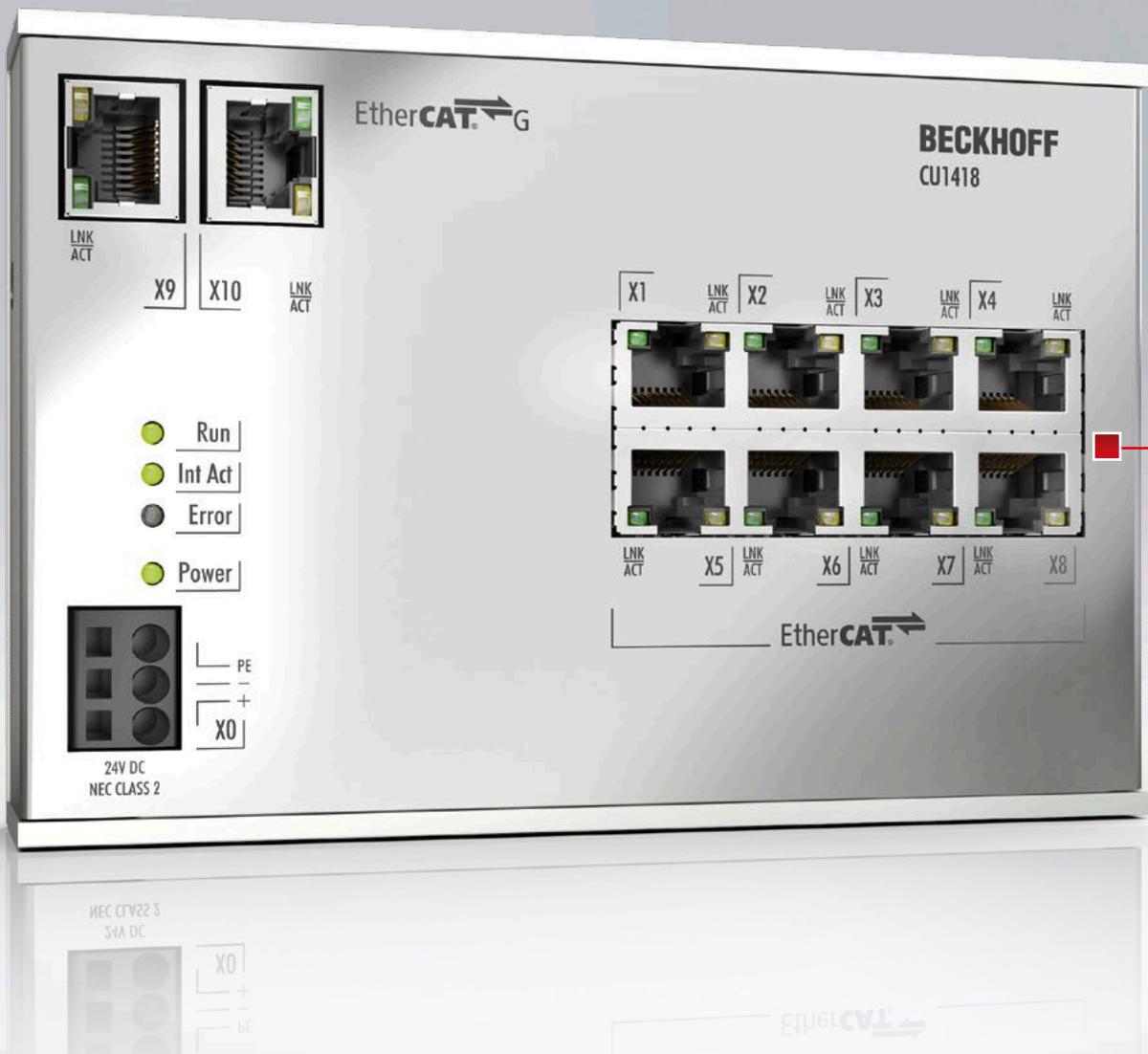
- Maschine Vision mit hoher Auflösung
- Highend-Messtechnik mit hohen Abtastraten
- Komplexe Motion-Anwendungen
- XTS und XPlanar mit hohen Datenraten und kurzen Zykluszeiten

EtherCAT G: Branch Controller

EtherCAT Branch Management

- Integration von 100-MBit/s-Geräten und -Segmenten in ein EtherCAT-G-Netzwerk
- Parallele Verarbeitung der Segmente reduziert Durchlaufverzögerungen signifikant.
- Durchgängige Diagnose und Synchronisierung sind weiterhin möglich.

