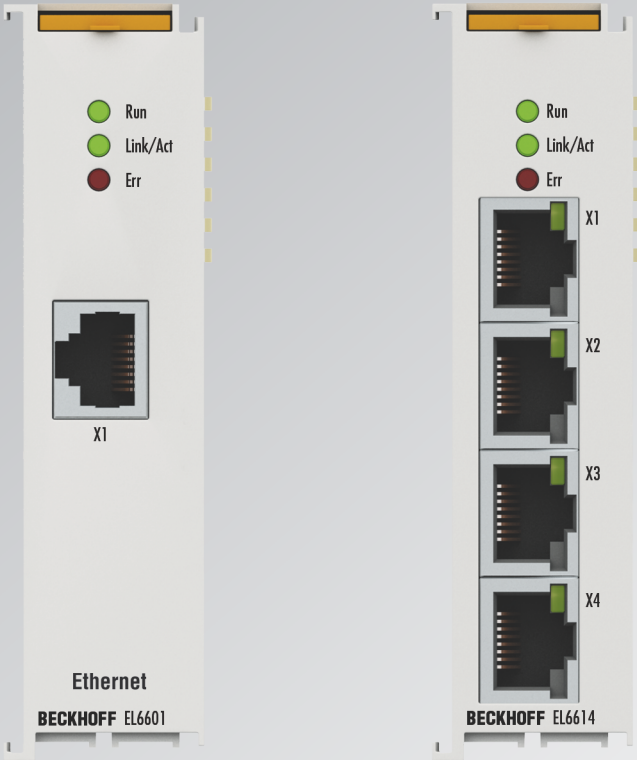


Dokumentation | DE

EL6601, EL6614

Ethernet-Switchport-Klemmen



Inhaltsverzeichnis

1	Vorwort.....	5
1.1	Produktübersicht Ethernet-Switchport-Klemmen	5
1.2	Hinweise zur Dokumentation	6
1.3	Wegweiser durch die Dokumentation	7
1.4	Hinweise zur Informationssicherheit	8
1.5	Sicherheitshinweise	9
1.6	Ausgabestände der Dokumentation.....	10
1.7	Versionsidentifikation von EtherCAT-Geräten	12
1.7.1	Allgemeine Hinweise zur Kennzeichnung	12
1.7.2	Versionsidentifikation von EL-Klemmen.....	13
1.7.3	Beckhoff Identification Code (BIC).....	14
1.7.4	Elektronischer Zugriff auf den BIC (eBIC).....	16
2	Produktbeschreibung	18
2.1	Einführung.....	18
2.2	Technische Daten	20
2.3	Grundlagen zur Funktion.....	21
2.4	EL66xx - Non Realtime	24
2.5	EL66xx und Beckhoff Netzwerk Variablen	30
2.5.1	Erklärung Netzwerkvariablen	30
2.5.2	Einstellungen im System Manager.....	31
2.5.3	Hinweise.....	32
2.5.4	Publisher unterdrücken	33
2.5.5	Subscriber filtern	33
2.5.6	Einrichtung TwinCAT 2.10	34
2.5.7	Einrichtung TwinCAT 2.11	36
2.6	Konfiguration am CX20x0 & CX50x0 System.....	38
3	Grundlagen der Kommunikation	41
3.1	EtherCAT-Grundlagen	41
3.2	EtherCAT-Verkabelung - Drahtgebunden	41
3.3	Allgemeine Hinweise zur Watchdog-Einstellung.....	42
3.4	EtherCAT State Machine	44
3.5	CoE-Interface	46
3.6	Distributed Clock	51
4	Montage und Verdrahtung.....	52
4.1	Hinweise zum ESD-Schutz	52
4.2	Explosionsschutz	53
4.2.1	ATEX - Besondere Bedingungen (erweiterter Temperaturbereich)	53
4.2.2	IECEx - Besondere Bedingungen	55
4.2.3	Weiterführende Dokumentation zu ATEX und IECEx.....	56
4.2.4	cFMus - Besondere Bedingungen.....	57
4.2.5	Weiterführende Dokumentation zu cFMus.....	58
4.3	UL-Hinweise	59
4.4	Empfohlene Tragschienen	60

4.5	Montage und Demontage - Frontentriegelung oben	61
4.6	Positionierung von passiven Klemmen	63
4.7	Einbaulagen	64
4.8	Entsorgung	66
5	Inbetriebnahme	67
5.1	TwinCAT Entwicklungsumgebung	67
5.1.1	Installation der TwinCAT Realtime-Treiber	67
5.1.2	Hinweise zur ESI-Gerätebeschreibung	73
5.1.3	OFFLINE Konfigurationserstellung	77
5.1.4	ONLINE Konfigurationserstellung	82
5.1.5	EtherCAT-Teilnehmerkonfiguration.....	90
5.2	Allgemeine Inbetriebnahmehinweise für einen EtherCAT Slave.....	99
5.3	Objektbeschreibung und Parametrierung	108
5.3.1	Objekte für die Inbetriebnahme.....	108
5.3.2	Objekte für den regulären Betrieb	109
5.3.3	Standardobjekte (0x1000-0x1FFF)	109
5.3.4	Profilspezifische Objekte (0x6000-0xFFFF).....	112
5.4	Beckhoff Netzwerkvariablen.....	116
5.4.1	Einführung.....	116
5.4.2	Konfiguration vom Publisher	117
5.4.3	Konfiguration vom Subscriber	120
5.4.4	Beckhoff Netzwerk Variablen - Einstellungen	124
6	Applikationsbeispiele	132
6.1	Beispielprogramme	132
6.2	Applikationsbeispiel - Netzwerkdrucker	133
6.3	Applikationsbeispiel - Service-Schnittstelle mit Remotedesktop	139
6.4	Applikationsbeispiel - Unterlagerte Steuerung	148
6.5	Applikationsbeispiel - EtherCAT Master PC als Netzwerk-Bridge einrichten	153
6.6	Applikationsbeispiel - Flexibler Ethernet Port.....	158
7	Anhang	163
7.1	Firmware Kompatibilität.....	163
7.2	Firmware Update EL/ES/ELM/EM/EPxxxx.....	165
7.2.1	Gerätebeschreibung ESI-File/XML	166
7.2.2	Erläuterungen zur Firmware.....	169
7.2.3	Update Controller-Firmware *.efw.....	169
7.2.4	FPGA-Firmware *.rbf.....	171
7.2.5	Gleichzeitiges Update mehrerer EtherCAT-Geräte.....	175
7.3	Wiederherstellen des Auslieferungszustandes	176
7.4	Support und Service.....	177

1 Vorwort

1.1 Produktübersicht Ethernet-Switchport-Klemmen

[EL6601 \[► 18\]](#)

1-Port-Kommunikations-Interface, Ethernet-Switchport

[EL6614 \[► 18\]](#)

4-Port-Kommunikations-Interface, Ethernet-Switchport

1.2 Hinweise zur Dokumentation

Zielgruppe

Diese Beschreibung wendet sich ausschließlich an ausgebildetes Fachpersonal der Steuerungs- und Automatisierungstechnik, das mit den geltenden nationalen Normen vertraut ist.

Zur Installation und Inbetriebnahme der Komponenten ist die Beachtung der Dokumentation und der nachfolgenden Hinweise und Erklärungen unbedingt notwendig.

Das Fachpersonal ist verpflichtet, für jede Installation und Inbetriebnahme die zu dem betreffenden Zeitpunkt veröffentlichte Dokumentation zu verwenden.

Das Fachpersonal hat sicherzustellen, dass die Anwendung bzw. der Einsatz der beschriebenen Produkte alle Sicherheitsanforderungen, einschließlich sämtlicher anwendbaren Gesetze, Vorschriften, Bestimmungen und Normen erfüllt.

Disclaimer

Diese Dokumentation wurde sorgfältig erstellt. Die beschriebenen Produkte werden jedoch ständig weiter entwickelt.

Wir behalten uns das Recht vor, die Dokumentation jederzeit und ohne Ankündigung zu überarbeiten und zu ändern.

Aus den Angaben, Abbildungen und Beschreibungen in dieser Dokumentation können keine Ansprüche auf Änderung bereits gelieferter Produkte geltend gemacht werden.

Marken

Beckhoff®, TwinCAT®, TwinCAT/BSD®, TC/BSD®, EtherCAT®, EtherCAT G®, EtherCAT G10®, EtherCAT P®, Safety over EtherCAT®, TwinSAFE®, XFC®, XTS® und XPlanar® sind eingetragene und lizenzierte Marken der Beckhoff Automation GmbH. Die Verwendung anderer in dieser Dokumentation enthaltenen Marken oder Kennzeichen durch Dritte kann zu einer Verletzung von Rechten der Inhaber der entsprechenden Bezeichnungen führen.

Patente

Die EtherCAT-Technologie ist patentrechtlich geschützt, insbesondere durch folgende Anmeldungen und Patente: EP1590927, EP1789857, EP1456722, EP2137893, DE102015105702 mit den entsprechenden Anmeldungen und Eintragungen in verschiedenen anderen Ländern.



EtherCAT® ist eine eingetragene Marke und patentierte Technologie lizenziert durch die Beckhoff Automation GmbH, Deutschland.

Copyright

© Beckhoff Automation GmbH & Co. KG, Deutschland.

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

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

1.3 Wegweiser durch die Dokumentation

HINWEIS



Weitere Bestandteile der Dokumentation

Diese Dokumentation beschreibt gerätespezifische Inhalte. Sie ist Bestandteil des modular aufgebauten Dokumentationskonzepts für Beckhoff I/O-Komponenten. Für den Einsatz und sicheren Betrieb des in dieser Dokumentation beschriebenen Gerätes / der in dieser Dokumentation beschriebenen Geräte werden zusätzliche, produktübergreifende Beschreibungen benötigt, die der folgenden Tabelle zu entnehmen sind.

Titel	Beschreibung
EtherCAT System-Dokumentation (PDF)	<ul style="list-style-type: none"> • Systemübersicht • EtherCAT-Grundlagen • Kabel-Redundanz • Hot Connect • Konfiguration von EtherCAT-Geräten
Explosionsschutz für Klemmsysteme (PDF)	Hinweise zum Einsatz der Beckhoff Klemmsysteme in explosionsgefährdeten Bereichen gemäß ATEX und IECEx
Control Drawing I/O, CX, CPX (PDF)	Anschlussbilder und Ex-Kennzeichnungen (gemäß cFMus)
Infrastruktur für EtherCAT/Ethernet (PDF)	Technische Empfehlungen und Hinweise zur Auslegung, Ausfertigung und Prüfung
Software-Deklarationen I/O (PDF)	Open-Source-Software-Deklarationen für Beckhoff-I/O-Komponenten

Die Dokumentationen können auf der Beckhoff-Homepage (www.beckhoff.com) eingesehen und heruntergeladen werden über:

- den Bereich „Dokumentation und Downloads“ der jeweiligen Produktseite,
- den [Downloadfinder](#),
- das [Beckhoff Information System](#).

1.4 Hinweise zur Informationssicherheit

Die Produkte der Beckhoff Automation GmbH & Co. KG (Beckhoff) sind, sofern sie online zu erreichen sind, mit Security-Funktionen ausgestattet, die den sicheren Betrieb von Anlagen, Systemen, Maschinen und Netzwerken unterstützen. Trotz der Security-Funktionen sind die Erstellung, Implementierung und ständige Aktualisierung eines ganzheitlichen Security-Konzepts für den Betrieb notwendig, um die jeweilige Anlage, das System, die Maschine und die Netzwerke gegen Cyber-Bedrohungen zu schützen. Die von Beckhoff verkauften Produkte bilden dabei nur einen Teil des gesamtheitlichen Security-Konzepts. Der Kunde ist dafür verantwortlich, dass unbefugte Zugriffe durch Dritte auf seine Anlagen, Systeme, Maschinen und Netzwerke verhindert werden. Letztere sollten nur mit dem Unternehmensnetzwerk oder dem Internet verbunden werden, wenn entsprechende Schutzmaßnahmen eingerichtet wurden.

Zusätzlich sollten die Empfehlungen von Beckhoff zu entsprechenden Schutzmaßnahmen beachtet werden. Weiterführende Informationen über Informationssicherheit und Industrial Security finden Sie in unserem <https://www.beckhoff.de/secguide>.

Die Produkte und Lösungen von Beckhoff werden ständig weiterentwickelt. Dies betrifft auch die Security-Funktionen. Aufgrund der stetigen Weiterentwicklung empfiehlt Beckhoff ausdrücklich, die Produkte ständig auf dem aktuellen Stand zu halten und nach Bereitstellung von Updates diese auf die Produkte aufzuspielen. Die Verwendung veralteter oder nicht mehr unterstützter Produktversionen kann das Risiko von Cyber-Bedrohungen erhöhen.

Um stets über Hinweise zur Informationssicherheit zu Produkten von Beckhoff informiert zu sein, abonnieren Sie den RSS Feed unter <https://www.beckhoff.de/secinfo>.

1.5 Sicherheitshinweise

Sicherheitsbestimmungen

Beachten Sie die folgenden Sicherheitshinweise und Erklärungen!
Produktspezifische Sicherheitshinweise finden Sie auf den folgenden Seiten oder in den Bereichen Montage, Verdrahtung, Inbetriebnahme usw.

Haftungsausschluss

Die gesamten Komponenten werden je nach Anwendungsbestimmungen in bestimmten Hard- und Software-Konfigurationen ausgeliefert. Änderungen der Hard- oder Software-Konfiguration, die über die dokumentierten Möglichkeiten hinausgehen, sind unzulässig und bewirken den Haftungsausschluss der Beckhoff Automation GmbH & Co. KG.

Qualifikation des Personals

Diese Beschreibung wendet sich ausschließlich an ausgebildetes Fachpersonal der Steuerungs-, Automatisierungs- und Antriebstechnik, das mit den geltenden Normen vertraut ist.

Erklärung der Hinweise

In der vorliegenden Dokumentation werden die folgenden Hinweise verwendet.
Diese Hinweise sind aufmerksam zu lesen und unbedingt zu befolgen!

GEFAHR

Akute Verletzungsgefahr!

Wenn dieser Sicherheitshinweis nicht beachtet wird, besteht unmittelbare Gefahr für Leben und Gesundheit von Personen!

WARNUNG

Verletzungsgefahr!

Wenn dieser Sicherheitshinweis nicht beachtet wird, besteht Gefahr für Leben und Gesundheit von Personen!

VORSICHT

Schädigung von Personen!

Wenn dieser Sicherheitshinweis nicht beachtet wird, können Personen geschädigt werden!

HINWEIS

Schädigung von Umwelt/Geräten oder Datenverlust

Wenn dieser Hinweis nicht beachtet wird, können Umweltschäden, Gerätebeschädigungen oder Datenverlust entstehen.



Tipp oder Fingerzeig

Dieses Symbol kennzeichnet Informationen, die zum besseren Verständnis beitragen.

1.6 Ausgabestände der Dokumentation

Version	Kommentar
4.7	<ul style="list-style-type: none"> • Kapitel „Technische Daten“ • Update Revisionsstand • Update Struktur
4.6	<ul style="list-style-type: none"> • Kapitel „Hinweise zur Informationssicherheit“ergänzt • Update Struktur
4.5.	<ul style="list-style-type: none"> • Update Kapitel „Technische Daten“ • Update Kapitel „Versionsidentifikation von EtherCAT-Geräten“ • Update Struktur • Update Hinweise • Update Revisionsstand • Kapitel Entsorgung hinzugefügt
4.4	<ul style="list-style-type: none"> • Update Kapitel „Systembeispiele“ • Struktur-Update
4.3	<ul style="list-style-type: none"> • Update Kapitel „UL-Hinweise“ • Update Kapitel „Technische Daten“ • Update Kapitel „Firmware Kompatibilität“ • Struktur-Update
4.2	<ul style="list-style-type: none"> • Update Kapitel „Objektbeschreibung“ • Struktur-Update • Revisionsstatus aktualisiert
4.1	<ul style="list-style-type: none"> • Hinweis im Kapitel „Adressvergabe“ ergänzt • Struktur-Update • Revisionsstatus aktualisiert
4.0	<ul style="list-style-type: none"> • Migration • Struktur-Update • Revisionsstatus aktualisiert
3.4	<ul style="list-style-type: none"> • Struktur-Update • Kapitel "Technische Daten" aktualisiert • Revisionsstatus aktualisiert
3.3	<ul style="list-style-type: none"> • Struktur-Update • Kapitel "Technische Daten" aktualisiert • Kapitel "Einführung" aktualisiert • Kapitel "Konfiguration am CX20x0 & CX50x0 System" eingefügt • Revisionsstatus aktualisiert
3.2	<ul style="list-style-type: none"> • Struktur-Update • Kapitel "Technische Daten" aktualisiert • Kapitel "EtherCAT-PC als Netzwerk-Bridge" aktualisiert • Revisionsstatus aktualisiert
3.1	<ul style="list-style-type: none"> • Struktur-Update • Kapitel "Technische Daten" aktualisiert • Kapitel "Montage und Verdrahtung" aktualisiert

Version	Kommentar
3.0	<ul style="list-style-type: none">• Hinweise zur Kabelredundanz ergänzt
2.9	<ul style="list-style-type: none">• Hinweise Subscriber Filter, Diagnosedaten ergänzt
2.8	<ul style="list-style-type: none">• Technische Hinweise ergänzt
2.7	<ul style="list-style-type: none">• Technische Hinweise ergänzt
2.6	<ul style="list-style-type: none">• Technische Hinweise ergänzt
2.5	<ul style="list-style-type: none">• Kapitel Firmware aktualisiert
2.4	<ul style="list-style-type: none">• Technische Hinweise Netzwerkvariablen ergänzt
2.3	<ul style="list-style-type: none">• Applikationsbeispiel ergänzt
2.2	<ul style="list-style-type: none">• Technische Hinweise ergänzt
2.1	<ul style="list-style-type: none">• Technische Hinweise (Subscriber, Publisher) ergänzt
2.0	<ul style="list-style-type: none">• Technische Hinweise und CoE Objekte ergänzt
1.9	<ul style="list-style-type: none">• Hinweis zur Einbaulage ergänzt
1.8	<ul style="list-style-type: none">• Technische Hinweise ergänzt
1.7	<ul style="list-style-type: none">• Technische Hinweise Netzwerkvariablen ergänzt
1.6	<ul style="list-style-type: none">• LED- und Portbeschreibung ergänzt
1.5	<ul style="list-style-type: none">• EL6614 ergänzt
1.4	<ul style="list-style-type: none">• Applikationsbeispiel ergänzt
1.3	<ul style="list-style-type: none">• Technische Daten ergänzt (Objekt Beschreibung)
1.2	<ul style="list-style-type: none">• Technische Daten ergänzt, Erläuterungen zu Mailboxkommunikation und Netzwerkvariablen ergänzt
1.1	<ul style="list-style-type: none">• Technische Daten ergänzt, UL Kennzeichnung ergänzt
1.0	<ul style="list-style-type: none">• Technische Daten ergänzt, erste Veröffentlichung
0.1	<ul style="list-style-type: none">• Vorläufige Dokumentation für EL6601

1.7 Versionsidentifikation von EtherCAT-Geräten

1.7.1 Allgemeine Hinweise zur Kennzeichnung

Bezeichnung

Ein Beckhoff EtherCAT-Gerät hat eine 14-stellige technische Bezeichnung, die sich zusammen setzt aus

- Familienschlüssel
- Typ
- Version
- Revision

Beispiel	Familie	Typ	Version	Revision
EL3314-0000-0016	EL-Klemme 12 mm, nicht steckbare Anschlussebene	3314 4-kanalige Thermoelementklemme	0000 Grundtyp	0016
ES3602-0010-0017	ES-Klemme 12 mm, steckbare Anschlussebene	3602 2-kanalige Spannungsmessung	0010 hochpräzise Version	0017
CU2008-0000-0000	CU-Gerät	2008 8 Port FastEthernet Switch	0000 Grundtyp	0000

Hinweise

- die oben genannten Elemente ergeben die **technische Bezeichnung**, im Folgenden wird das Beispiel EL3314-0000-0016 verwendet.
- Davon ist EL3314-0000 die Bestellbezeichnung, umgangssprachlich bei „-0000“ dann oft nur EL3314 genannt. „-0016“ ist die EtherCAT-Revision.
- Die **Bestellbezeichnung** setzt sich zusammen aus
 - Familienschlüssel (EL, EP, CU, ES, KL, CX, ...)
 - Typ (3314)
 - Version (-0000)
- Die **Revision** -0016 gibt den technischen Fortschritt wie z. B. Feature-Erweiterung in Bezug auf die EtherCAT Kommunikation wieder und wird von Beckhoff verwaltet.
Prinzipiell kann ein Gerät mit höherer Revision ein Gerät mit niedrigerer Revision ersetzen, wenn nicht anders z. B. in der Dokumentation angegeben.
Jeder Revision zugehörig und gleichbedeutend ist üblicherweise eine Beschreibung (ESI, EtherCAT Slave Information) in Form einer XML-Datei, die zum Download auf der Beckhoff Webseite bereitsteht. Die Revision wird seit 2014/01 außen auf den IP20-Klemmen aufgebracht, siehe Abb. „EL5021 EL-Klemme, Standard IP20-IO-Gerät mit Chargennummer und Revisionskennzeichnung (seit 2014/01)“.
- Typ, Version und Revision werden als dezimale Zahlen gelesen, auch wenn sie technisch hexadezimal gespeichert werden.

1.7.2 Versionsidentifikation von EL-Klemmen

Als Seriennummer/Date Code bezeichnet Beckhoff im IO-Bereich im Allgemeinen die 8-stellige Nummer, die auf dem Gerät aufgedruckt oder auf einem Aufkleber angebracht ist. Diese Seriennummer gibt den Bauzustand im Auslieferungszustand an und kennzeichnet somit eine ganze Produktions-Charge, unterscheidet aber nicht die Module einer Charge.

Aufbau der Seriennummer: **KK YY FF HH**

KK - Produktionswoche (Kalenderwoche)

YY - Produktionsjahr

FF - Firmware-Stand

HH - Hardware-Stand

Beispiel mit Seriennummer 12 06 3A 02:

12 - Produktionswoche 12

06 - Produktionsjahr 2006

3A - Firmware-Stand 3A

02 - Hardware-Stand 02



Abb. 1: EL2872 mit Revision 0022 und Seriennummer 01200815

1.7.3 Beckhoff Identification Code (BIC)

Der Beckhoff Identification Code (BIC) wird vermehrt auf Beckhoff-Produkten zur eindeutigen Identitätsbestimmung des Produkts aufgebracht. Der BIC ist als Data Matrix Code (DMC, Code-Schema ECC200) dargestellt, der Inhalt orientiert sich am ANSI-Standard MH10.8.2-2016.

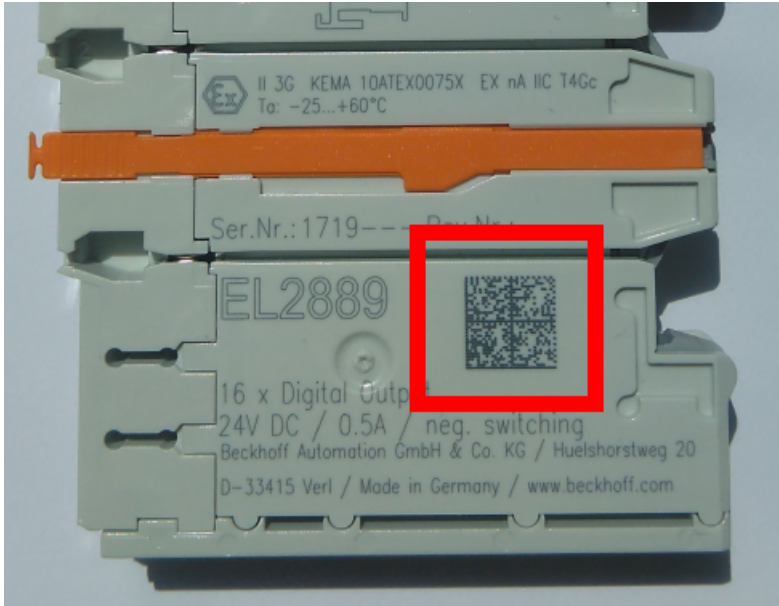


Abb. 2: BIC als Data Matrix Code (DMC, Code-Schema ECC200)

Die Einführung des BIC erfolgt schrittweise über alle Produktgruppen hinweg. Er ist je nach Produkt an folgenden Stellen zu finden:

- auf der Verpackungseinheit
- direkt auf dem Produkt (bei ausreichendem Platz)
- auf Verpackungseinheit und Produkt

Der BIC ist maschinenlesbar und enthält Informationen, die auch kundenseitig für Handling und Produktverwaltung genutzt werden können.

Jede Information ist anhand des so genannten Datenidentifikators (ANSI MH10.8.2-2016) eindeutig identifizierbar. Dem Datenidentifikator folgt eine Zeichenkette. Beide zusammen haben eine maximale Länge gemäß nachstehender Tabelle. Sind die Informationen kürzer, werden sie um Leerzeichen ergänzt.

Folgende Informationen sind möglich, die Positionen 1 bis 4 sind immer vorhanden, die weiteren je nach Produktfamilienbedarf:

Pos-Nr.	Art der Information	Erklärung	Datenidentifikator	Anzahl Stellen inkl. Datenidentifikator	Beispiel
1	Beckhoff-Artikelnummer	Beckhoff - Artikelnummer	1P	8	1P 072222
2	Beckhoff Traceability Number (BTN)	Eindeutige Seriennummer, Hinweis s. u.	SBTN	12	SBTN k4p562d7
3	Artikelbezeichnung	Beckhoff Artikelbezeichnung, z. B. EL1008	1K	32	1K EL1809
4	Menge	Menge in Verpackungseinheit, z. B. 1, 10...	Q	6	Q 1
5	Chargennummer	Optional: Produktionsjahr und -woche	2P	14	2P 401503180016
6	ID-/Seriennummer	Optional: vorheriges Seriennummer-System, z. B. bei Safety-Produkten oder kalibrierten Klemmen	51S	12	51S 678294
7	Variante	Optional: Produktvarianten-Nummer auf Basis von Standardprodukten	30P	32	30P F971, 2*K183
...					

Weitere Informationsarten und Datenidentifikatoren werden von Beckhoff verwendet und dienen internen Prozessen.

Aufbau des BIC

Beispiel einer zusammengesetzten Information aus den Positionen 1 bis 4 und dem o.a. Beispielwert in Position 6. Die Datenidentifikatoren sind in Fettschrift hervorgehoben:

1P072222**SBTN**k4p562d7**1K**EL1809 **Q**1 **51S**678294

Entsprechend als DMC:



Abb. 3: Beispiel-DMC **1P**072222**SBTN**k4p562d7**1K**EL1809 **Q**1 **51S**678294

BTN

Ein wichtiger Bestandteil des BICs ist die Beckhoff Traceability Number (BTN, Pos.-Nr. 2). Die BTN ist eine eindeutige, aus acht Zeichen bestehende Seriennummer, die langfristig alle anderen Seriennummern-Systeme bei Beckhoff ersetzen wird (z. B. Chargenbezeichnungen auf IO-Komponenten, bisheriger Seriennummernkreis für Safety-Produkte, etc.). Die BTN wird ebenfalls schrittweise eingeführt, somit kann es vorkommen, dass die BTN noch nicht im BIC codiert ist.

HINWEIS
Diese Information wurde sorgfältig erstellt. Das beschriebene Verfahren wird jedoch ständig weiterentwickelt. Wir behalten uns das Recht vor, Verfahren und Dokumentation jederzeit und ohne Ankündigung zu überarbeiten und zu ändern. Aus den Angaben, Abbildungen und Beschreibungen in dieser Information können keine Ansprüche auf Änderung geltend gemacht werden.

1.7.4 Elektronischer Zugriff auf den BIC (eBIC)

Elektronischer BIC (eBIC)

Der Beckhoff Identification Code (BIC) wird auf Beckhoff Produkten außen sichtbar aufgebracht. Er soll wo möglich, auch elektronisch auslesbar sein.

Für die elektronische Auslesung ist die Schnittstelle entscheidend, über die das Produkt elektronisch angesprochen werden kann.

K-Bus Geräte (IP20, IP67)

Für diese Geräte sind derzeit keine elektronische Speicherung und Auslesung geplant.

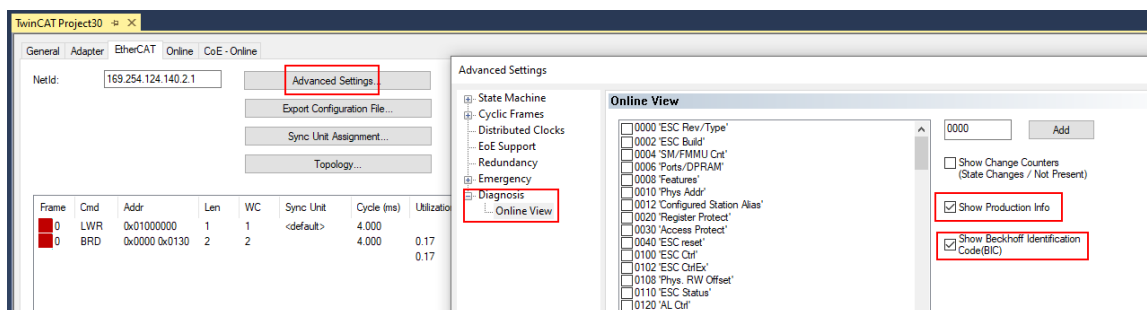
EtherCAT-Geräte (P20, IP67)

Alle Beckhoff EtherCAT-Geräte haben ein sogenanntes ESI-EEPROM, das die EtherCAT-Identität mit der Revision beinhaltet. Darin wird die EtherCAT-Slave-Information gespeichert, umgangssprachlich auch als ESI/XML-Konfigurationsdatei für den EtherCAT-Master bekannt. Zu den Zusammenhängen siehe die entsprechenden Kapitel im EtherCAT-Systemhandbuch ([Link](#)).

In das ESI-EEPROM wird auch die eBIC gespeichert. Die Einführung des eBIC in die Beckhoff IO Produktion (Klemmen, Box-Module) erfolgt ab 2020; mit einer weitgehenden Umsetzung ist in 2021 zu rechnen.

Anwenderseitig ist die eBIC (wenn vorhanden) wie folgt elektronisch zugänglich:

- Bei allen EtherCAT-Geräten kann der EtherCAT Master (TwinCAT) den eBIC aus dem ESI-EEPROM auslesen
 - Ab TwinCAT 3.1 build 4024.11 kann der eBIC im Online-View angezeigt werden.
 - Dazu unter EtherCAT → Erweiterte Einstellungen → Diagnose das Kontrollkästchen „Show Beckhoff Identification Code (BIC)“ aktivieren:



- Die BTN und Inhalte daraus werden dann angezeigt:

No	Addr	Name	State	CRC	Fw	Hw	Production Data	ItemNo	BTN	Description	Quantity	BatchNo	SerialNo
1	1001	Term 1 (EK1100)	OP	0,0	0	0	---						
2	1002	Term 2 (EL1018)	OP	0,0	0	0	2020 KW36 Fr	072222	k4p562d7	EL1809	1		678294
3	1003	Term 3 (EL3204)	OP	0,0	7	6	2012 KW24 Sa						
4	1004	Term 4 (EL2004)	OP	0,0	0	0	---	072223	k4p562d7	EL2004	1		678295
5	1005	Term 5 (EL1008)	OP	0,0	0	0	---						
6	1006	Term 6 (EL2008)	OP	0,0	0	12	2014 KW14 Mo						
7	1007	Term 7 (EK1110)	OP	0	1	8	2012 KW25 Mo						

- Hinweis: ebenso können wie in der Abbildung zu sehen die seit 2012 programmierten Produktionsdaten HW-Stand, FW-Stand und Produktionsdatum per „Show Production Info“ angezeigt werden.
- Ab TwinCAT 3.1. build 4024.24 stehen in der Tc2_EtherCAT Library ab v3.3.19.0 die Funktionen *FB_EcReadBIC* und *FB_EcReadBTN* zum Einlesen in die PLC und weitere eBIC-Hilfsfunktionen zur Verfügung.
- Bei EtherCAT-Geräten mit CoE-Verzeichnis kann zusätzlich das Objekt 0x10E2:01 zur Anzeige der eigenen eBIC genutzt werden, hier kann auch die PLC einfach auf die Information zugreifen:

- Das Gerät muss zum Zugriff in PREOP/SAFEOP/OP sein:

Index	Name	Flags	Value
1000	Device type	RO	0x015E1389 (22942601)
1008	Device name	RO	ELM3704-0000
1009	Hardware version	RO	00
100A	Software version	RO	01
100B	Bootloader version	RO	J0.1.27.0
1011:0	Restore default parameters	RO	> 1 <
1018:0	Identity	RO	> 4 <
10E2:0	Manufacturer-specific Identification C...	RO	> 1 <
10E2:01	SubIndex 001	RO	1P158442SBTN0008jekp1KELM3704 Q1 2P482001000016
10F0:0	Backup parameter handling	RO	> 1 <
10F3:0	Diagnosis History	RO	> 21 <
10F8	Actual Time Stamp	RO	0x170fb277e

- Das Objekt 0x10E2 wird in Bestandsprodukten vorrangig im Zuge einer notwendigen Firmware-Überarbeitung eingeführt.
- Ab TwinCAT 3.1. build 4024.24 stehen in der Tc2_EtherCAT Library ab v3.3.19.0 die Funktionen *FB_EcCoEReadBIC* und *FB_EcCoEReadBTN* zum Einlesen in die PLC und weitere eBIC-Hilfsfunktionen zur Verfügung.
- Hinweis: bei elektronischer Weiterverarbeitung ist die BTN als String(8) zu behandeln, der Identifier „SBTN“ ist nicht Teil der BTN.
- Technischer Hintergrund
Die neue BIC Information wird als Category zusätzlich bei der Geräteproduktion ins ESI-EEPROM geschrieben. Die Struktur des ESI-Inhalts ist durch ETG Spezifikationen weitgehend vorgegeben, demzufolge wird der zusätzliche herstellereigene Inhalt mithilfe einer Category nach ETG.2010 abgelegt. Durch die ID 03 ist für alle EtherCAT Master vorgegeben, dass sie im Updatefall diese Daten nicht überschreiben bzw. nach einem ESI-Update die Daten wiederherstellen sollen. Die Struktur folgt dem Inhalt des BIC, siehe dort. Damit ergibt sich ein Speicherbedarf von ca. 50..200 Byte im EEPROM.
- Sonderfälle
 - Sind mehrere ESC in einem Gerät verbaut die hierarchisch angeordnet sind, trägt nur der TopLevel ESC die eBIC Information.
 - Sind mehrere ESC in einem Gerät verbaut die nicht hierarchisch angeordnet sind, tragen alle ESC die eBIC Information gleich.
 - Besteht das Gerät aus mehreren Sub-Geräten mit eigener Identität, aber nur das TopLevel-Gerät ist über EtherCAT zugänglich, steht im CoE-Objekt-Verzeichnis 0x10E2:01 die eBIC des TopLevel-Geräts, in 0x10E2:nn folgen die eBIC der Sub-Geräte.

PROFIBUS-, PROFINET-, DeviceNet-Geräte usw.

Für diese Geräte ist derzeit keine elektronische Speicherung und Auslesung geplant.

2 Produktbeschreibung

2.1 Einführung

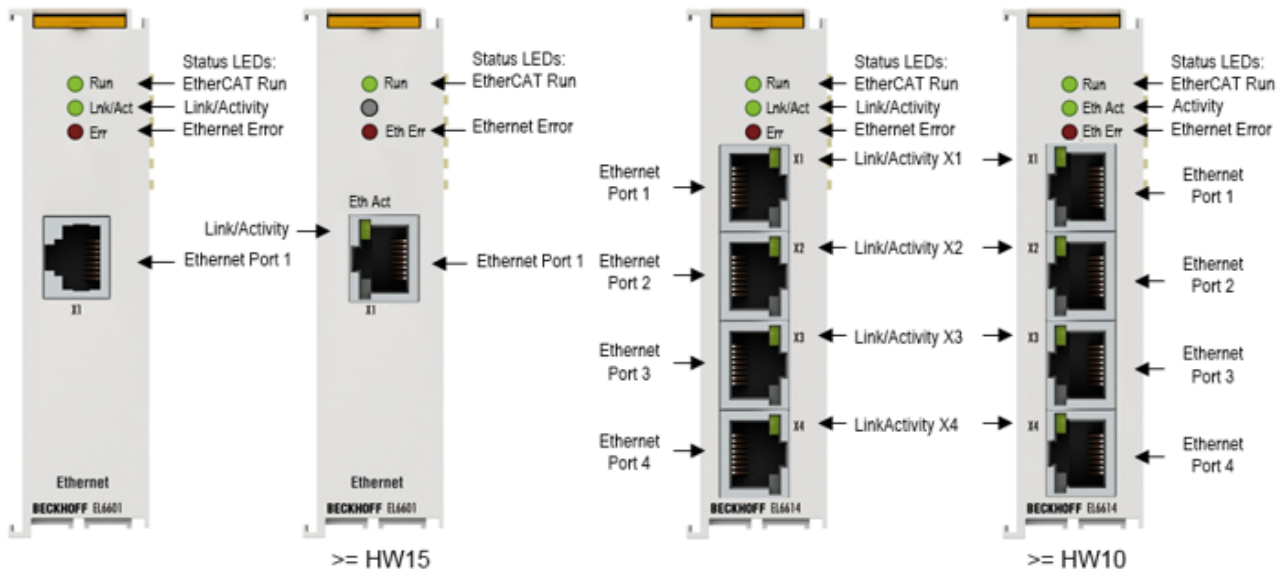


Abb. 4: EL6601, EL6614

Switch-Klemmen für Ethernet

Die Switch-Klemmen für Ethernet dienen dem dezentralen Anschluss beliebiger Ethernet-Geräte an den EtherCAT-Klemmenverbund. Die Ethernet-Kommunikation der angeschlossenen Geräte wird volltransparent und kollisionsfrei durch das EtherCAT-System weitergeleitet.

