

Application Note DK9321-0110-0024 TwinCAT

Keywords

Realtime-Ethernet
Netzwerkvariablen
TwinCAT
Multimaster
FC9004
Publish-Subscribe
Beckhoff Information System

Realtime-Ethernet mit TwinCAT-Netzwerkvariablen

Dieses Application Example beschreibt die Funktion und Anwendung von TwinCAT-Netzwerkvariablen nach Publish-/Subscribe-Prinzip. Mit Hilfe dieser Netzwerkvariablen können Daten zwischen Steuerungen in Echtzeit auf Basis von Realtime-Ethernet ausgetauscht werden. Im Gegensatz zum Master-Slave-Prinzip gibt es beim Publish/Subscribe keine feste hierarchische Struktur, sodass flexibel auf dynamische Veränderungen während der Laufzeit reagiert werden kann. Da die Netzwerkvariablen auch über Standard-Protokolle (TCP/UDP) transportiert werden, kann eine bestehende Ethernet-Infrastruktur genutzt werden (Büro- oder Firmennetz).

Kommunikation auf Prozessleitebene

Die Prozessleitebene ist die Kommunikationsebene, auf der die Steuerungen einer Anlage applikationsbezogene Daten austauschen. Häufig ist zwischen den einzelnen Steuerungen keine feste hierarchische Struktur wie bei der Master Slave-Prozessdatenkommunikation sinnvoll, da sie einerseits unabhängig voneinander und andererseits je nach Prozessstatus in verschiedenen Konstellationen agieren. Aus diesem Grund empfiehlt sich das Publisher-Subscriber-Prinzip unter Verwendung des deterministischen Realtime-Ethernets.

Publisher-Subscriber anstatt Master-Slave

Im Gegensatz zu dem bei den herkömmlichen Feldbussystemen häufig angewandten Master-Slave-Prinzip, gibt es bei Publisher-Subscriber-Verfahren keinen zentralen Master für die Verarbeitung der Prozesssignale und die Steuerung der Kommunikation. Eine Steuerung (Publisher) bietet ihre Daten auf dem Netzwerk an, welche dann von Teilnehmern (Subscribern) abonniert werden können. Jede Steuerung kann also Publisher und Subscriber zugleich sein.

Application Note DK9321-0110-0024

TwinCAT

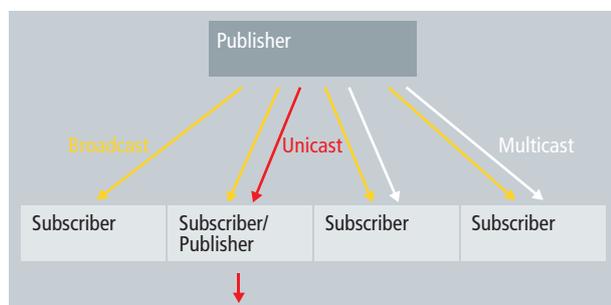


Abb. 1 Broadcast, Multicast und Unicast als Kommunikationspfade

Der Publisher kann seine Daten in verschiedenen Modi verschicken. Broad-, Multi- oder Unicast können verwendet werden. Es handelt sich immer um unbestätigte Dienste, d. h. der korrekte Empfang der Daten wird nicht im Versender geprüft. Damit wird die gesamte Kommunikation sehr schlank und die Nutzdatenrate massiv erhöht.

Vorteile der TwinCAT-Netzwerkvariablen (Publisher-Subscriber)

Erst im Subscriber findet die Kommunikationsüberwachung statt. Gegenseitige Publisher-Subscriber-Beziehungen ermöglichen bi- und multidirektionale Kommunikationen: Der Datenverkehr fließt zwischen den assoziierten Teilnehmern. Daher können sie direkt miteinander kommunizieren, ohne über eine zentrale Instanz, einen Master, gehen zu müssen. Neben der wegfallenden Zwischenspeicherung ist diese Art der Kommunikation auch sehr flexibel – eine Änderung der Nutzeranzahl während der Laufzeit ist möglich, ohne den Kommunikationsprozess zu beeinflussen.

Der Einsatz von Realtime-Ethernet lässt es zu, sämtliche Vorteile von Ethernet für industrielle Anwendungen zu nutzen:

- Einsatz von Standard-Hardwarekomponenten
- keine feldbuspezifische Schnittstelle notwendig – nur ein Ethernet-Port
- Standardprotokolle (TCP/UDP etc.) können parallel eingesetzt werden.
- Datenübertragungsraten sind vergleichsweise sehr hoch.
- Fernwartung und diagnose sind parallel möglich.