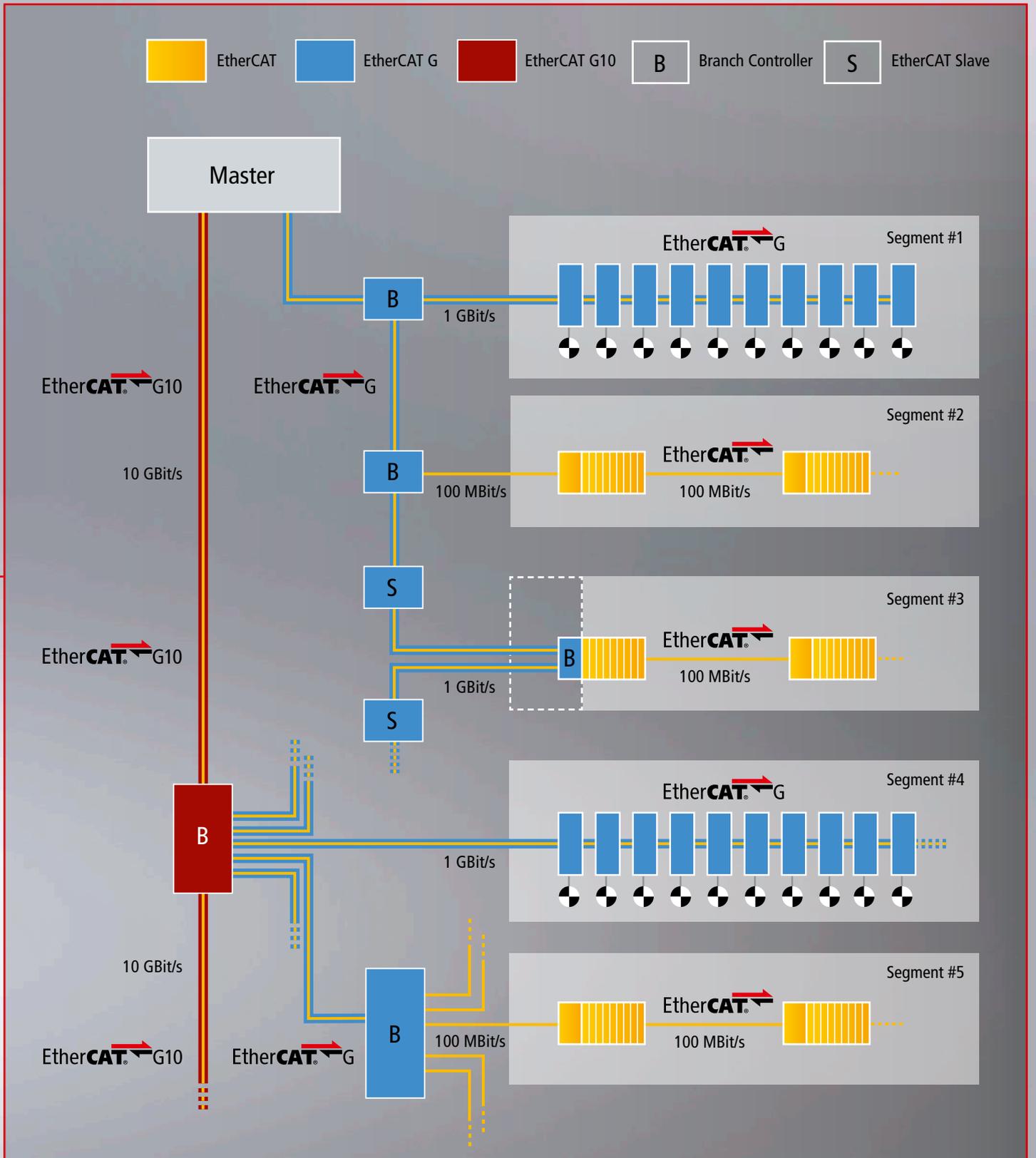
CU1418 8-Port-EtherCAT-G-Branch-Controller



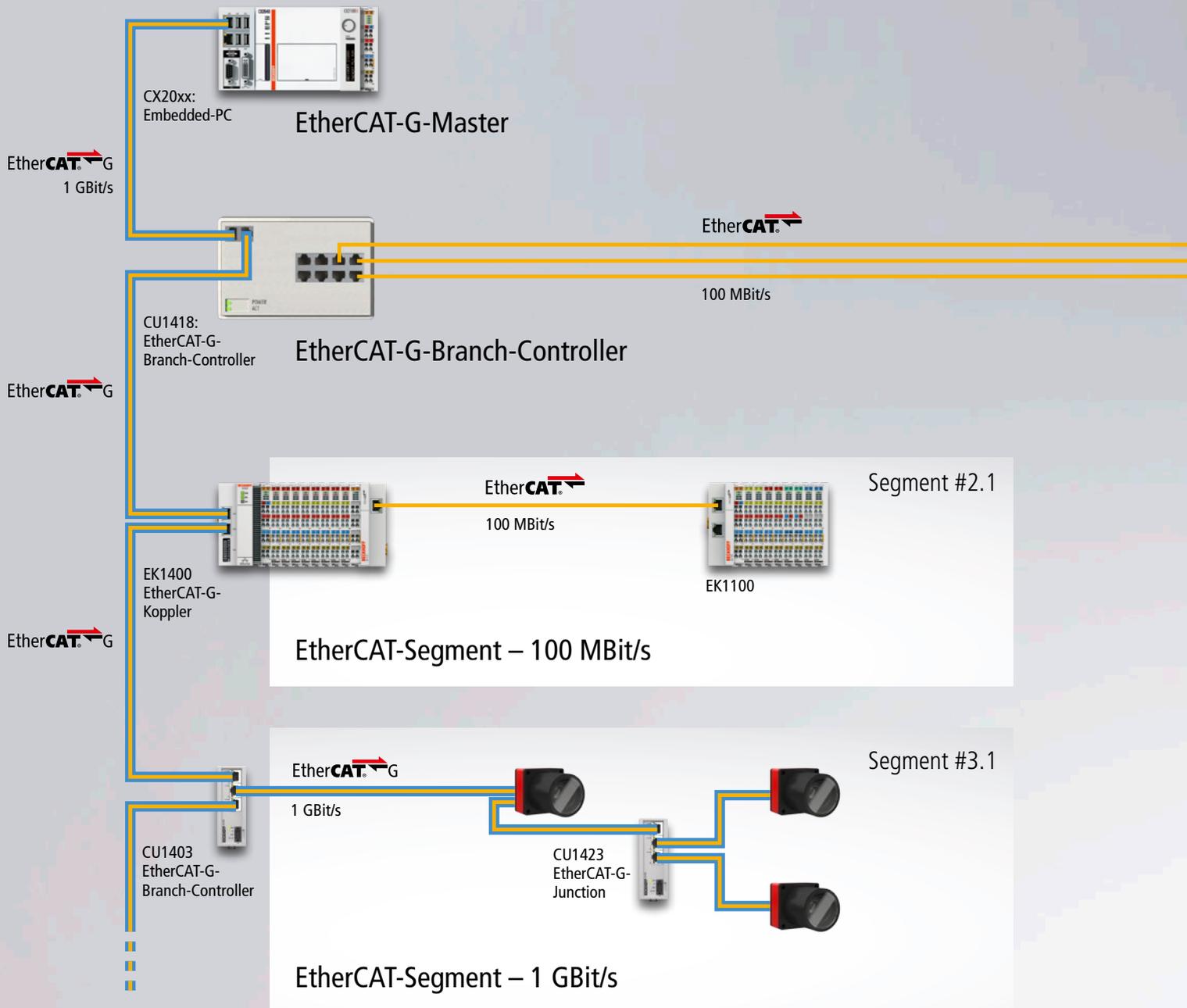
EtherCAT ist der Kommunikationsstandard Nr. 1 für die industrielle Automation. Aus einer einzigartigen Vielfalt von tausenden kompatiblen Geräten kann ein Maschinenbauer die benötigten Komponenten einfach auswählen. Die kompatible Einbindung dieser Geräte ist eine Grundvoraussetzung für die Erweiterung auf EtherCAT G/G10. Hierfür ermöglicht das Branch-Konzept die Integration von 100-MBit/s-Ethernet-Segmenten in ein EtherCAT-G-Netzwerk. Die Weiterleitung in die