Die 4 Port Ethernet-Switchklemme EL6614 leitet die aus den Ports eingehenden Frames gezielt an die Zielports weiter. Im Vollduplex-Modus ermöglicht sie damit die kollisionsfreie Kommunikation der angeschlossenen Geräte untereinander.

Es können beliebig viele EL6601/EL6614 gleichzeitig und an beliebiger Position im EtherCAT-Klemmenverbund eingesetzt werden. Eine Konfiguration ist nicht erforderlich. Zusammen mit dem Netzwerkport am EtherCAT-Master arbeiten die EL6601/EL6614 wie ein virtueller Switch, dessen Ports im Feld verteilt sind. Der Backbone dieses Switches ist der EtherCAT-Feldbus.

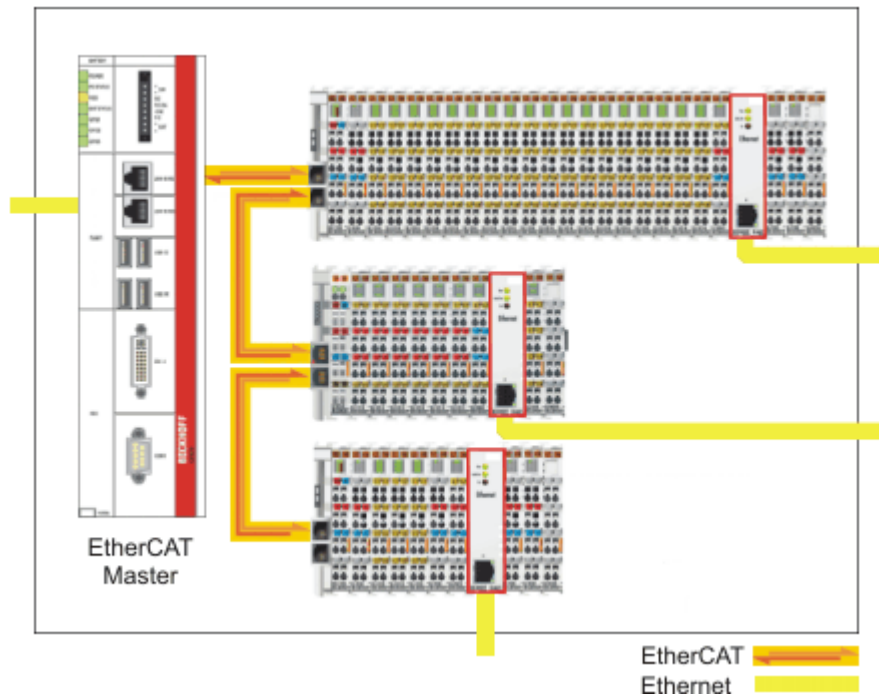


Abb. 5: EL6601 als im Feld verteilter, virtueller Switch

Weitere Vorteile unterstreichen die besondere Eignung für den Einsatz im Industrieumfeld:

- kompakte Bauform im EtherCAT-Klemmgehäuse
- 10/100 Mbaud, halb- und voll-duplex, mit automatischer Baudratenerkennung
- Autocrossing (automatisches Erkennen gekreuzter Leitungen)

LED

LED	Farbe	Bedeutung	
RUN	grün	Diese LED geben den Betriebszustand der Klemme wieder:	
		aus	Zustand der EtherCAT State Machine [▶ 90]: INIT = Initialisierung der Klemme oder BOOTSTRAP = Funktion für Firmware Updates [▶ 165] der Klemme
		blinkend	Zustand der EtherCAT State Machine: PREOP = Funktion für Mailbox-Kommunikation und abweichende Standard-Einstellungen gesetzt
		Einzelblitz	Zustand der EtherCAT State Machine: SAFEOP = Überprüfung der Kanäle des Sync-Managers [▶ 91] und der Distributed Clocks. Ausgänge bleiben im sicheren Zustand
		an	Zustand der EtherCAT State Machine: OP = normaler Betriebszustand; Mailbox- und Prozessdatenkommunikation ist möglich
Link / Act	grün	Verbindung / Datenaustausch Feldbus	
*Link/Act X1 - X4	grün	Verbindung / Datenaustausch Ethernet-Port X1- X4	
Eth Err	rot	Fehleranzeige EtherCAT (siehe Diagnose [▶ 22])	

* nur EL6614

Anschlüsse

- 1 x RJ45 mit 10BASE-T/100BASE-TX Ethernet (EL6601)
- 4 x RJ45 mit 10BASE-T/100BASE-TX Ethernet (EL6614)

2.2 Technische Daten

Technische Daten	EL6601	EL6614
Bus-System	sämtliche Ethernet (IEEE 802.3)-basierenden Protokolle	
Anzahl Ethernet-Ports	1	4
Ethernet-Interface	10BASE-T/100BASE-TX Ethernet mit 1 x RJ45	10BASE-T/100BASE-TX Ethernet mit 4 x RJ45
Leitungslänge	bis 100 m Twisted-Pair	
Übertragungsrate	10/100 Mbit/s, IEEE 802.3u Auto-Negotiation, halb- oder voll duplex bei 10 und 100 Mbit/s möglich, Einstellungen automatisch	
Netzwerkvariablen	EL6601 ab Firmware 07, EL6614 ab Firmware 03: max. 32 Publisher mit insgesamt max. 1024 Byte <u>Gesamtdaten</u> [▶ 30] max. 32 Subscriber mit insgesamt max. 1024 Byte <u>Gesamtdaten</u> [▶ 30]	
Distributed Clocks	nein	
Diagnose	Status-LED, CoE Daten über ADS	
Spannungsversorgung	über den E-Bus	
Stromaufnahme aus dem E-Bus	typ. 260 mA	typ. 310 mA
Potenzialtrennung	500 V (E-Bus/Ethernet)	
Bitbreite im Prozessabbild	-	
Konfiguration	TwinCAT System Manager/EtherCAT Master	
Gewicht	ca. 75 g	ca. 85 g
zulässiger Umgebungstemperaturbereich im Betrieb	-25°C ... +60°C (erweiterter Temperaturbereich)	Waagerechter Einbaulage: -25°C ... +60°C (erweiterter Temperaturbereich) <i>Alle anderen Einbaulagen:</i> -25°C ... +45°C, s. Hinweis [▶ 64]
zulässiger Umgebungstemperaturbereich bei Lagerung	-40°C ... +85°C	-40°C ... +85°C
zulässige relative Luftfeuchtigkeit	95%, keine Betauung	
Abmessungen (B x H x T)	ca. 26 mm x 100 mm x 52 mm (Breite angereicht: 23 mm)	
Montage	auf 35 mm Tragschiene nach EN 60715	
Vibrations- / Schockfestigkeit	gemäß EN 60068-2-6 / EN 60068-2-27	
EMV-Festigkeit / Aussendung	gemäß EN 61000-6-2 / EN 61000-6-4	
Schutzart	IP20	
Einbaulage	beliebig	siehe Hinweis [▶ 64]
Kennzeichnung / Zulassung ^{*)}	CE, UKCA, EAC ATEX [▶ 53], IECEx [▶ 55], cFMus [▶ 57], cULus [▶ 59]	CE, UKCA, EAC ATEX [▶ 53] cULus [▶ 59]

*) Real zutreffende Zulassungen/Kennzeichnungen siehe seitliches Typenschild (Produktbeschriftung).

Ex-Kennzeichnungen

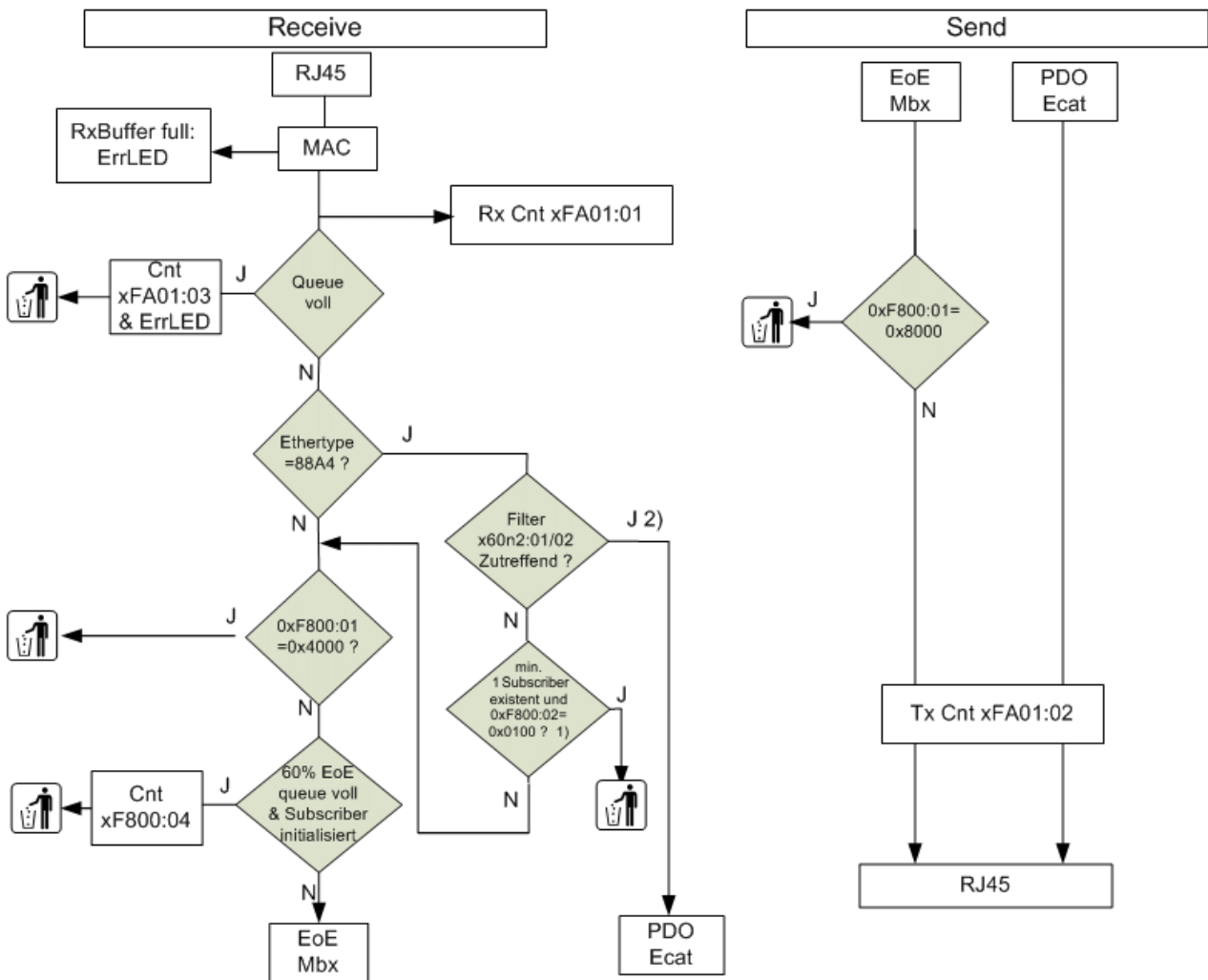
Standard	Kennzeichnung
ATEX	II 3 G Ex nA IIC T4 Gc II 3 D Ex tc IIIC T135 °C Dc
IECEX	Ex nA IIC T4 Gc Ex tc IIIC T135 °C Dc
cFMus	Class I, Division 2, Groups A, B, C, D Class I, Zone 2, AEx/Ex ec IIC T4 Gc

2.3 Grundlagen zur Funktion

Die EL66xx Ethernet Switchport Klemmen können mit 2 unterschiedlichen Betriebsarten die Aufgaben der Ethernet-Konnektivität optimal erfüllen. Die beiden Betriebsarten, die auch gleichzeitig aktiv sein können, bilden sowohl den echtzeitkritischen Versand und Empfang von konfigurierten Netzwerkvariablen als auch den Nicht-echtzeitkritischen aber durchsatzstarken Transport von Standard-Ethernet-Verkehr z. B. mit IP-Protokoll ab:

- **Echtzeitverkehr:** Publisher/Subscriber, Beckhoff Netzwerkvariablen, EAP
Durch die TwinCAT-Konfiguration *.tsm wird eine EL66xx beim EtherCAT-Start so mit CoE-Parametern konfiguriert, dass sie
 - im Echtzeitzyklus über den zyklischen Datenverkehr gelieferte Daten als Publisher versendet.
 - ebenso empfangene Subscriber an den EtherCAT Master durch den zyklischen EtherCAT-Verkehr übermittelt.
Der zyklische Datenverkehr zur EL66xx wird beim EtherCAT-Start in den PDO-Einstellungen der EL66xx konfiguriert und ist online nicht veränderbar.
- **Nicht-Echtzeitverkehr**
Parallel dazu kann die EL66xx Ethernet-Frames über den azyklischen Mailbox-Verkehr (EoE = Ethernet over EtherCAT) zwischen Klemme und EtherCAT Master/TwinCAT übertragen. Diese Übertragung erfolgt durchsatzoptimiert und ggf. mit automatischer Fragmentierung - standardmäßig werden alle Telegramme, die nicht im PDO-Kontext übertragen werden, im azyklischen Kanal über EoE transportiert.

Der Datenlauf in der EL66xx kann wie folgt schematisiert werden:



1) Ab EL6614 FW06 (Bug in FW05, dort xF800:03)
 2) Es werden max. soviele Bytes ins PDO kopiert wie im PDO konfiguriert sind. Eventuell kommen dann unvollständige Daten in der Steuerung an wenn das Datenaufkommen höher ist. Im CoE x60nn (für jeden Subscriber) können bei Ignorieren (x60nn) die einzelnen Bestandteile dem SubscriberFilter zugeschaltet werden: x60n0: Filterwerte als Wert, x60n2: entsprechender Filterwert aktiviert; Default: VariablenID ist aktiviert

Abb. 6: Datenschema EL66xx

Die EL6601/EL6614 kann kein *EtherNet Industrial Protocol (EtherNet/IP)* transportieren.

Diagnose

Online Diagnose

Im CoE-Verzeichnis stehen folgende Objekte zur ersten Diagnose zur Verfügung:

- 0xFA01, Subindex 01: Frame Counter Rx (an RJ45-Buchse ankommend).
- 0xFA01, Subindex 02: Frame Counter Tx (ab RJ45-Buchse abgehend).

Die Werte können aus der Steuerung über PLC-Bausteine (FB_EcCoeSdoRead in TcEtherCAT.lib) ausgelesen werden.

Diese und weitere Diagnoseinformationen aus dem CoE der EL66xx sind über https://infosys.beckhoff.com/content/1031/el6601_el6614/Resources/2349552907.zip zugänglich.

Error LED

Die rote Error-LED leuchtet 250 ms bei

- Ethernet Receive Overrun --> es werden allgemein mehr Ethernet Frames am RJ45-Anschluß empfangen als über EtherCAT (PDO oder Mailbox) abtransportiert werden können. Die Telegramme werden verworfen.
- Ethernet EoE Overrun --> es werden mehr Nicht-Realtime-Frames am RJ45-Anschluß empfangen als über EtherCAT/EoE abtransportiert werden können. Die Daten werden verworfen.
- Ethernet Frame Error

Falls es durch den Overrun-Fall zu Datenverlusten kommt, sind übergeordnete Protokollschichten in einem Ethernet-Netzwerk für eine erneute Übertragung zuständig.

● Overrun-Fall



Im Overrun-Fall kann mit folgenden Maßnahmen entgegengewirkt werden:

- Aktivierung Subscriber-Filter [► 30] in der betroffenen EL66xx
- Erhöhen/Verlangsamen der Zykluszeit des Publishers
- zeitweises Unterdrücken des Publisher-Senden oder Modulo im System Manager
- Verringern/Beschleunigen der EtherCAT-Zykluszeit des Subscribers, damit mehr Daten von der EL66xx abgeholt werden

Kabelredundanz

Wird die EL66xx in einem System mit Kabelredundanz betrieben, ist zu beachten:

- der Realtime-Betrieb mit Netzwerkvariablen ist möglich
- beim Nicht-Realtime-Betrieb mit IP-Übertragung wird der IP-Verkehr über den primären EtherCAT-Port geleitet. Es werden deshalb auch die Windows-IP-Einstellungen dieses Ports angewendet.

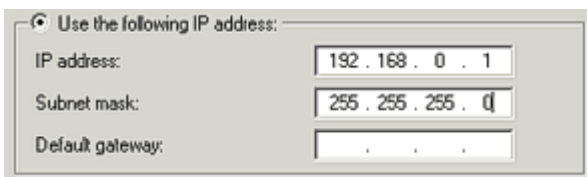


Abb. 7: IP-Einstellungen EtherCAT Port

Entfällt der Link zu diesem Port, ist aus Windows heraus unter TwinCAT 2 bzw. 3 z.Z. auch keine IP-Kommunikation zu diesem Port mehr möglich.

Deshalb ist zu vermeiden, dass die Ethernet-Verbindung zwischen primärem EtherCAT-Port und dem ersten EtherCAT-Slave ausfällt, da ansonsten keine IP-Kommunikation über die EL66xx mehr möglich ist.

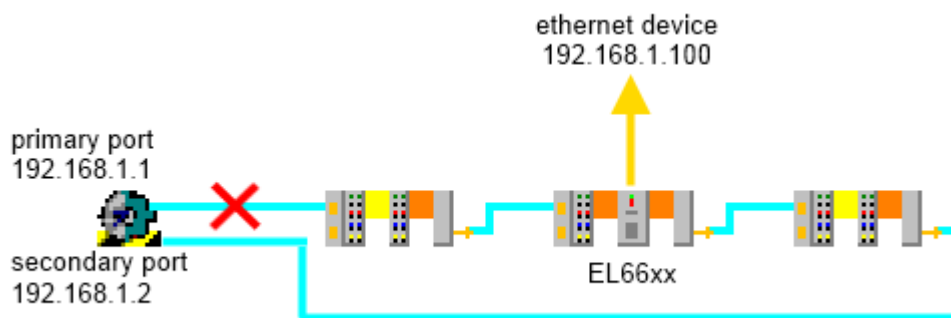


Abb. 8: Verbindungsausfall zwischen primären EtherCAT-Port und 1. Slave (X)

2.4 EL66xx - Non Realtime

EL66xx und Ethernet-Transport über Mailbox-Kommunikation

Neben dem regulären zyklischen Prozessdatenaustausch verfügt ein EtherCAT-Master noch über einen weiteren Mechanismus, um Daten zu einem EtherCAT-Slave zu transportieren bzw. von diesem zu lesen. Dieser Mechanismus wird für einmaligen oder dynamisch wechselnden Datenaustausch benutzt, wie z. B. die Parametrierung eines EtherCAT-Slaves. Die Mailbox-Kommunikation kann aber auch dazu verwendet werden, um azyklisch große Datenblöcke auf Wunsch von Master oder Slave zu transportieren. Diese Zusatzkommunikation findet in den Zeiten zwischen den zyklischen Prozessdaten-Frames (den klassischen EtherCAT-Frames) auf dem EtherCAT-Bus statt.

● Datendurchsatz bei Mailbox-Kommunikation

I Weil die Mailbox-Kommunikation nur zwischen den regulären Prozessdaten-Frames stattfinden kann, ist der Datendurchsatz mit dieser Kommunikationsmethode abhängig von der Auslastung des EtherCAT-Busses. Damit ist auch der Ethernet-Durchsatz der EL6601 von der Auslastung des zugrundeliegenden EtherCAT-Feldbusses abhängig.

Für die EL66xx wird das EoE-Verfahren (Ethernet over EtherCAT) benutzt. Dafür sind im System Manager eigene Einstellungen vorhanden.

Datendurchsatz

Der Datendurchsatz der EL66xx an Ethernet-Frames bzw. Bytes/Sekunde ist abhängig

- von der EtherCAT-Zykluszeit auf dem Feldbus: je kürzer der für die Prozessdaten verwendete EtherCAT-Zyklus, desto mehr azyklische Mailbox-Abfragen können durchgeführt werden. Werden mehrere unterschiedliche EtherCAT-Zykluszeiten auf einem EtherCAT-Strang eingesetzt, ist die schnellste Zykluszeit maßgebend.
- von der Zeit zwischen den Prozessdatenrahmen, die für die Mailbox-Kommunikation zur Verfügung steht: je länger die Ethernet-Leitung für die azyklische Mailbox-Kommunikation frei ist, desto höher ist der Ethernet-Datendurchsatz der EL6601.
- von der Größe der Mailbox [▶ 26] in Byte: je größer die Mailbox, desto mehr Ethernet-Frames kann die EL6601 in gleicher Zeit zum EtherCAT-Master verschicken bzw. von diesem annehmen.
- von der Anzahl der im EtherCAT-System verwendeten Klemmen, die gleichzeitig Mailbox-Kommunikation verwenden.
- von den EoE-Einstellungen [▶ 28] im TwinCAT System Manager, Kapitel EoE.

Folgende Werte wurden exemplarisch ermittelt (TwinCAT 2.10, 2.11)

- > 5 MBit/s abgehend von der EL6601 an das Ethernet-Gerät.
- > 2 MBit/s ankommend an der EL6601 vom Ethernet-Gerät.

bei einer EtherCAT-Zykluszeit von 100 µs und einer Mailboxgröße von 1024 Byte.

● Tipps zur Verkürzung der Antwortzeiten

I Für die Verkürzung der Antwortzeiten in Ihrer Applikation (z. B. auf ping-Anfragen) empfiehlt sich folgende Vorgehensweise: Verringern sie die aktuell verwendete EtherCAT-Zykluszeit deutlich bzw. fügen Sie eine neue Task mit einer kleineren Zykluszeit ein, z. B.: 500 µs wenn Sie bisher 2.5 ms EtherCAT-Zyklus verwendet haben. Wichtig: diese Task muss auf echte IO-Prozessdaten aus den EtherCAT-Slaves zugreifen und unter Gerät EtherCAT -> Reiter EtherCAT erkennbar sein, s. Abb. *Realer Frameaufbau aus dem TwinCAT System Manager*

Fra...	Cmd	Addr	Len	WC	Sync Unit	Cycle (ms)	Utilization (...)	Size / Duration ...
0	LRD	0x00010000	1	1	<default>	0.500		
0	LRD	0x00080000	1	1		0.500	1.34	42 / 6.72
1	LRD	0x00020000	3	12	<default>	2.500		
1	BRD	0x0000 0x0130	2	15		2.500	0.27	45 / 6.72




Abb. 9: Realer Frameaufbau aus dem TwinCAT System Manager

Hinweis zu den angegebenen Werten

Diese Angaben sind typisch und ohne Garantie; die Durchsatzraten können in verschiedenen Applikationen nach den o.a. Randbedingungen abweichen!

Adressvergabe

Ab FW03 kann die EL6601/6614 auch IP-Adressen an angeschlossene Geräte vergeben und arbeitet als DHCP- oder BOOTP-Server für *ein* Gerät. Die Einstellungen hierzu sind im System Manager (EL66xx --> Advanced Settings --> Mailbox --> EoE) wie folgt vorzunehmen:

- Einstellung "Switch Port", Abb. *Standard-einstellung der EL66xx als Switch-Port ohne IP-Adressenvergabe*. Die EL66xx arbeitet wie ein normaler Switch und leitet Ethernet-Frames transparent an TwinCAT/Windows durch.
- Einstellung "IP Port", Abb. *Ab FW03: Einstellungen für dynamisch vergebene IP-Adresse*. Die EL66xx arbeitet mit Adressvergabe an *ein* angeschlossenes Ethernet-Gerät. Im Gerät ist ein DHCP- oder BootP-Client zu aktivieren (siehe Netzwerkadaptereinstellungen im Betriebssystem). Die EL66xx antwortet auf die entsprechende DHCP/BootP-Anfrage des Geräts indem es die angegebene IP-Adresse/Subnetzmaske an das Gerät vergibt. Im DHCP-Verfahren wird diese Adresse regelmäßig vom Client erneut angefragt und vom Server/EL66xx vergeben.

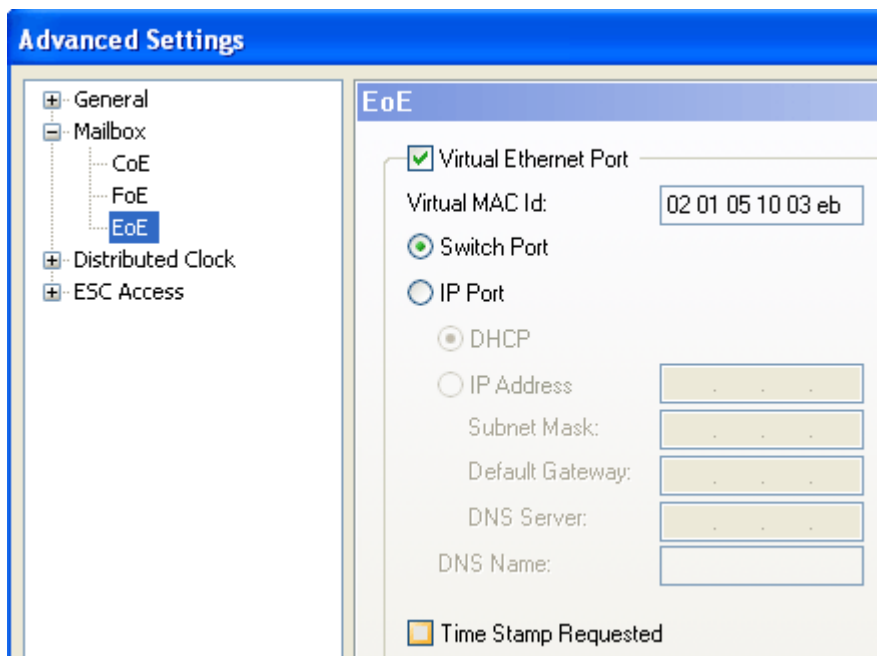


Abb. 10: Standard-einstellung der EL66xx als Switch-Port ohne IP-Adressenvergabe

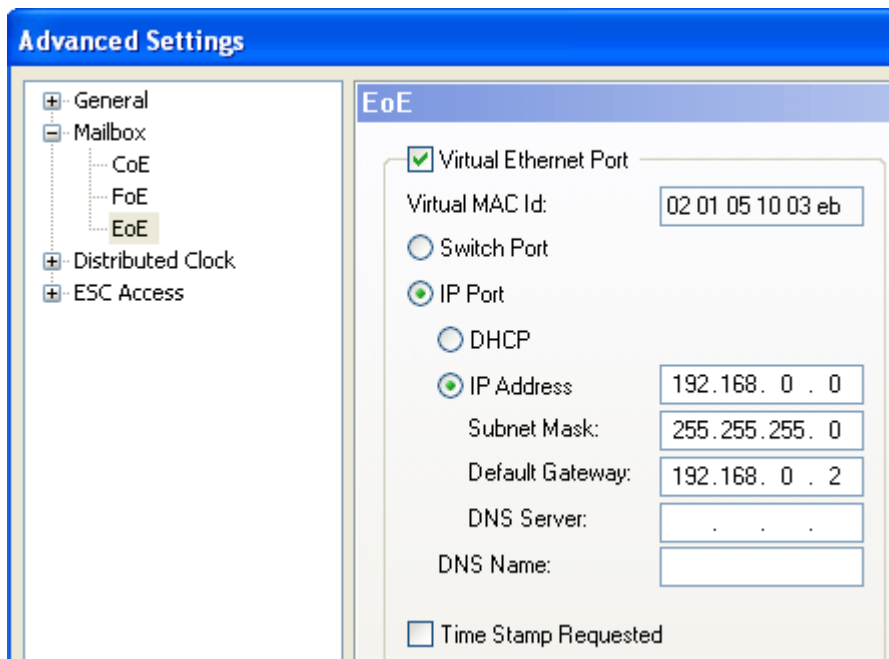


Abb. 11: Ab FW03: Einstellungen für dynamisch vergebene IP-Adresse

Dabei ist zu beachten:

- die Checkbox "DHCP" ist nicht zu benutzen - die Checkbox "IP-Adresse" aktiviert die DHCP/BootP-Funktion in der EL66xx.
- die Einstellungen Gateway, Maske und Server werden ebenfalls dem Client/Gerät mitgeteilt.
- es kann nur *eine* Adresse vergeben werden, d.h. es darf kein Switch mit angeschlossenen Teilnehmern nachfolgen.
- der Adressbereich muss mit dem des EtherCAT-Adapters übereinstimmen.
- DHCP Server Identifier: manche DHCP Server benötigen im Antworttelegramm eine ServerID. Lösung für EL6601 ab FW15: Im CoE 0xF800:01 ist der Wert 0x1000 einzutragen. Wenn in der EL6601 ein Default Gateway eingetragen ist wird diese dann als DHCP Server Identifier genutzt.

Einstellungen der Mailbox

Die Mailbox-Größe kann im Beckhoff TwinCAT System Manager geändert werden:

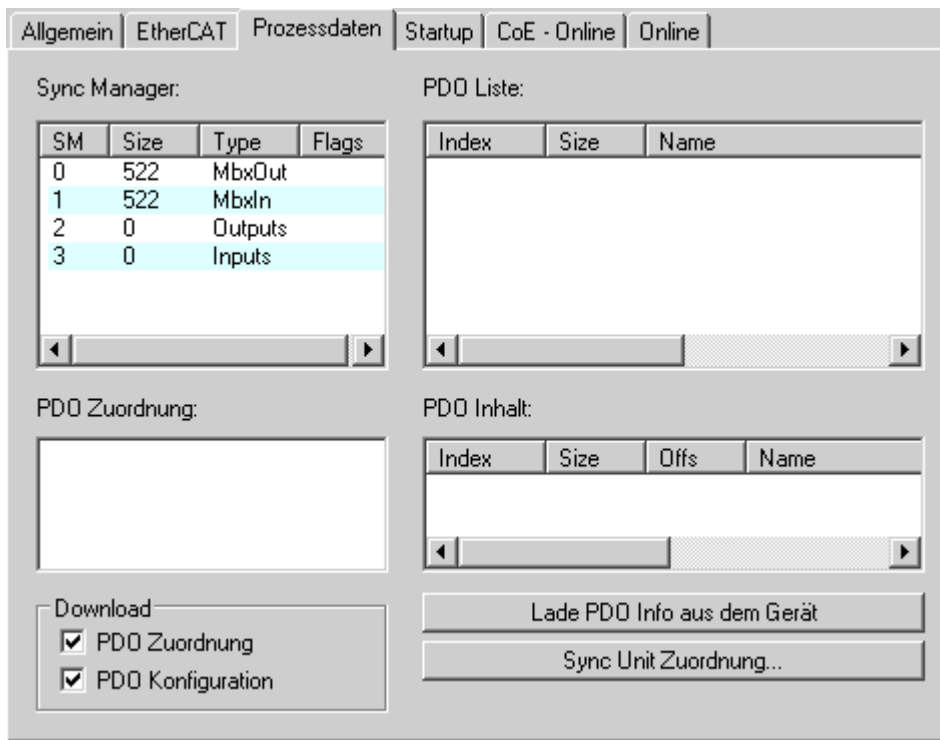


Abb. 12: Default Einstellungen der Mailbox

Standardmäßig ist die Mailbox auf 522 Byte Input und 522 Byte Output ($20 A_{hex}$) eingestellt, s. Abb. *Default Einstellungen der Mailbox*, Einträge für SyncManager 0 und 1. Zur Erhöhung des Datendurchsatzes kann die Mailbox auf bis zu 1024 Byte vergrößert werden, s. Abb. *Vergrößerung der Mailbox*.

Default Mailboxgröße

i Ab Revision EL66xx-0000-0018 ist die Mailbox standardmäßig bereits auf 1024 Byte in beiden Richtungen eingestellt, kann also nicht weiter vergrößert werden. Voranstehende Aussagen gelten für Klemmen mit Revision -0000, -0016 oder -0017.

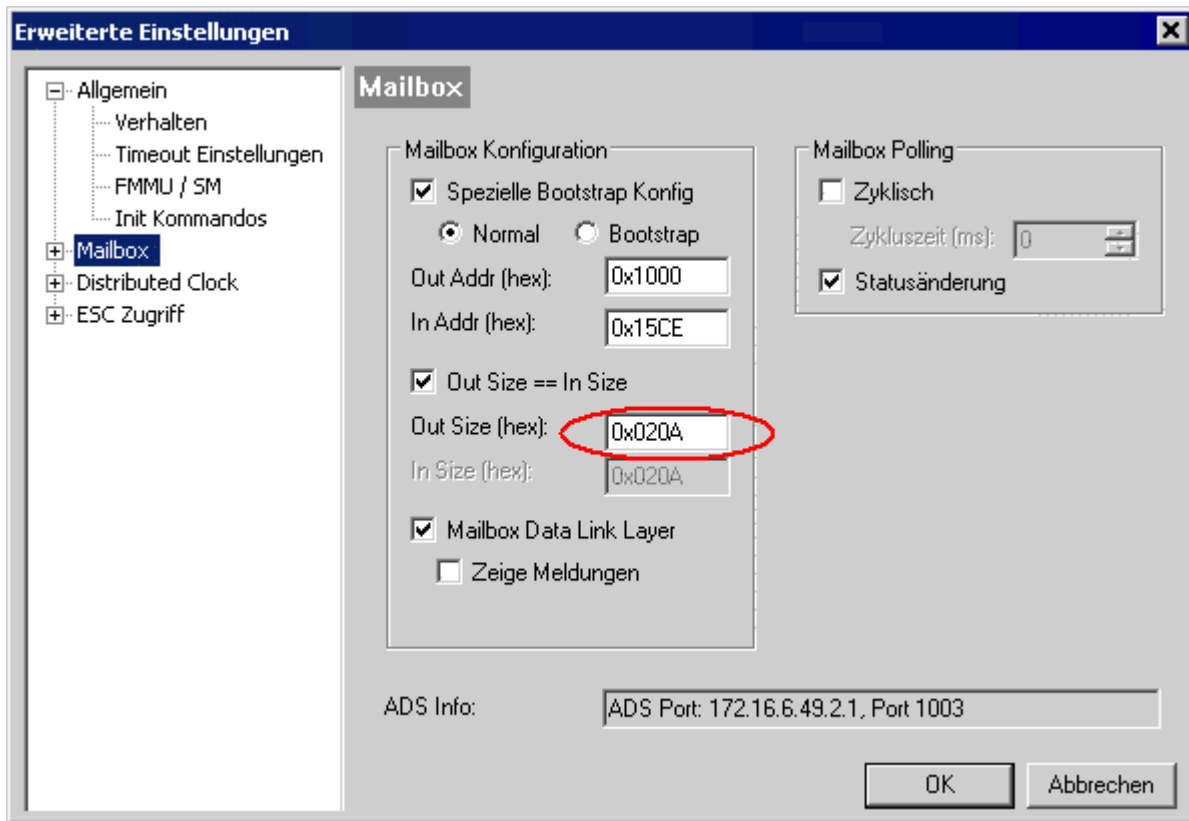


Abb. 13: Vergrößerung der Mailbox

Unter EL6601 -> Karteireiter EtherCAT -> "Erweiterte Einstellungen..." -> "Mailbox" kann die "Out Size" hexadezimal auf Werte zwischen $42_{dez}/2 A_{hex}$ und $1024_{dez}/400_{hex}$ Byte eingestellt werden. Ethernet-Frames, die größer sind als die Mailbox der EL6601, werden von der EL6601 bzw. dem EtherCAT-Master fragmentiert und nach Durchlaufen des EtherCAT-Systems wieder zusammengesetzt.

Einstellung virtueller Switch

Die im TwinCAT-System vorhandenen EL66xx treten insgesamt als virtueller Switch auf, mit dem EtherCAT-System als "Backbone".