Zusammenfassend ist Realtime-Ethernet mit TwinCAT-Netzwerkvariablen deterministisch, schnell, preiswert und erlaubt Echtzeitfähigkeit mit parallelem Einsatz von Feldbuskommunikation auf einer Steuerung.

Application Note DK9321-0110-0024

TwinCAT

Realtime-Ethernet und TwinCAT

Zur Nutzung von Realtime-Ethernet wird ein konventioneller Ethernet-Port genutzt, der auf den gleichen Treiber zugreift, der auch für die EtherCAT-Kommunikation verwendet wird. Der TwinCAT-Realtime-Ethernet-Treiber (auch Y-Treiber genannt) muss keiner weiteren Konfiguration unterzogen werden, da die TwinCAT-Kommunikationsstruktur genutzt wird. So kann auf eine vorhandene Infrastruktur aufgesetzt werden, um einen nicht-eventgetriebenen zyklischen Datenstrom mit den TwinCAT-Netzwerkvariablen zu verteilen. Eine azyklische Kommunikation („bei Bedarf“) über Realtime-Ethernet ist auch möglich. Hier wird, wie bei TwinCAT üblich, ADS verwendet („ADS over Realtime-Ethernet“). Weiterführende Informationen zu den Themen **Realtime-Ethernet** und **TwinCAT-Netzwerkvariablen** im Beckhoff Information System! Die entsprechenden Links finden sich am Ende des Dokuments.

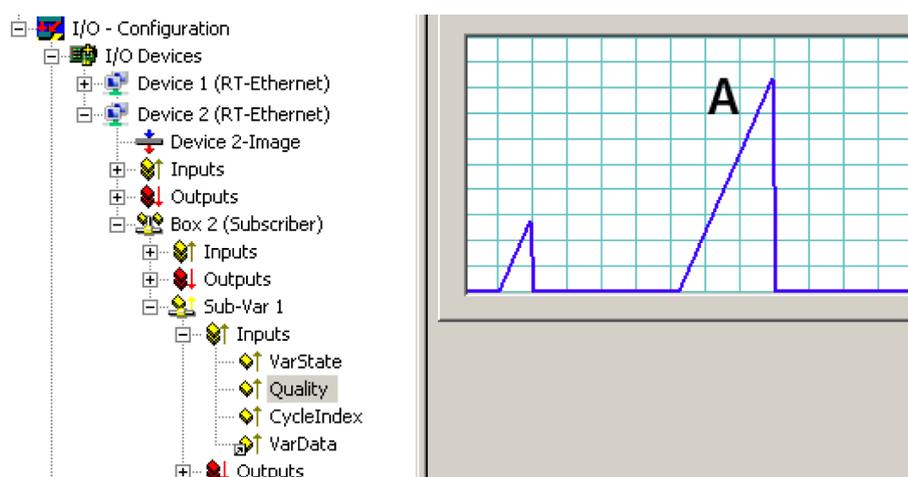


Abb. 2 TwinCAT System Manager mit Diagnosefunktion zur Betrachtung der Latenzen der einzelnen Variablen

Die Publisher-Steuerung im System Manager lässt flexible Reaktionen auf dynamische Veränderungen zu: So können zur Laufzeit Zieladressen oder Variablen-IDs der einzelnen Sendungen verändert werden. Die TwinCAT-Diagnose lässt jederzeit Rückschlüsse auf aktuelle Latenzen und die Netzwerkauslastung zu. Da eine Überprüfung erst im Subscriber stattfindet, kann im TwinCAT System Manager in der Subscriber-Box die entsprechende Variable aufgerufen werden, um unter dem Punkt Quality – Online die Refreshrate der Variable zu betrachten. In der vorhergehenden Abbildung 2 hat am Punkt A eine Verbindungsunterbrechung von ca. 2,5 s vorgelegen.

Im Gegensatz zu den weit verbreiteten TCP/IP- und UDP/IP-Protokollen (Abb. 3 links), die weltweit für die Zustellung individueller Ethernet-Frames verantwortlich sind, benötigt die Echtzeitkommunikation mit Netzwerkvariablen (Abb. 3 rechts) innerhalb eines lokalen Subnetzes nur die Hardware-Adressen der Netzwerkkarten. Der Overhead aus TCP/IP und UDP/IP ist innerhalb eines Subnetzes unnötig – daher fallen die Schichten 3 und 4 im ISO-OSI-Model weg. Die Geräte werden direkt über die Hardware-Adressen (MAC-ID) der Netzwerkkarten (Schicht 2) adressiert werden.