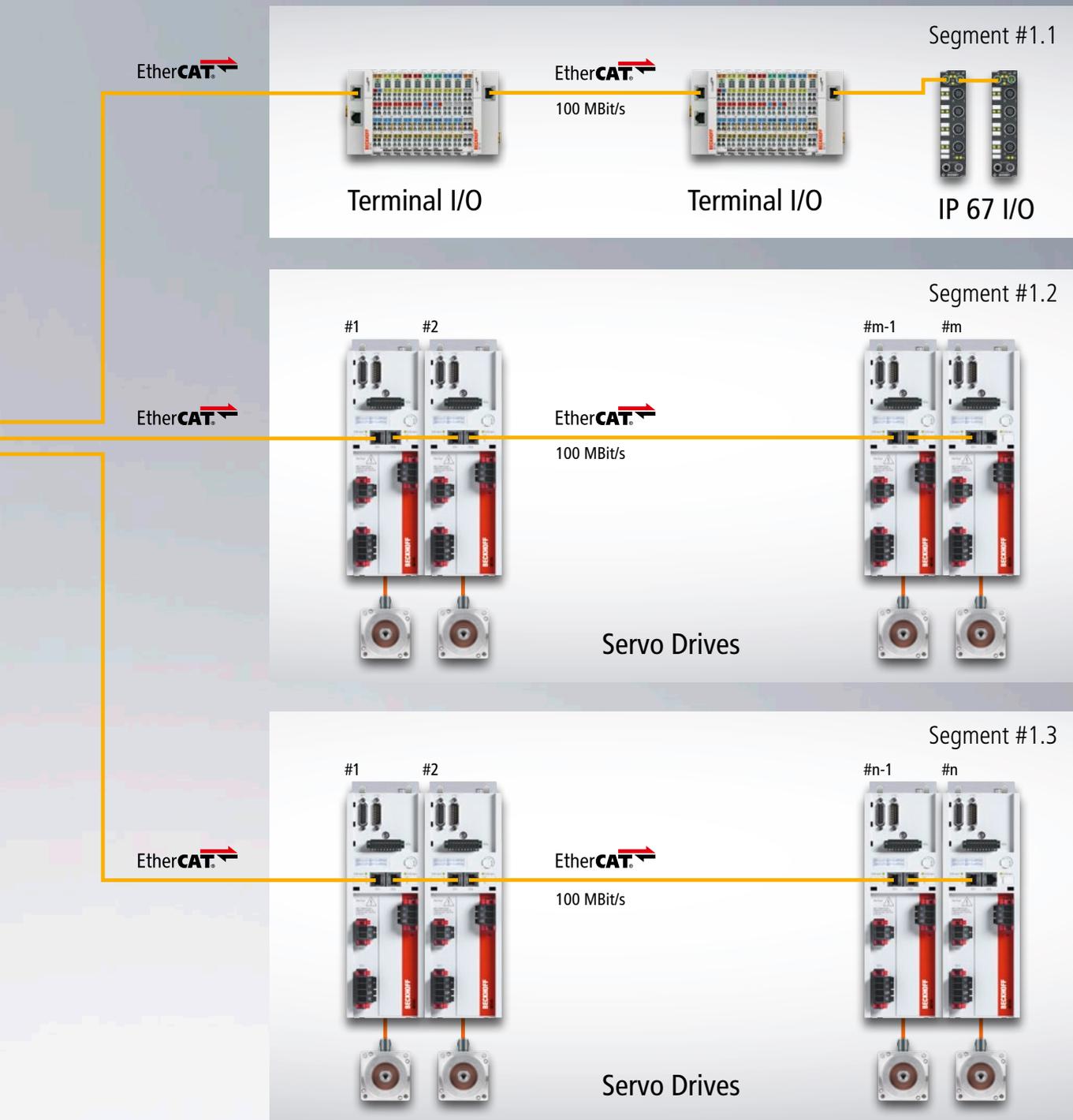
Segmente erfolgt prioritäts- und/oder zeitgesteuert. Jeder Abzweig wird dabei als eigenständiges EtherCAT-Segment betrachtet – d. h. ein Telegramm durchläuft nicht alle Segmente nacheinander, sondern die Segmente werden parallel bearbeitet. Dies verringert die Durchlaufzeiten in großen Netzwerken signifikant. Daher sind auch Kombinationen mit Abzweigen EtherCAT G auf EtherCAT G sinnvoll. Die Konfiguration der Branch Controller erfolgt, wie bei EtherCAT üblich, durch