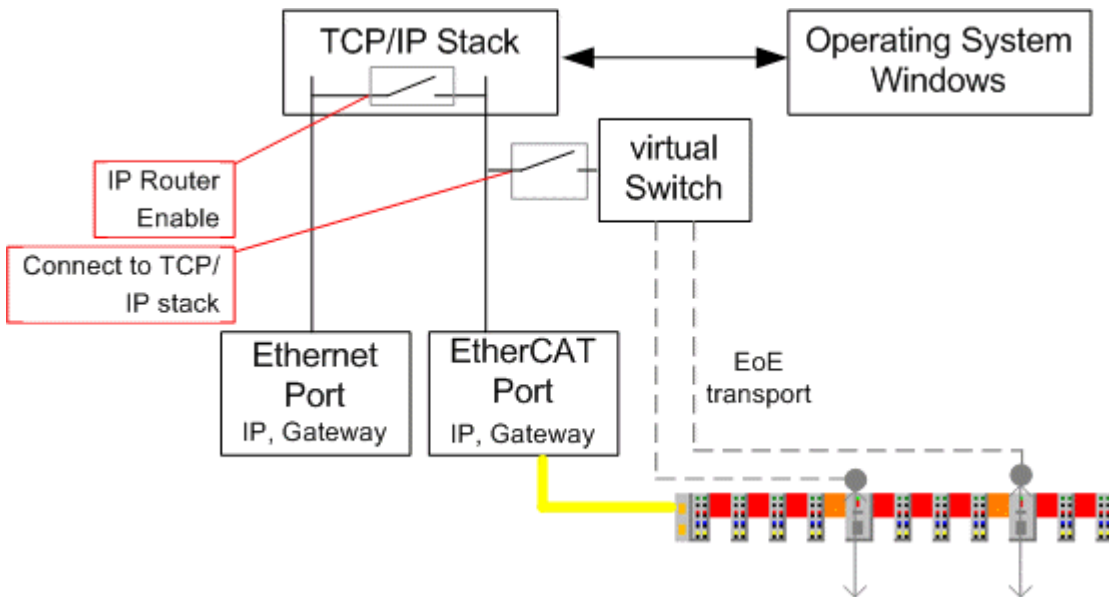


Abb. 14: TwinCAT 2.11, virtueller TwinCAT Switch

Die Einstellungen dazu finden sich unter TwinCAT | Gerät EtherCAT | Erweiterte Einstellungen

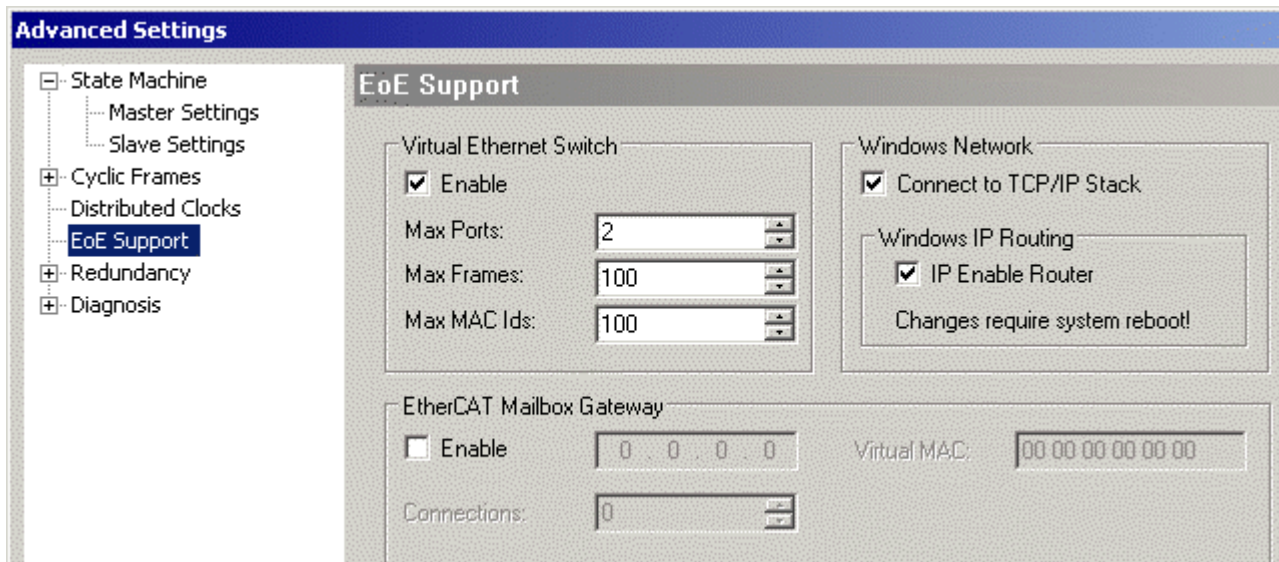


Abb. 15: TwinCAT 2.11, virtueller TwinCAT Switch

Hinweise

- wird eine große Anzahl an EL66xx im EtherCAT-Strang verwendet, kann es sinnvoll sein die Angabe *MaxFrames* zu erhöhen
- wird die EL66xx ausschließlich für Netzwerkvariablen-Verkehr benutzt, sollte *ConnectToTcpStack* deaktiviert werden
- IP-Routing ist standardmäßig aktiviert, dies kann auch durch Eingabe von "ipconfig /all" in der Kommandozeile (Windows) überprüft werden

2.5 EL66xx und Beckhoff Netzwerk Variablen

2.5.1 Erklärung Netzwerkvariablen

Netzwerkvariablen

Die EL66xx unterstützen das Versenden/Empfangen von Netzwerkvariablen. Dies gilt für die EL6601 ab Firmware 07, für die EL6614 ab Firmware 03.

Es sind in Summe maximal je 32 Publisher und Subscriber je EL66xx zulässig.

● Austausch von Hardware

i Wurde in der Anlage eine frühere Version der EL6601 projektiert (EL6601-0000-0000), ist ein Austausch gegen Versionen ab EL6601-0000-0017 problemlos möglich. Wurde dagegen eine Version ab EL6601-0000-0017 projektiert, ist ein Austausch gegen eine frühere Version aufgrund der dort nicht unterstützten Netzwerkvariablen nicht möglich.

Netzwerkvariablen ist der Begriff für besonders aufgebaute Ethernet-Frames, mit denen Beckhoff-Geräte untereinander in Echtzeit über Ethernet kommunizieren können. Ein solches Gerät kann Versender von Nachrichten (Publisher) oder Empfänger (Subscriber) sein.

Pro Publisher wird je ein Ethernet-Frame gesendet (Ethernet basiert). Somit können je Publisher maximal 1500 Byte Daten versendet werden. Innerhalb eines Publisher/Subscriber können wiederum mehrere Variablen - die Publisher- bzw. Subscriber-Variablen - angelegt werden.

Zu jedem sendenden/empfangenden Gerät (z. B. IPC oder EL6601) können üblicherweise mehrere Publisher/Subscriber konfiguriert werden.

Die Hierarchie am Beispiel eines Datensenders besteht also aus

- dem sendenden Gerät mit mindestens einer Ethernet Schnittstelle: IPC, CX, FC9011, EL6601, ...
 - FastEthernet/100 MBit und 1 GBit werden unterstützt
 - diese Ethernet-Schnittstelle ist im lokalen TwinCAT System Manager als Realtime-Ethernet-Gerät konfiguriert
- 1..n konfigurierten Publisher - jeder Publisher wird als eigener Ethernet-Frame versendet und kann daher max. 1500 Byte umfassen
- 1..n darin befindlichen Publisher-Variablen zur Verlinkung mit der Task/PLC
 - je Publisher-Variable werden die Anwendernutzdaten und Diagnosedaten [► 30] übertragen

Spiegelbildlich ist der Aufbau auf der Empfängerseite angelegt.

Die EL66xx kann ebenfalls Publisher und Subscriber eigenständig verarbeiten, die Rahmendaten sind

- max. 32 Publisher und/oder Subscriber
- je Senderichtung (Publisher oder Subscriber) sind in Summe maximal zulässig
 - alle Publisher: 1024 Byte Gesamtdaten [► 30]
 - alle Subscriber: 1024 Byte Gesamtdaten [► 30]


● Update der Klemme

i Voranstehende Werte gelten für eine EL6601/6614-0000-0018. Die Version -0017 unterstützt nur maximal 300 Byte je Publisher/Subscriber. Wenn Sie eine -0017 einsetzen, können Sie durch ein Update der Klemme auf die Revision -0018 die o.a. Werte erreichen. Wenden Sie sich dazu an den Support.

Bei entsprechender EtherCAT-Zykluszeit sind je nach Umfang und Anzahl der in der EL66xx konfigurierten Publisher/Subscriber Realtime-Zykluszeiten bis zu <500 µs möglich.

Typische Durchsatzwerte der EL6601, FW08, Rev. EL6601-0000-0018 sind

- 1 Publisher mit 1000 Byte, 1 Subscriber mit 1000 Byte, gleichzeitiger bidirektionaler Betrieb: 2 ms
- 1 Publisher mit 100 Byte, 1 Subscriber mit 100 Byte, gleichzeitiger bidirektionaler Betrieb: 300 µs

Beide Kennwerte wurden mit diesem https://infosys.beckhoff.com/content/1031/el6601_el6614/Resources/2349555083.zip  ermittelt. Für das System Manager File *.tsm ist TwinCAT ab Version 2.11 erforderlich.

Am Beispiel der EL6601 wird erklärt, wie diese als Publisher oder Subscriber für Netzwerkvariablen konfiguriert werden kann. Die Dialoge unter TwinCAT 2.10 und TwinCAT 2.11 unterscheiden sich dabei geringfügig.

Die nachfolgenden Beschreibungen der Dialoge der EL6601 im TwinCAT System Manager sind ebenfalls auf die EL6614 anzuwenden.

Hinweis zum Begriff Gesamtdaten

Je Datenrichtung kann die EL6601/EL6614 ab Rev. -0018 max. 1024 Byte Gesamtdaten übertragen. Die Gesamtdaten setzen sich zusammen aus den Anwendernutzdaten (z. B. ein zu übertragendes UDINT) und Diagnosedaten der EL66xx.

Formel für Anzahl der Bytes der Diagnosedaten

- Richtung Publisher: $2 + ((\text{Anzahl Publisher}) * 2)$
- Richtung Subscriber: $2 + ((\text{Anzahl Subscriber Variablen}) * 4)$

Überschreitet die konfigurierte Datenmenge 1024 Byte, wird dies beim Aktivierungsversuch durch ein Meldungsfenster angezeigt:

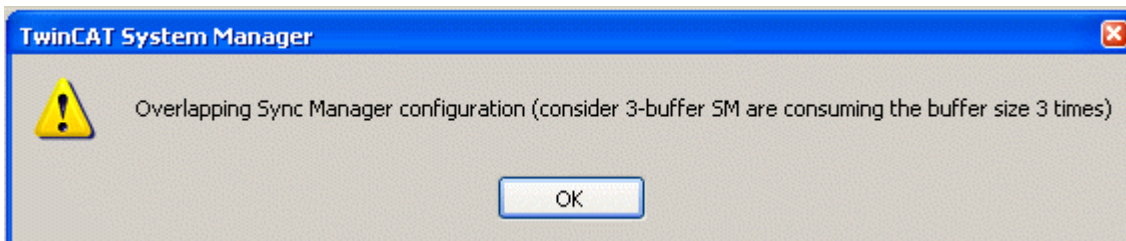


Abb. 16: Hinweis Überschreitung konfigurierte Datenmenge

Hinweis zum Datenumfang

Die EL66xx (EL6601 ab FW07, EL6614 ab FW03) verfügt über 8 kByte Nutzspeicher, der standardmäßig wie folgt belegt ist

Typ	Nutzumfang	Betriebsart	Belegter Speicher
Mailbox Out	1024 Byte		1024 Byte (fix)
Mailbox In	1024 Byte		1024 Byte (fix)
Publisher	1024 Byte	3-Puffer-Betrieb	3072 Byte
Subscriber	1024 Byte	3-Puffer-Betrieb	3072 Byte

Werden in einer Anwendung mehr Publisher oder Subscriber Daten benötigt, können die SyncManager zu Lasten der jeweils anderen Funktion verändert werden. Die Mailbox kann nicht verändert werden.

2.5.2 Einstellungen im System Manager

● Erscheinungsbild der Variablen

i Je nach verwendeter Plattform (PC oder EL66xx) stellen sich Publisher/Subscriber unterschiedlich dar. Ein Publisher/Subscriber kann angelegt werden:

- auf einer PC-Netzwerkschnittstelle, s. [Beckhoff Netzwerk Variablen - Einstellungen \[► 124\]](#)
- auf einer EL66xx

Im Folgenden ist beispielhaft eine Publisher- und eine Subscriber-Variable (Größe je 16 Bit Wort) auf einer EL6601 unter TwinCAT 2.10 eingerichtet.

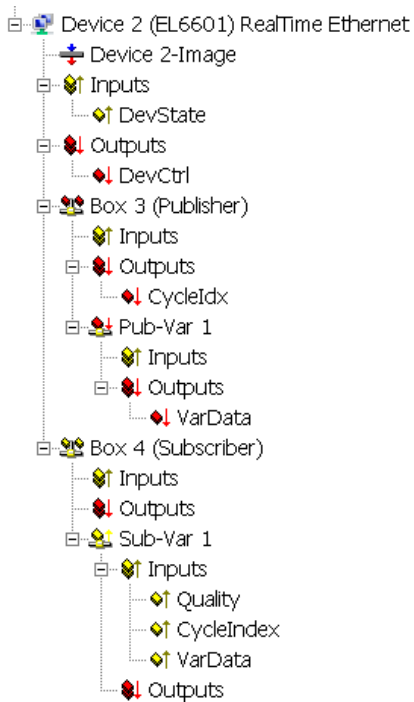


Abb. 17: Beispielkonfiguration Netzwerkvariablen auf EL6601

Prozessdaten:

- "CycleIdx": muss von der Applikation bedient werden, wenn sie auf der Subscriberseite ausgewertet werden soll.
- "CycleIndex": Subscriberseitiges Gegenstück zum CycleIdx.
- "VarData": die zu versendenden Daten.

2.5.3 Hinweise

- Die RT-Statistik-Anzeigen werden unter TwinCAT bei einem EL66xx-RT-Geräts nicht unterstützt.
Lösung: Alternativ können zur Diagnose entsprechende CoE-Parameter ausgelesen werden.
- Die Publisher-Features "OnChangeOnly" und "DataExchange (Divider/Modulo)" werden in Verbindung mit der EL66xx nicht unterstützt.
Lösung: [ab FW08] Das Versenden der konfigurierten Publisher-Variablen kann durch DevCtrl zyklisch unterbunden werden.
- Wird ein Publisher auf einer EL66xx eingerichtet, muss der CycleIndex [► 125] des Publishers vom Anwender bedient werden. Auf einem PC wird sie dagegen von TwinCAT inkrementiert.
- Zur Diagnose einer Netzwerkvariablenverbindung wird empfohlen:
 1. LinkStatus im "DevState" des RT-Geräts überwachen (Gerät --> Inputs --> DevState). *DevState* = 0 ist der Sollzustand.
 2. *Quality* und *CycleIndex* im Subscriber überwachen.
- Die Link-LED in der EL66xx zeigt nur den Zustand der Kabelverbindung an, nicht den einer ggf. bestehenden Netzwerkvariablenverbindung.
- Wird die EL66xx ausschließlich für Netzwerkvariablen-Verkehr benutzt, sollte ConnectToTcpStack [► 29] deaktiviert werden.
- Es sind in Summe maximal je 32 Publisher und Subscriber je EL66xx zulässig.

2.5.4 Publisher unterdrücken

Anwendbar: TwinCAT ab Version 2.11, EL6601 ab FW08, EL6614 ab FW04

Wird die EL66xx mit einer kurzen Zykluszeit und konfigurierten Publishern betrieben, kann dies eine hohe Netzwerklast im angeschlossenen Netzwerk verursachen. Deshalb kann die EL66xx so konfiguriert werden, dass durch die Variable *DevCtrl* das Versenden einzelner Publisher geblockt wird. Dazu muss im CoE (CanOpenOverEtherCAT) das Objekt 0xF800:02 belegt werden.

Gruppen von Publisher-Boxen können bitweise (Publisher-Frames) geblockt werden. In den obersten 4 Bit (High Nibble des High Byte) von 0xF800:02 ist die Granularität der Gruppen 1..15 anzugeben, d.h. wie viele Publisher-Frames jeweils in einer Gruppe zusammengefasst werden:

Die oberen 8 Bit von *DevCtrl* (Format: 16 Bit) sperren dann jeweils im aktuellen Zyklus das Versenden der in der jeweiligen Gruppe liegenden Publisher-Frames.

High-Byte von *DevCtrl* :

- 0 = kein Blocken
- n = jedes Bit in *DevCtrl* bedeutet eine n-Gruppe von Publishern, n aus [1..31]

Damit können maximal 8 Gruppen von Publishern geblockt werden.

Beispiel:

DevCtrl.10=true und *0xF800:02*= 0x2000 bedeutet, dass die 3.Gruppe in diesem PLC-Zyklus geblockt wird. Eine Gruppe besteht aus 2 Publisher-Frames, es werden hier also alle Publisher-Variablen, die in den Publisher-Frames 5+6 liegen, nicht versendet.

HINWEIS

Unterdrückung einzelner Publisher

Die Struktur eines "Publisher" als Publisher-Box im System Manager ist

- ein Ethernet Frame, dieser enthält
- n Publisher

Die einzelnen Bits in *DevCtrl* blocken jeweils eine Gruppe an Publisher-Frames.

Der Erfolg der Maßnahmen kann z. B. mit einem Netzwerkmonitor wie Wireshark kontrolliert werden.



Veränderungen im CoE

Mit dem TwinCAT System Manager können online die CoE-Inhalte (wenn beschreibbar) geändert werden. Nach einem Neustart der Klemme/des EtherCAT-Systems ist diese Änderung jedoch nicht mehr vorhanden sondern wieder der Default-Wert gesetzt. Deshalb muss jede dauerhafte Änderung in der CoE-StartUp-Liste der Klemme hinterlegt werden.

Anmerkung: die Bitzählung beginnt in dieser Dokumentation bei 0: Wert.0, Wert.1, ...

2.5.5 Subscriber filtern

Anwendbar: TwinCAT ab Version 2.11, EL6601 ab FW08, EL6614 ab FW06

In Abhängigkeit von der Konfiguration des Ethernet-Netzwerks kommen dort verwendete Publisher-Telegramme in niedriger oder hoher Anzahl bei den im Netzwerk eingesetzten EL66xx an. Beim Start wird die EL66xx durch den EtherCAT Master auf die von ihr zu empfangenden Subscriber-Variablen konfiguriert: Source AMS Net ID und ID der Variablen werden für jeden Subscriber in das CoE geladen. In den CoE-Objekten 0x60n0:01 und 0x60n0:02 sind dann jeweils die zu prüfenden AmsNetId und VariablenID enthalten. Deshalb kann die EL66xx auf die ankommenden Publisher-ID filtern und mit den eigenen Subscriber-ID vergleichen. Zu diesem Zweck werden die in den empfangenen Ethernet-Frames enthaltenen Publisher-Variablen zerlegt und einzeln geprüft.

Entspricht ein ankommender Subscriber:

- einer konfigurierten AMS Net ID und Variablen ID, wird der Inhalt über PDO an EtherCAT übergeben.

- NICHT dem oben genannten, wird der Inhalt standardmäßig an das azyklische Mailbox-Interface zur Übertragung an den Master übergeben.

Das ist die Standard-Einstellung der EL66xx.

Der zweite Weg erzeugt eine hohe azyklische EtherCAT-Transportlast, denn es werden von der EL66xx empfangene Subscriber transportiert, die von dieser EL66xx gar nicht transportiert werden sollten. Deshalb kann durch den **CoE-Eintrag 0xF800:02 = 0x0100 (Bit 8 = TRUE)** der Subscriber-Filter aktiviert werden. Dann werden Subscriber-Daten, die nicht dem AmsNetID/VariablenID-Filter entsprechen, in der Klemme verworfen und nicht an die Mailbox übergeben.

Subscriber filtern

Es wird empfohlen, den Subscriberfilter zu aktivieren.

Da die EL66xx bei jedem INIT-OP-Übergang neu initialisiert wird, muss der genannte CoE-Eintrag unbedingt in der StartUp-Liste gesetzt werden.

Anmerkung: die Bitzählung beginnt in dieser Dokumentation bei 0: Wert.0, Wert.1, ...

2.5.6 Einrichtung TwinCAT 2.10

Nachdem der EtherCAT-Bus mit seinen Teilnehmern konfiguriert wurde, wird die EL6601 als eigenes Gerät im Konfigurationsbaum angefügt.

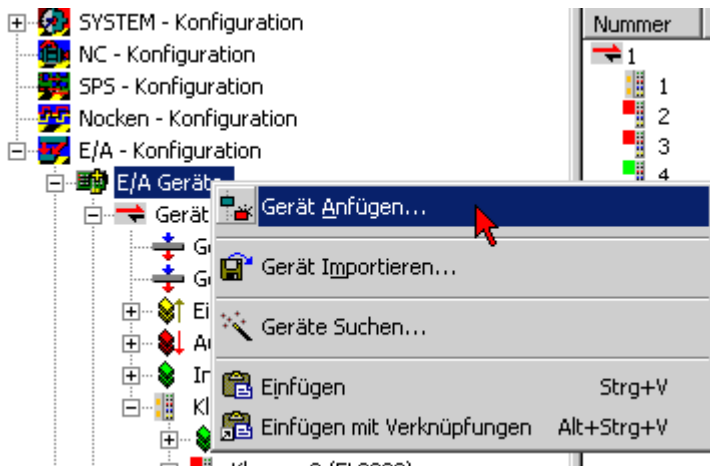


Abb. 18: Gerät anfügen

Im Auswahldialog wird eine EL6601 als Real-Time Ethernet Gerät angeboten. Auch bei Einsatz einer EL6614 muss hier die EL6601 ausgewählt werden.

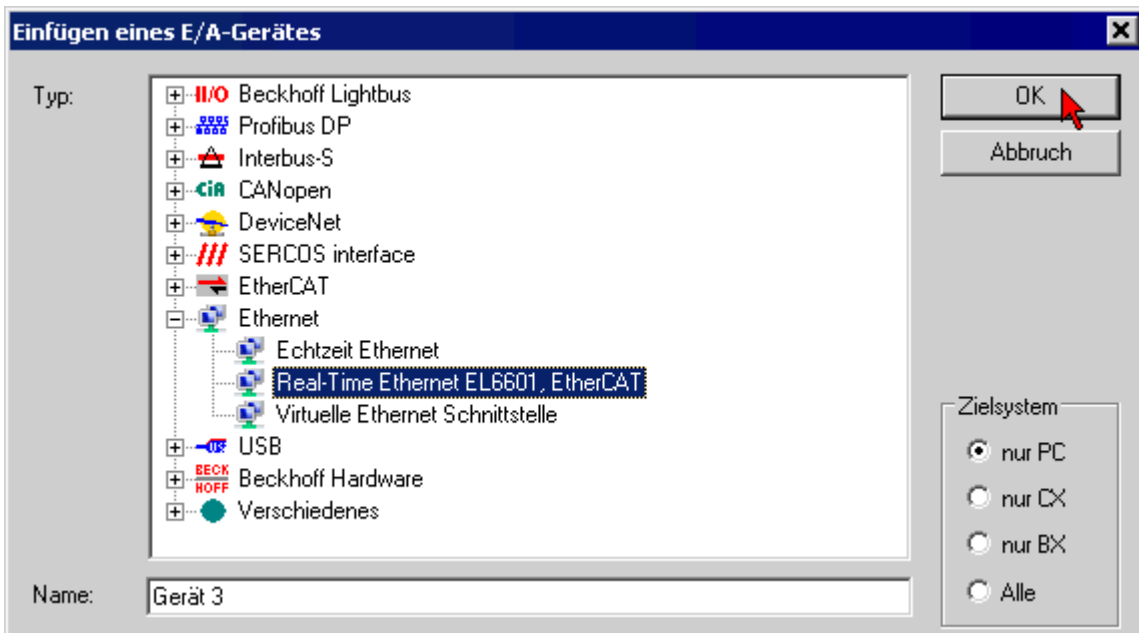


Abb. 19: EL6601 auswählen

An die EL6601 wird nun eine imaginäre Box als Publisher oder Subscriber angefügt.

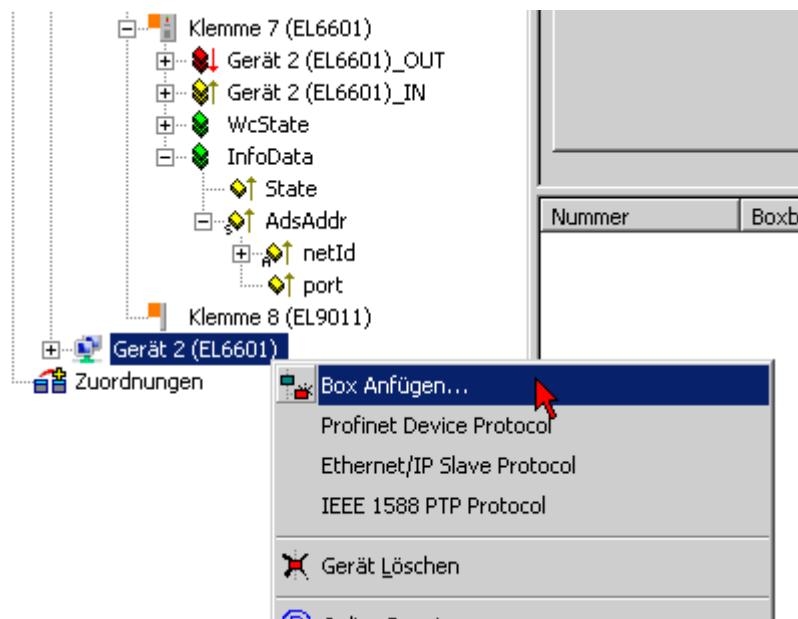


Abb. 20: Box anfügen



Abb. 21: Netzwerkvariable anfügen

Nun wird die das "Gerät EL6601" noch mit der realen EL6601 oder EL6614 im Auswahldialog verbunden (Karteireiter "Adapter" -> "Suchen...").

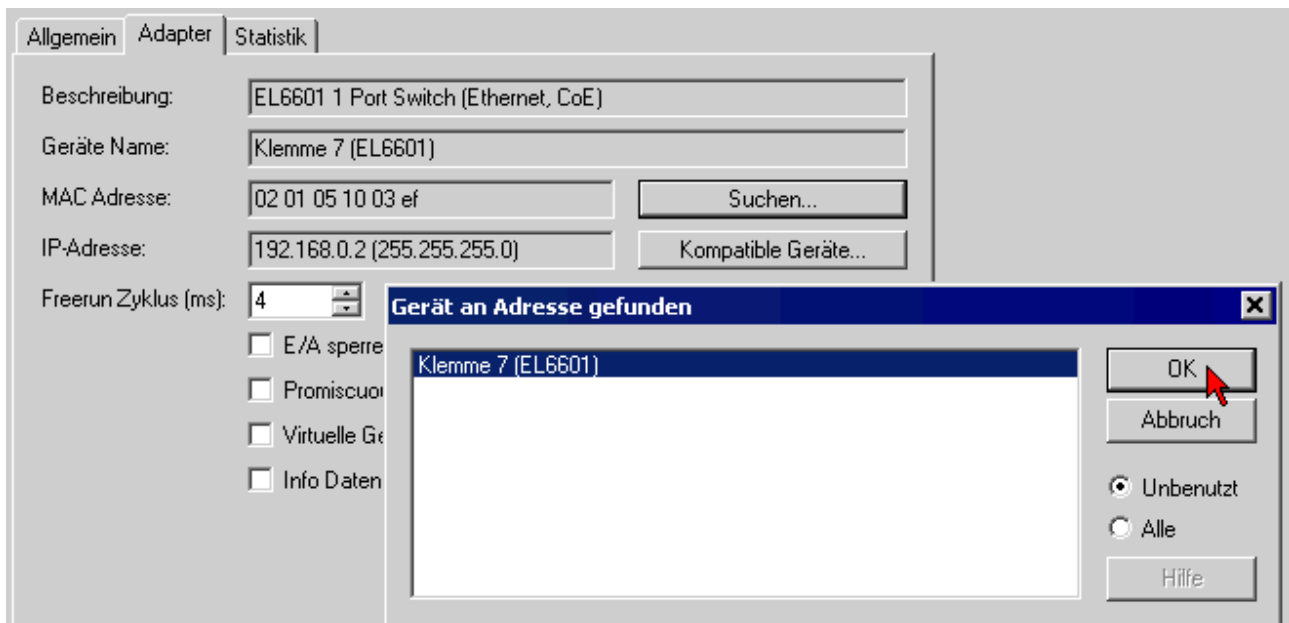


Abb. 22: Gerät mit der EL6601 verbinden

Alle weiteren Schritte erfolgen wie in den vorhergehenden Artikeln beschrieben.

2.5.7 Einrichtung TwinCAT 2.11

Wenn die EtherCAT Konfiguration manuell angelegt oder im Feld gescannt wurde, können Sie nun eine EL66xx als Sender/Empfänger von Netzwerkvariablen konfigurieren.

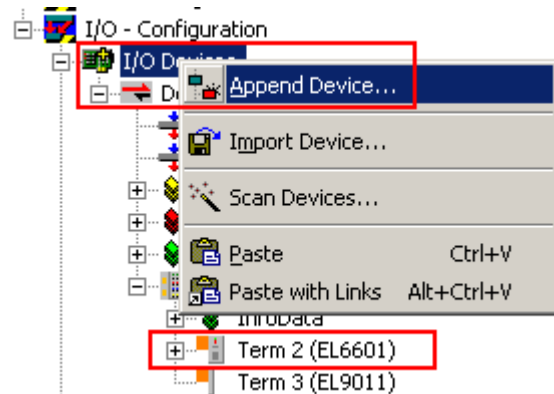


Abb. 23: Neues Gerät anlegen

Im Gerätedialog wählen Sie das EAP aus:



Abb. 24: EAP auswählen

Das neue Gerät wird automatisch einer verfügbaren EL66xx zugeordnet, dies kann auch manuell durchgeführt werden:

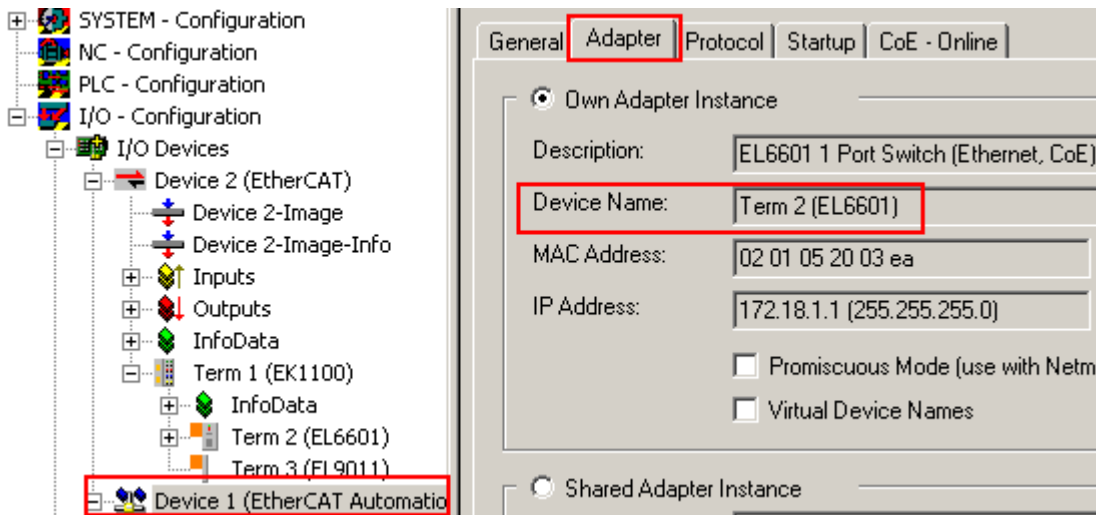


Abb. 25: Gerätezuordnung zur EL66xx

Nun müssen die Sender/Empfängervariablen angelegt werden:

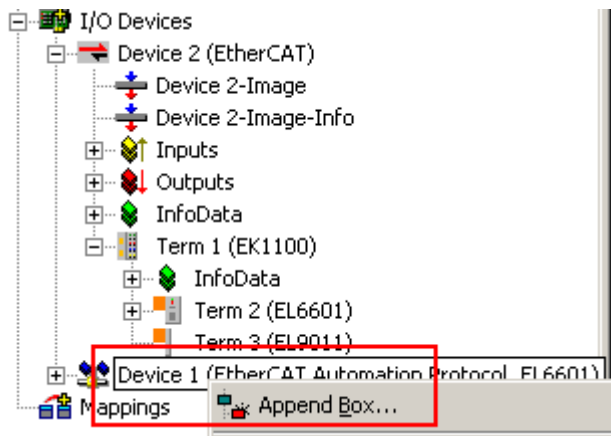


Abb. 26: Box anfügen

Je EAP-Gerät können mehrere Publisher und Subscriber angelegt werden.

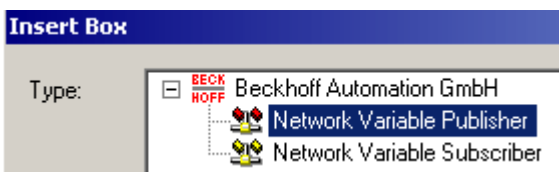


Abb. 27: Publisher/Subscriber

In der Topologie-Ansicht taucht ein EAP-Gerät wie folgt auf:

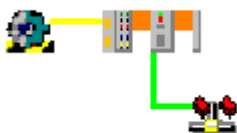


Abb. 28: Topologieansicht

Alle weiteren Schritte erfolgen wie in den vorhergehenden Artikeln beschrieben.

2.6 Konfiguration am CX20x0 & CX50x0 System

Die Embedded PC der Serie CX20x0 und CX50x0 bieten die Besonderheit des integrierten I/O-Interfaces für E-Bus und K-Bus mit automatischer Umschaltung. Die im TwinCAT-System vorhandenen EL66xx Teilnehmer treten insgesamt als virtueller Switch auf, mit dem EtherCAT-System als "Backbone". Die interne Anbindung der Schnittstelle wird beim CX20x0 und CX50x0 System nicht über eine Netzwerkschnittstelle, sondern über ein FPGA realisiert.