Application Note DK9321-0110-0024

TwinCAT

Das Betriebssystem des PCs ist nicht in die Übertragung der Daten involviert, so wird eine weitaus höhere Deterministik erreicht und Antwortzeiten können garantiert werden. Die bei TCP/IP notwendigen Durchlaufzeiten des Windows-Stacks fallen bei Realtime-Ethernet nicht mehr an, wodurch hohe Übertragungsgeschwindigkeiten erreicht werden. Neben der schnellen Übertragung ist auch die Nutzdatenrate bei Realtime-Ethernet sehr hoch: Pro Publisher steht ein kompletter Ethernet-Frame zur Verfügung, dessen 1480 Byte vollständig zum Transport der Prozessdaten genutzt werden können.

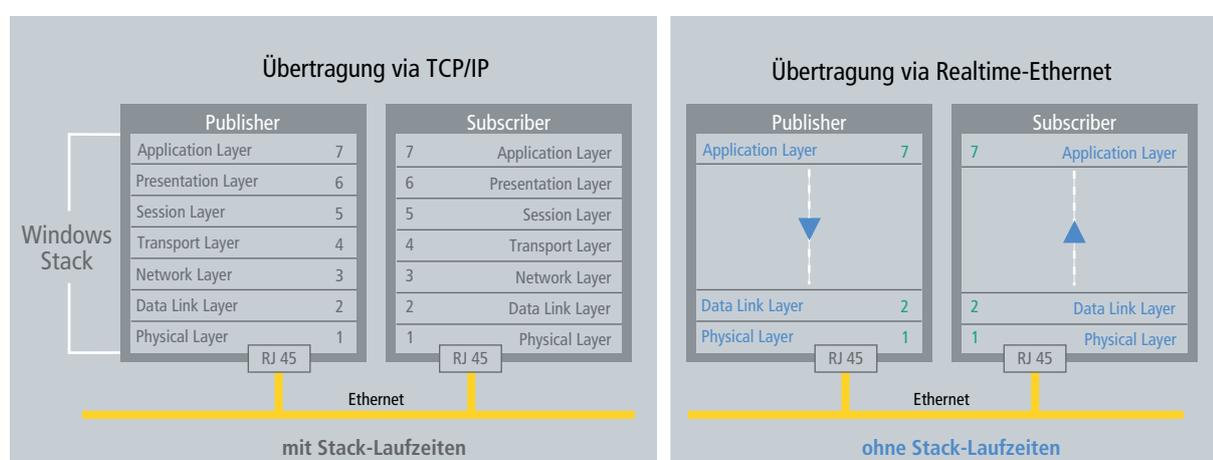


Abb. 3 Realtime-Ethernet: Übertragung ohne Stacklaufzeiten im Gegensatz zu TCP/IP

Wenn das lokale Subnetz verlassen werden muss, können die Netzwerkvariablen alternativ zum Realtime-Ethernet auch über die Standard-Protokolle wie TCP und UDP transportiert werden. Um die Netzwerkvariablen innerhalb einer bestehenden Büro-Infrastruktur nutzen zu können, die auf Ethernet basiert (UDP und TCP), sind folgende Punkte zu berücksichtigen: Die Netzwerkkomponenten müssen mit einem Intel®-Chip ausgestattet sein und die Kommunikation darf nicht über einen Router erfolgen. Die Rückwirkung von Broadcast-Telegrammen ist bei Traffic einzukalkulieren, daher sollte die Kommunikation möglichst in einem eigenen Segment ablaufen.

Beispielhafte Anwendungen

Realtime-Ethernet auf Basis der TC-Netzwerkvariablen findet in vielen Bereichen Anwendung. Im Folgenden werden drei exemplarische Anwendungen aufgegriffen, um den Einsatz von Realtime-Ethernet greifbar zu machen:

- A Verteiltes Motion Control
- B Verteilte Safety
- C Highspeed-Inter-PC-Kommunikation

Application Note DK9321-0110-0024

TwinCAT

A Verteiltes Motion Control

Steuerungskonzepte mit verteilter Intelligenz finden bei komplexen Anlagen Anwendung, wenn die Anlage in logische Einheiten geteilt werden soll. Die einzelnen Teile können dann separat projiziert und in Betrieb genommen werden. Beim Zusammenschluss aller einzelnen Teile findet die Kommunikation auf zwei Ebenen statt:

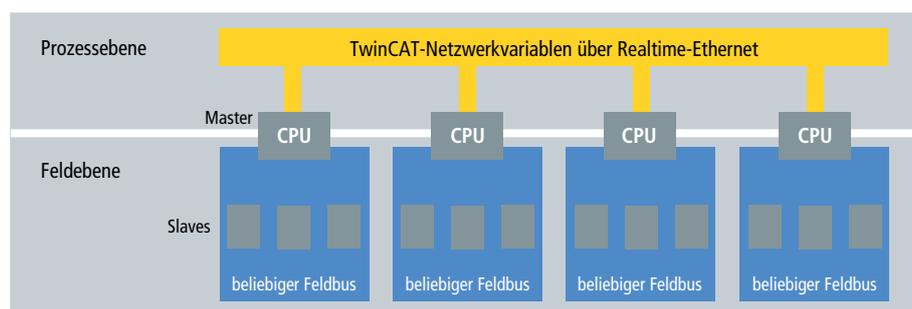


Abb. 4 Unterschiedliche Kommunikationskanäle auf Feld- und auf Prozessebene

Feldebusebene:

Jede einzelne Steuerung ist Master innerhalb einer eigenständigen Feldbusumgebung und tauscht auf Basis eines beliebigen Feldbusses zyklisch die Daten mit den angeschlossenen Slaves aus.

Prozessebene:

Die einzelnen Steuerungen (Master) tauschen über einen gemeinsamen Kommunikationskanal (Backbone) die für die Applikation relevanten Daten und Parameter in Form von Netzwerkvariablen aus. Sie werden zyklisch zwischen den Steuerungen kommuniziert. Das Realtime-Ethernet dient als Transportmedium der Netzwerkvariablen.

Eine feste hierarchische Struktur der Steuerungen untereinander, wie sie in der Feldebusebene als Master-Slave-Relation üblich ist, ist nicht sinnvoll. Daher wird der Aufbau aus mehreren Mastern (vgl. Abb. 5) mit TwinCAT Netzwerkvariablen über Realtime-Ethernet umgesetzt, um die Steuerungen auf übergeordneter Ebene miteinander zu vernetzen.