den EtherCAT-Master und erfordert somit keine zusätzlichen Konfigurationswerkzeuge. Diagnose und auch Distributed-Clocks-Synchronisierung werden vom Branch Controller unterstützt und transparent in die angeschlossenen Segmente durchgereicht. Branch Controller mit mehreren Abzweigen können genutzt werden, um flexible Topologien zu realisieren. Ein EtherCAT-G-Koppler mit E-Bus schließt ganz einfach alle vorhandenen EL-, ELX- oder ELM-Klemmen an.



EtherCAT G: Das skalierbare System von 100 bis 10.000 MBit/s





Als EtherCAT-G-Master können alle Beckhoff Industrie-PCs mit einem Standard-GBit/s-Port genutzt werden. TwinCAT übernimmt die Ansteuerung des Port; für den Anwender ändert sich nichts. Über den 3-Port-Branch-Controller CU1403 können EtherCAT- und EtherCAT-G-Netzwerke kombiniert werden. Der Abzweig kann dabei sowohl mit 100 MBit/s als auch mit 1 GBit/s betrieben werden, je nach angeschlossenen Teilnehmern.

Der 8-Port-Branch-Controller CU1418 erweitert die Anzahl der Abzweige und erhöht damit die Topologiemöglichkeiten. Zudem können so bis zu 8 Abzweige parallel als eigenständige EtherCAT- oder EtherCAT-G-Segmente betrieben werden, sodass auch bei vielen Teilnehmern kurze Zykluszeiten möglich sind. Im Unterschied dazu ermöglicht die EtherCAT-G-Junction CU1423 die einfache Erweiterung der Topologie innerhalb eines Segments ohne eine Änderung der

Übertragungsgeschwindigkeit. Die Junction besitzt keine Branch-Funktionalität. Mit dem EtherCAT-G-Koppler EK1400 erschließt sich die komplette Vielfalt des Beckhoff EtherCAT-Klemmensystems für die Implementierung eines EtherCAT-G-Netzwerks. Selbstverständlich kann das Segment auch über eine EK1110-Verlängerungsklemme erweitert werden und ein eigenständiges EtherCAT-Segment darstellen.