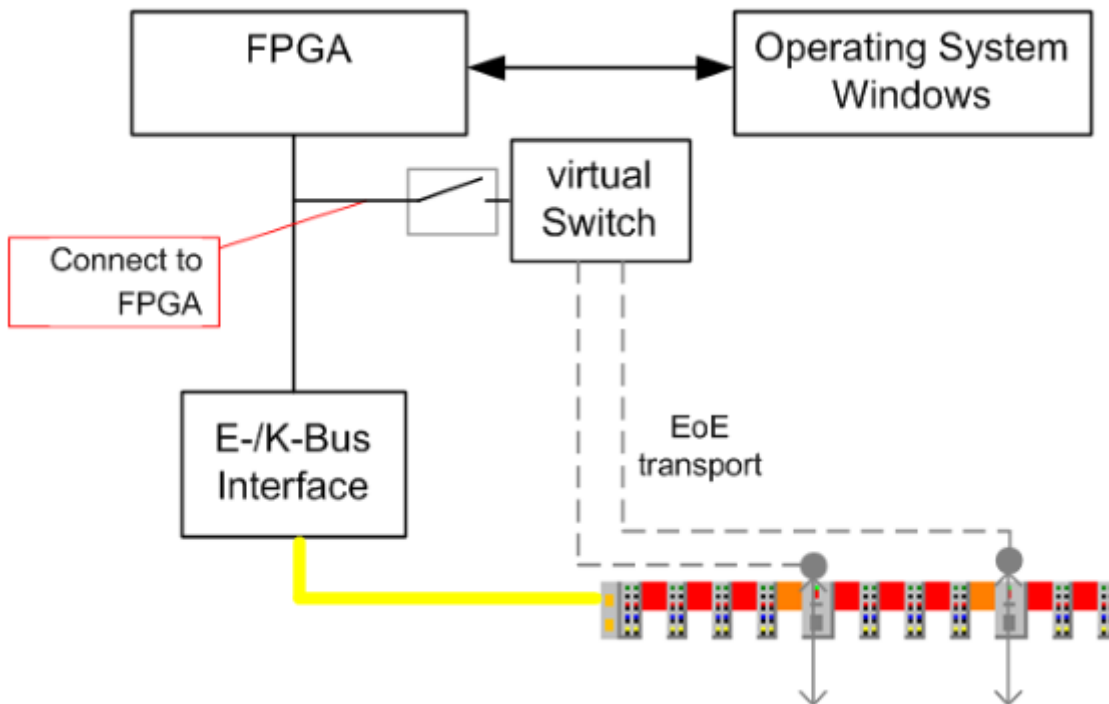


Abb. 29: Virtueller TwinCAT Switch im CX20x0 & CX50x0 System

Auf Grund der internen Anbindung per FPGA und der automatischen E-Bus / K-Bus Erkennung wird bei der Offline-Konfiguration der Ethernet Port erst bei Aktivierung der Konfiguration sichtbar. Soll der Ethernet Port bereits offline konfiguriert werden, so ist wie folgt vorzugehen:

- Auf Grund der automatischen E-Bus und K-Bus Umschaltung ist eine beliebige Klemme mit dem entsprechendem Bus zu stecken
- Der interne PCI Port wird bei der Offline-Konfiguration erkannt und muss ausgewählt werden

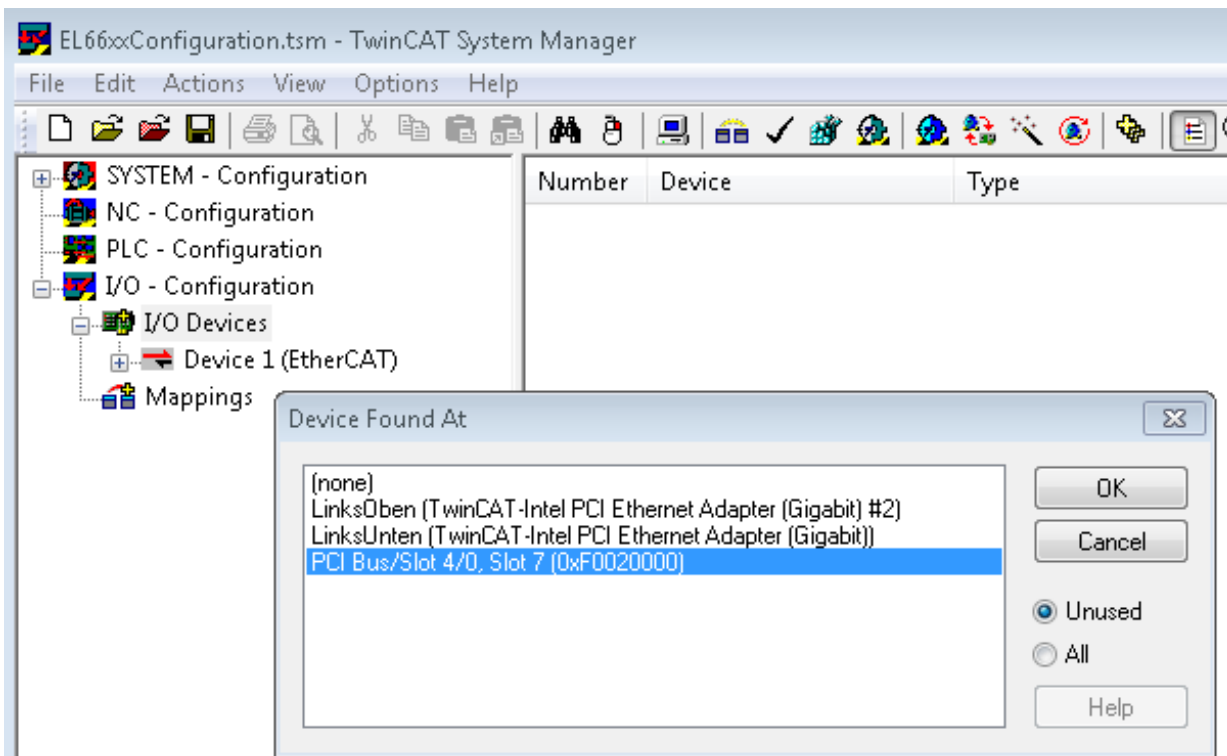


Abb. 30: Dialog zur Auswahl des PCI Ports

- Die kundenspezifische Konfiguration kann erstellt und die EL66xx kann in die Konfiguration eingefügt werden

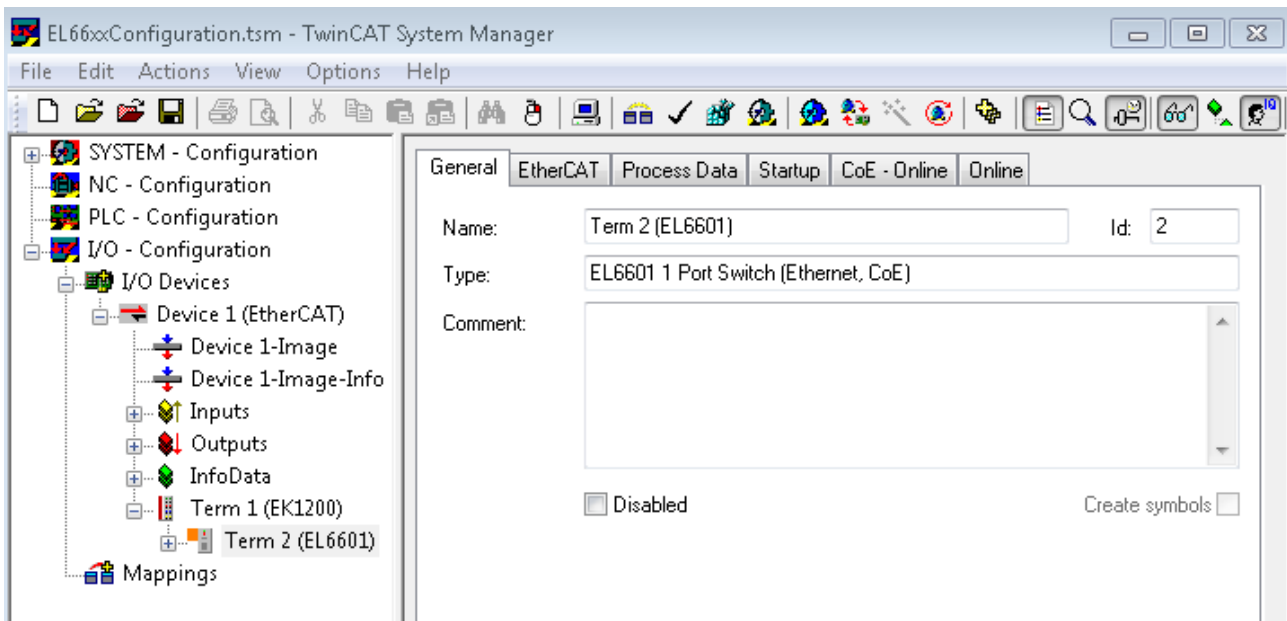


Abb. 31: Einfügen der EL66xx in die Konfiguration

- Nach "Neuladen der E/A Geräte" (F4) wird der Ethernet Port erkannt und taucht unter den Netzwerkverbindungen neu auf
- als "Local Area Connection 4"

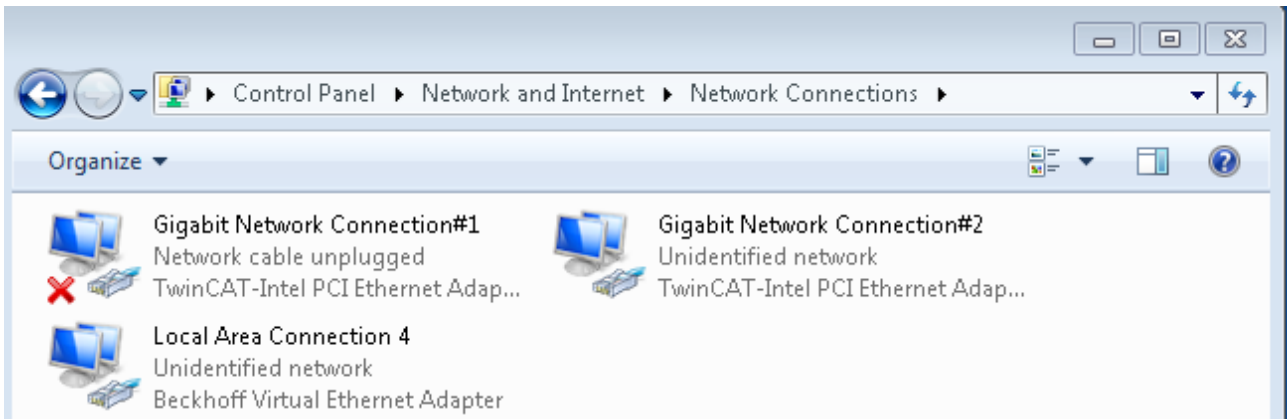


Abb. 32: Neues Netzwerk „Local Area Connection“ in den Windows Netzwerkverbindungen

- Der Port kann nun den Anforderungen entsprechend parametrisiert werden. Die Einstellungen werden übernommen und gespeichert. Auch wenn der Port wieder verschwindet, so bleiben die getätigten Einstellungen für die spätere Inbetriebnahme erhalten.

Besteht weiterhin das Problem, dass der Ethernet Port der EL66xx nicht in der Netzwerkverbindung auftaucht, so kann dies nachfolgende Ursachen haben. Diese sind zu prüfen und die aufgeführten Gegenmaßnahmen sind zu ergreifen.

Voraussetzungen

Es gilt zu prüfen:	
Virtueller Ethernet Switch ist nicht aktiviert	<u>Einstellungen virtueller Switch</u> [▶ 28] und entsprechende Hinweise sind zu prüfen
TwinCAT2 und TwinCAT3 sind gleichzeitig installiert	möglicher Treiber-Konflikt, bitte an den Beckhoff Support wenden

3 Grundlagen der Kommunikation

3.1 EtherCAT-Grundlagen

Grundlagen zum Feldbus EtherCAT entnehmen Sie bitte der [EtherCAT System-Dokumentation](#).

3.2 EtherCAT-Verkabelung - Drahtgebunden

Die zulässige Leitungslänge zwischen zwei EtherCAT-Geräten darf maximal 100 Meter betragen. Dies resultiert aus der FastEthernet-Technologie, die vor allem aus Gründen der Signaldämpfung über die Leitungslänge eine maximale Linklänge von 5 + 90 + 5 m erlaubt, wenn Leitungen mit entsprechenden Eigenschaften verwendet werden. Siehe dazu auch die [Auslegungsempfehlungen zur Infrastruktur für EtherCAT/Ethernet](#).

Kabel und Steckverbinder

Verwenden Sie zur Verbindung von EtherCAT-Geräten nur Ethernet-Verbindungen (Kabel + Stecker), die mindestens der Kategorie 5 (CAT5) nach EN 50173 bzw. ISO/IEC 11801 entsprechen. EtherCAT nutzt 4 Adern des Kabels für die Signalübertragung.

EtherCAT verwendet beispielsweise RJ45-Steckverbinder. Die Kontaktbelegung ist zum Ethernet-Standard (ISO/IEC 8802-3) kompatibel.

Pin	Aderfarbe	Signal	Beschreibung
1	gelb	TD+	Transmission Data +
2	orange	TD-	Transmission Data -
3	weiß	RD+	Receiver Data +
6	blau	RD-	Receiver Data -

Aufgrund der automatischen Kabelerkennung (Auto-Crossing) können Sie zwischen EtherCAT-Geräten von Beckhoff sowohl symmetrisch (1:1) belegte als auch Cross-Over-Kabel verwenden.

● Empfohlene Kabel

- i** Es wird empfohlen die entsprechenden Beckhoff Komponenten zu verwenden, z. B.
- Kabelsätze ZK1090-9191-xxxx bzw.
 - feldkonfektionierbare RJ45 Stecker ZS1090-0005
 - feldkonfektionierbare Ethernet Leitung ZB9010, ZB9020

Geeignete Kabel zur Verbindung von EtherCAT-Geräten finden Sie auf der [Beckhoff Website!](#)

E-Bus-Versorgung

Ein Buskoppler kann die an ihm angefügten EL-Klemmen mit der E-Bus-Systemspannung von 5 V versorgen, in der Regel ist ein Koppler dabei bis zu 2 A belastbar (siehe Dokumentation des jeweiligen Gerätes).

Zu jeder EL-Klemme ist die Information, wie viel Strom sie aus der E-Bus-Versorgung benötigt, online und im Katalog verfügbar. Benötigen die angefügten Klemmen mehr Strom als der Koppler liefern kann, sind an entsprechender Position im Klemmenstrang Einspeiseklemmen (z. B. [EL9410](#)) zu setzen.

Im TwinCAT System Manager wird der vorberechnete theoretische maximale E-Bus-Strom angezeigt. Eine Unterschreitung wird durch negativen Summenbetrag und Ausrufezeichen markiert, vor einer solchen Stelle ist eine Einspeiseklemme zu setzen.

Number	Box Name	Add...	Type	In Si...	Out ...	E-Bus (mA)
1	Term 1 (EK1100)	1001	EK1100			
2	Term 2 (EL2008)	1002	EL2008		1.0	1890
3	Term 3 (EL2008)	1003	EL2008		1.0	1780
4	Term 4 (EL2008)	1004	EL2008		1.0	1670
5	Term 5 (EL6740...)	1005	EL6740-0010	2.0	2.0	1220
6	Term 6 (EL6740...)	1006	EL6740-0010	2.0	2.0	770
7	Term 7 (EL6740...)	1007	EL6740-0010	2.0	2.0	320
8	Term 8 (EL6740...)	1008	EL6740-0010	2.0	2.0	-130 I
9	Term 9 (EL6740...)	1009	EL6740-0010	2.0	2.0	-580 I

Abb. 33: System Manager Stromberechnung

HINWEIS

Fehlfunktion möglich!
 Die E-Bus-Versorgung aller EtherCAT-Klemmen eines Klemmenblocks muss aus demselben Massepotential erfolgen!

3.3 Allgemeine Hinweise zur Watchdog-Einstellung

Die ELxxxx Klemmen sind mit einer Sicherungseinrichtung (Watchdog) ausgestattet, die z. B. bei unterbrochenem Prozessdatenverkehr nach einer voreinstellbaren Zeit die Ausgänge (so vorhanden) in einen ggf. vorgebbaren Zustand schaltet, in Abhängigkeit vom Gerät und Einstellung z. B. auf FALSE (aus) oder einen Ausgabewert.

Der EtherCAT Slave Controller (ESC) verfügt dazu über zwei Watchdogs:

- SM-Watchdog (default: 100 ms)
- PDI-Watchdog (default: 100 ms)

Deren Zeiten werden in TwinCAT wie folgt einzeln parametrisiert:

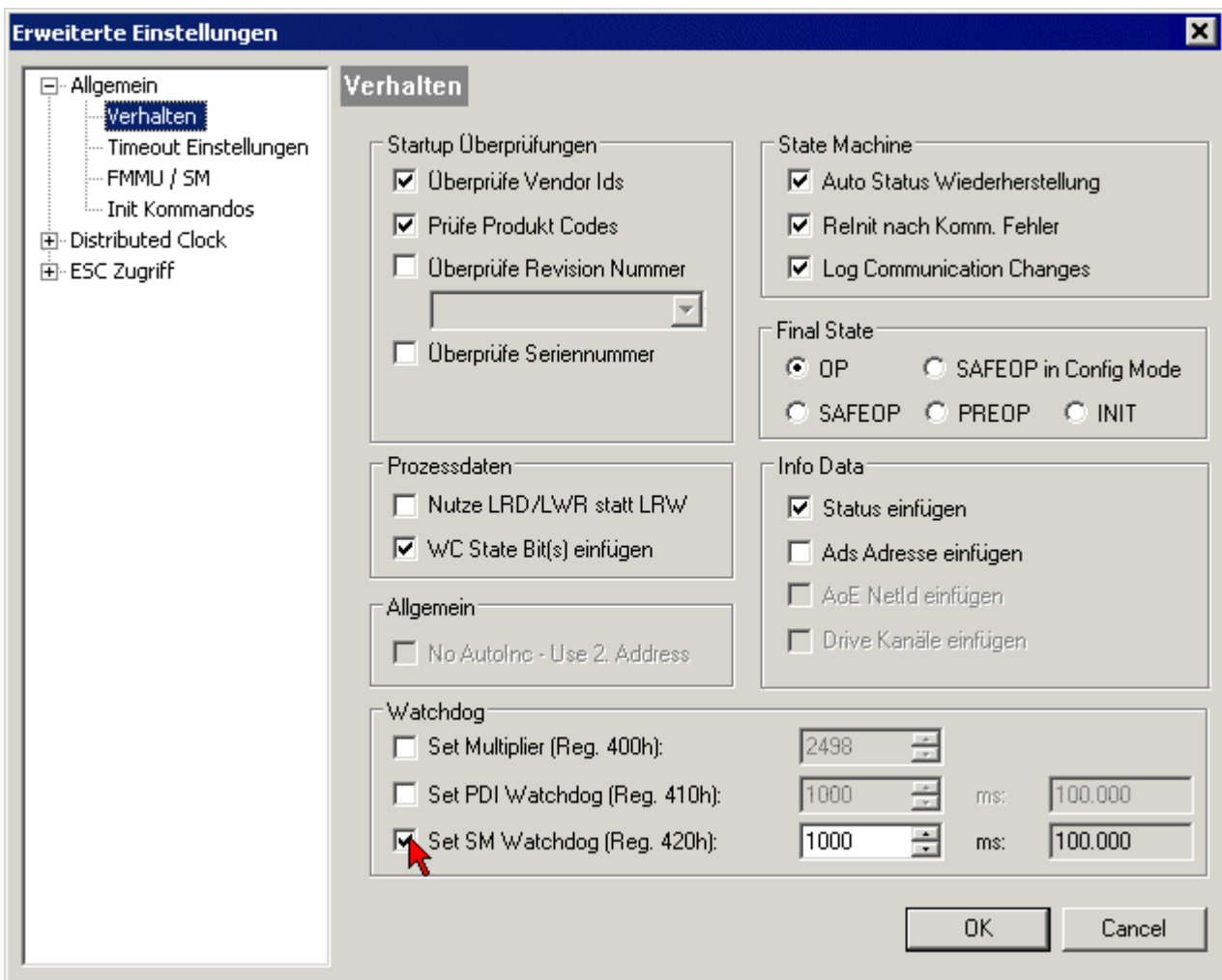


Abb. 34: Karteireiter EtherCAT -> Erweiterte Einstellungen -> Verhalten --> Watchdog

Anmerkungen:

- der Multiplier Register 400h (hexadezimal, also x0400) ist für beide Watchdogs gültig.
- jeder Watchdog hat seine eigene Timer-Einstellung 410h bzw. 420h, die zusammen mit dem Multiplier eine resultierende Zeit ergibt.
- Wichtig: die Multiplier/Timer-Einstellung wird nur dann beim EtherCAT-Start in den Slave geladen, wenn die Checkbox davor aktiviert ist. Ist diese nicht aktiviert, wird nichts herunter geladen und die im ESC befindliche Einstellung bleibt unverändert.
- Die heruntergeladenen Werte können in den ESC-Registern x0400/0410/0420 eingesehen werden: ESC Access -> Memory

SM-Watchdog (SyncManager-Watchdog)

Der SyncManager-Watchdog wird bei jeder erfolgreichen EtherCAT-Prozessdaten-Kommunikation mit der Klemme zurückgesetzt. Findet z. B. durch eine Leitungsunterbrechung länger als die eingestellte und aktivierte SM-Watchdog-Zeit keine EtherCAT-Prozessdaten-Kommunikation mit der Klemme statt, löst der Watchdog aus. Der Status der Klemme (i.d.R. OP) bleibt davon unberührt. Der Watchdog wird erst wieder durch einen erfolgreichen EtherCAT-Prozessdatenzugriff zurückgesetzt.

Der SyncManager-Watchdog ist also eine Überwachung auf korrekte und rechtzeitige Prozessdatenkommunikation mit dem ESC von der EtherCAT-Seite aus betrachtet.

Die maximal mögliche Watchdog-Zeit ist geräteabhängig. Beispielsweise beträgt sie bei „einfachen“ EtherCAT Slaves (ohne Firmware) mit Watchdog-Ausführung im ESC in der Regel bis zu ~170 Sekunden. Bei „komplexen“ EtherCAT Slaves (mit Firmware) wird die SM-Watchdog-Funktion in der Regel zwar über

Reg. 400/420 parametrieren, aber vom μC ausgeführt und kann deutlich darunter liegen. Außerdem kann die Ausführung dann einer gewissen Zeitunsicherheit unterliegen. Da der TwinCAT-Dialog ggf. Eingaben bis 65535 zulässt, wird ein Test der gewünschten Watchdog-Zeit empfohlen.

PDI-Watchdog (Process Data Watchdog)

Findet länger als die eingestellte und aktivierte PDI-Watchdog-Zeit keine PDI-Kommunikation mit dem EtherCAT Slave Controller (ESC) statt, löst dieser Watchdog aus.

PDI (Process Data Interface) ist die interne Schnittstelle des ESC, z. B. zu lokalen Prozessoren im EtherCAT Slave. Mit dem PDI-Watchdog kann diese Kommunikation auf Ausfall überwacht werden.

Der PDI-Watchdog ist also eine Überwachung auf korrekte und rechtzeitige Prozessdatenkommunikation mit dem ESC, aber von der Applikations-Seite aus betrachtet.

Berechnung

Watchdog-Zeit = $[1/25 \text{ MHz} * (\text{Watchdog-Multiplier} + 2)] * \text{PDI/SM Watchdog}$

Beispiel: default Einstellung Multiplier=2498, SM-Watchdog=1000 -> 100 ms

Der Wert in Multiplier + 2 entspricht der Anzahl 40ns-Basisticks, die einen Watchdog-Tick darstellen.

⚠ VORSICHT

Ungewolltes Verhalten des Systems möglich!

Die Abschaltung des SM-Watchdog durch SM Watchdog = 0 funktioniert erst in Klemmen ab Version -0016. In vorherigen Versionen wird vom Einsatz dieser Betriebsart abgeraten.

⚠ VORSICHT

Beschädigung von Geräten und ungewolltes Verhalten des Systems möglich!

Bei aktiviertem SM-Watchdog und eingetragenen Wert 0 schaltet der Watchdog vollständig ab! Dies ist die Deaktivierung des Watchdogs! Gesetzte Ausgänge werden dann bei einer Kommunikationsunterbrechung NICHT in den sicheren Zustand gesetzt!

3.4 EtherCAT State Machine

Über die EtherCAT State Machine (ESM) wird der Zustand des EtherCAT-Slaves gesteuert. Je nach Zustand sind unterschiedliche Funktionen im EtherCAT-Slave zugänglich bzw. ausführbar. Insbesondere während des Hochlaufs des Slaves müssen in jedem State spezifische Kommandos vom EtherCAT Master zum Gerät gesendet werden.

Es werden folgende Zustände unterschieden:

- Init
- Pre-Operational
- Safe-Operational und
- Operational
- Boot

Regulärer Zustand eines jeden EtherCAT Slaves nach dem Hochlauf ist der Status OP.

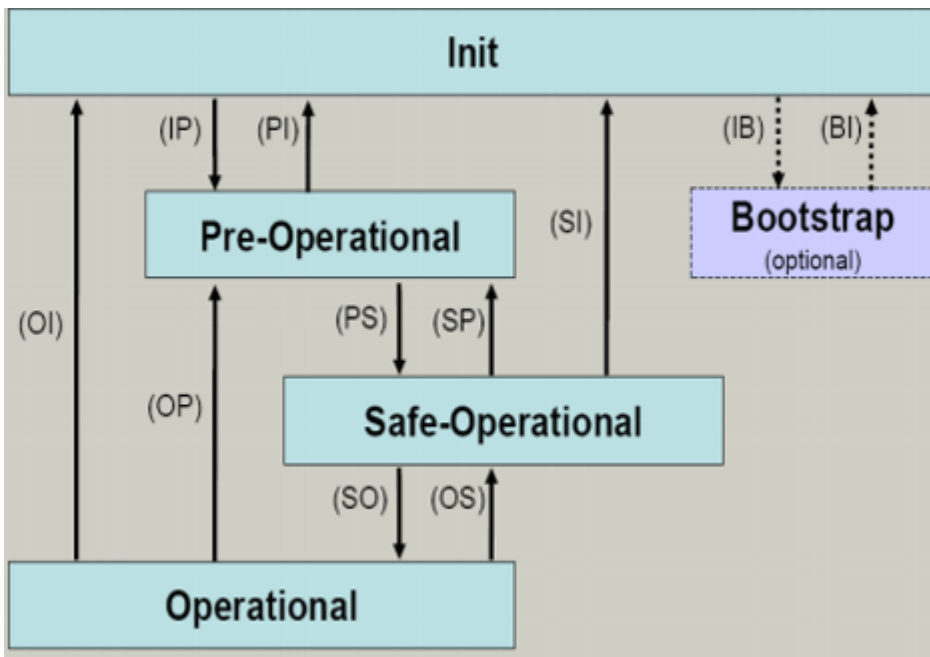


Abb. 35: Zustände der EtherCAT State Machine

Init

Nach dem Einschalten befindet sich der EtherCAT-Slave im Zustand Init. Dort ist weder Mailbox- noch Prozessdatenkommunikation möglich. Der EtherCAT-Master initialisiert die Sync-Manager-Kanäle 0 und 1 für die Mailbox-Kommunikation.

Pre-Operational (Pre-Op)

Beim Übergang von *Init* nach *Pre-Op* prüft der EtherCAT-Slave, ob die Mailbox korrekt initialisiert wurde.

Im Zustand *Pre-Op* ist Mailbox-Kommunikation aber keine Prozessdaten-Kommunikation möglich. Der EtherCAT-Master initialisiert die Sync-Manager-Kanäle für Prozessdaten (ab Sync-Manager-Kanal 2), die FMMU-Kanäle und falls der Slave ein konfigurierbares Mapping unterstützt das PDO-Mapping oder das Sync-Manager-PDO-Assignment. Weiterhin werden in diesem Zustand die Einstellungen für die Prozessdatenübertragung sowie ggf. noch klemmenspezifische Parameter übertragen, die von den Defaulteinstellungen abweichen.

Safe-Operational (Safe-Op)

Beim Übergang von *Pre-Op* nach *Safe-Op* prüft der EtherCAT-Slave, ob die Sync-Manager-Kanäle für die Prozessdatenkommunikation sowie ggf. ob die Einstellungen für die Distributed-Clocks korrekt sind. Bevor er den Zustandswechsel quittiert, kopiert der EtherCAT-Slave aktuelle Inputdaten in die entsprechenden DP-RAM-Bereiche des EtherCAT-Slave-Controllers (ECSC).

Im Zustand *Safe-Op* ist Mailbox- und Prozessdaten-Kommunikation möglich, allerdings hält der Slave seine Ausgänge im sicheren Zustand und gibt sie noch nicht aus. Die Inputdaten werden aber bereits zyklisch aktualisiert.

● Ausgänge im SAFEOP

i Die standardmäßig aktivierte Watchdogüberwachung bringt die Ausgänge im Modul in Abhängigkeit von den Einstellungen im SAFEOP und OP in einen sicheren Zustand - je nach Gerät und Einstellung z. B. auf AUS. Wird dies durch Deaktivieren der Watchdogüberwachung im Modul unterbunden, können auch im Geräte-Zustand SAFEOP Ausgänge geschaltet werden bzw. gesetzt bleiben.

Operational (Op)

Bevor der EtherCAT-Master den EtherCAT-Slave von *Safe-Op* nach *Op* schaltet, muss er bereits gültige Outputdaten übertragen.

Im Zustand *Op* kopiert der Slave die Ausgangsdaten des Masters auf seine Ausgänge. Es ist Prozessdaten- und Mailbox-Kommunikation möglich.

Boot

Im Zustand *Boot* kann ein Update der Slave-Firmware vorgenommen werden. Der Zustand *Boot* ist nur über den Zustand *Init* zu erreichen.

Im Zustand *Boot* ist Mailbox-Kommunikation über das Protokoll *File-Access over EtherCAT (FoE)* möglich, aber keine andere Mailbox-Kommunikation und keine Prozessdaten-Kommunikation.

3.5 CoE-Interface

Allgemeine Beschreibung

Das CoE-Interface (CAN application protocol over EtherCAT) ist die Parameterverwaltung für EtherCAT-Geräte. EtherCAT-Slaves oder auch der EtherCAT-Master verwalten darin feste (ReadOnly) oder veränderliche Parameter, die sie zum Betrieb, Diagnose oder Inbetriebnahme benötigen.

CoE-Parameter sind in einer Tabellen-Hierarchie angeordnet und prinzipiell dem Anwender über den Feldbus lesbar zugänglich. Der EtherCAT-Master (TwinCAT System Manager) kann über EtherCAT auf die lokalen CoE-Verzeichnisse der Slaves zugreifen und je nach Eigenschaften lesend oder schreibend einwirken.

Es sind verschiedene Typen für CoE-Parameter möglich wie String (Text), Integer-Zahlen, Bool'sche Werte oder größere Byte-Felder. Damit lassen sich ganz verschiedene Eigenschaften beschreiben. Beispiele für solche Parameter sind Herstellerkennung, Seriennummer, Prozessdateneinstellungen, Geräte name, Abgleichwerte für analoge Messung oder Passwörter.

Die Ordnung erfolgt in zwei Ebenen über hexadezimale Nummerierung: zuerst wird der (Haupt)Index genannt, dann der Subindex. Die Wertebereiche sind

- Index: 0x0000...0xFFFF (0...65535_{dez})
- SubIndex: 0x00...0xFF (0...255_{dez})

Üblicherweise wird ein so lokalisierter Parameter geschrieben als 0x8010:07 mit voranstehendem „0x“ als Kennzeichen des hexadezimalen Zahlenraumes und Doppelpunkt zwischen Index und Subindex.

Die für den EtherCAT-Feldbusanwender wichtigen Bereiche sind

- 0x1000: hier sind feste Identitäts-Informationen zum Gerät hinterlegt wie Name, Hersteller, Seriennummer etc. Außerdem liegen hier Angaben über die aktuellen und verfügbaren Prozessdatenkonstellationen.
- 0x8000: hier sind die für den Betrieb erforderlichen funktionsrelevanten Parameter für alle Kanäle zugänglich wie Filtereinstellung oder Ausgabefrequenz.

Weitere wichtige Bereiche sind:

- 0x4000: hier befinden sich bei manchen EtherCAT-Geräten die Kanalparameter. Historisch war dies der erste Parameterbereich, bevor der 0x8000 Bereich eingeführt wurde. EtherCAT Geräte, die früher mit Parametern in 0x4000 ausgerüstet wurden und auf 0x8000 umgestellt wurden, unterstützen aus Kompatibilitätsgründen beide Bereiche und spiegeln intern.
- 0x6000: hier liegen die Eingangs-PDO („Eingang“ aus Sicht des EtherCAT-Masters)
- 0x7000: hier liegen die Ausgangs-PDO („Ausgang“ aus Sicht des EtherCAT-Masters)

● Verfügbarkeit

I Nicht jedes EtherCAT Gerät muss über ein CoE-Verzeichnis verfügen. Einfache I/O-Module ohne eigenen Prozessor verfügen in der Regel über keine veränderlichen Parameter und haben deshalb auch kein CoE-Verzeichnis.

Wenn ein Gerät über ein CoE-Verzeichnis verfügt, stellt sich dies im TwinCAT System Manager als ein eigener Karteireiter mit der Auflistung der Elemente dar:

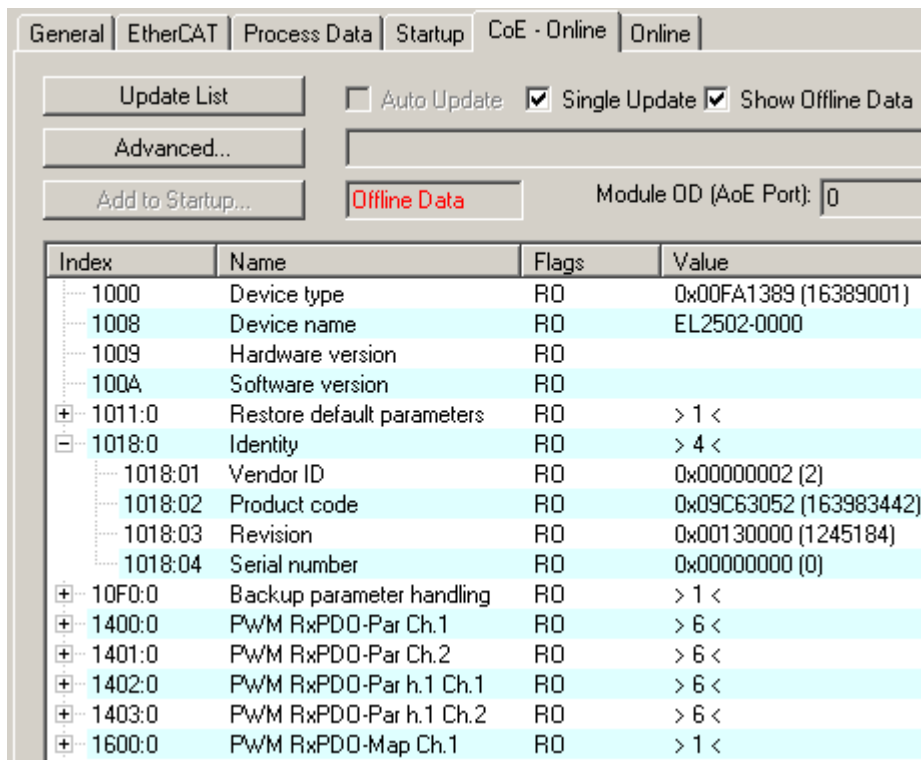


Abb. 36: Karteireiter „CoE-Online“

In der oberen Abbildung sind die im Gerät „EL2502“ verfügbaren CoE-Objekte von 0x1000 bis 0x1600 zusehen, die Subindizes von 0x1018 sind aufgeklappt.

HINWEIS

Veränderungen im CoE-Verzeichnis (CAN over EtherCAT), Programmzugriff

Beachten Sie bei Verwendung/Manipulation der CoE-Parameter die allgemeinen CoE-Hinweise im Kapitel „CoE-Interface“ der EtherCAT-System-Dokumentation:

- StartUp-Liste führen für den Austauschfall,
- Unterscheidung zwischen Online/Offline Dictionary,
- Vorhandensein aktueller XML-Beschreibung (Download von der [Beckhoff Website](#)),
- "CoE-Reload" zum Zurücksetzen der Veränderungen
- Programmzugriff im Betrieb über die PLC (s. [TwinCAT3 | PLC-Bibliothek: Tc2 EtherCAT](#) und [Beispielprogramm R/W CoE](#))

Datenerhaltung und Funktion „NoCoeStorage“

Einige, insbesondere die vorgesehenen Einstellungsparameter des Slaves sind veränderlich und beschreibbar. Dies kann schreibend/lesend geschehen

- über den System Manager (Abb. Karteireiter „CoE-Online“) durch Anklicken
Dies bietet sich bei der Inbetriebnahme der Anlage/Slaves an. Klicken Sie auf die entsprechende Zeile des zu parametrierenden Indizes und geben sie einen entsprechenden Wert im „SetValue“-Dialog ein.
- aus der Steuerung/PLC über ADS z. B. durch die Bausteine aus der TcEtherCAT.lib Bibliothek
Dies wird für Änderungen während der Anlangenlaufzeit empfohlen oder wenn kein System Manager bzw. Bedienpersonal zur Verfügung steht.

i Datenerhaltung

Werden online auf dem Slave CoE-Parameter geändert, wird dies in Beckhoff-Geräten üblicherweise ausfallsicher im Gerät (EEPROM) gespeichert. D. h. nach einem Neustart (Repower) sind die veränderten CoE-Parameter immer noch erhalten. Andere Hersteller können dies anders handhaben.

Ein EEPROM unterliegt in Bezug auf Schreibvorgänge einer begrenzten Lebensdauer. Ab typischerweise 100.000 Schreibvorgängen kann eventuell nicht mehr sichergestellt werden, dass neue (veränderte) Daten sicher gespeichert werden oder noch auslesbar sind. Dies ist für die normale Inbetriebnahme ohne Belang. Werden allerdings zur Maschinenlaufzeit fortlaufend CoE-Parameter über ADS verändert, kann die Lebensdauerergrenze des EEPROM durchaus erreicht werden.

Es ist von der FW-Version abhängig, ob die Funktion NoCoeStorage unterstützt wird, die das Abspeichern veränderter CoE-Werte unterdrückt. Ob das auf das jeweilige Gerät zutrifft, ist den technischen Daten dieser Dokumentation zu entnehmen.

- wird unterstützt: die Funktion ist per einmaligem Eintrag des Codeworts 0x12345678 in CoE 0xF008 zu aktivieren und solange aktiv, wie das Codewort nicht verändert wird. Nach dem Einschalten des Gerätes ist sie nicht aktiv. Veränderte CoE-Werte werden dann nicht im EEPROM abgespeichert, sie können somit beliebig oft verändert werden.
- wird nicht unterstützt: eine fortlaufende Änderung von CoE-Werten ist angesichts der o.a. Lebensdauerergrenze nicht zulässig.

i Startup List

Veränderungen im lokalen CoE-Verzeichnis der Klemme gehen im Austauschfall mit der alten Klemme verloren. Wird im Austauschfall eine neue Klemme mit Werkseinstellungen ab Lager Beckhoff eingesetzt, bringt diese die Standardeinstellungen mit. Es ist deshalb empfehlenswert, alle Veränderungen im CoE-Verzeichnis eines EtherCAT Slave in der Startup List des Slaves zu verankern, die bei jedem Start des EtherCAT Feldbus abgearbeitet wird. So wird auch ein im Austauschfall ein neuer EtherCAT Slave automatisch mit den Vorgaben des Anwenders parametrierung.

Wenn EtherCAT Slaves verwendet werden, die lokal CoE-Wert nicht dauerhaft speichern können, ist zwingend die StartUp-Liste zu verwenden.

Empfohlenes Vorgehen bei manueller Veränderung von CoE-Parametern

- gewünschte Änderung im System Manager vornehmen
Werte werden lokal im EtherCAT Slave gespeichert
- wenn der Wert dauerhaft Anwendung finden soll, einen entsprechenden Eintrag in der StartUp-Liste vornehmen.
Die Reihenfolge der StartUp-Einträge ist dabei i.d.R. nicht relevant.

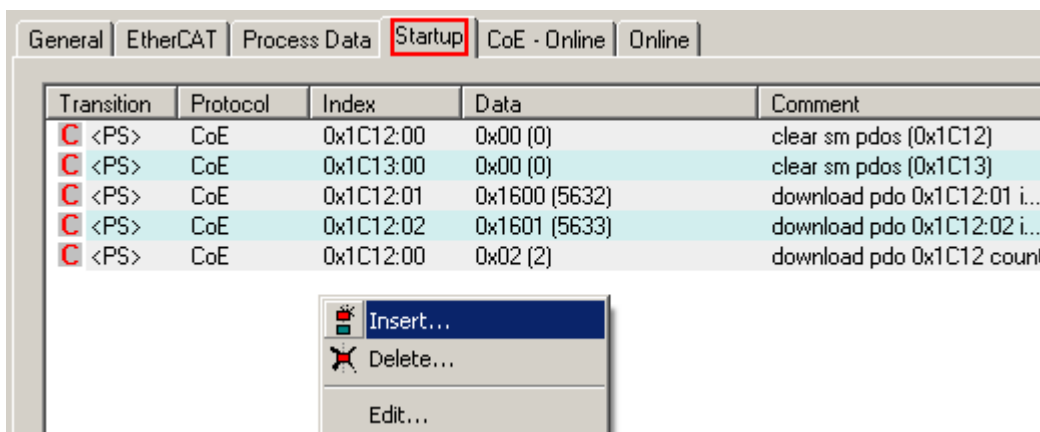


Abb. 37: StartUp-Liste im TwinCAT System Manager

In der StartUp-Liste können bereits Werte enthalten sein, die vom System Manager nach den Angaben der ESI dort angelegt werden. Zusätzliche anwendungsspezifische Einträge können angelegt werden.

Online/Offline Verzeichnis

Während der Arbeit mit dem TwinCAT System Manager ist zu unterscheiden ob das EtherCAT-Gerät gerade „verfügbar“, also angeschaltet und über EtherCAT verbunden und damit **online** ist oder ob ohne angeschlossene Slaves eine Konfiguration **offline** erstellt wird.