Application Note DK9321-0110-0024

TwinCAT

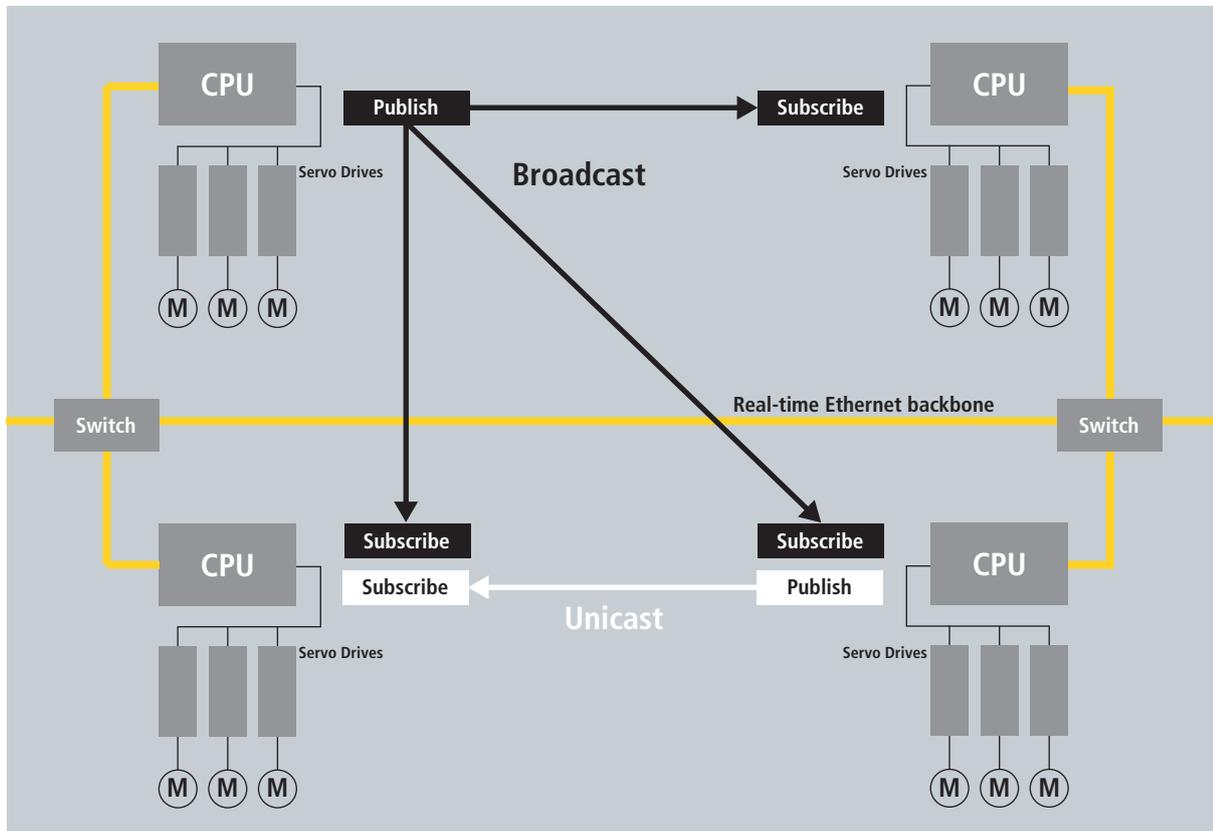


Abb. 5 Multimaster-Kommunikation durch TwinCAT-Netzwerkvariablen über einen Realtime-Ethernet-Backbone

Application Note DK9321-0110-0024

TwinCAT

B Verteile Safety

Über TwinCAT und NV per Realtime-Ethernet kann gerade im modularen Maschinenbau eine kostengünstige Vernetzung von Sicherheitssteuerungen erfolgen. Wenn innerhalb eines Segmentes ein Not-Aus ausgelöst wird, müssen jeweils das Segment davor und danach abgeschaltet werden. Über Realtime-Ethernet und TwinCAT-Netzwerkvariablen werden die Not-Aus-Funktionen der Segmente als Publisher im Unicast veröffentlicht und die beiden umgebenden Segmente als Subscriber eingetragen.

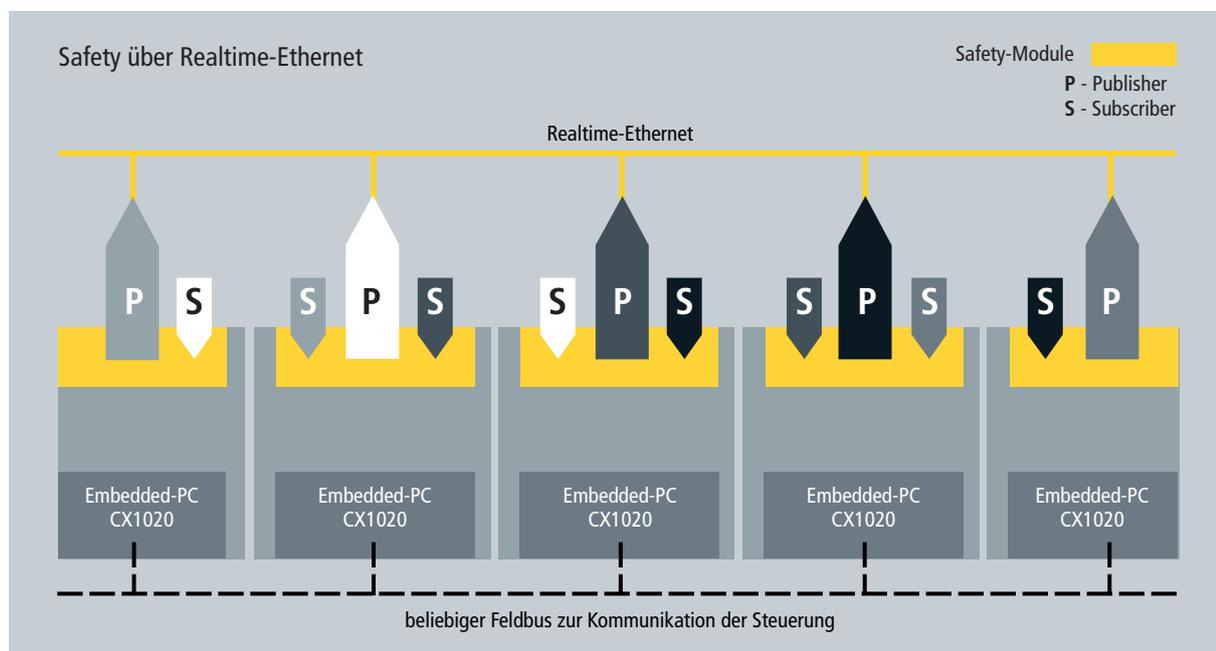


Abb. 6 Verteilte Safety über Realtime-Ethernet innerhalb einer modularisierten Fertigungsstraße

Der Vorteil bei diesem Konzept liegt in der hohen Deterministik, den niedrigen Infrastrukturkosten (Ethernet-Ports und Kabel) und der schnellen Übertragung einer großen Menge von Daten.