EtherCAT G: Ultimate Performance

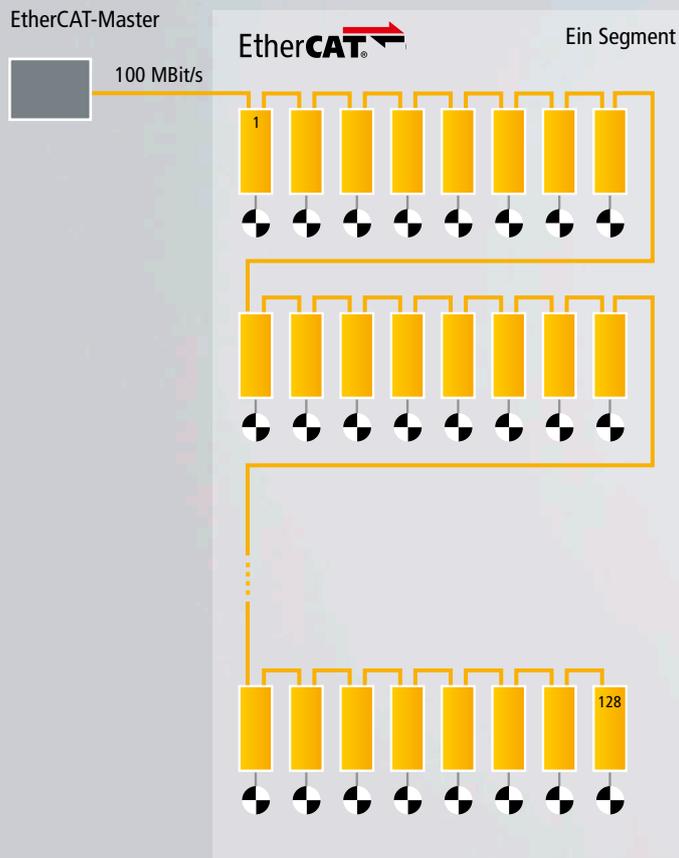
128 Servoachsen in 34 μ s

Use Case: Großes Maschinennetzwerk mit 128 Servoachsen

- Je 8 Byte Eingangs-/8 Byte Ausgangsdaten
 - 1024 Byte IN/OUT pro Zyklus

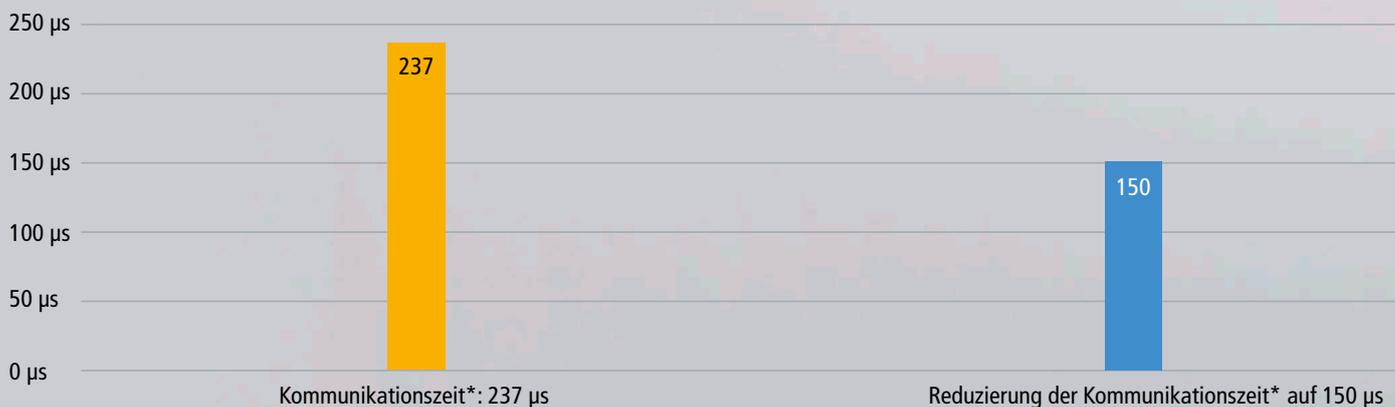
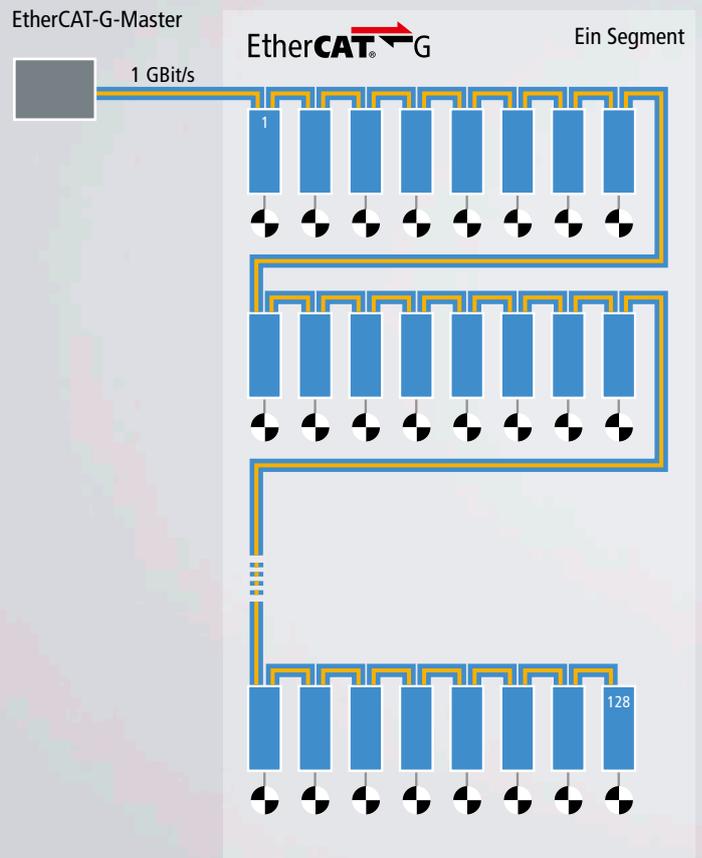
EtherCAT Linientopologie