In beiden Fällen ist ein CoE-Verzeichnis nach Abb. „Karteireiter ‚CoE-Online‘“ zu sehen, die Konnektivität wird allerdings als offline/online angezeigt.

- wenn der Slave offline ist:
 - wird das Offline-Verzeichnis aus der ESI-Datei angezeigt. Änderungen sind hier nicht sinnvoll bzw. möglich.
 - wird in der Identität der konfigurierte Stand angezeigt
 - wird kein Firmware- oder Hardware-Stand angezeigt, da dies Eigenschaften des realen Gerätes sind.
 - ist ein rotes **Offline** zu sehen

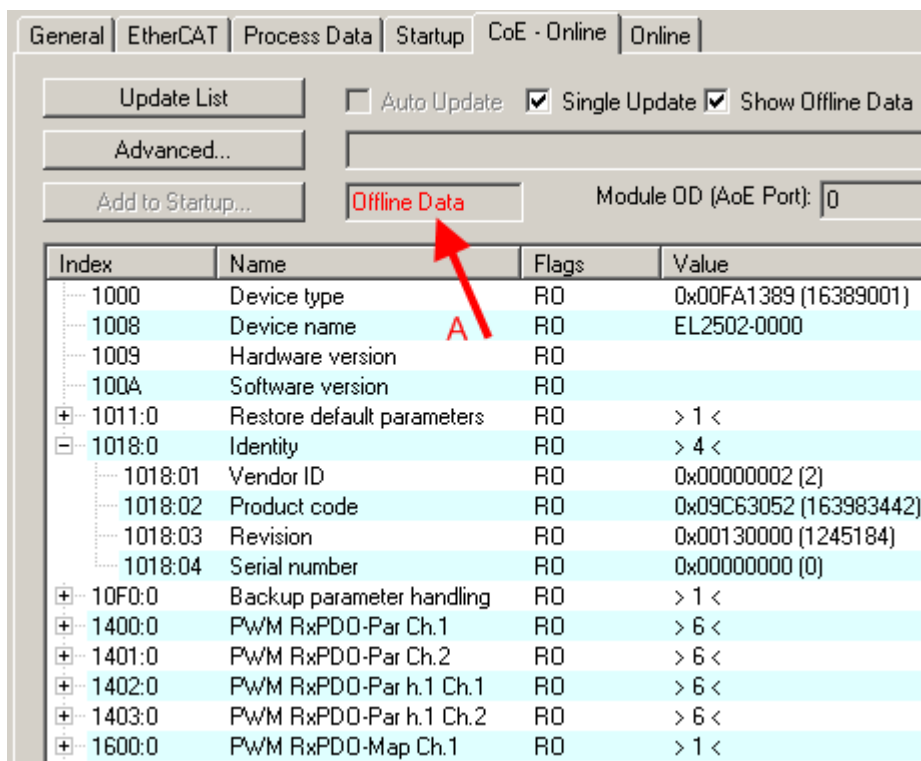


Abb. 38: Offline-Verzeichnis

- wenn der Slave online ist
 - wird das reale aktuelle Verzeichnis des Slaves ausgelesen. Dies kann je nach Größe und Zykluszeit einige Sekunden dauern.
 - wird die tatsächliche Identität angezeigt
 - wird der Firmware- und Hardware-Stand des Gerätes laut elektronischer Auskunft angezeigt
 - ist ein grünes **Online** zu sehen

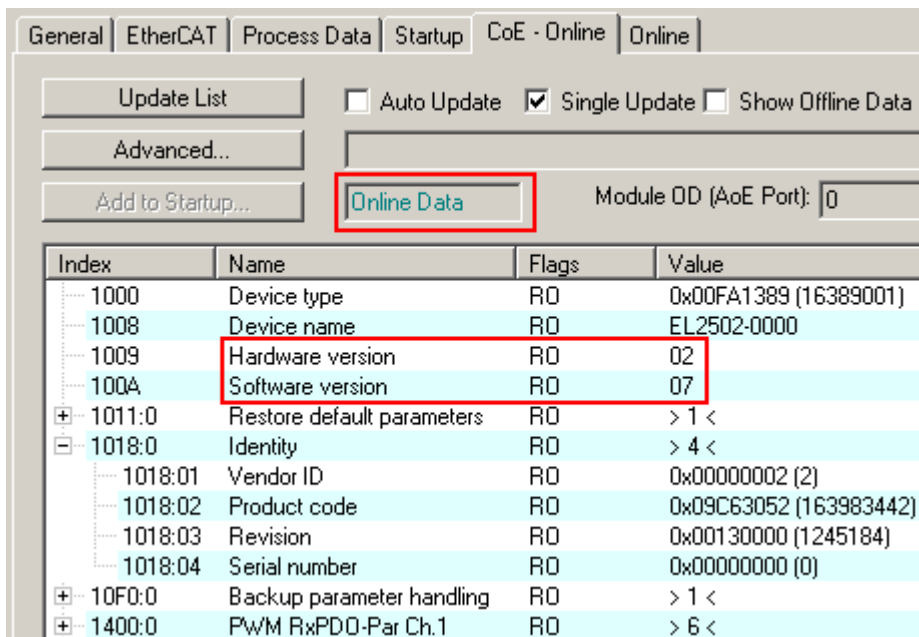


Abb. 39: Online-Verzeichnis

Kanalweise Ordnung

Das CoE-Verzeichnis ist in EtherCAT Geräten angesiedelt, die meist mehrere funktional gleichwertige Kanäle umfassen. z. B. hat eine 4 kanalige Analogeingangsklemme 0...10 V auch vier logische Kanäle und damit vier gleiche Sätze an Parameterdaten für die Kanäle. Um in den Dokumentationen nicht jeden Kanal auflisten zu müssen, wird gerne der Platzhalter „n“ für die einzelnen Kanalnummern verwendet.

Im CoE-System sind für die Menge aller Parameter eines Kanals eigentlich immer 16 Indizes mit jeweils 255 Subindizes ausreichend. Deshalb ist die kanalweise Ordnung in $16_{\text{dez}}/10_{\text{hex}}$ -Schritten eingerichtet. Am Beispiel des Parameterbereichs 0x8000 sieht man dies deutlich:

- Kanal 0: Parameterbereich 0x8000:00 ... 0x800F:255
- Kanal 1: Parameterbereich 0x8010:00 ... 0x801F:255
- Kanal 2: Parameterbereich 0x8020:00 ... 0x802F:255
- ...

Allgemein wird dies geschrieben als 0x80n0.

Ausführliche Hinweise zum CoE-Interface finden Sie in der [EtherCAT-Systemdokumentation](#) auf der Beckhoff Website.

3.6 Distributed Clock

Die Distributed Clock stellt eine lokale Uhr im EtherCAT Slave Controller (ESC) dar mit den Eigenschaften:

- Einheit *1 ns*
- Nullpunkt *1.1.2000 00:00*
- Umfang *64 Bit* (ausreichend für die nächsten 584 Jahre); manche EtherCAT-Slaves unterstützen jedoch nur einen Umfang von 32 Bit, d. h. nach ca. 4,2 Sekunden läuft die Variable über
- Diese lokale Uhr wird vom EtherCAT Master automatisch mit der Master Clock im EtherCAT Bus mit einer Genauigkeit < 100 ns synchronisiert.

Detaillierte Informationen entnehmen Sie bitte der vollständigen [EtherCAT-Systembeschreibung](#).

4 Montage und Verdrahtung

4.1 Hinweise zum ESD-Schutz

HINWEIS

Zerstörung der Geräte durch elektrostatische Aufladung möglich!

Die Geräte enthalten elektrostatisch gefährdete Bauelemente, die durch unsachgemäße Behandlung beschädigt werden können.

- Sie müssen beim Umgang mit den Komponenten elektrostatisch entladen sein; vermeiden Sie außerdem die Federkontakte (s. Abb.) direkt zu berühren.
- Vermeiden Sie den Kontakt mit hoch isolierenden Stoffen (Kunstfaser, Kunststofffolien etc.)
- Beim Umgang mit den Komponenten ist auf gute Erdung der Umgebung zu achten (Arbeitsplatz, Verpackung und Personen)
- Jede Busstation muss auf der rechten Seite mit der Endkappe [EL9011](#) oder [EL9012](#) abgeschlossen werden, um Schutzart und ESD-Schutz sicher zu stellen.

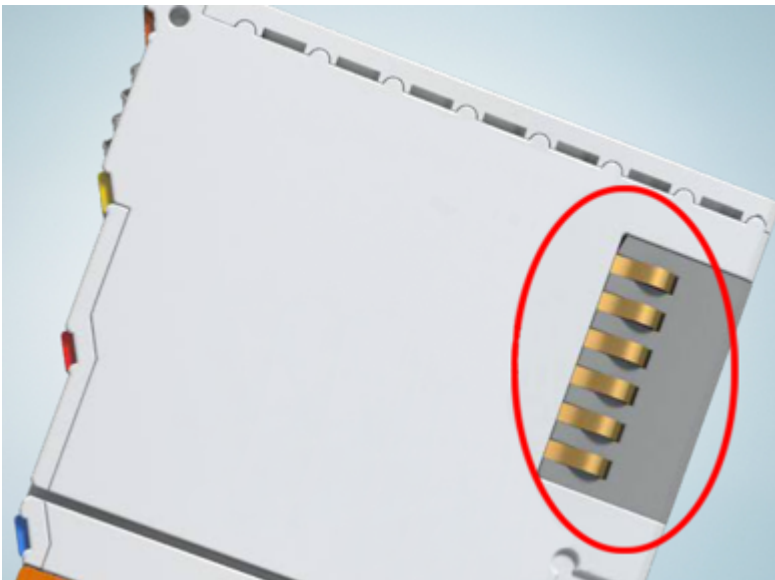


Abb. 40: Federkontakte der Beckhoff I/O-Komponenten

4.2 Explosionsschutz

4.2.1 ATEX - Besondere Bedingungen (erweiterter Temperaturbereich)

WARNUNG

Beachten Sie die besonderen Bedingungen für die bestimmungsgemäße Verwendung von Beckhoff-Feldbuskomponenten mit erweitertem Temperaturbereich (ET) in explosionsgefährdeten Bereichen (Richtlinie 2014/34/EU)!

- Die zertifizierten Komponenten sind in ein geeignetes Gehäuse zu errichten, das eine Schutzart von mindestens IP54 gemäß EN 60079-15 gewährleistet! Dabei sind die Umgebungsbedingungen bei der Verwendung zu berücksichtigen!
- Für Staub (nur die Feldbuskomponenten der Zertifikatsnummer KEMA 10ATEX0075 X Issue 9): Das Gerät ist in ein geeignetes Gehäuse einzubauen, das eine Schutzart von IP54 gemäß EN 60079-31 für Gruppe IIIA oder IIIB und IP6X für Gruppe IIIC bietet, wobei die Umgebungsbedingungen, unter denen das Gerät verwendet wird, zu berücksichtigen sind!
- Wenn die Temperaturen bei Nennbetrieb an den Einführungsstellen der Kabel, Leitungen oder Rohrleitungen höher als 70°C oder an den Aderverzweigungsstellen höher als 80°C ist, so müssen Kabel ausgewählt werden, deren Temperaturdaten den tatsächlich gemessenen Temperaturwerten entsprechen!
- Beachten Sie für Beckhoff-Feldbuskomponenten mit erweitertem Temperaturbereich (ET) beim Einsatz in explosionsgefährdeten Bereichen den zulässigen Umgebungstemperaturbereich von -25 bis 60°C!
- Es müssen Maßnahmen zum Schutz gegen Überschreitung der Nennbetriebsspannung durch kurzzeitige Störspannungen um mehr als 40% getroffen werden!
- Die einzelnen Klemmen dürfen nur aus dem Busklemmensystem gezogen oder entfernt werden, wenn die Versorgungsspannung abgeschaltet wurde bzw. bei Sicherstellung einer nicht-explosionsfähigen Atmosphäre!
- Die Anschlüsse der zertifizierten Komponenten dürfen nur verbunden oder unterbrochen werden, wenn die Versorgungsspannung abgeschaltet wurde bzw. bei Sicherstellung einer nicht-explosionsfähigen Atmosphäre!
- Die Sicherung der Einspeiseklemmen KL92xx/EL92xx dürfen nur gewechselt werden, wenn die Versorgungsspannung abgeschaltet wurde bzw. bei Sicherstellung einer nicht-explosionsfähigen Atmosphäre!
- Adresswahlschalter und ID-Switche dürfen nur eingestellt werden, wenn die Versorgungsspannung abgeschaltet wurde bzw. bei Sicherstellung einer nicht-explosionsfähigen Atmosphäre!

Normen

Die grundlegenden Sicherheits- und Gesundheitsanforderungen werden durch Übereinstimmung mit den folgenden Normen erfüllt:

- EN 60079-0:2012+A11:2013
- EN 60079-15:2010
- EN 60079-31:2013 (nur für Zertifikatsnummer KEMA 10ATEX0075 X Issue 9)

Kennzeichnung

Die gemäß ATEX-Richtlinie für den explosionsgefährdeten Bereich zertifizierten Beckhoff-Feldbuskomponenten mit erweitertem Temperaturbereich (ET) tragen die folgende Kennzeichnung:



II 3G KEMA 10ATEX0075 X Ex nA IIC T4 Gc Ta: -25 ... +60°C

II 3D KEMA 10ATEX0075 X Ex tc IIIC T135°C Dc Ta: -25 ... +60°C
(nur für Feldbuskomponenten mit Zertifikatsnummer KEMA 10ATEX0075 X Issue 9)

oder



II 3G KEMA 10ATEX0075 X Ex nA nC IIC T4 Gc Ta: -25 ... +60°C

II 3D KEMA 10ATEX0075 X Ex tc IIIC T135°C Dc Ta: -25 ... +60°C
(nur für Feldbuskomponenten mit Zertifikatsnummer KEMA 10ATEX0075 X Issue 9)

4.2.2 IECEx - Besondere Bedingungen

⚠️ WARNUNG

Beachten Sie die besonderen Bedingungen für die bestimmungsgemäße Verwendung von Beckhoff-Feldbuskomponenten in explosionsgefährdeten Bereichen!

- Für Gas: Die Komponenten sind in ein geeignetes Gehäuse zu errichten, das gemäß EN 60079-15 eine Schutzart von IP54 gewährleistet! Dabei sind die Umgebungsbedingungen bei der Verwendung zu berücksichtigen!
- Für Staub (nur für Feldbuskomponenten der Zertifikatsnummer IECEx DEK 16.0078X Issue 3): Die Komponenten sind in einem geeigneten Gehäuse zu errichten, das gemäß EN 60079-31 für die Gruppe IIIA oder IIIB eine Schutzart von IP54 oder für die Gruppe IIIC eine Schutzart von IP6X gewährleistet. Dabei sind die Umgebungsbedingungen bei der Verwendung zu berücksichtigen!
- Die Komponenten dürfen nur in einem Bereich mit mindestens Verschmutzungsgrad 2 gemäß IEC 60664-1 verwendet werden!
- Es sind Vorkehrungen zu treffen, um zu verhindern, dass die Nennspannung durch transiente Störungen von mehr als 119 V überschritten wird!
- Wenn die Temperaturen bei Nennbetrieb an den Einführungsstellen der Kabel, Leitungen oder Rohrleitungen höher als 70°C oder an den Aderverzweigungsstellen höher als 80°C ist, so müssen Kabel ausgewählt werden, deren Temperaturdaten den tatsächlich gemessenen Temperaturwerten entsprechen!
- Beachten Sie für Beckhoff-Feldbuskomponenten beim Einsatz in explosionsgefährdeten Bereichen den zulässigen Umgebungstemperaturbereich!
- Die einzelnen Klemmen dürfen nur aus dem Busklemmensystem gezogen oder entfernt werden, wenn die Versorgungsspannung abgeschaltet wurde bzw. bei Sicherstellung einer nicht-explosionsfähigen Atmosphäre!
- Die Anschlüsse der zertifizierten Komponenten dürfen nur verbunden oder unterbrochen werden, wenn die Versorgungsspannung abgeschaltet wurde bzw. bei Sicherstellung einer nicht-explosionsfähigen Atmosphäre!
- Adresswahlschalter und ID-Switche dürfen nur eingestellt werden, wenn die Versorgungsspannung abgeschaltet wurde bzw. bei Sicherstellung einer nicht-explosionsfähigen Atmosphäre!
- Die Frontklappe von zertifizierten Geräten darf nur geöffnet werden, wenn die Versorgungsspannung abgeschaltet wurde bzw. bei Sicherstellung einer nicht-explosionsfähigen Atmosphäre!

Normen

Die grundlegenden Sicherheits- und Gesundheitsanforderungen werden durch Übereinstimmung mit den folgenden Normen erfüllt:

- EN 60079-0:2011
- EN 60079-15:2010
- EN 60079-31:2013 (nur für Zertifikatsnummer IECEx DEK 16.0078X Issue 3)

Kennzeichnung

Die gemäß IECEx für den explosionsgefährdeten Bereich zertifizierten Beckhoff-Feldbuskomponenten tragen die folgende Kennzeichnung:

Kennzeichnung für Feldbuskomponenten der Zertifikat-Nr. IECEx DEK 16.0078X Issue 3:	IECEx DEK 16.0078 X
	Ex nA IIC T4 Gc
	Ex tc IIIC T135°C Dc

Kennzeichnung für Feldbuskomponenten von Zertifikaten mit späteren Ausgaben:	IECEx DEK 16.0078 X
	Ex nA IIC T4 Gc

4.2.3 Weiterführende Dokumentation zu ATEX und IECEx

HINWEIS



Weiterführende Dokumentation zum Explosionsschutz gemäß ATEX und IECEx

Beachten Sie auch die weiterführende Dokumentation

Explosionsschutz für Klemmensysteme

Hinweise zum Einsatz der Beckhoff Klemmensysteme in explosionsgefährdeten Bereichen gemäß ATEX und IECEx,

die Ihnen auf der Beckhoff-Homepage www.beckhoff.de im Download-Bereich Ihres Produktes zum Download zur Verfügung steht!

4.2.4 cFMus - Besondere Bedingungen

⚠️ WARNUNG

Beachten Sie die besonderen Bedingungen für die bestimmungsgemäße Verwendung von Beckhoff-Feldbuskomponenten in explosionsgefährdeten Bereichen!

- Die Geräte müssen in einem Gehäuse installiert werden, das mindestens die Schutzart IP54 gemäß ANSI/UL 60079-0 (USA) oder CSA C22.2 No. 60079-0 (Kanada) bietet!
- Die Geräte dürfen nur in einem Bereich mit mindestens Verschmutzungsgrad 2, wie in IEC 60664-1 definiert, verwendet werden!
- Es muss ein Transientenschutz vorgesehen werden, der auf einen Pegel von höchstens 140% des Spitzenwertes der Nennspannung an den Versorgungsklemmen des Geräts eingestellt ist.
- Die Stromkreise müssen auf die Überspannungskategorie II gemäß IEC 60664-1 begrenzt sein.
- Die Feldbuskomponenten dürfen nur entfernt oder eingesetzt werden, wenn die Systemversorgung und die Feldversorgung ausgeschaltet sind oder wenn der Ort als ungefährlich bekannt ist.
- Die Feldbuskomponenten dürfen nur getrennt oder angeschlossen werden, wenn die Systemversorgung abgeschaltet ist oder wenn der Einsatzort als nicht explosionsgefährdet bekannt ist.

Standards

Die grundlegenden Sicherheits- und Gesundheitsanforderungen werden durch Übereinstimmung mit den folgenden Normen erfüllt:

M20US0111X (US):

- FM Class 3600:2018
- FM Class 3611:2018
- FM Class 3810:2018
- ANSI/UL 121201:2019
- ANSI/ISA 61010-1:2012
- ANSI/UL 60079-0:2020
- ANSI/UL 60079-7:2017

FM20CA0053X (Canada):

- CAN/CSA C22.2 No. 213-17:2017
- CSA C22.2 No. 60079-0:2019
- CAN/CSA C22.2 No. 60079-7:2016
- CAN/CSA C22.2 No.61010-1:2012

Kennzeichnung

Die gemäß cFMus für den explosionsgefährdeten Bereich zertifizierten Beckhoff-Feldbuskomponenten tragen die folgende Kennzeichnung:

FM20US0111X (US): **Class I, Division 2, Groups A, B, C, D**
 Class I, Zone 2, AEx ec IIC T4 Gc

FM20CA0053X (Canada): **Class I, Division 2, Groups A, B, C, D**
 Ex ec T4 Gc

4.2.5 Weiterführende Dokumentation zu cFMus

HINWEIS



Weiterführende Dokumentation zum Explosionsschutz gemäß cFMus




Beachten Sie auch die weiterführende Dokumentation

Control Drawing I/O, CX, CPX

Anschlussbilder und Ex-Kennzeichnungen,

die Ihnen auf der Beckhoff-Homepage www.beckhoff.de im Download-Bereich Ihres Produktes zum [Download](#) zur Verfügung steht!

4.3 UL-Hinweise

⚠ VORSICHT	
	<p>Application The modules are intended for use with Beckhoff's UL Listed EtherCAT System only.</p>
⚠ VORSICHT	
	<p>Examination For cULus examination, the Beckhoff I/O System has only been investigated for risk of fire and electrical shock (in accordance with UL508 and CSA C22.2 No. 142).</p>
⚠ VORSICHT	
	<p>For devices with Ethernet connectors Not for connection to telecommunication circuits.</p>

Grundlagen

UL-Zertifikation nach UL508. Solcherart zertifizierte Geräte sind gekennzeichnet durch das Zeichen:



4.4 Empfohlene Tragschienen

Klemmenmodule und EtherCAT-Module der Serien KMxxxx, EMxxxx, sowie Klemmen der Serien EL66xx und EL67xx können Sie auf folgende Tragschienen aufrasten:

- Tragschiene TH 35-7.5 mit 1 mm Materialstärke (nach EN 60715)
- Tragschiene TH 35-15 mit 1,5 mm Materialstärke

● **Materialstärke der Tragschiene beachten**

i Klemmenmodule und EtherCAT-Module der Serien KMxxxx, EMxxxx, sowie Klemmen der Serien EL66xx und EL67xx passen nicht auf die Tragschiene TH 35-15 mit 2,2 bis 2,5 mm Materialstärke (nach EN 60715)!

4.5 Montage und Demontage - Frontriegelung oben

Die Klemmenmodule werden mit Hilfe einer 35 mm Tragschiene (z.B. Hutschiene TH 35-15) auf der Montagefläche befestigt.

i Tragschienenbefestigung

Der Verriegelungsmechanismus der Klemmen reicht in das Profil der Tragschiene hinein. Achten Sie bei der Montage der Komponenten darauf, dass der Verriegelungsmechanismus nicht in Konflikt mit den Befestigungsschrauben der Tragschiene gerät. Verwenden Sie zur Befestigung der empfohlenen Tragschienen unter den Klemmen flache Montageverbindungen wie Senkkopfschrauben oder Blindnieten.

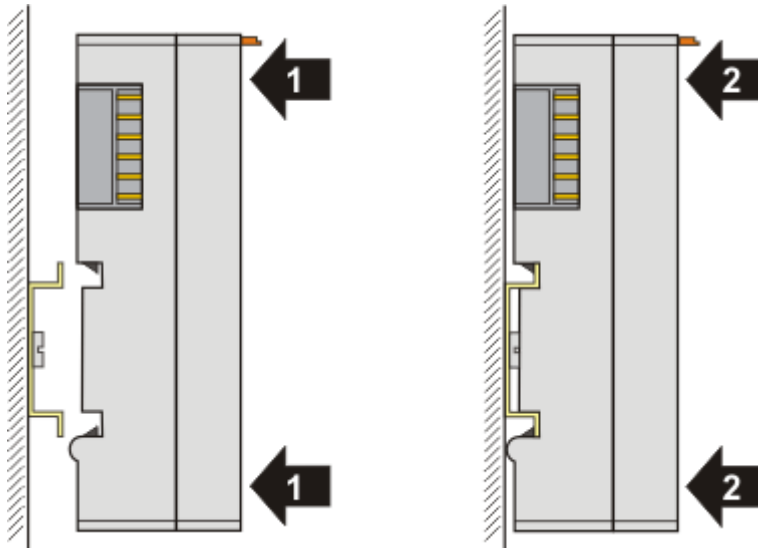
⚠ WARNUNG

Verletzungsgefahr durch Stromschlag und Beschädigung des Gerätes möglich!

Setzen Sie das Busklemmen-System in einen sicheren, spannungslosen Zustand, bevor Sie mit der Montage, Demontage oder Verdrahtung der Busklemmen beginnen!

Montage

- Montieren Sie die Tragschiene an der vorgesehenen Montagestelle

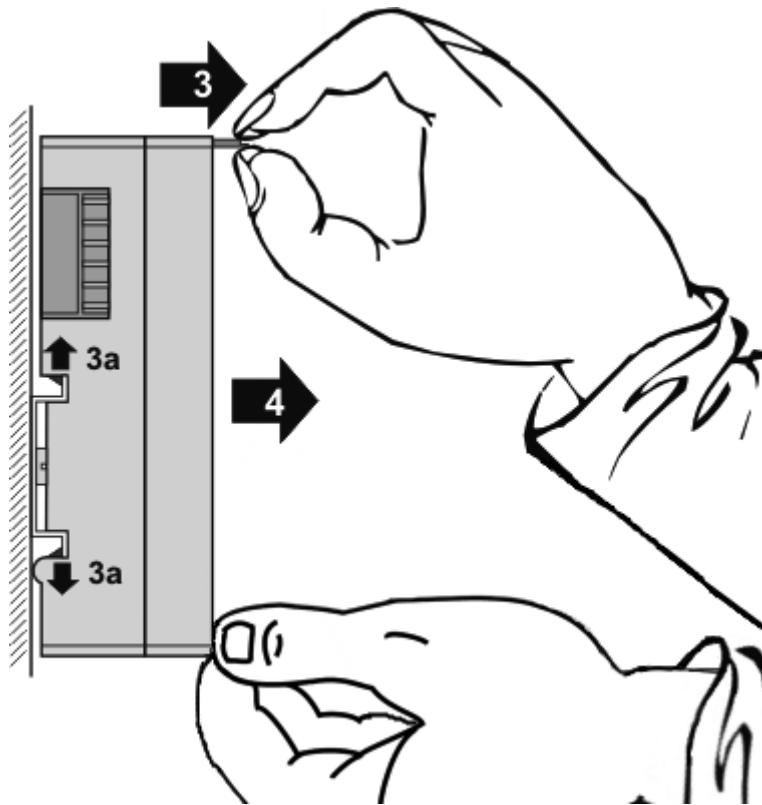


und drücken Sie (1) das Klemmenmodul gegen die Tragschiene, bis es auf der Tragschiene einrastet (2).

- Schließen Sie die Leitungen an.

Demontage

- Entfernen Sie alle Leitungen.
- Ziehen Sie mit Daumen und Zeigefinger die orange Entriegelungslasche (3) zurück. Dabei ziehen sich über einen internen Mechanismus die beiden Rastnasen (3a) an der Hutschiene ins Klemmenmodul zurück.



- Ziehen Sie (4) das Klemmenmodul von der Montagefläche weg. Vermeiden Sie ein Verkanten; stabilisieren Sie das Modul ggf. mit der freien Hand

4.6 Positionierung von passiven Klemmen

i Hinweis zur Positionierung von passiven Klemmen im Busklemmenblock

EtherCAT-Klemmen (ELxxxx / ESxxxx), die nicht aktiv am Datenaustausch innerhalb des Busklemmenblocks teilnehmen, werden als passive Klemmen bezeichnet. Zu erkennen sind diese Klemmen an der nicht vorhandenen Stromaufnahme aus dem E-Bus. Um einen optimalen Datenaustausch zu gewährleisten, dürfen nicht mehr als zwei passive Klemmen direkt aneinander gereiht werden!

Beispiele für die Positionierung von passiven Klemmen (hell eingefärbt)

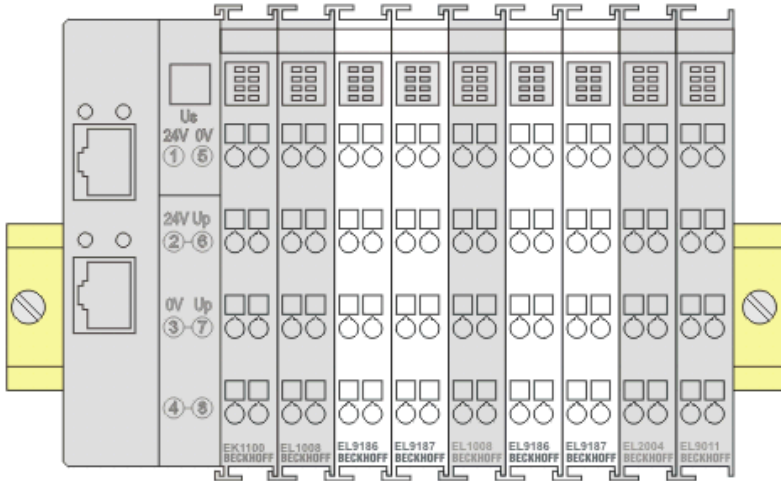


Abb. 41: Korrekte Positionierung

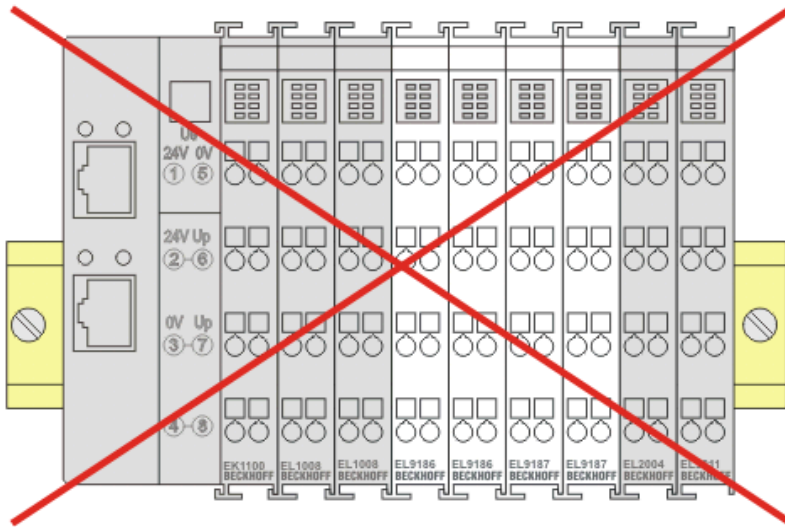


Abb. 42: Inkorrekte Positionierung

4.7 Einbaulagen

HINWEIS

Einschränkung von Einbaulage und Betriebstemperaturbereich

Entnehmen Sie den technischen Daten zu einer Klemme, ob sie Einschränkungen bei Einbaulage und/oder Betriebstemperaturbereich unterliegt. Sorgen Sie bei der Montage von Klemmen mit erhöhter thermischer Verlustleistung dafür, dass im Betrieb oberhalb und unterhalb der Klemmen ausreichend Abstand zu anderen Komponenten eingehalten wird, so dass die Klemmen ausreichend belüftet werden!

Optimale Einbaulage (Standard)

Für die optimale Einbaulage wird die Tragschiene waagrecht montiert und die Anschlussflächen der EL/KL-Klemmen weisen nach vorne (siehe Abb. *Empfohlene Abstände bei Standard-Einbaulage*). Die Klemmen werden dabei von unten nach oben durchlüftet, was eine optimale Kühlung der Elektronik durch Konvektionslüftung ermöglicht. Bezugsrichtung „unten“ ist hier die Erdbeschleunigung.

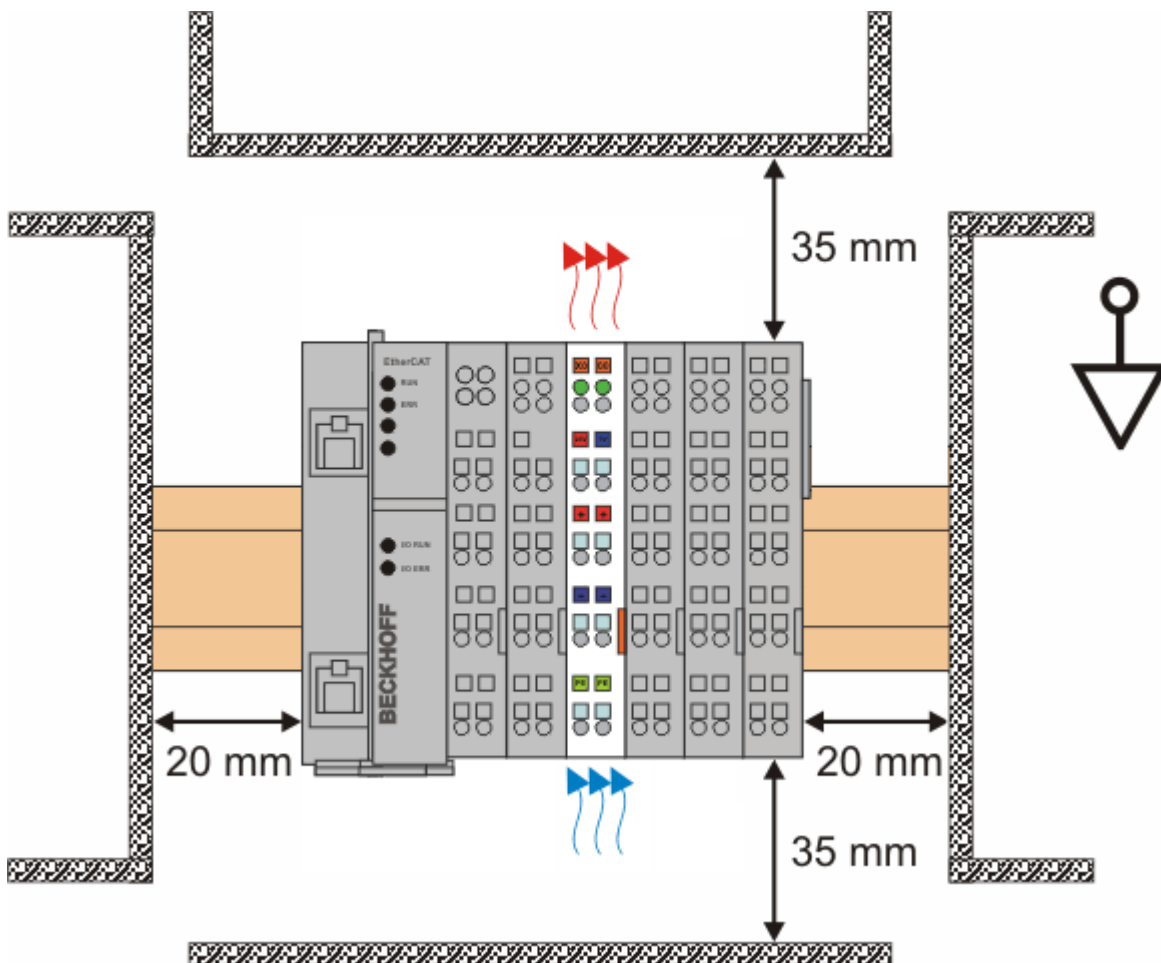


Abb. 43: Empfohlene Abstände bei Standard-Einbaulage

Die Einhaltung der Abstände nach Abb. *Empfohlene Abstände bei Standard-Einbaulage* wird empfohlen.

Weitere Einbaulagen

Alle anderen Einbaulagen zeichnen sich durch davon abweichende räumliche Lage der Tragschiene aus, siehe Abb. *Weitere Einbaulagen*.

Auch in diesen Einbaulagen empfiehlt sich die Anwendung der oben angegebenen Mindestabstände zur Umgebung.

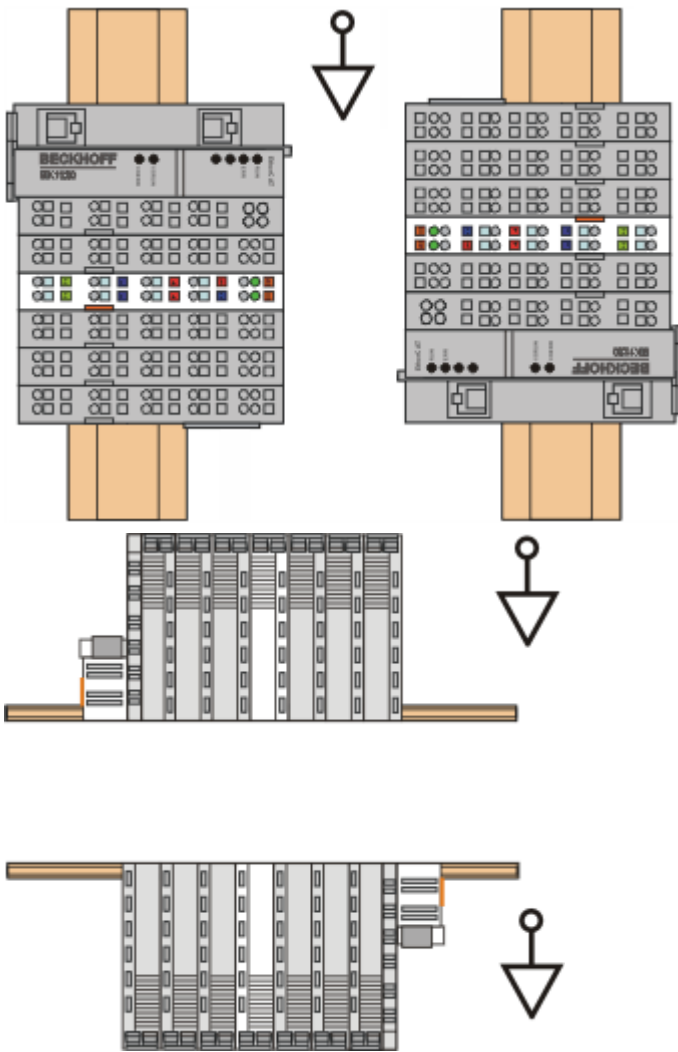


Abb. 44: Weitere Einbaulagen

4.8 Entsorgung



Mit einer durchgestrichenen Abfalltonne gekennzeichnete Produkte dürfen nicht in den Hausmüll. Das Gerät gilt bei der Entsorgung als Elektro- und Elektronik-Altgerät. Die nationalen Vorgaben zur Entsorgung von Elektro- und Elektronik-Altgeräten sind zu beachten.