Application Note DK9321-0110-0024

TwinCAT

C 50- μ s-Inter-PC-Kommunikation

Im Gegensatz zu den vorherigen Anwendungen geht es im folgenden Beispiel nicht um massive Vernetzung unterschiedlicher Teilnehmer, sondern um besonders kurze Zykluszeiten.

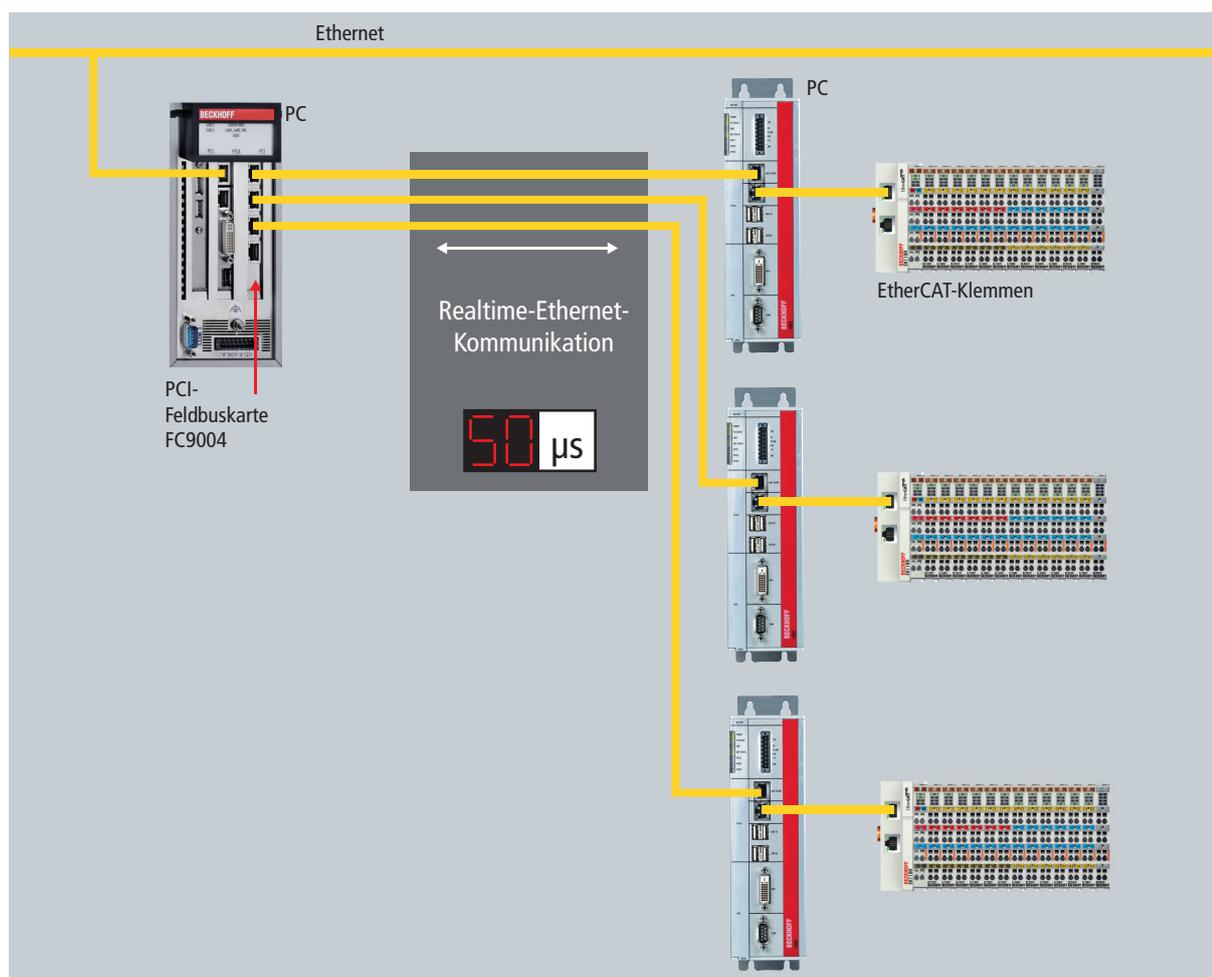
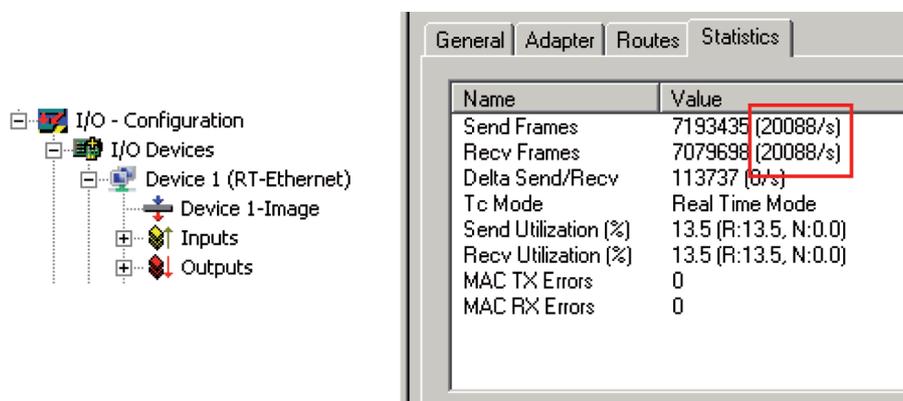