- 1 x 100-MBit/s-EtherCAT mit 128 Servoantrieben



EtherCAT G Linientopologie

- 1 x 1-GBit/s-EtherCAT mit 128 Servoantrieben



* Kommunikationszeit = Senden + Durchlaufverzögerung + Empfangen



EtherCAT



EtherCAT G

B

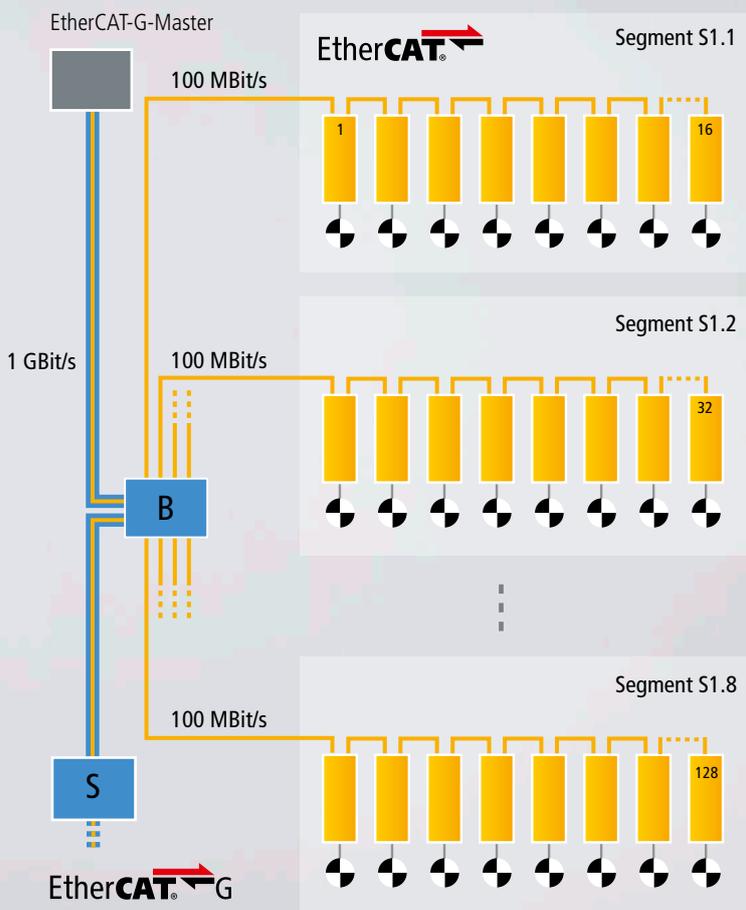
Branch Controller

S

EtherCAT-Slave

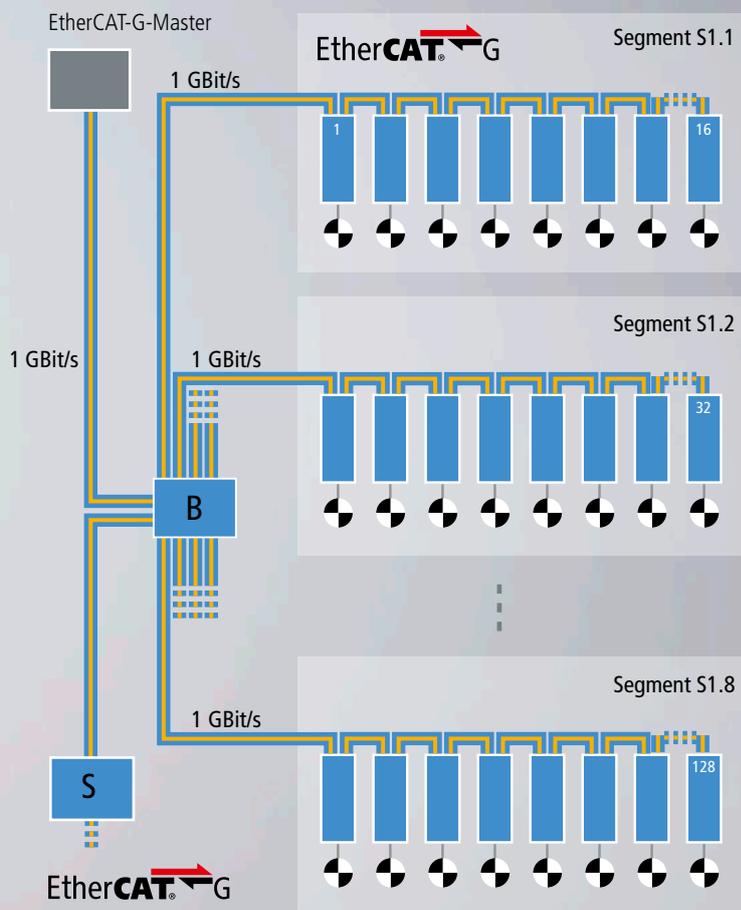
EtherCAT G mit Branch auf 100 MBit/s

- 8 x 100-MBit/s-EtherCAT-Segmente mit jeweils 16 Servoantrieben



EtherCAT G mit Branch auf 1 GBit/s

- 8 x 1-GBit/s-EtherCAT-G-Segmente mit jeweils 16 Servoantrieben



5 x schneller

7 x schneller

49

Parallele Datenverarbeitung der Segmenten reduziert die Kommunikationszeit* signifikant: 49 μ s