5 Inbetriebnahme

5.1 TwinCAT Entwicklungsumgebung

Die Software zur Automatisierung TwinCAT (The Windows Control and Automation Technology) wird unterschieden in:

- TwinCAT 2: System Manager (Konfiguration) & PLC Control (Programmierung)
- TwinCAT 3: Weiterentwicklung von TwinCAT 2 (Programmierung und Konfiguration erfolgt über eine gemeinsame Entwicklungsumgebung)

Details:

- **TwinCAT 2:**
 - Verbindet E/A-Geräte und Tasks variablenorientiert
 - Verbindet Tasks zu Tasks variablenorientiert
 - Unterstützt Einheiten auf Bit-Ebene
 - Unterstützt synchrone oder asynchrone Beziehungen
 - Austausch konsistenter Datenbereiche und Prozessabbilder
 - Datenanbindung an NT-Programme mittels offener Microsoft Standards (OLE, OCX, ActiveX, DCOM+, etc.).
 - Einbettung von IEC 61131-3-Software-SPS, Software- NC und Software-CNC in Windows NT/ 2000/XP/Vista, Windows 7, NT/XP Embedded, CE
 - Anbindung an alle gängigen Feldbusse
 - Weiteres...

Zusätzlich bietet:

- **TwinCAT 3 (eXtended Automation):**
 - Visual-Studio®-Integration
 - Wahl der Programmiersprache
 - Unterstützung der objektorientierten Erweiterung der IEC 61131-3
 - Verwendung von C/C++ als Programmiersprache für Echtzeitanwendungen
 - Anbindung an MATLAB®/Simulink®
 - Offene Schnittstellen für Erweiterbarkeit
 - Flexible Laufzeitumgebung
 - Aktive Unterstützung von Multi-Core- und 64-Bit-Betriebssystemen
 - Automatische Codegenerierung und Projekterstellung mit dem TwinCAT Automation Interface
 - Weiteres...

In den folgenden Kapiteln wird dem Anwender die Inbetriebnahme der TwinCAT Entwicklungsumgebung auf einem PC System der Steuerung sowie die wichtigsten Funktionen einzelner Steuerungselemente erläutert.

Bitte sehen Sie weitere Informationen zu TwinCAT 2 und TwinCAT 3 unter <http://infosys.beckhoff.de/>.

5.1.1 Installation der TwinCAT Realtime-Treiber

Um einen Standard Ethernet Port einer IPC-Steuerung mit den nötigen Echtzeitfähigkeiten auszurüsten, ist der Beckhoff Echtzeit-Treiber auf diesem Port unter Windows zu installieren.

Dies kann auf mehreren Wegen vorgenommen werden.

A: Über den TwinCAT Adapter-Dialog

Im System Manager ist über Options → Show realtime Kompatible Geräte die TwinCAT-Übersicht über die lokalen Netzwerkschnittstellen aufzurufen.

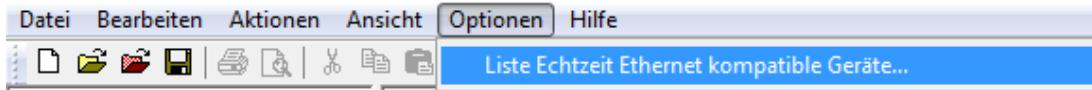


Abb. 45: Aufruf im System Manager (TwinCAT 2)

Unter TwinCAT 3 ist dies über das Menü unter „TwinCAT“ erreichbar:

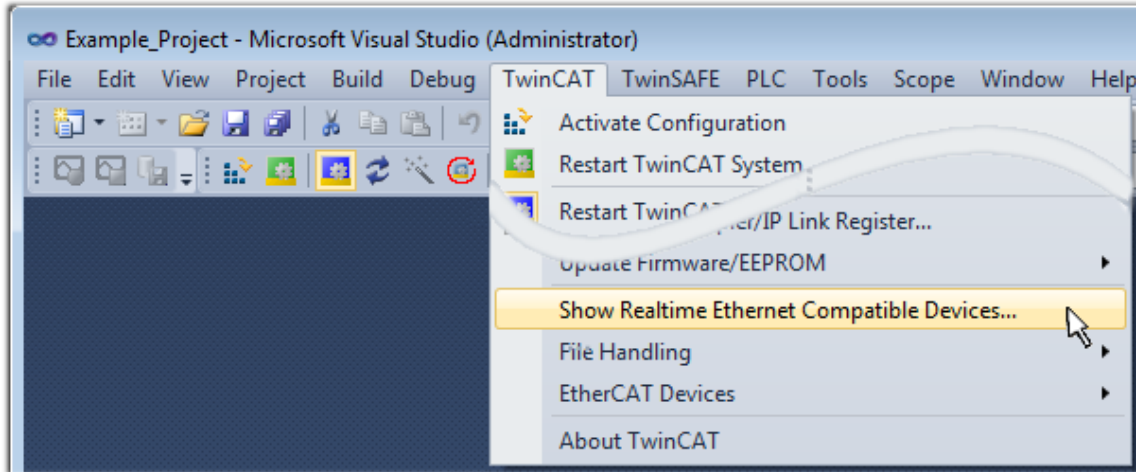


Abb. 46: Aufruf in VS Shell (TwinCAT 3)

B: Über TcRtelInstall.exe im TwinCAT-Verzeichnis

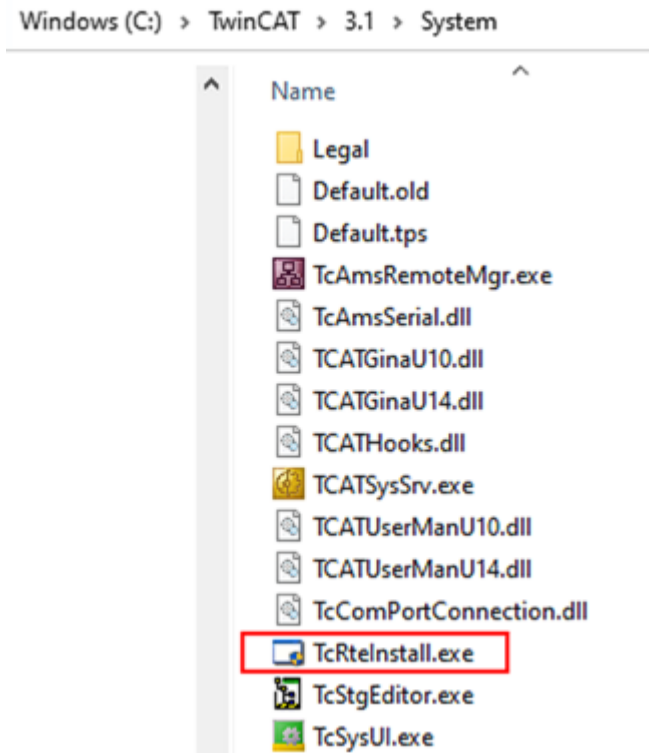


Abb. 47: TcRtelInstall.exe im TwinCAT-Verzeichnis

In beiden Fällen erscheint der folgende Dialog:

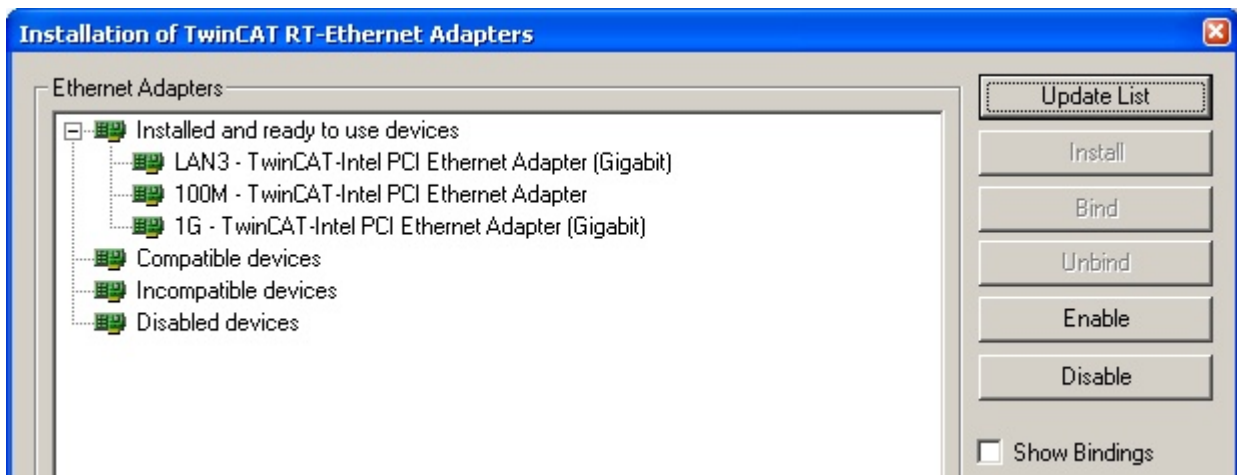


Abb. 48: Übersicht Netzwerkschnittstellen

Hier können nun Schnittstellen, die unter „Kompatible Geräte“ aufgeführt sind, über den „Install“ Button mit dem Treiber belegt werden. Eine Installation des Treibers auf inkompatiblen Devices sollte nicht vorgenommen werden.

Ein Windows-Warnhinweis bezüglich des unsignierten Treibers kann ignoriert werden.

Alternativ kann auch wie im Kapitel *Offline Konfigurationserstellung, Abschnitt „Anlegen des Geräts EtherCAT“* [▶ 77] beschrieben, zunächst ein EtherCAT-Gerät eingetragen werden, um dann über dessen Eigenschaften (Karteireiter „Adapter“, Button „Kompatible Geräte...“) die kompatiblen Ethernet Ports einzusehen:

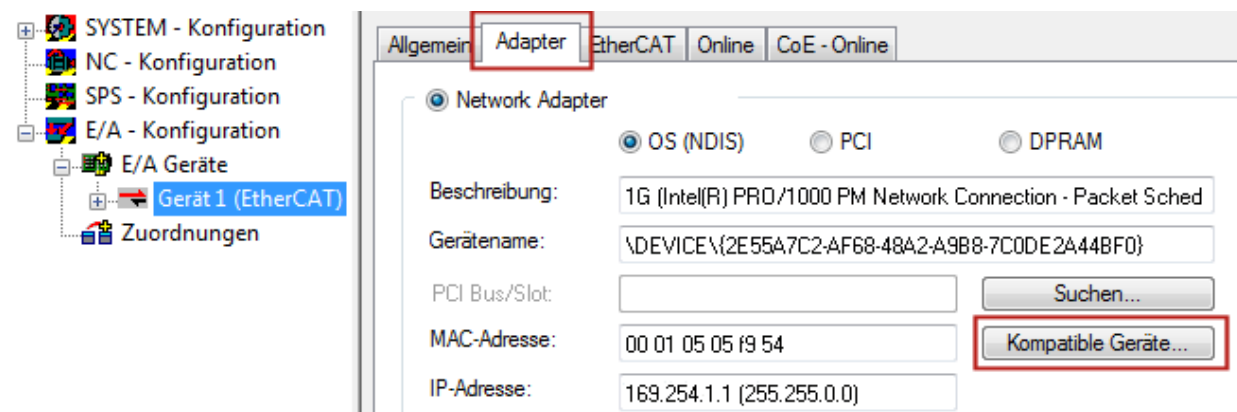
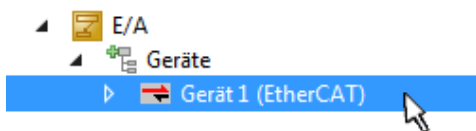


Abb. 49: Eigenschaft von EtherCAT-Gerät (TwinCAT 2): Klick auf „Kompatible Geräte...“ von „Adapter“

TwinCAT 3: Die Eigenschaften des EtherCAT-Gerätes können mit Doppelklick auf „Gerät .. (EtherCAT)“ im Projektmappen-Explorer unter „E/A“ geöffnet werden:



Nach der Installation erscheint der Treiber aktiviert in der Windows-Übersicht der einzelnen Netzwerkschnittstelle (Windows Start → Systemsteuerung → Netzwerk)

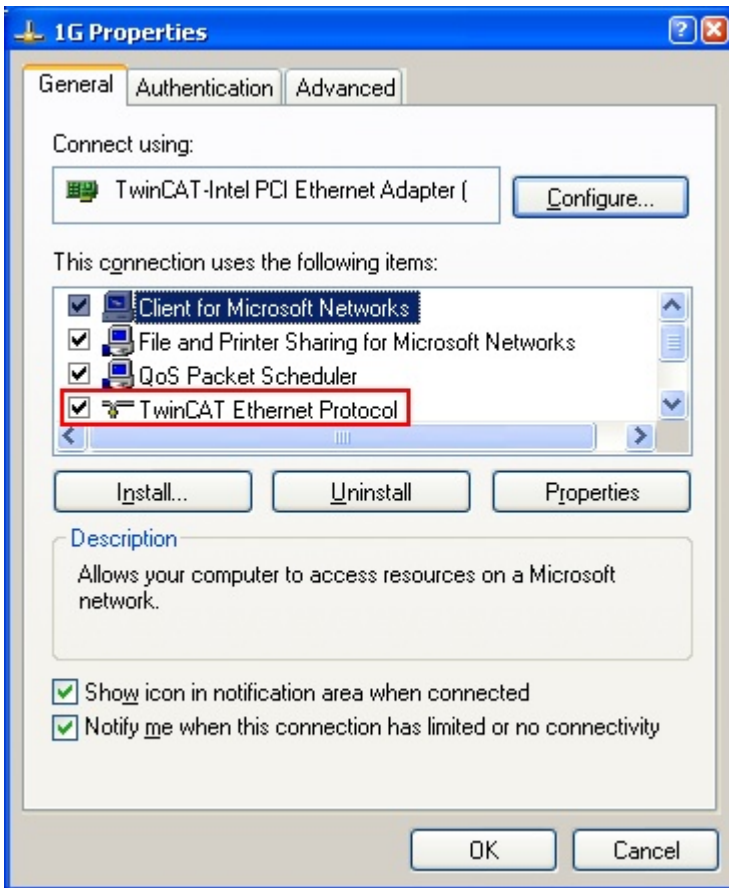


Abb. 50: Windows-Eigenschaften der Netzwerkschnittstelle

Eine korrekte Einstellung des Treibers könnte wie folgt aussehen:

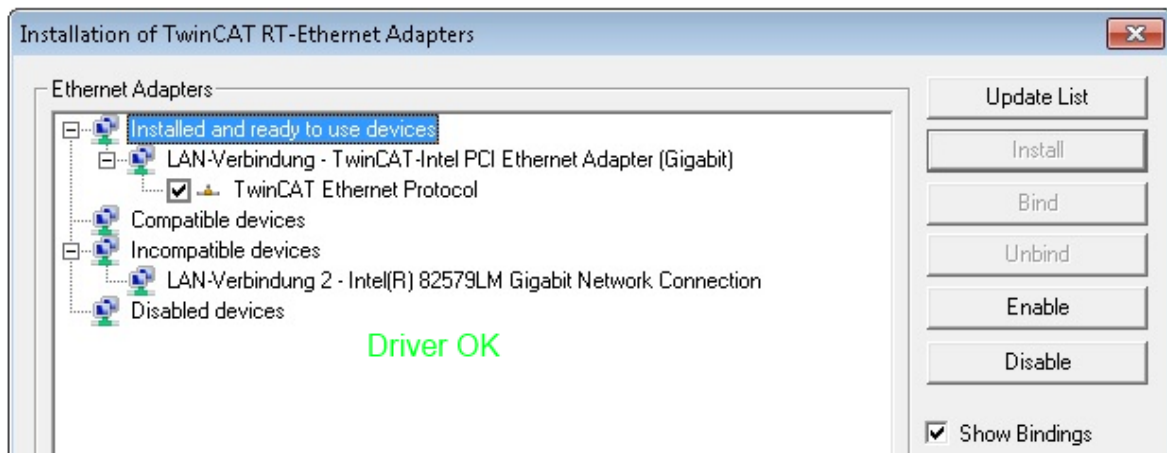


Abb. 51: Beispielhafte korrekte Treiber-Einstellung des Ethernet Ports

Andere mögliche Einstellungen sind zu vermeiden:

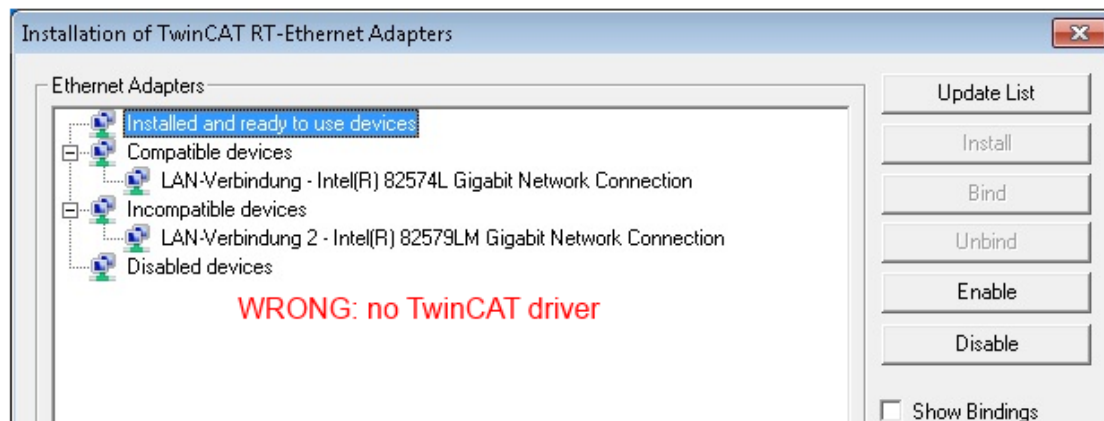
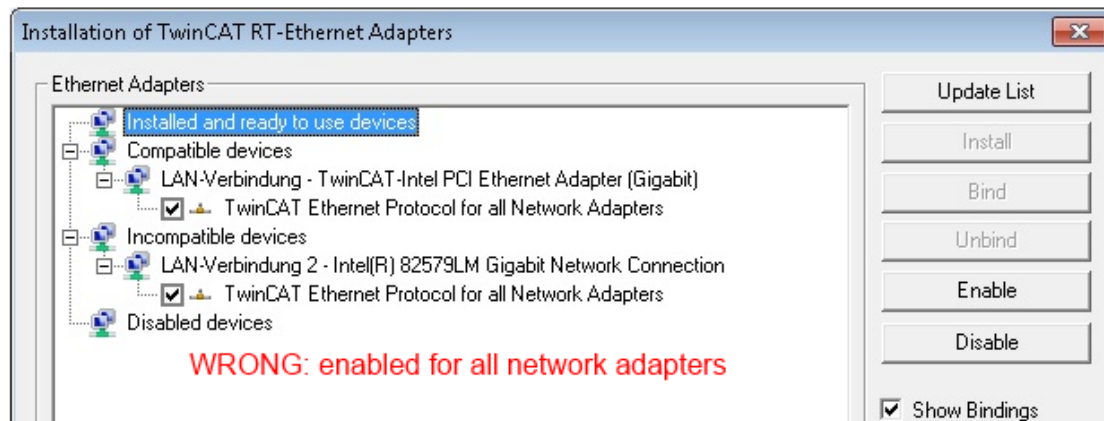
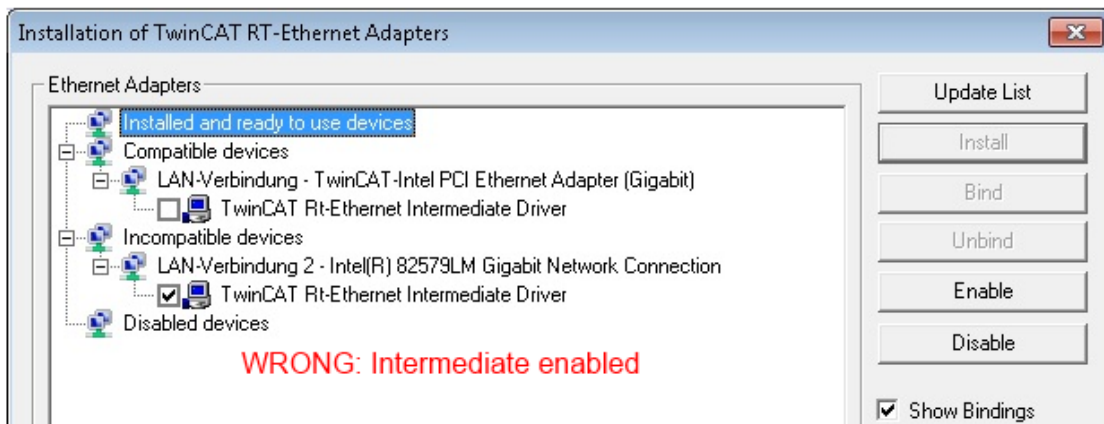
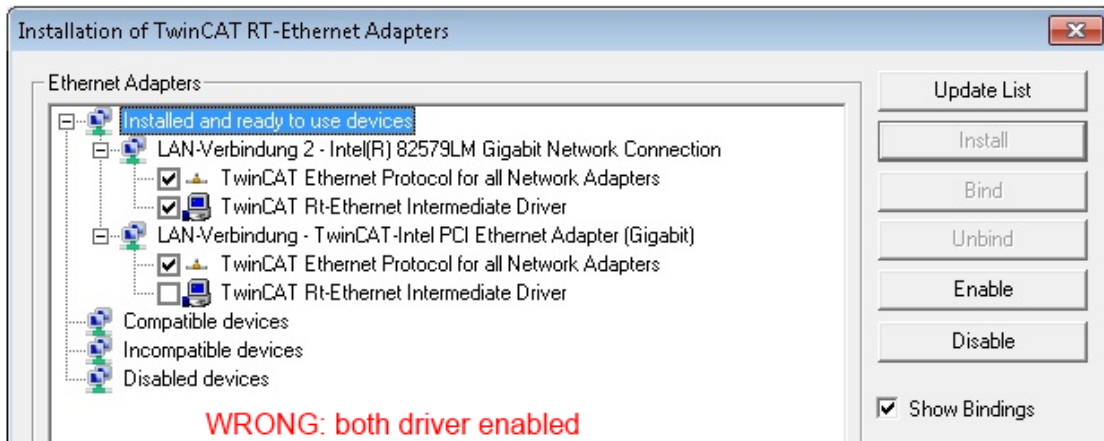


Abb. 52: Fehlerhafte Treiber-Einstellungen des Ethernet Ports

IP-Adresse des verwendeten Ports

● IP-Adresse/DHCP

i In den meisten Fällen wird ein Ethernet-Port, der als EtherCAT-Gerät konfiguriert wird, keine allgemeinen IP-Pakete transportieren. Deshalb und für den Fall, dass eine EL6601 oder entsprechende Geräte eingesetzt werden, ist es sinnvoll, über die Treiber-Einstellung „Internet Protocol TCP/IP“ eine feste IP-Adresse für diesen Port zu vergeben und DHCP zu deaktivieren. Dadurch entfällt die Wartezeit, bis sich der DHCP-Client des Ethernet Ports eine Default-IP-Adresse zuteilt, weil er keine Zuteilung eines DHCP-Servers erhält. Als Adressraum empfiehlt sich z. B. 192.168.x.x.

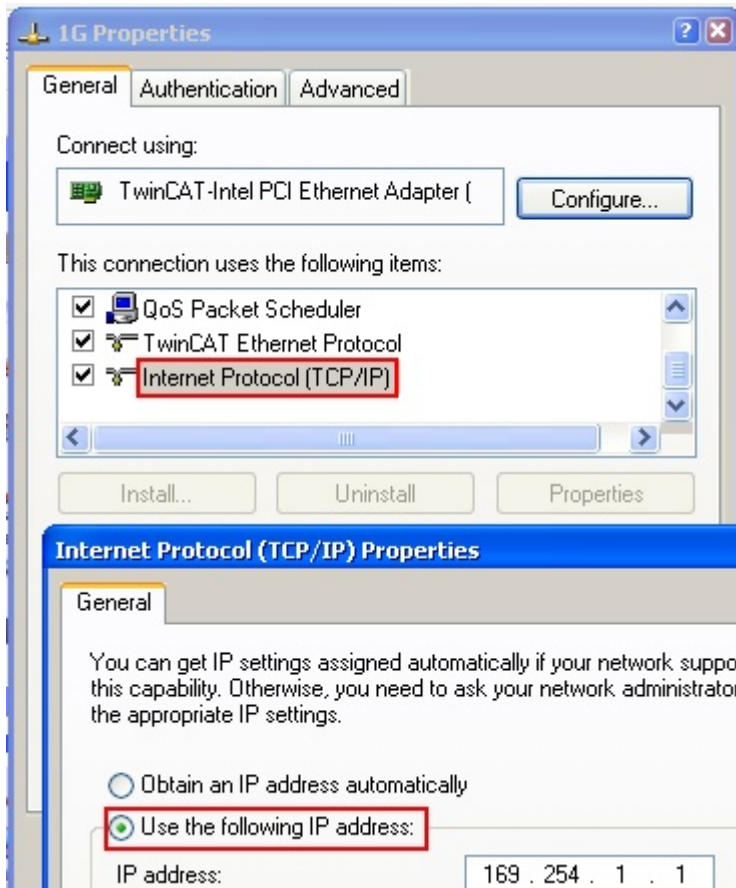


Abb. 53: TCP/IP-Einstellung des Ethernet Ports

5.1.2 Hinweise zur ESI-Gerätebeschreibung

Installation der neuesten ESI-Device-Description

Der TwinCAT EtherCAT Master/System Manager benötigt zur Konfigurationserstellung im Online- und Offline-Modus die Gerätebeschreibungsdateien der zu verwendeten Geräte. Diese Gerätebeschreibungen sind die so genannten ESI (EtherCAT Slave Information) in Form von XML-Dateien. Diese Dateien können vom jeweiligen Hersteller angefordert werden bzw. werden zum Download bereitgestellt. Eine *.xml-Datei kann dabei mehrere Gerätebeschreibungen enthalten.

Auf der [Beckhoff Website](#) werden die ESI für Beckhoff EtherCAT-Geräte bereitgehalten.

Die ESI-Dateien sind im Installationsverzeichnis von TwinCAT abzulegen.

Standardeinstellungen:

- **TwinCAT 2:** C:\TwinCAT\IO\EtherCAT
- **TwinCAT 3:** C:\TwinCAT\3.1\Config\Io\EtherCAT

Beim Öffnen eines neuen System Manager-Fensters werden die Dateien einmalig eingelesen, wenn sie sich seit dem letzten System Manager-Fenster geändert haben.

TwinCAT bringt bei der Installation den Satz an Beckhoff-ESI-Dateien mit, der zum Erstellungszeitpunkt des TwinCAT builds aktuell war.

Ab TwinCAT 2.11 / TwinCAT 3 kann aus dem System Manager heraus das ESI-Verzeichnis aktualisiert werden, wenn der Programmier-PC mit dem Internet verbunden ist; unter

TwinCAT 2: Options → „Update EtherCAT Device Descriptions“

TwinCAT 3: TwinCAT → EtherCAT Devices → “Update Device Descriptions (via ETG Website)...”

Hierfür steht der TwinCAT ESI Updater zur Verfügung.



ESI

Zu den *.xml-Dateien gehören die so genannten *.xsd-Dateien, die den Aufbau der ESI-XML-Dateien beschreiben. Bei einem Update der ESI-Gerätebeschreibungen sind deshalb beide Dateiarnten ggf. zu aktualisieren.

Geräteunterscheidung

EtherCAT-Geräte/Slaves werden durch vier Eigenschaften unterschieden, aus denen die vollständige Gerätebezeichnung zusammengesetzt wird. Beispielsweise setzt sich die Gerätebezeichnung „EL2521-0025-1018“ zusammen aus:

- Familienschlüssel „EL“
- Name „2521“
- Typ „0025“
- und Revision „1018“

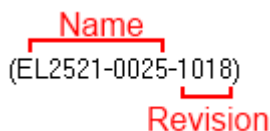


Abb. 54: Gerätebezeichnung: Struktur

Die Bestellbezeichnung aus Typ + Version (hier: EL2521-0010) beschreibt die Funktion des Gerätes. Die Revision gibt den technischen Fortschritt wieder und wird von Beckhoff verwaltet. Prinzipiell kann ein Gerät mit höherer Revision ein Gerät mit niedrigerer Revision ersetzen, wenn z. B. in der Dokumentation nicht anders angegeben. Jeder Revision zugehörig ist eine eigene ESI-Beschreibung. Siehe weitere Hinweise.

Online Description

Wird die EtherCAT Konfiguration online durch Scannen real vorhandener Teilnehmer erstellt (s. Kapitel Online Erstellung) und es liegt zu einem vorgefundenen Slave (ausgezeichnet durch Name und Revision) keine ESI-Beschreibung vor, fragt der System Manager, ob er die im Gerät vorliegende Beschreibung verwenden soll. Der System Manager benötigt in jedem Fall diese Information, um die zyklische und azyklische Kommunikation mit dem Slave richtig einstellen zu können.

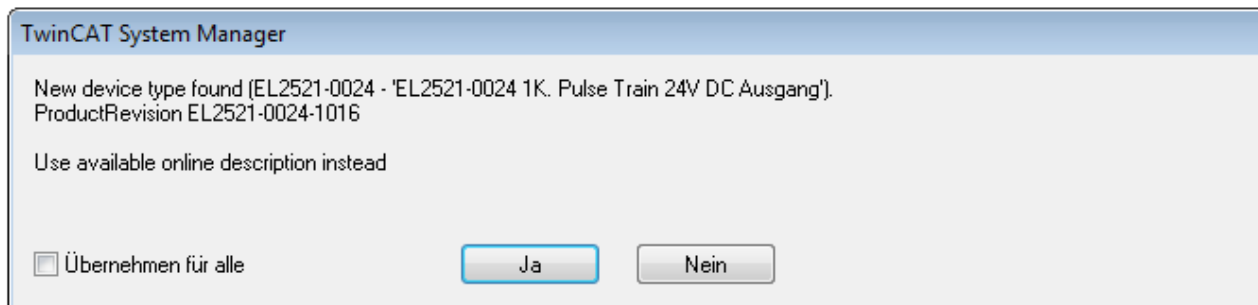


Abb. 55: Hinweisfenster OnlineDescription (TwinCAT 2)

In TwinCAT 3 erscheint ein ähnliches Fenster, das auch das Web-Update anbietet:

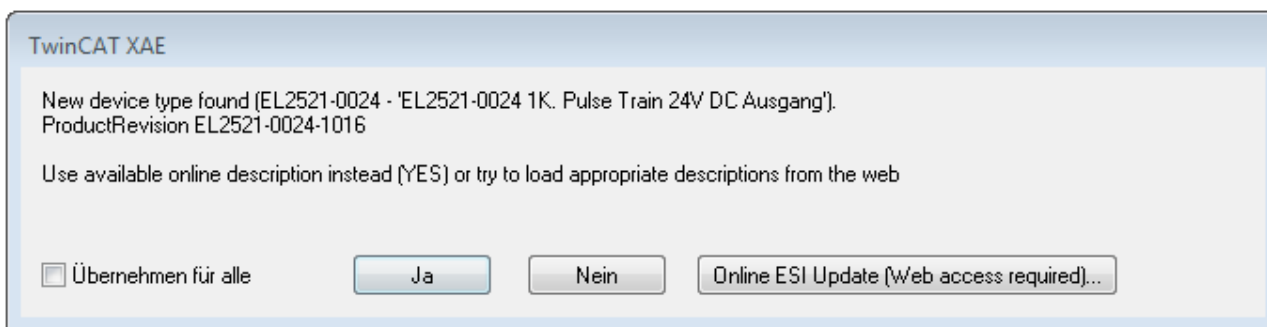


Abb. 56: Hinweisfenster OnlineDescription (TwinCAT 3)

Wenn möglich, ist das Yes abzulehnen und vom Geräte-Hersteller die benötigte ESI anzufordern. Nach Installation der XML/XSD-Datei ist der Konfigurationsvorgang erneut vorzunehmen.

HINWEIS

Veränderung der „üblichen“ Konfiguration durch Scan

- ✓ für den Fall eines durch Scan entdeckten aber TwinCAT noch unbekanntes Geräts sind zwei Fälle zu unterscheiden. Hier am Beispiel der EL2521-0000 in der Revision 1019:
 - a) für das Gerät EL2521-0000 liegt überhaupt keine ESI vor, weder für die Revision 1019 noch für eine ältere Revision. Dann ist vom Hersteller (hier: Beckhoff) die ESI anzufordern.
 - b) für das Gerät EL2521-0000 liegt eine ESI nur in älterer Revision vor, z. B. 1018 oder 1017. Dann sollte erst betriebsintern überprüft werden, ob die Ersatzteilhaltung überhaupt die Integration der erhöhten Revision in die Konfiguration zulässt. Üblicherweise bringt eine neue/größere Revision auch neue Features mit. Wenn diese nicht genutzt werden sollen, kann ohne Bedenken mit der bisherigen Revision 1018 in der Konfiguration weitergearbeitet werden. Dies drückt auch die Beckhoff Kompatibilitätsregel aus.

Siehe dazu insbesondere das Kapitel „[Allgemeine Hinweise zur Verwendung von Beckhoff EtherCAT IO-Komponenten](#)“ und zur manuellen Konfigurationserstellung das Kapitel „[Offline Konfigurationserstellung \[▶ 77\]](#)“.

Wird dennoch die Online Description verwendet, liest der System Manager aus dem im EtherCAT Slave befindlichen EEPROM eine Kopie der Gerätebeschreibung aus. Bei komplexen Slaves kann die EEPROM-Größe u. U. nicht ausreichend für die gesamte ESI sein, weshalb im Konfigurator dann eine *unvollständige* ESI vorliegt. Deshalb wird für diesen Fall die Verwendung einer offline ESI-Datei vorrangig empfohlen.

Der System Manager legt bei „online“ erfassten Gerätebeschreibungen in seinem ESI-Verzeichnis eine neue Datei „OnlineDescription0000...xml“ an, die alle online ausgelesenen ESI-Beschreibungen enthält.

OnlineDescriptionCache000000002.xml

Abb. 57: Vom System Manager angelegt OnlineDescription.xml

Soll daraufhin ein Slave manuell in die Konfiguration eingefügt werden, sind „online“ erstellte Slaves durch ein vorangestelltes „>“ Symbol in der Auswahlliste gekennzeichnet (siehe Abbildung *Kennzeichnung einer online erfassten ESI am Beispiel EL2521*).



Abb. 58: Kennzeichnung einer online erfassten ESI am Beispiel EL2521

Wurde mit solchen ESI-Daten gearbeitet und liegen später die herstellereigenen Dateien vor, ist die OnlineDescription....xml wie folgt zu löschen:

- alle System Managerfenster schließen
- TwinCAT in Konfig-Mode neu starten
- „OnlineDescription0000...xml“ löschen
- TwinCAT System Manager wieder öffnen

Danach darf diese Datei nicht mehr zu sehen sein, Ordner ggf. mit <F5> aktualisieren.

i OnlineDescription unter TwinCAT 3.x

Zusätzlich zu der oben genannten Datei „OnlineDescription0000...xml“ legt TwinCAT 3.x auch einen so genannten EtherCAT-Cache mit neuentdeckten Geräten an, z. B. unter Windows 7 unter

C:\User\[USERNAME]\AppData\Roaming\Beckhoff\TwinCAT3\Components\Base\EtherCATCache.xml

(Spracheinstellungen des Betriebssystems beachten!)

Diese Datei ist im gleichen Zuge wie die andere Datei zu löschen.

Fehlerhafte ESI-Datei

Liegt eine fehlerhafte ESI-Datei vor die vom System Manager nicht eingelesen werden kann, meldet dies der System Manager durch ein Hinweisfenster.

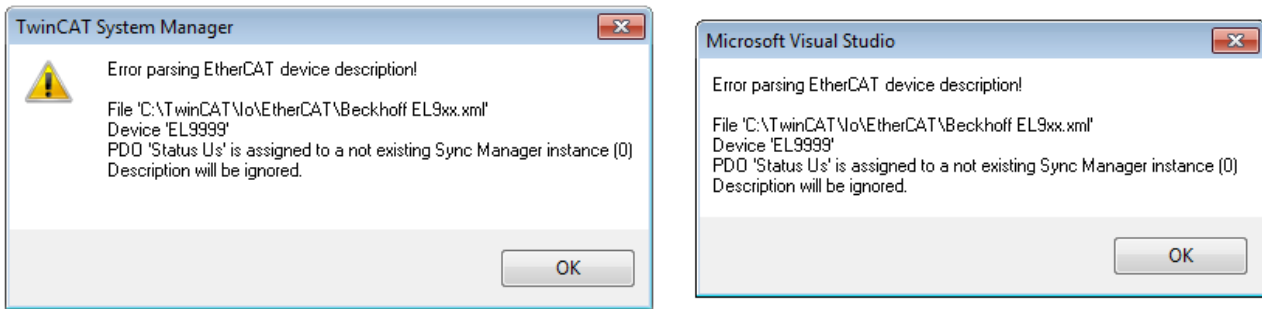


Abb. 59: Hinweisfenster fehlerhafte ESI-Datei (links: TwinCAT 2; rechts: TwinCAT 3)

Ursachen dafür können sein

- Aufbau der *.xml entspricht nicht der zugehörigen *.xsd-Datei → prüfen Sie die Ihnen vorliegenden Schemata
- Inhalt kann nicht in eine Gerätebeschreibung übersetzt werden → Es ist der Hersteller der Datei zu kontaktieren

5.1.3 OFFLINE Konfigurationserstellung

Anlegen des Geräts EtherCAT

In einem leeren System Manager Fenster muss zuerst ein EtherCAT-Gerät angelegt werden.