Abb. 7 Ultraschnelle Kommunikation zwischen mehreren PCs über die FC9004

Um Daten zwischen einem zentralen PC und drei angeschlossenen PCs auszutauschen, kann auf Grund des schlanken Protokolls und des direkten Zugriffs eine hohe Zykluszeit erreicht werden. Die angeschlossenen PCs sind über eine PCI-Feldbuskarte FC9004 und ohne weitere Switches mit dem zentralen PC verbunden. Bei der Konfiguration in TwinCAT werden die bidirektionalen Kommunikationsstrukturen mit den TwinCAT-Netzwerkvariablen umgesetzt. Die folgende Abbildung 8 zeigt einen Screenshot des TwinCAT System Managers mit einer Realtime-Ethernet-Verbindung bei einer Übertragungsrate von 20.026 Frames pro Sekunde in Sende- wie Empfangsrichtung, also eine Zykluszeit von 50 μ s.

Application Note DK9321-0110-0024

TwinCAT



Name	Value
Send Frames	7193435 (20088/s)
Recv Frames	7079698 (20088/s)
Delta Send/Recv	113737 (8/s)
Tc Mode	Real Time Mode
Send Utilization (%)	13.5 (R:13.5, N:0.0)
Recv Utilization (%)	13.5 (R:13.5, N:0.0)
MAC TX Errors	0
MAC RX Errors	0

Abb. 8 50-µs-Inter-PC-Kommunikation

– SPS und Motion Control auf dem PC www.beckhoff.de/TwinCAT

– PCI-Feldbuskarten für Ethernet www.beckhoff.de/FC9004

– Beckhoff Information System <http://infosys.beckhoff.com>

– TwinCAT-Netzwerkvariablen im Beckhoff Information System

http://infosys.beckhoff.com/content/1031/tcssystemmanager/netvars/bt_el66xx_beckhoff_network_var_settings.htm

– Realtime-Ethernet im Beckhoff Information System

http://infosys.beckhoff.com/content/1031/tcrtetherenet/html/tcrtetherenet_configuration.htm

Dieses Dokument enthält exemplarische Anwendungen unserer Produkte für bestimmte Einsatzbereiche. Die hier dargestellten Anwendungshinweise beruhen auf den typischen Eigenschaften unserer Produkte und haben ausschließlich Beispielcharakter. Die mit diesem Dokument vermittelten Hinweise beziehen sich ausdrücklich nicht auf spezifische Anwendungsfälle, daher liegt es in der Verantwortung des Kunden zu prüfen und zu entscheiden, ob das Produkt für den Einsatz in einem bestimmten Anwendungsbereich geeignet ist. Wir übernehmen keine Gewährleistung, dass der in diesem Dokument enthaltene Quellcode vollständig und richtig ist. Wir behalten uns jederzeit eine Änderung der Inhalte dieses Dokuments vor und übernehmen keine Haftung für Irrtümer und fehlenden Angaben. Eine detaillierte Beschreibung unserer Produkte enthalten unsere Datenblätter und Dokumentationen, die darin enthaltenen produktspezifischen Warnhinweise sind unbedingt zu beachten. Die aktuelle Version der Datenblätter und Dokumentationen finden Sie auf unserer Homepage (www.beckhoff.de).