34

EtherCAT-G-Segmente verkürzen die Kommunikationszeit* zusätzlich: 34 μ s

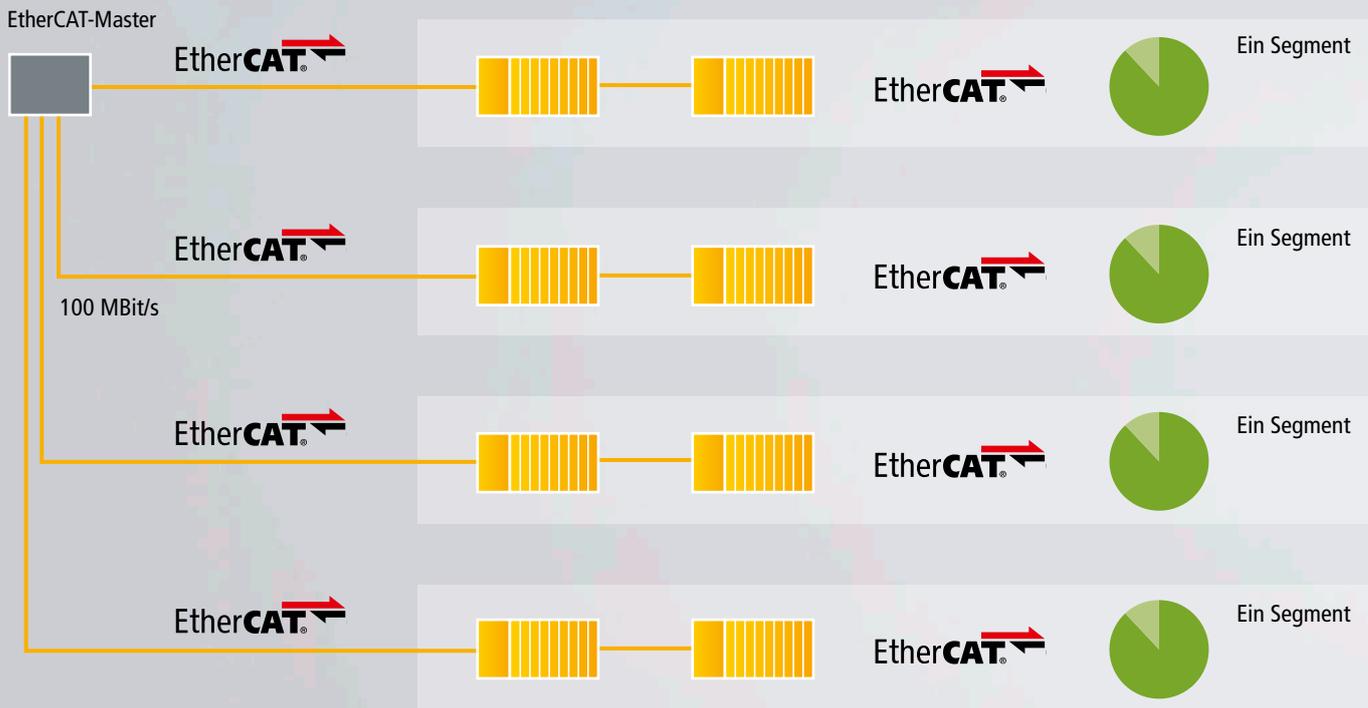
EtherCAT G: Ultimate Performance

200 Analogeingänge mit 100 kSamples/s

Use Case: Messtechnik, Condition Monitoring

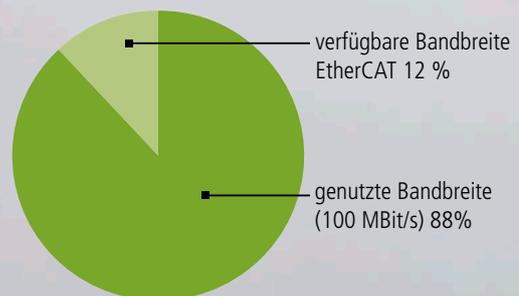
- 200 Kanäle ± 10 V Analogeingänge mit 100.000 Samples/s (10 μ s Messintervall) pro Kanal bei 1 ms Zykluszeit
 - 322 MBit/s Nutzdaten-Bandbreite benötigt

EtherCAT



Heutige Lösungsmöglichkeit:

- 4 x 100-MBit-EtherCAT-Segmente,
 - je 26 EL3702
 - je 8 Telegramme mit 1313 Byte



88 % genutzte Bandbreite in jedem Netzwerksegment



EtherCAT



EtherCAT G



Branch Controller



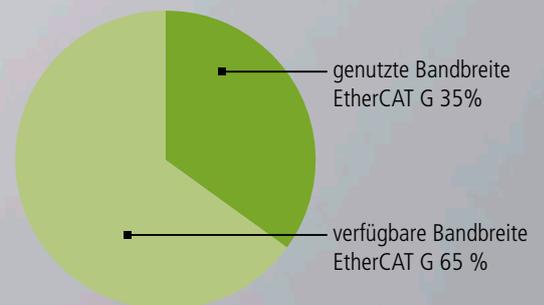
EtherCAT-Slave

EtherCAT G



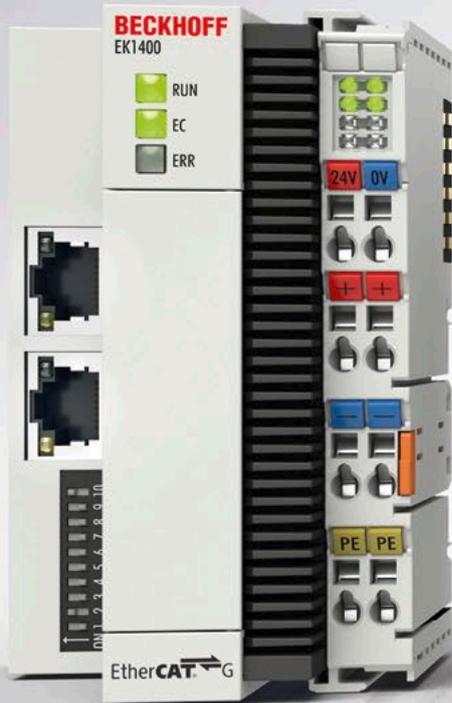
Neue Lösung: ein EtherCAT-G-Segment

- Ersetzen der Buskoppler EK1100 mit EtherCAT-G-Buskoppler EK1400
- Segmente weiterhin mit Standard-EtherCAT-I/O-Klemmen (EL3702)
- Kommunikationszeit: 812 μ s



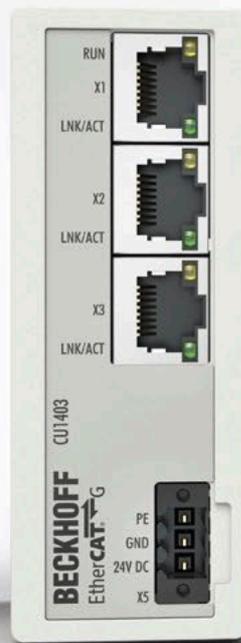
350 MBit/s genutzte Bandbreite
650 MBit/s verfügbare Bandbreite

EtherCAT G: Das Produktportfolio



EK1400 | EtherCAT-G-Koppler

- Ankopplung von EtherCAT-Klemmen an ein EtherCAT-G-Netzwerk
- EtherCAT-G-Branch-Controller-Funktionalität