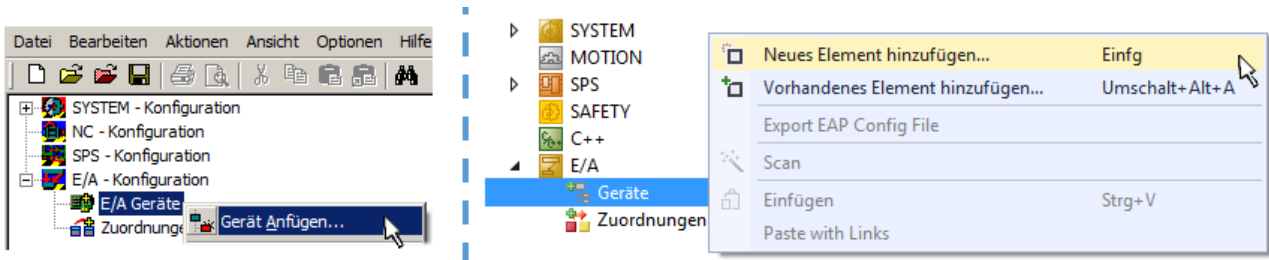


Abb. 60: Anfügen eines EtherCAT Device: links TwinCAT 2; rechts TwinCAT 3

Für eine EtherCAT I/O Anwendung mit EtherCAT Slaves ist der „EtherCAT“ Typ auszuwählen. „EtherCAT Automation Protocol via EL6601“ ist für den bisherigen Publisher/Subscriber-Dienst in Kombination mit einer EL6601/EL6614 Klemme auszuwählen.

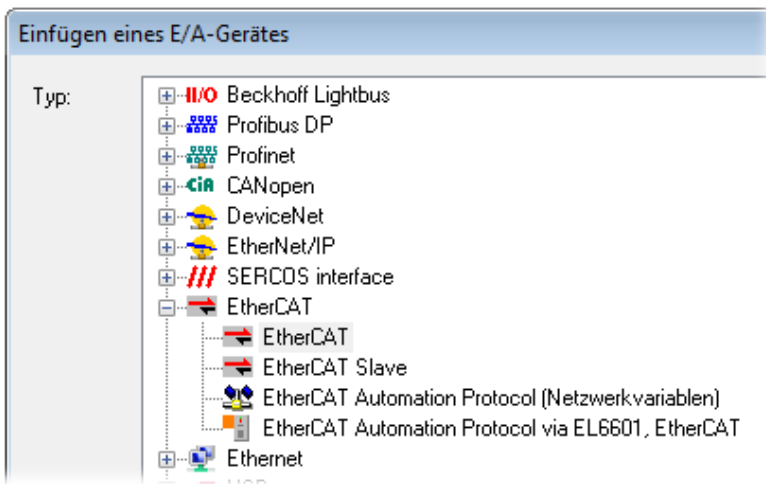


Abb. 61: Auswahl EtherCAT Anschluss (TwinCAT 2.11, TwinCAT 3)

Diesem virtuellen Gerät ist dann ein realer Ethernet Port auf dem Laufzeitsystem zuzuordnen.

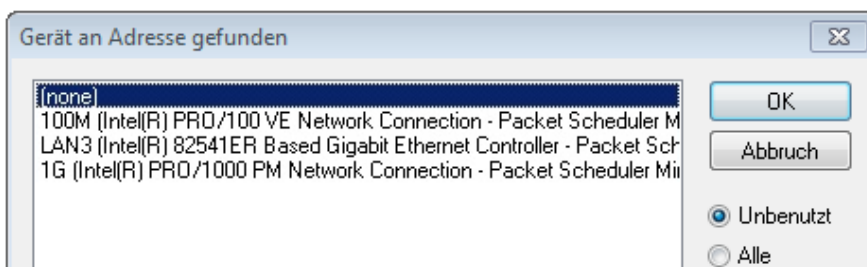


Abb. 62: Auswahl Ethernet Port

Diese Abfrage kann beim Anlegen des EtherCAT-Gerätes automatisch erscheinen, oder die Zuordnung kann später im Eigenschaftendialog gesetzt/geändert werden; siehe Abb. „Eigenschaften EtherCAT-Gerät (TwinCAT 2)“.

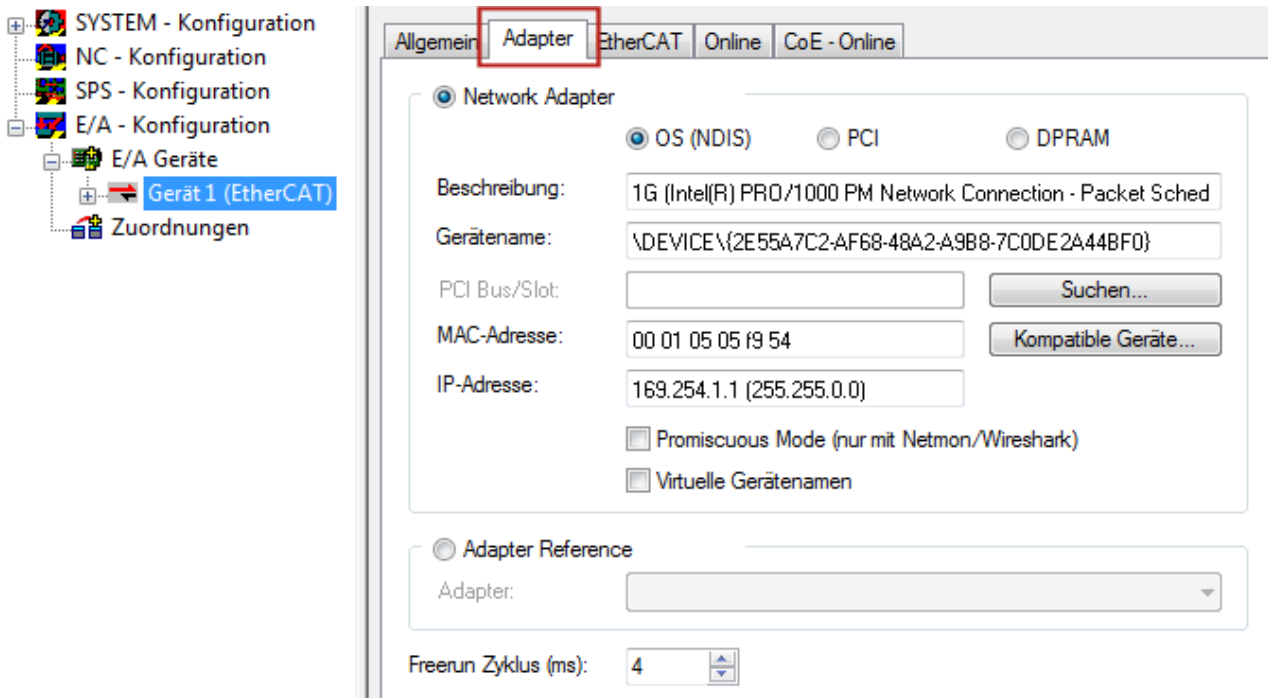
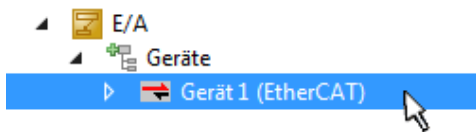


Abb. 63: Eigenschaften EtherCAT-Gerät (TwinCAT 2)

TwinCAT 3: Die Eigenschaften des EtherCAT-Gerätes können mit Doppelklick auf „Gerät .. (EtherCAT)“ im Projektmappen-Explorer unter „E/A“ geöffnet werden:



i Auswahl des Ethernet-Ports

Es können nur Ethernet-Ports für ein EtherCAT-Gerät ausgewählt werden, für die der TwinCAT Realtime-Treiber installiert ist. Dies muss für jeden Port getrennt vorgenommen werden. Siehe dazu die entsprechende [Installationsseite](#) [| 67](#)].

Definieren von EtherCAT Slaves

Durch Rechtsklick auf ein Gerät im Konfigurationsbaum können weitere Geräte angefügt werden.

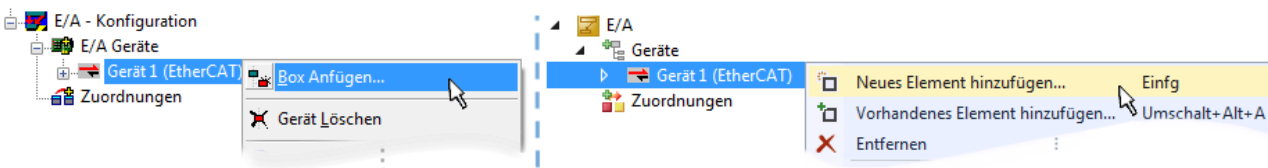


Abb. 64: Anfügen von EtherCAT-Geräten (links: TwinCAT 2; rechts: TwinCAT 3)

Es öffnet sich der Dialog zur Auswahl des neuen Gerätes. Es werden nur Geräte angezeigt für die ESI-Dateien hinterlegt sind.

Die Auswahl bietet auch nur Geräte an, die an dem vorher angeklickten Gerät anzufügen sind - dazu wird die an diesem Port mögliche Übertragungsphysik angezeigt (Abb. „Auswahldialog neues EtherCAT-Gerät“, A). Es kann sich um kabelgebundene Fast-Ethernet-Ethernet-Physik mit PHY-Übertragung handeln, dann ist wie in Abb. „Auswahldialog neues EtherCAT-Gerät“ nur ebenfalls kabelgebundenes Geräte auswählbar. Verfügt das vorangehende Gerät über mehrere freie Ports (z. B. EK1122 oder EK1100), kann auf der rechten Seite (A) der gewünschte Port angewählt werden.

Übersicht Übertragungsphysik

- „Ethernet“: Kabelgebunden 100BASE-TX: Koppler, Box-Module, Geräte mit RJ45/M8/M12-Anschluss

- „E-Bus“: LVDS „Klemmenbus“, EtherCAT-Steckmodule (EJ), EtherCAT-Klemmen (EL/ES), diverse anreihbare Module

Das Suchfeld erleichtert das Auffinden eines bestimmten Gerätes (ab TwinCAT 2.11 bzw. TwinCAT 3).

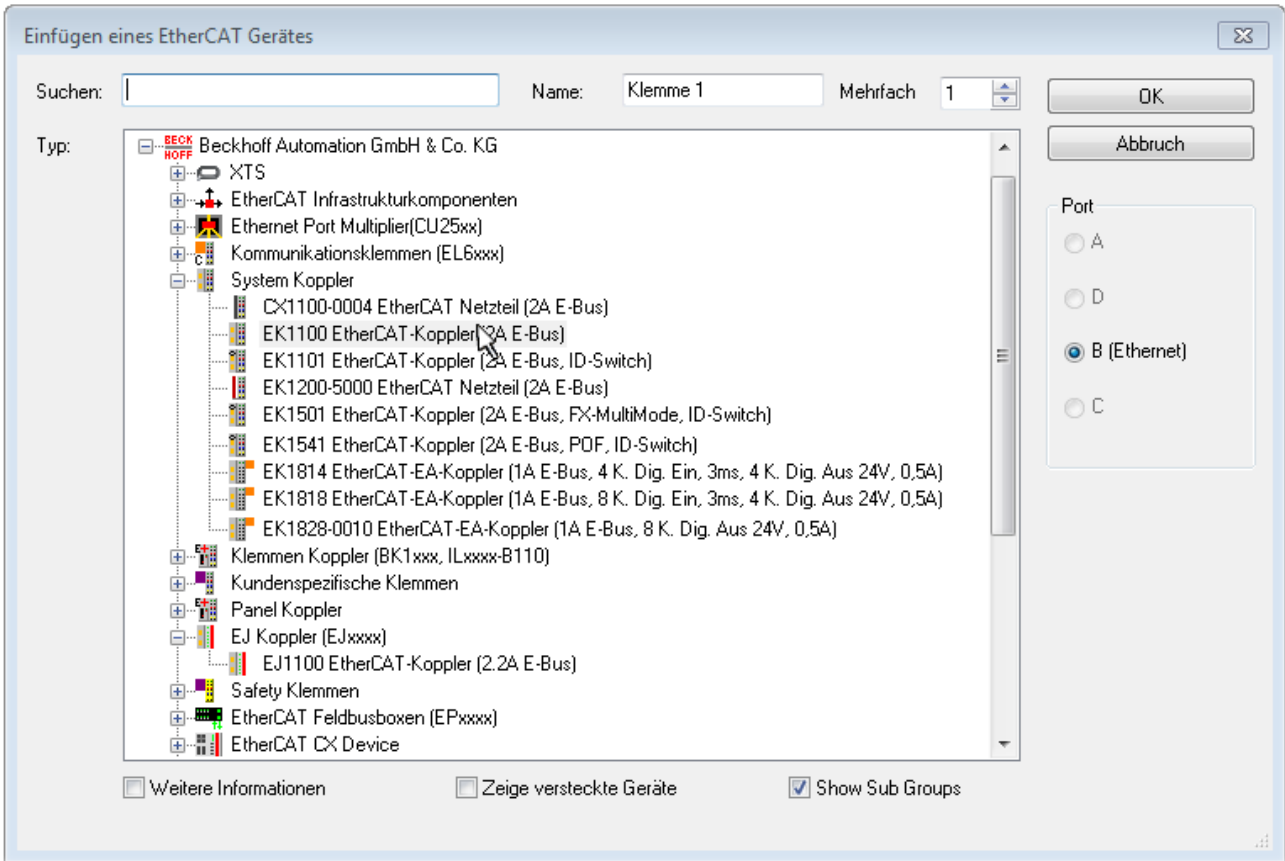


Abb. 65: Auswahldialog neues EtherCAT-Gerät

Standardmäßig wird nur der Name/Typ des Gerätes als Auswahlkriterium verwendet. Für eine gezielte Auswahl einer bestimmten Revision des Gerätes kann die Revision als „Extended Information“ eingeblendet werden.

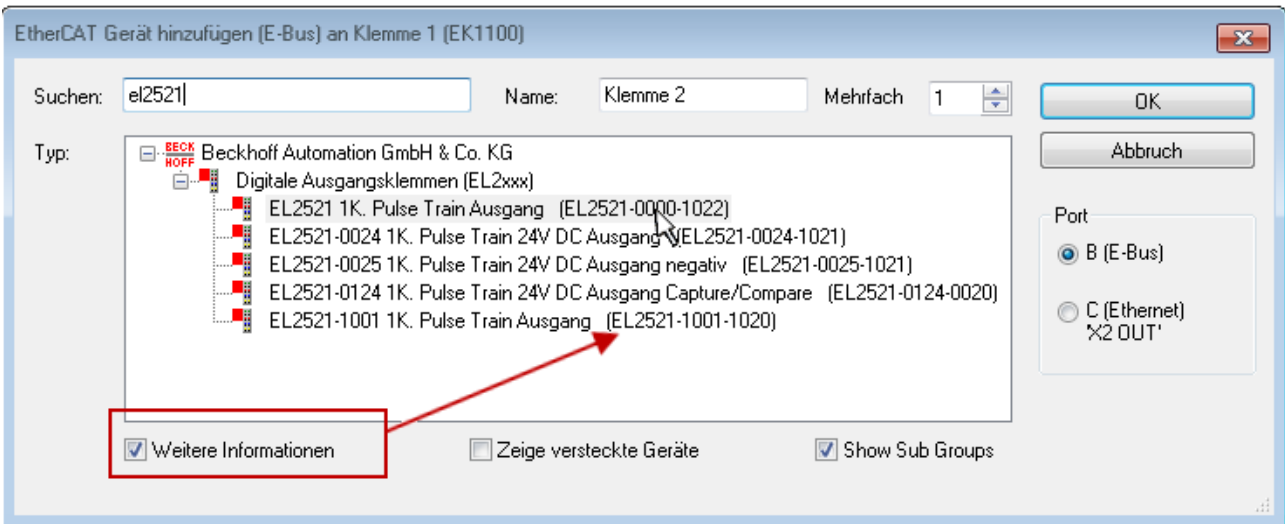


Abb. 66: Anzeige Geräte-Revision

Oft sind aus historischen oder funktionalen Gründen mehrere Revisionen eines Gerätes erzeugt worden, z. B. durch technologische Weiterentwicklung. Zur vereinfachten Anzeige (s. Abb. „Auswahldialog neues EtherCAT-Gerät“) wird bei Beckhoff Geräten nur die letzte (=höchste) Revision und damit der letzte

Produktionsstand im Auswahldialog angezeigt. Sollen alle im System als ESI-Beschreibungen vorliegenden Revisionen eines Gerätes angezeigt werden, ist die Checkbox „Show Hidden Devices“ zu markieren, s. Abb. „Anzeige vorhergehender Revisionen“.

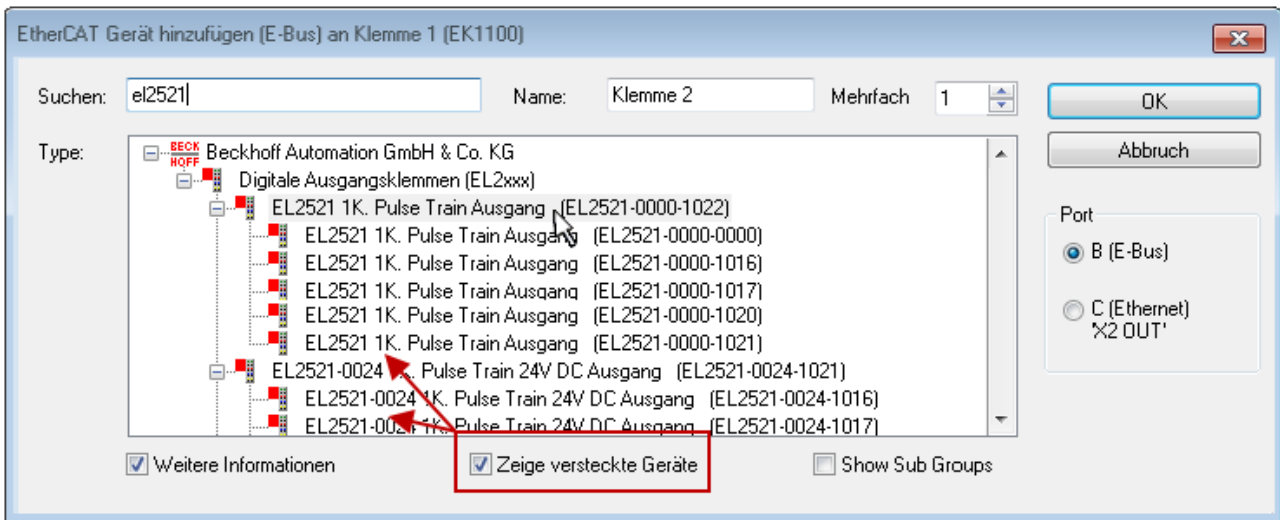


Abb. 67: Anzeige vorhergehender Revisionen

● Geräte-Auswahl nach Revision, Kompatibilität

i Mit der ESI-Beschreibung wird auch das Prozessabbild, die Art der Kommunikation zwischen Master und Slave/Gerät und ggf. Geräte-Funktionen definiert. Damit muss das reale Gerät (Firmware wenn vorhanden) die Kommunikationsanfragen/-einstellungen des Masters unterstützen. Dies ist abwärtskompatibel der Fall, d. h. neuere Geräte (höhere Revision) sollen es auch unterstützen, wenn der EtherCAT Master sie als eine ältere Revision anspricht. Als Beckhoff-Kompatibilitätsregel für EtherCAT-Klemmen/ Boxen/ EJ-Module ist anzunehmen:

Geräte-Revision in der Anlage >= Geräte-Revision in der Konfiguration

Dies erlaubt auch den späteren Austausch von Geräten ohne Veränderung der Konfiguration (abweichende Vorgaben bei Antrieben möglich).

Beispiel

In der Konfiguration wird eine EL2521-0025-**1018** vorgesehen, dann kann real eine EL2521-0025-**1018** oder höher (-**1019**, -**1020**) eingesetzt werden.

Name
(EL2521-0025-1018)
Revision

Abb. 68: Name/Revision Klemme

Wenn im TwinCAT System aktuelle ESI-Beschreibungen vorliegen, entspricht der im Auswahldialog als letzte Revision angebotene Stand dem Produktionsstand von Beckhoff. Es wird empfohlen, bei Erstellung einer neuen Konfiguration jeweils diesen letzten Revisionsstand eines Gerätes zu verwenden, wenn aktuell produzierte Beckhoff-Geräte in der realen Applikation verwendet werden. Nur wenn ältere Geräte aus Lagerbeständen in der Applikation verbaut werden sollen, ist es sinnvoll eine ältere Revision einzubinden.

Das Gerät stellt sich dann mit seinem Prozessabbild im Konfigurationsbaum dar und kann nur parametrierbar werden: Verlinkung mit der Task, CoE/DC-Einstellungen, Plugin-Definition, StartUp-Einstellungen, ...

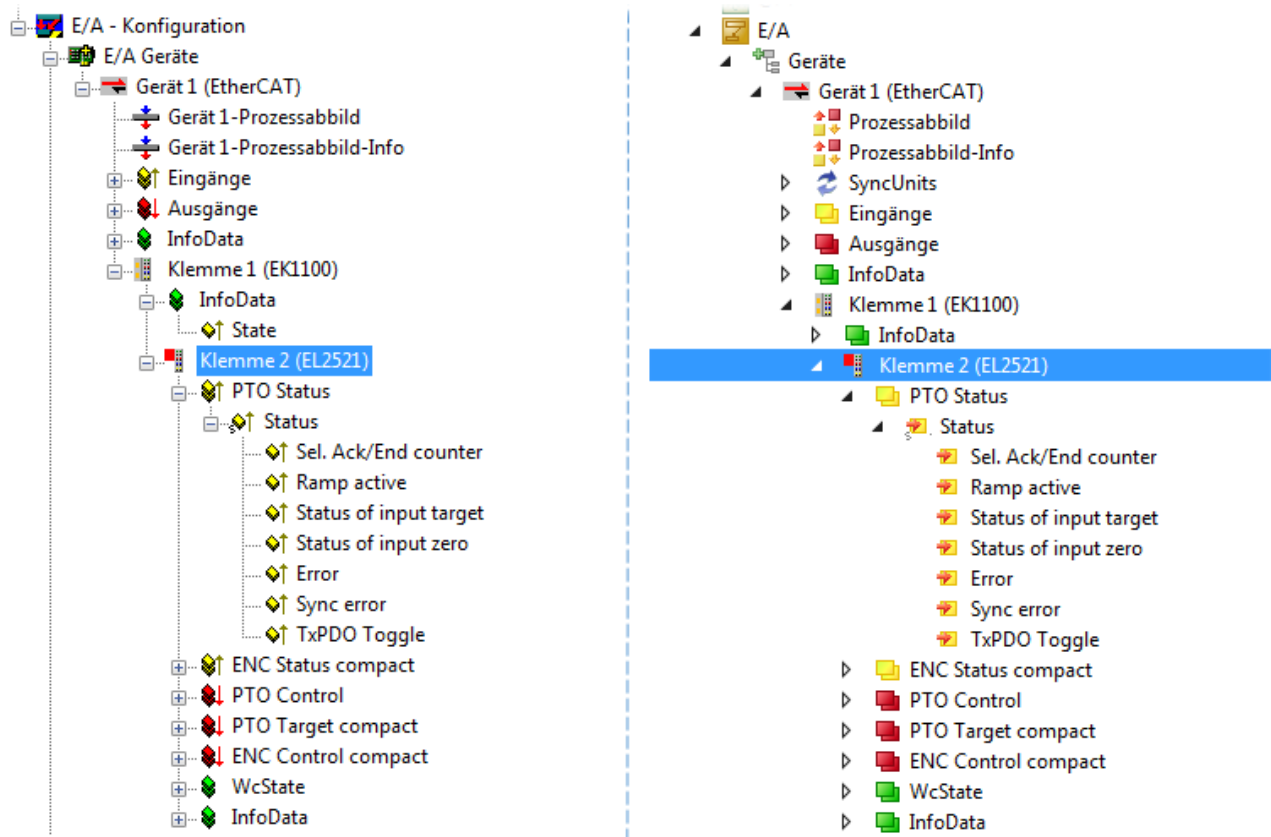




Abb. 69: EtherCAT Klemme im TwinCAT-Baum (links: TwinCAT 2; rechts: TwinCAT 3)



5.1.4 ONLINE Konfigurationserstellung

Erkennen/Scan des Geräts EtherCAT

Befindet sich das TwinCAT-System im CONFIG-Modus, kann online nach Geräten gesucht werden. Erkennbar ist dies durch ein Symbol unten rechts in der Informationsleiste:

- bei TwinCAT 2 durch eine blaue Anzeige „Config Mode“ im System Manager-Fenster:  .
- bei der Benutzeroberfläche der TwinCAT 3 Entwicklungsumgebung durch ein Symbol  .

TwinCAT lässt sich in diesem Modus versetzen:

- TwinCAT 2: durch Auswahl von  aus der Menüleiste oder über „Aktionen“ → „Starten/Restarten von TwinCAT in Config-Modus“
- TwinCAT 3: durch Auswahl von  aus der Menüleiste oder über „TWINCAT“ → „Restart TwinCAT (Config Mode)“

● Online Scannen im Config Mode

I Die Online-Suche im RUN-Modus (produktiver Betrieb) ist nicht möglich. Es ist die Unterscheidung zwischen TwinCAT-Programmiersystem und TwinCAT-Zielsystem zu beachten.



Das TwinCAT 2-Icon () bzw. TwinCAT 3-Icon () in der Windows Taskleiste stellt immer den TwinCAT-Modus des lokalen IPC dar. Im System Manager-Fenster von TwinCAT 2 bzw. in der Benutzeroberfläche von TwinCAT 3 wird dagegen der TwinCAT-Zustand des Zielsystems angezeigt.



Abb. 70: Unterscheidung Lokalsystem/ Zielsystem (links: TwinCAT 2; rechts: TwinCAT 3)

Im Konfigurationsbaum bringt uns ein Rechtsklick auf den General-Punkt „I/O Devices“ zum Such-Dialog.

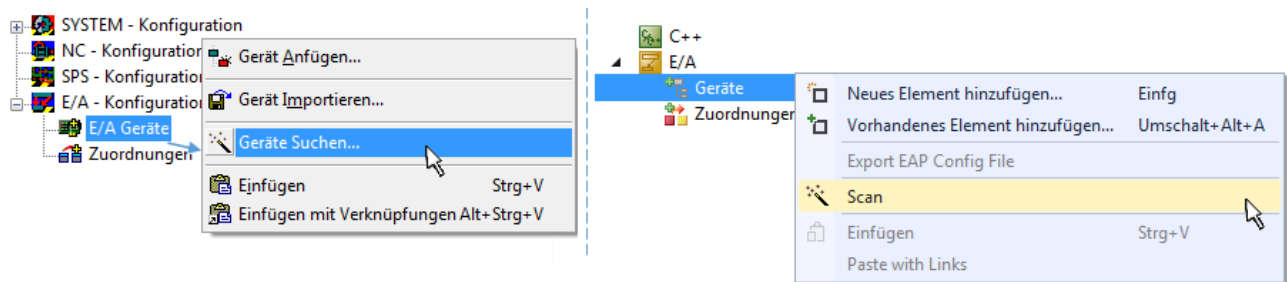


Abb. 71: Scan Devices (links: TwinCAT 2; rechts: TwinCAT 3)

Dieser Scan-Modus versucht nicht nur EtherCAT-Geräte (bzw. die als solche nutzbaren Ethernet-Ports) zu finden, sondern auch NOVRAM, Feldbuskarten, SMB etc. Nicht alle Geräte können jedoch automatisch gefunden werden.

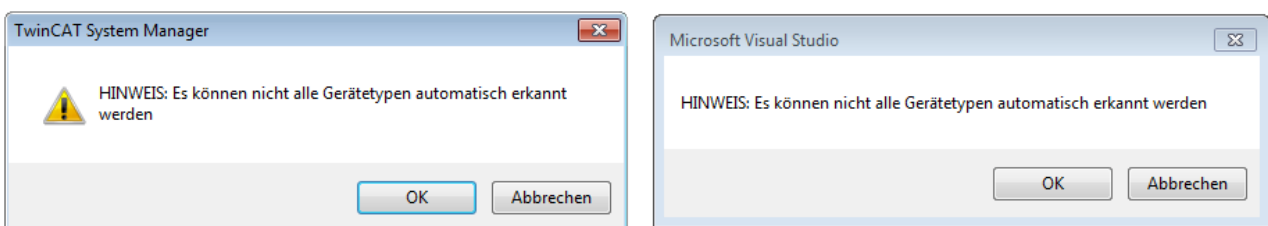


Abb. 72: Hinweis automatischer GeräteScan (links: TwinCAT 2; rechts: TwinCAT 3)

Ethernet Ports mit installierten TwinCAT Realtime-Treiber werden als „RT-Ethernet“ Geräte angezeigt. Testweise wird an diesen Ports ein EtherCAT-Frame verschickt. Erkennt der Scan-Agent an der Antwort, dass ein EtherCAT-Slave angeschlossen ist, wird der Port allerdings gleich als „EtherCAT Device“ angezeigt.

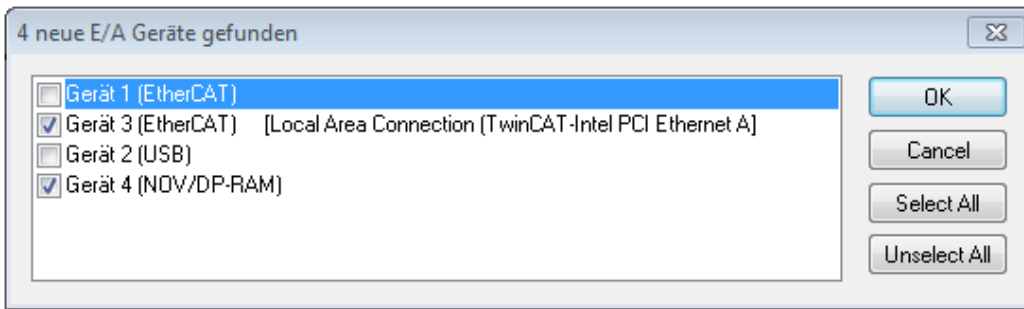


Abb. 73: Erkannte Ethernet-Geräte

Über entsprechende Kontrollkästchen können Geräte ausgewählt werden (wie in der Abb. „Erkannte Ethernet-Geräte“ gezeigt ist z. B. Gerät 3 und Gerät 4 ausgewählt). Für alle angewählten Geräte wird nach Bestätigung „OK“ im nachfolgenden ein Teilnehmer-Scan vorgeschlagen, s. Abb. „Scan-Abfrage nach dem automatischen Anlegen eines EtherCAT-Gerätes“.

● **Auswahl des Ethernet-Ports**

I Es können nur Ethernet-Ports für ein EtherCAT-Gerät ausgewählt werden, für die der TwinCAT Realtime-Treiber installiert ist. Dies muss für jeden Port getrennt vorgenommen werden. Siehe dazu die entsprechende [Installationsseite](#) [▶ 67].

Erkennen/Scan der EtherCAT Teilnehmer

● **Funktionsweise Online Scan**

I Beim Scan fragt der Master die Identity Informationen der EtherCAT Slaves aus dem Slave-EEPROM ab. Es werden Name und Revision zur Typbestimmung herangezogen. Die entsprechenden Geräte werden dann in den hinterlegten ESI-Daten gesucht und in dem dort definierten Default-Zustand in den Konfigurationsbaum eingebaut.

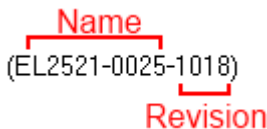


Abb. 74: Beispiel Default-Zustand

HINWEIS

Slave-Scan in der Praxis im Serienmaschinenbau

Die Scan-Funktion sollte mit Bedacht angewendet werden. Sie ist ein praktisches und schnelles Werkzeug, um für eine Inbetriebnahme eine Erst-Konfiguration als Arbeitsgrundlage zu erzeugen. Im Serienmaschinebau bzw. bei Reproduktion der Anlage sollte die Funktion aber nicht mehr zur Konfigurationserstellung verwendet werden sondern ggf. zum [Vergleich](#) [▶ 87] mit der festgelegten Erst-Konfiguration.

Hintergrund: da Beckhoff aus Gründen der Produktpflege gelegentlich den Revisionsstand der ausgelieferten Produkte erhöht, kann durch einen solchen Scan eine Konfiguration erzeugt werden, die (bei identischem Maschinenaufbau) zwar von der Geräteliste her identisch ist, die jeweilige Geräteversion unterscheiden sich aber ggf. von der Erstkonfiguration.

Beispiel

Firma A baut den Prototyp einer späteren Serienmaschine B. Dazu wird der Prototyp aufgebaut, in TwinCAT ein Scan über die IO-Geräte durchgeführt und somit die Erstkonfiguration "B.tsm" erstellt. An einer beliebigen Stelle sitzt dabei die EtherCAT-Klemme EL2521-0025 in der Revision 1018. Diese wird also so in die TwinCAT-Konfiguration eingebaut:

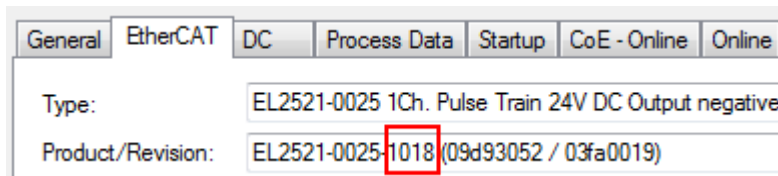


Abb. 75: Einbau EtherCAT-Klemme mit Revision -1018

Ebenso werden in der Prototypentestphase Funktionen und Eigenschaften dieser Klemme durch die Programmierer/Inbetriebnehmer getestet und ggf. genutzt d. h. aus der PLC „B.pro“ oder der NC angesprochen. (sinngemäß gilt das gleiche für die TwinCAT 3-Solution-Dateien).

Nun wird die Prototypenentwicklung abgeschlossen und der Serienbau der Maschine B gestartet, Beckhoff liefert dazu weiterhin die EL2521-0025-0018. Falls die Inbetriebnehmer der Abteilung Serienmaschinenbau immer einen Scan durchführen, entsteht dabei bei jeder Maschine wieder ein inhaltsgleiche B-Konfiguration. Ebenso werden eventuell von A weltweit Ersatzteillager für die kommenden Serienmaschinen mit Klemmen EL2521-0025-1018 angelegt.

Nach einiger Zeit erweitert Beckhoff die EL2521-0025 um ein neues Feature C. Deshalb wird die FW geändert, nach außen hin kenntlich durch einen höheren FW-Stand **und eine neue Revision -1019**. Trotzdem unterstützt das neue Gerät natürlich Funktionen und Schnittstellen der Vorgängerversion(en), eine Anpassung von „B.tsm“ oder gar „B.pro“ ist somit nicht nötig. Die Serienmaschinen können weiterhin mit „B.tsm“ und „B.pro“ gebaut werden, zur Kontrolle der aufgebauten Maschine ist ein vergleichender Scan [► 87] gegen die Erstkonfiguration „B.tsm“ sinnvoll.

Wird nun allerdings in der Abteilung Serienmaschinenbau nicht „B.tsm“ verwendet, sondern wieder ein Scan zur Erstellung der produktiven Konfiguration durchgeführt, wird automatisch die Revision **-1019** erkannt und in die Konfiguration eingebaut:

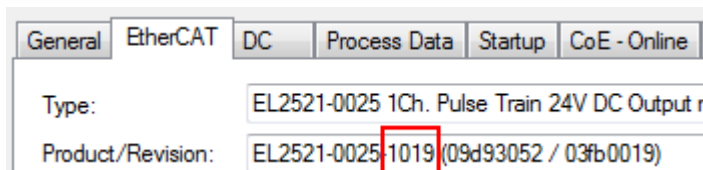


Abb. 76: Erkennen EtherCAT-Klemme mit Revision -1019

Dies wird in der Regel von den Inbetriebnehmern nicht bemerkt. TwinCAT kann ebenfalls nichts melden, da ja quasi eine neue Konfiguration erstellt wird. Es führt nach der Kompatibilitätsregel allerdings dazu, dass in diese Maschine später keine EL2521-0025-**1018** als Ersatzteil eingebaut werden sollen (auch wenn dies in den allermeisten Fällen dennoch funktioniert).

Dazu kommt, dass durch produktionsbegleitende Entwicklung in Firma A das neue Feature C der EL2521-0025-1019 (zum Beispiel ein verbesserter Analogfilter oder ein zusätzliches Prozessdatum zur Diagnose) gerne entdeckt und ohne betriebsinterne Rücksprache genutzt wird. Für die so entstandene neue Konfiguration „B2.tsm“ ist der bisherige Bestand an Ersatzteilgeräten nicht mehr zu verwenden.

Bei etabliertem Serienmaschinenbau sollte der Scan nur noch zu informativen Vergleichszwecken gegen eine definierte Erstkonfiguration durchgeführt werden. Änderungen sind mit Bedacht durchzuführen!