© Beckhoff Automation GmbH, Januar 2010

Die Weitergabe sowie Vervielfältigung dieses Dokuments, Verwertung und Mitteilung seines Inhalts sind verboten, soweit nicht ausdrücklich gestattet.

Zuwendungen verpflichten zu Schadenersatz. Alle Rechte für den Fall der Patent-, Gebrauchsmuster- oder Geschmacksmustereintragung vorbehalten.

Application Note DK9321-0110-0024

TwinCAT

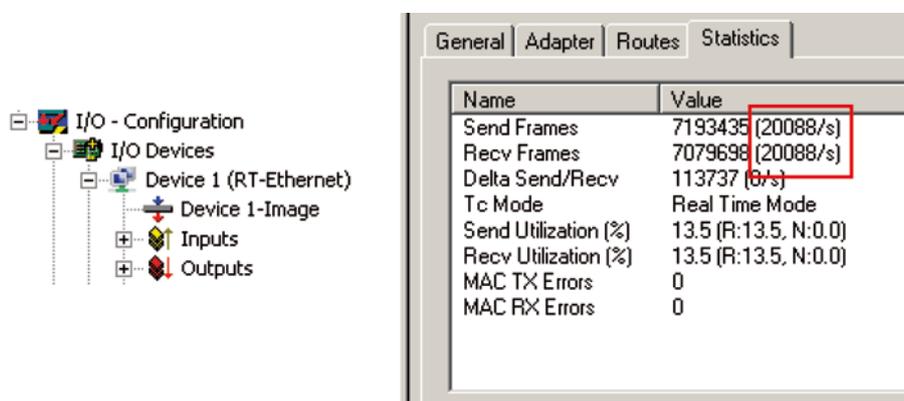


Abb. 8 50-µs-Inter-PC-Kommunikation

– SPS und Motion Control auf dem PC www.beckhoff.de/TwinCAT

– PCI-Feldbuskarten für Ethernet

1-kanalige Ausführung www.beckhoff.de/FC9001

mehrkanalige Ausführung www.beckhoff.de/FC9002

– Beckhoff Information System <http://infosys.beckhoff.com>

– TwinCAT-Netzwerkvariablen im Beckhoff Information System

http://infosys.beckhoff.com/content/1031/tcssystemmanager/netvars/bt_el66xx_beckhoff_network_var_settings.htm

– Realtime-Ethernet im Beckhoff Information System

http://infosys.beckhoff.com/content/1031/tcrtetheret/html/tcrtetheret_configuration.htm

Dieses Dokument enthält exemplarische Anwendungen unserer Produkte für bestimmte Einsatzbereiche. Die hier dargestellten Anwendungshinweise beruhen auf den typischen Eigenschaften unserer Produkte und haben ausschließlich Beispielcharakter. Die mit diesem Dokument vermittelten Hinweise beziehen sich ausdrücklich nicht auf spezifische Anwendungsfälle, daher liegt es in der Verantwortung des Kunden zu prüfen und zu entscheiden, ob das Produkt für den Einsatz in einem bestimmten Anwendungsbereich geeignet ist. Wir übernehmen keine Gewährleistung, dass der in diesem Dokument enthaltene Quellcode vollständig und richtig ist. Wir behalten uns jederzeit eine Änderung der Inhalte dieses Dokuments vor und übernehmen keine Haftung für Irrtümer und fehlenden Angaben. Eine detaillierte Beschreibung unserer Produkte enthalten unsere Datenblätter und Dokumentationen, die darin enthaltenen produktspezifischen Warnhinweise sind unbedingt zu beachten. Die aktuelle Version der Datenblätter und Dokumentationen finden Sie auf unserer Homepage (www.beckhoff.de).

© Beckhoff Automation GmbH, Januar 2010

Die Weitergabe sowie Vervielfältigung dieses Dokuments, Verwertung und Mitteilung seines Inhalts sind verboten, soweit nicht ausdrücklich gestattet.

Zuwendungen verpflichten zu Schadenersatz. Alle Rechte für den Fall der Patent-, Gebrauchsmuster- oder Geschmacksmustereintragung vorbehalten.