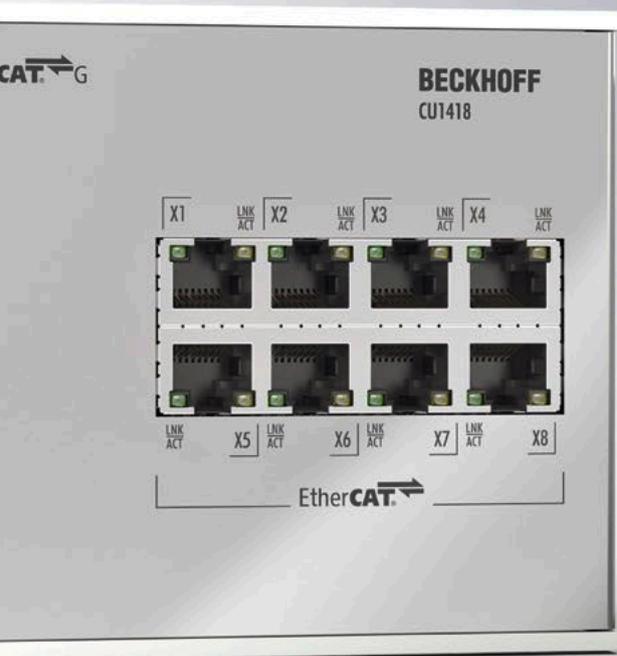


CU1403 | EtherCAT-G-Branch-Controller, 3-Port

- Ankopplung von EtherCAT- und EtherCAT-G-Segmenten an ein EtherCAT-G-Netzwerk
- für 3 Abzweige
- Transparente Anpassung der Übertragungsgeschwindigkeiten von EtherCAT G und EtherCAT



Verfügbarkeitsstatus siehe Beckhoff-
Internetseite unter: www.beckhoff.de



CU1418 | EtherCAT-G-Branch-Controller, 8-Port

- Ankopplung von EtherCAT-Segmenten an ein EtherCAT-G-Netzwerk
- für 8 Abzweige
- Transparente Anpassung der Übertragungsgeschwindigkeiten von EtherCAT G und EtherCAT

CU1423 | EtherCAT-G-Junction, 3-fach

- EtherCAT-G-Abzweig
- Topologieerweiterung ohne Änderung der Übertragungsgeschwindigkeit

FB1400 | EtherCAT-G-Briefmarke

- Evaluierungsplattform EtherCAT G
- Kompatibel zum Evaluation-Board EL9800

FB1450 | EtherCAT-G10-Briefmarke

- Evaluierungsplattform EtherCAT G10
- Kompatibel zum Evaluation-Board EL9800

EtherCAT: Ultraschneller Kommunikationsstandard

2003

Vorstellung der EtherCAT-Technologie auf der Hannover Messe



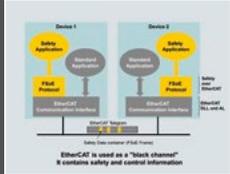
2003

Gründung der EtherCAT Technology Group auf der SPS IPC Drives



2005

Safety over EtherCAT



EtherCAT is used as a "black channel"
It contains safety and control information



2007

EtherCAT ist IEC-Standard



2016

EtherCAT P: Ultraschnelle Kommunikation und Power auf einem Kabel



2018

EtherCAT G:
Das nächste Performance-Level mit 1 GBit/s



2003 stellt Beckhoff die EtherCAT Technologie der Öffentlichkeit vor. Mit der Unterstützung von 33 Gründungsmitgliedern wird die EtherCAT Technology Group (ETG) gegründet. Die ETG übernimmt fortan die Standardisierung und Pflege der Technologie. Mit mehr als 5.000 Mitgliedern* ist die ETG heute die weltweit größte industrielle Feldbusnutzerorganisation. Das Safety-over-EtherCAT-Protokoll ergänzt 2005 die EtherCAT-Spezifikation um die sicherheitsrelevante Über-

* Stand November 2018

tragung von Daten. Das Protokoll ist besonders schlank in der Implementierung, dabei aber völlig unabhängig vom verwendeten Kommunikationssystem (Black Channel). 2007 wird EtherCAT zum IEC-Standard. Dies unterstreicht die Offenheit des Systems. Bis heute wurde die Spezifikation nie geändert, sondern nur kompatibel erweitert. Dadurch können Geräte aus den Anfangsjahren von 2003 noch immer zusammen mit heutigen Geräten in einem Netzwerk betrieben werden.

Mit der Übertragung von EtherCAT-Kommunikation und Versorgungsspannung (2 x 24 V) auf einem Standard Cat5-Kabel setzt die Erweiterung EtherCAT P im Jahr 2016 einen weiteren Meilenstein. Dieses Konzept wird zur Basis für schaltschranklose Maschinen. 2018 erfolgt nun mit EtherCAT G/G10 der Schritt zu höheren Übertragungsraten. Die Integration der bestehenden EtherCAT-Gerätevielfalt ist eine Hauptanforderung. Hierfür wird unter anderem das Branch-Konzept eingeführt.

EtherCAT G: für das nächste Performance-Level Ihrer Maschine
► www.beckhoff.de/ethercatg

Beckhoff Automation GmbH & Co. KG

Hülshorstweg 20

33415 Verl

Germany

Telefon: +49 5246 963-0

info@beckhoff.de

www.beckhoff.de

Beckhoff®, TwinCAT®, EtherCAT®, EtherCAT P®, Safety over EtherCAT®, TwinSAFE®, XFC® und XTS® sind eingetragene und lizenzierte Marken der Beckhoff Automation GmbH. Die Verwendung anderer in dieser Dokumentation enthaltener Marken oder Kennzeichen durch Dritte kann zu einer Verletzung von Rechten der Inhaber der entsprechenden Kennzeichen führen.

© Beckhoff Automation GmbH & Co. KG 11/2018

Die Informationen in dieser Druckschrift enthalten lediglich allgemeine Beschreibungen bzw. Leistungsmerkmale, welche im konkreten Anwendungsfall nicht immer in der beschriebenen Form zutreffen bzw. welche sich durch Weiterentwicklung der Produkte ändern können. Die gewünschten Leistungsmerkmale sind nur dann verbindlich, wenn sie bei Vertragsabschluss ausdrücklich vereinbart werden.