Wurde ein EtherCAT-Device in der Konfiguration angelegt (manuell oder durch Scan), kann das I/O-Feld nach Teilnehmern/Slaves gescannt werden.



Abb. 77: Scan-Abfrage nach dem automatischen Anlegen eines EtherCAT-Gerätes (links: TwinCAT 2; rechts TwinCAT 3)

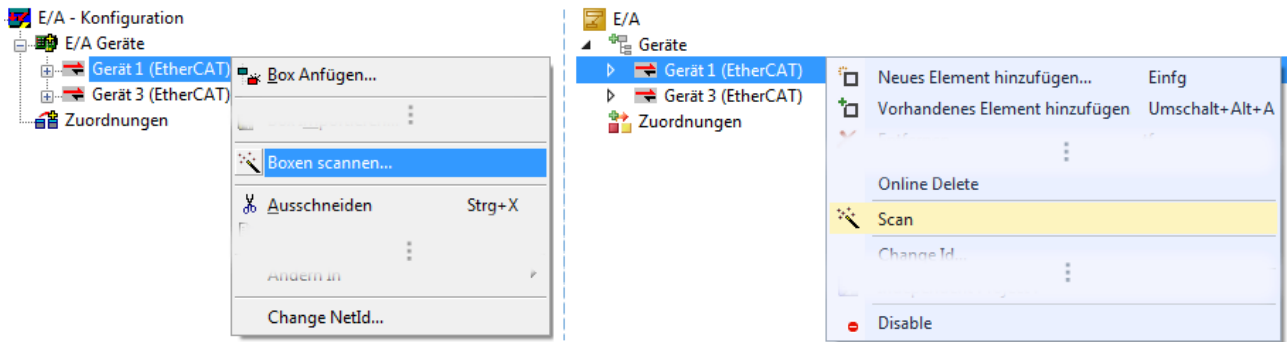


Abb. 78: Manuelles Auslösen des Teilnehmer-Scans auf festgelegtem EtherCAT Device (links: TwinCAT 2; rechts TwinCAT 3)

Im System Manager (TwinCAT 2) bzw. der Benutzeroberfläche (TwinCAT 3) kann der Scan-Ablauf am Ladebalken unten in der Statusleiste verfolgt werden.



Abb. 79: Scanfortschritt am Beispiel von TwinCAT 2

Die Konfiguration wird aufgebaut und kann danach gleich in den Online-Zustand (OPERATIONAL) versetzt werden.



Abb. 80: Abfrage Config/FreeRun (links: TwinCAT 2; rechts TwinCAT 3)

Im Config/FreeRun-Mode wechselt die System Manager Anzeige blau/rot und das EtherCAT-Gerät wird auch ohne aktive Task (NC, PLC) mit der Freilauf-Zykluszeit von 4 ms (Standardeinstellung) betrieben.



Abb. 81: Anzeige des Wechsels zwischen „Free Run“ und „Config Mode“ unten rechts in der Statusleiste



Abb. 82: TwinCAT kann auch durch einen Button in diesen Zustand versetzt werden (links: TwinCAT 2; rechts TwinCAT 3)

Das EtherCAT System sollte sich danach in einem funktionsfähigen zyklischen Betrieb nach Abb. *Beispielhafte Online-Anzeige* befinden.

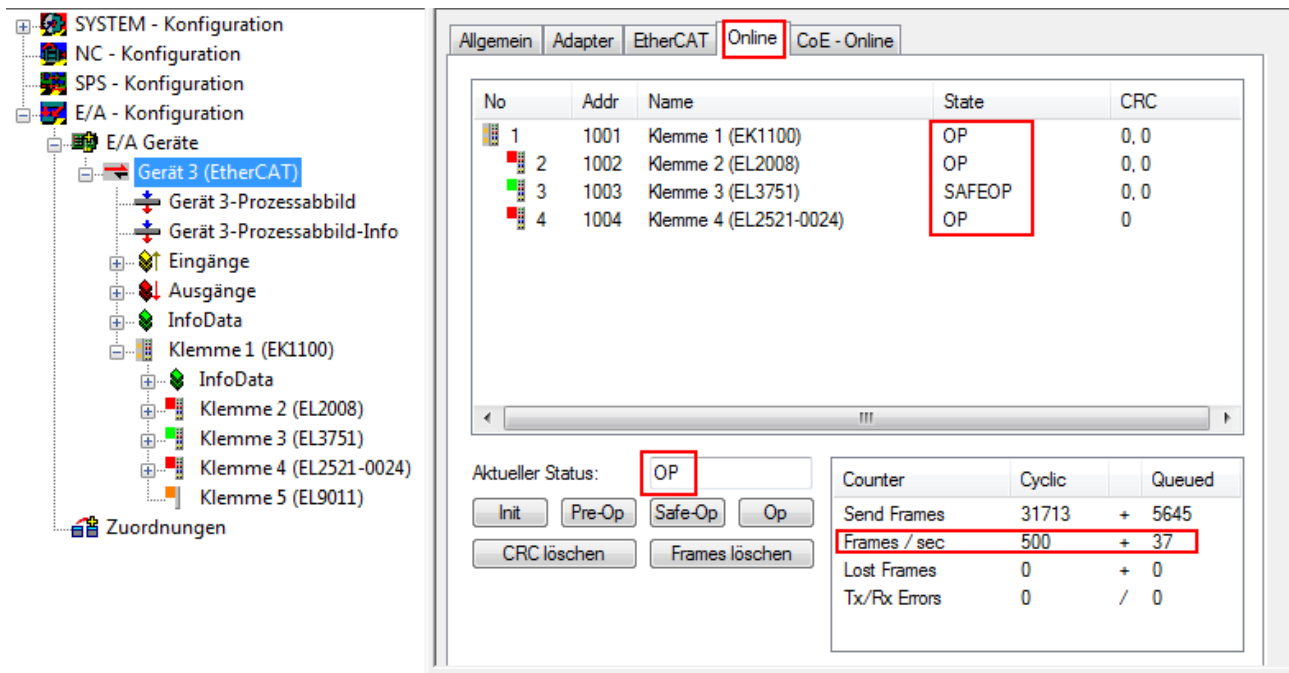


Abb. 83: Beispielhafte Online-Anzeige

Zu beachten sind

- alle Slaves sollen im OP-State sein
- der EtherCAT Master soll im „Actual State“ OP sein
- „Frames/sec“ soll der Zykluszeit unter Berücksichtigung der versendeten Frameanzahl sein
- es sollen weder übermäßig „LostFrames“- noch CRC-Fehler auftreten

Die Konfiguration ist nun fertig gestellt. Sie kann auch wie im [manuellen Vorgang \[▶ 77\]](#) beschrieben verändert werden.

Problembehandlung

Beim Scannen können verschiedene Effekte auftreten.

- es wird ein **unbekanntes Gerät** entdeckt, d. h. ein EtherCAT Slave für den keine ESI-XML-Beschreibung vorliegt.
In diesem Fall bietet der System Manager an, die im Gerät eventuell vorliegende ESI auszulesen. Lesen Sie dazu das Kapitel „Hinweise zu ESI/XML“.
- **Teilnehmer werden nicht richtig erkannt**
Ursachen können sein
 - fehlerhafte Datenverbindungen, es treten Datenverluste während des Scans auf
 - Slave hat ungültige Gerätebeschreibung
 Es sind die Verbindungen und Teilnehmer gezielt zu überprüfen, z. B. durch den Emergency Scan.
Der Scan ist dann erneut vorzunehmen.

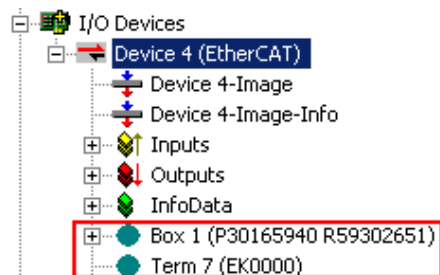


Abb. 84: Fehlerhafte Erkennung

Im System Manager werden solche Geräte evtl. als EK0000 oder unbekannte Geräte angelegt. Ein Betrieb ist nicht möglich bzw. sinnvoll.

Scan über bestehender Konfiguration

HINWEIS

Veränderung der Konfiguration nach Vergleich

Bei diesem Scan werden z. Z. (TwinCAT 2.11 bzw. 3.1) nur die Geräteeigenschaften Vendor (Hersteller), Geräte-Name und Revision verglichen! Ein „ChangeTo“ oder „Copy“ sollte nur im Hinblick auf die Beckhoff IO-Kompatibilitätsregel (s. o.) nur mit Bedacht vorgenommen werden. Das Gerät wird dann in der Konfiguration gegen die vorgefundene Revision ausgetauscht, dies kann Einfluss auf unterstützte Prozessdaten und Funktionen haben.

Wird der Scan bei bestehender Konfiguration angestoßen, kann die reale I/O-Umgebung genau der Konfiguration entsprechen oder differieren. So kann die Konfiguration verglichen werden.



Abb. 85: Identische Konfiguration (links: TwinCAT 2; rechts TwinCAT 3)

Sind Unterschiede feststellbar, werden diese im Korrekturdialog angezeigt, die Konfiguration kann umgehend angepasst werden.

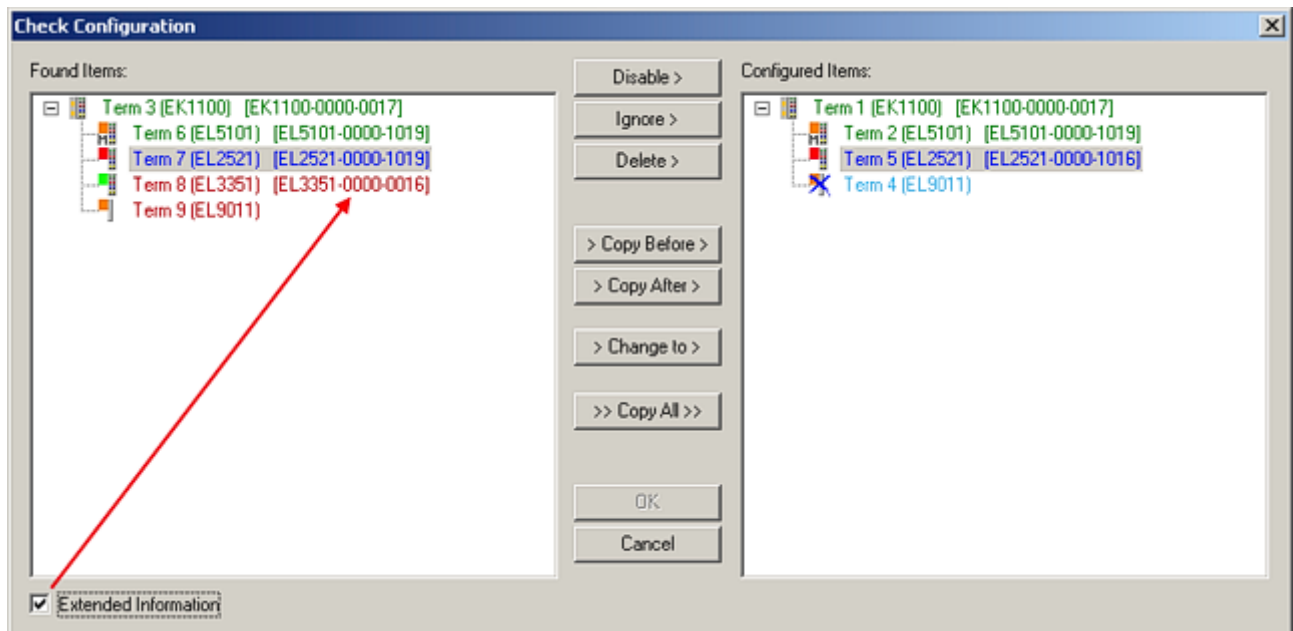


Abb. 86: Korrekturdialog

Die Anzeige der „Extended Information“ wird empfohlen, weil dadurch Unterschiede in der Revision sichtbar werden.

Farbe	Erläuterung
grün	Dieser EtherCAT Slave findet seine Entsprechung auf der Gegenseite. Typ und Revision stimmen überein.
blau	Dieser EtherCAT Slave ist auf der Gegenseite vorhanden, aber in einer anderen Revision. Diese andere Revision kann andere Default-Einstellungen der Prozessdaten und andere/zusätzliche Funktionen haben. Ist die gefundene Revision > als die konfigurierte Revision, ist der Einsatz unter Berücksichtigung der Kompatibilität möglich. Ist die gefundene Revision < als die konfigurierte Revision, ist der Einsatz vermutlich nicht möglich. Eventuell unterstützt das vorgefundene Gerät nicht alle Funktionen, die der Master von ihm aufgrund der höheren Revision erwartet.
hellblau	Dieser EtherCAT Slave wird ignoriert (Button „Ignore“)
rot	<ul style="list-style-type: none"> Dieser EtherCAT Slave ist auf der Gegenseite nicht vorhanden Er ist vorhanden, aber in einer anderen Revision, die sich auch in den Eigenschaften von der angegebenen unterscheidet. <p>Auch hier gilt dann das Kompatibilitätsprinzip: Ist die gefundene Revision > als die konfigurierte Revision, ist der Einsatz unter Berücksichtigung der Kompatibilität möglich, da Nachfolger-Geräte die Funktionen der Vorgänger-Geräte unterstützen sollen.</p> <p>Ist die gefundene Revision < als die konfigurierte Revision, ist der Einsatz vermutlich nicht möglich. Eventuell unterstützt das vorgefundene Gerät nicht alle Funktionen, die der Master von ihm aufgrund der höheren Revision erwartet.</p>

i Geräte-Auswahl nach Revision, Kompatibilität

Mit der ESI-Beschreibung wird auch das Prozessabbild, die Art der Kommunikation zwischen Master und Slave/Gerät und ggf. Geräte-Funktionen definiert. Damit muss das reale Gerät (Firmware wenn vorhanden) die Kommunikationsanfragen/-einstellungen des Masters unterstützen. Dies ist abwärtskompatibel der Fall, d. h. neuere Geräte (höhere Revision) sollen es auch unterstützen, wenn der EtherCAT Master sie als eine ältere Revision anspricht. Als Beckhoff-Kompatibilitätsregel für EtherCAT-Klemmen/ Boxen/ EJ-Module ist anzunehmen:

Geräte-Revision in der Anlage >= Geräte-Revision in der Konfiguration

Dies erlaubt auch den späteren Austausch von Geräten ohne Veränderung der Konfiguration (abweichende Vorgaben bei Antrieben möglich).

Beispiel

In der Konfiguration wird eine EL2521-0025-**1018** vorgesehen, dann kann real eine EL2521-0025-**1018** oder höher (-**1019**, -**1020**) eingesetzt werden.

Name
(EL2521-0025-1018)
Revision

Abb. 87: Name/Revision Klemme

Wenn im TwinCAT System aktuelle ESI-Beschreibungen vorliegen, entspricht der im Auswahldialog als letzte Revision angebotene Stand dem Produktionsstand von Beckhoff. Es wird empfohlen, bei Erstellung einer neuen Konfiguration jeweils diesen letzten Revisionsstand eines Gerätes zu verwenden, wenn aktuell produzierte Beckhoff-Geräte in der realen Applikation verwendet werden. Nur wenn ältere Geräte aus Lagerbeständen in der Applikation verbaut werden sollen, ist es sinnvoll eine ältere Revision einzubinden.

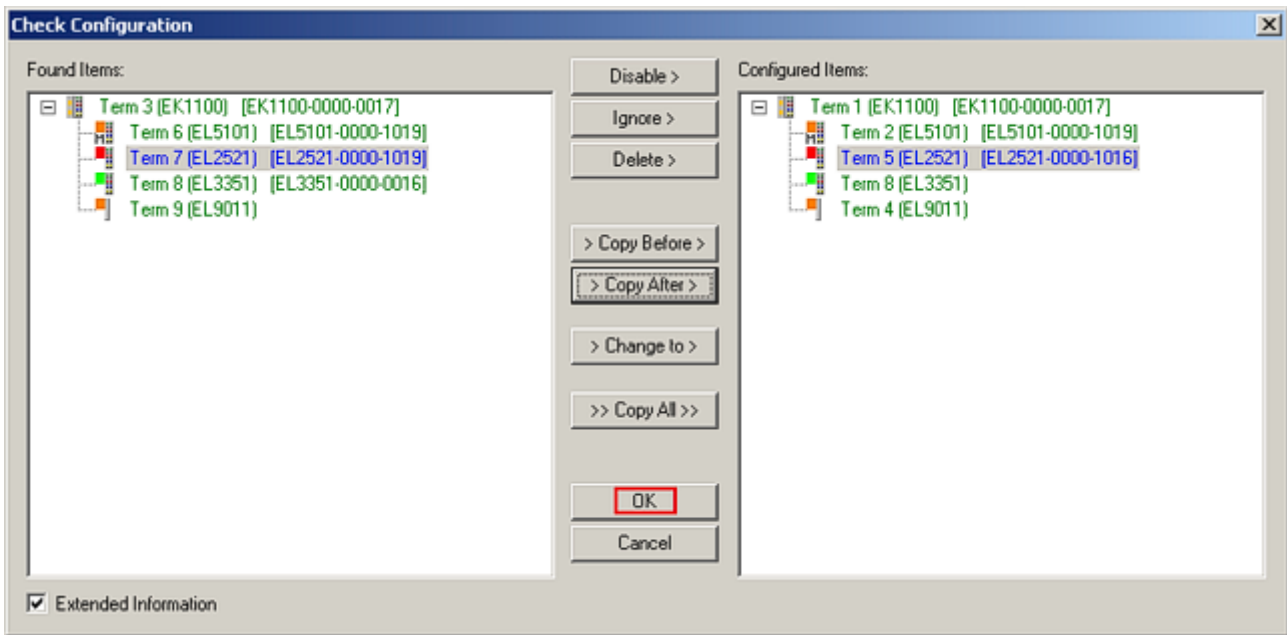


Abb. 88: Korrekturdialog mit Änderungen

Sind alle Änderungen übernommen oder akzeptiert, können sie durch „OK“ in die reale *.tsm-Konfiguration übernommen werden.

Change to Compatible Type

TwinCAT bietet mit „Change to Compatible Type...“ eine Funktion zum Austauschen eines Gerätes unter Beibehaltung der Links in die Task.

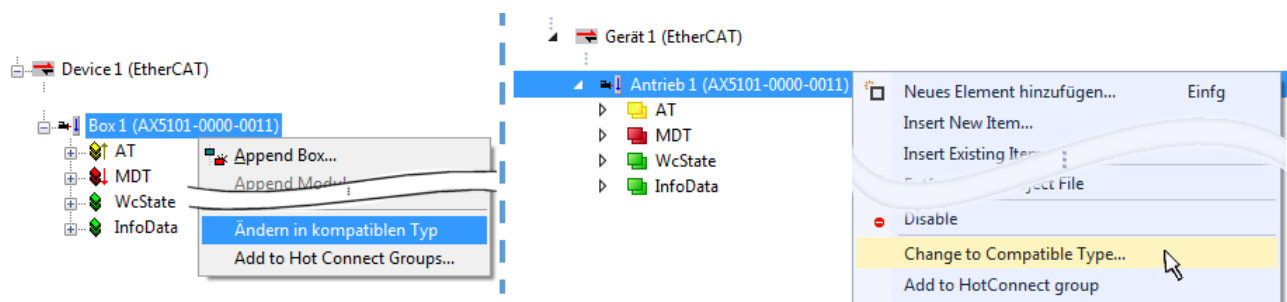


Abb. 89: Dialog „Change to Compatible Type...“ (links: TwinCAT 2; rechts TwinCAT 3)

Folgende Elemente in der ESI eines EtherCAT-Teilnehmers werden von TwinCAT verglichen und als gleich vorausgesetzt, um zu entscheiden, ob ein Gerät als „kompatibel“ angezeigt wird:

- Physics (z.B. RJ45, Ebus...)
- FMMU (zusätzliche sind erlaubt)
- SyncManager (SM, zusätzliche sind erlaubt)
- EoE (Attribute MAC, IP)
- CoE (Attribute SdoInfo, PdoAssign, PdoConfig, PdoUpload, CompleteAccess)
- FoE
- PDO (Prozessdaten: Reihenfolge, SyncUnit SU, SyncManager SM, EntryCount, Entry.Datatype)

Bei Geräten der AX5000-Familie wird diese Funktion intensiv verwendet.

Change to Alternative Type

Der TwinCAT System Manager bietet eine Funktion zum Austauschen eines Gerätes: Change to Alternative Type

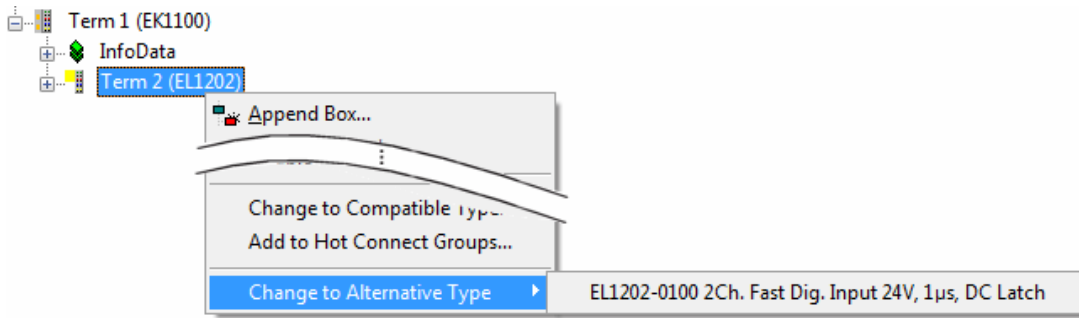


Abb. 90: TwinCAT 2 Dialog Change to Alternative Type

Wenn aufgerufen, sucht der System Manager in der bezogenen Geräte-ESI (hier im Beispiel: EL1202-0000) nach dort enthaltenen Angaben zu kompatiblen Geräten. Die Konfiguration wird geändert und gleichzeitig das ESI-EEPROM überschrieben - deshalb ist dieser Vorgang nur im Online-Zustand (ConfigMode) möglich.

5.1.5 EtherCAT-Teilnehmerkonfiguration

Klicken Sie im linken Fenster des TwinCAT 2 System Managers bzw. bei der TwinCAT 3 Entwicklungsumgebung im Projektmappen-Explorer auf das Element der Klemme im Baum, die Sie konfigurieren möchten (im Beispiel: Klemme 3: EL3751).



Abb. 91: „Baumzweig“ Element als Klemme EL3751

Im rechten Fenster des System Managers (TwinCAT 2) bzw. der Entwicklungsumgebung (TwinCAT 3) stehen Ihnen nun verschiedene Karteireiter zur Konfiguration der Klemme zur Verfügung. Dabei bestimmt das Maß der Komplexität eines Teilnehmers welche Karteireiter zur Verfügung stehen. So bietet, wie im obigen Beispiel zu sehen, die Klemme EL3751 viele Einstellmöglichkeiten und stellt eine entsprechende Anzahl von Karteireitern zur Verfügung. Im Gegensatz dazu stehen z. B. bei der Klemme EL1004 lediglich die Karteireiter „Allgemein“, „EtherCAT“, „Prozessdaten“ und „Online“ zur Auswahl. Einige Klemmen, wie etwa die EL6695 bieten spezielle Funktionen über einen Karteireiter mit der eigenen Klemmenbezeichnung an, also „EL6695“ in diesem Fall. Ebenfalls wird ein spezieller Karteireiter „Settings“ von Klemmen mit umfangreichen Einstellmöglichkeiten angeboten (z. B. EL3751).

Karteireiter „Allgemein“

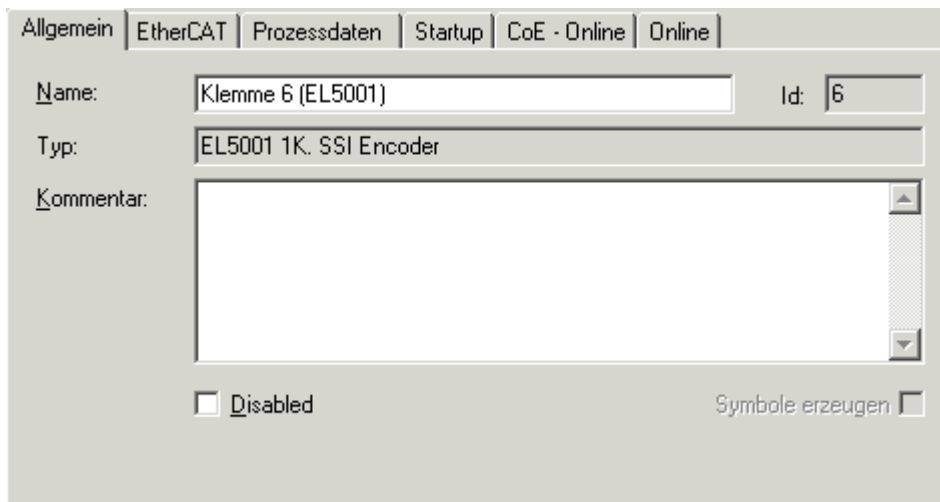


Abb. 92: Karteireiter „Allgemein“

Name	Name des EtherCAT-Geräts
Id	Laufende Nr. des EtherCAT-Geräts
Typ	Typ des EtherCAT-Geräts
Kommentar	Hier können Sie einen Kommentar (z. B. zum Anlagenteil) hinzufügen.
Disabled	Hier können Sie das EtherCAT-Gerät deaktivieren.
Symbole erzeugen	Nur wenn dieses Kontrollkästchen aktiviert ist, können Sie per ADS auf diesen EtherCAT-Slave zugreifen.

Karteireiter „EtherCAT“

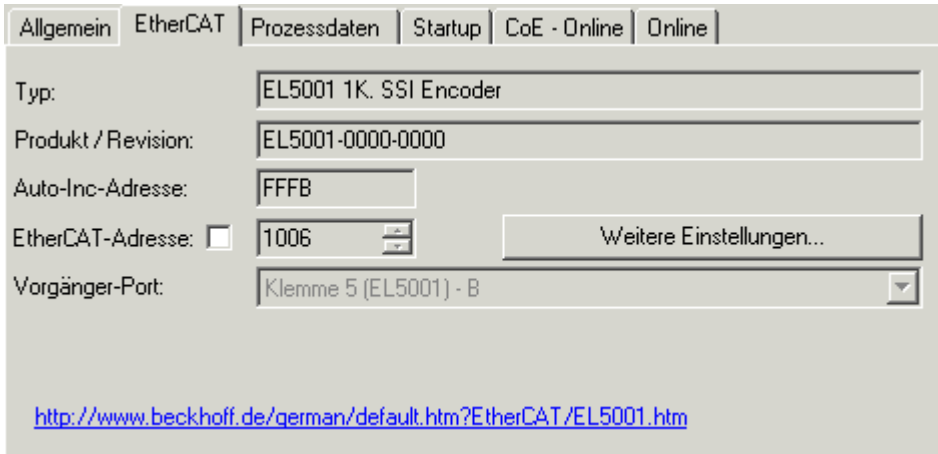


Abb. 93: Karteireiter „EtherCAT“

Typ	Typ des EtherCAT-Geräts
Product/Revision	Produkt- und Revisions-Nummer des EtherCAT-Geräts
Auto Inc Adr.	Auto-Inkrement-Adresse des EtherCAT-Geräts. Die Auto-Inkrement-Adresse kann benutzt werden, um jedes EtherCAT-Gerät anhand seiner physikalischen Position im Kommunikationsring zu adressieren. Die Auto-Inkrement-Adressierung wird während der Start-Up-Phase benutzt, wenn der EtherCAT-master die Adressen an die EtherCAT-Geräte vergibt. Bei der Auto-Inkrement-Adressierung hat der erste EtherCAT-Slave im Ring die Adresse 0000 _{hex} und für jeden weiteren Folgenden wird die Adresse um 1 verringert (FFFF _{hex} , FFFE _{hex} usw.).
EtherCAT Adr.	Feste Adresse eines EtherCAT-Slaves. Diese Adresse wird vom EtherCAT-Master während der Start-Up-Phase vergeben. Um den Default-Wert zu ändern, müssen Sie zuvor das Kontrollkästchen links von dem Eingabefeld markieren.
Vorgänger Port	Name und Port des EtherCAT-Geräts, an den dieses Gerät angeschlossen ist. Falls es möglich ist, dieses Gerät mit einem anderen zu verbinden, ohne die Reihenfolge der EtherCAT-Geräte im Kommunikationsring zu ändern, dann ist dieses Kombinationsfeld aktiviert und Sie können das EtherCAT-Gerät auswählen, mit dem dieses Gerät verbunden werden soll.
Weitere Einstellungen	Diese Schaltfläche öffnet die Dialoge für die erweiterten Einstellungen.

Der Link am unteren Rand des Karteireiters führt Sie im Internet auf die Produktseite dieses EtherCAT-Geräts.

Karteireiter „Prozessdaten“

Zeigt die (Allgemeine Slave PDO-) Konfiguration der Prozessdaten an. Die Eingangs- und Ausgangsdaten des EtherCAT-Slaves werden als CANopen Prozess-Daten-Objekte (**P**rocess **D**ata **O**bjects, PDO) dargestellt. Falls der EtherCAT-Slave es unterstützt, ermöglicht dieser Dialog dem Anwender ein PDO über PDO-Zuordnung auszuwählen und den Inhalt des individuellen PDOs zu variieren.

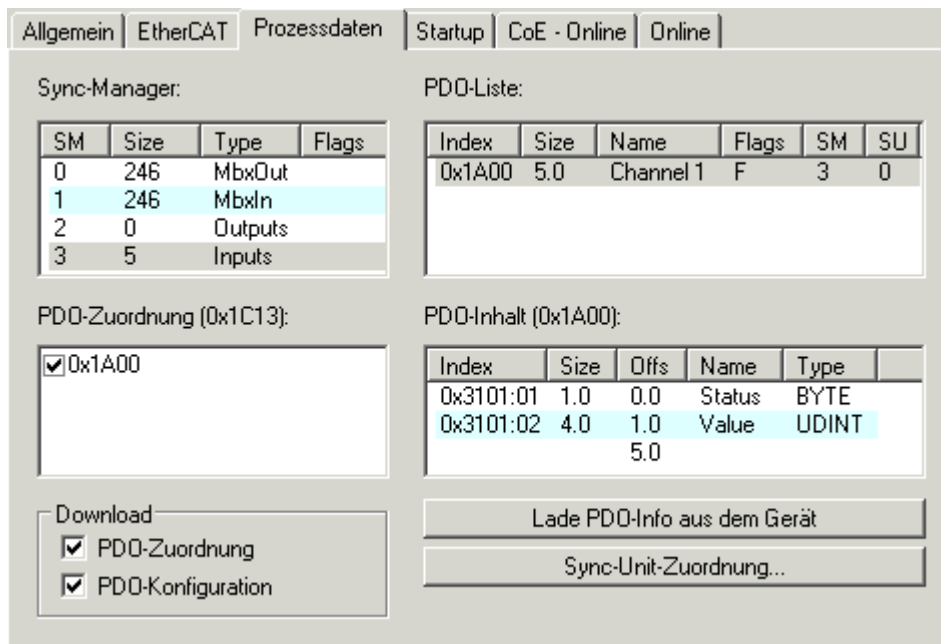


Abb. 94: Karteireiter „Prozessdaten“

Die von einem EtherCAT Slave zyklisch übertragenen Prozessdaten (PDOs) sind die Nutzdaten, die in der Applikation zyklusaktuell erwartet werden oder die an den Slave gesendet werden. Dazu parametriert der EtherCAT Master (Beckhoff TwinCAT) jeden EtherCAT Slave während der Hochlaufphase, um festzulegen, welche Prozessdaten (Größe in Bit/Bytes, Quellort, Übertragungsart) er von oder zu diesem Slave übermitteln möchte. Eine falsche Konfiguration kann einen erfolgreichen Start des Slaves verhindern.

Für Beckhoff EtherCAT Slaves EL, ES, EM, EJ und EP gilt im Allgemeinen:

- Die vom Gerät unterstützten Prozessdaten Input/Output sind in der ESI/XML-Beschreibung herstellereitig definiert. Der TwinCAT EtherCAT Master verwendet die ESI-Beschreibung zur richtigen Konfiguration des Slaves.
- Wenn vorgesehen, können die Prozessdaten im System Manager verändert werden. Siehe dazu die Gerätedokumentation. Solche Veränderungen können sein: Ausblenden eines Kanals, Anzeige von zusätzlichen zyklischen Informationen, Anzeige in 16 Bit statt in 8 Bit Datenumfang usw.
- Die Prozessdateninformationen liegen bei so genannten „intelligenten“ EtherCAT-Geräten ebenfalls im CoE-Verzeichnis vor. Beliebige Veränderungen in diesem CoE-Verzeichnis, die zu abweichenden PDO-Einstellungen führen, verhindern jedoch das erfolgreiche Hochlaufen des Slaves. Es wird davon abgeraten, andere als die vorgesehene Prozessdaten zu konfigurieren, denn die Geräte-Firmware (wenn vorhanden) ist auf diese PDO-Kombinationen abgestimmt.

Ist laut Gerätedokumentation eine Veränderung der Prozessdaten zulässig, kann dies wie folgt vorgenommen werden, s. Abb. *Konfigurieren der Prozessdaten*.

- A: Wählen Sie das zu konfigurierende Gerät
- B: Wählen Sie im Reiter „Process Data“ den Input- oder Output-Syncmanager (C)
- D: die PDOs können an- bzw. abgewählt werden
- H: die neuen Prozessdaten sind als link-fähige Variablen im System Manager sichtbar
Nach einem Aktivieren der Konfiguration und TwinCAT-Neustart (bzw. Neustart des EtherCAT Masters) sind die neuen Prozessdaten aktiv.
- E: wenn ein Slave dies unterstützt, können auch Input- und Output-PDO gleichzeitig durch Anwahl eines so genannten PDO-Satzes („Predefined PDO-settings“) verändert werden.

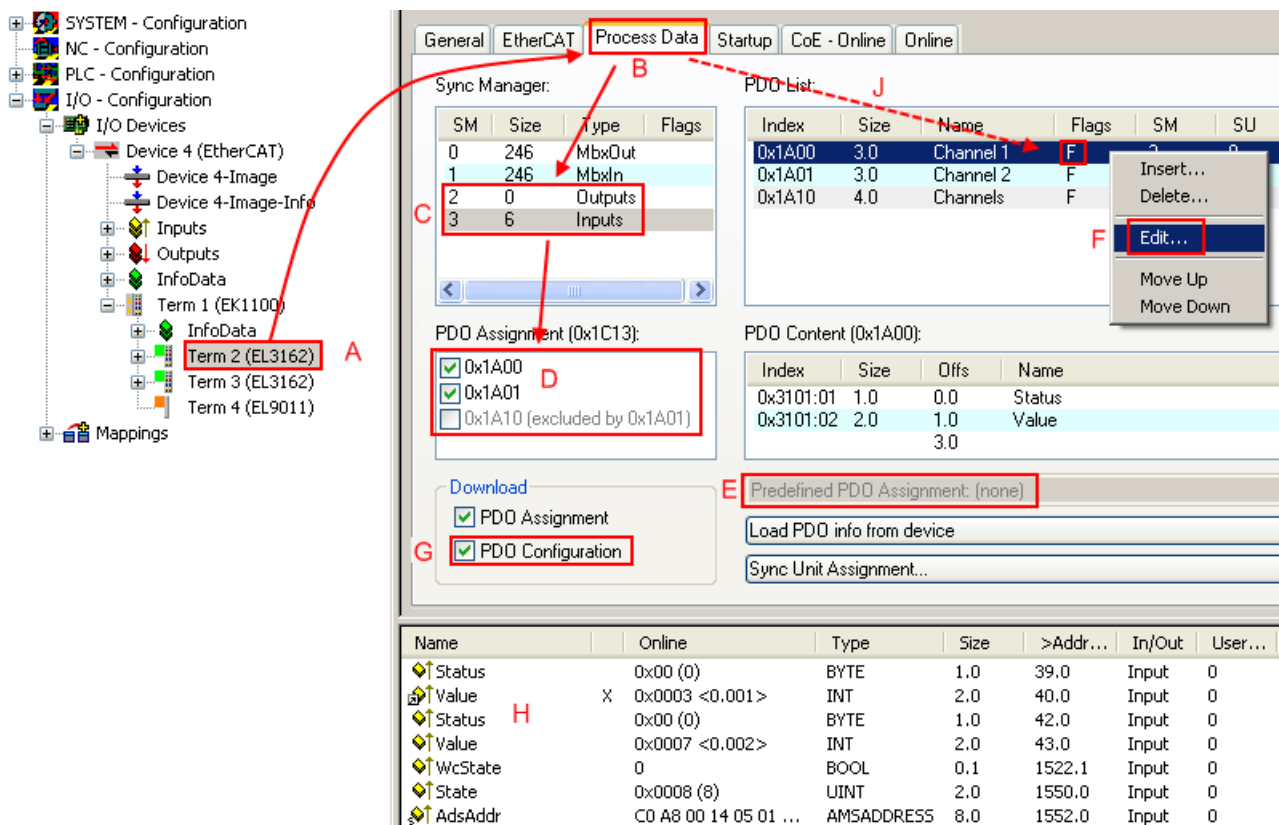


Abb. 95: Konfigurieren der Prozessdaten

i Manuelle Veränderung der Prozessdaten

In der PDO-Übersicht kann laut ESI-Beschreibung ein PDO als „fixed“ mit dem Flag „F“ gekennzeichnet sein (Abb. Konfigurieren der Prozessdaten, J). Solche PDOs können prinzipiell nicht in ihrer Zusammenstellung verändert werden, auch wenn TwinCAT den entsprechenden Dialog anbietet („Edit“). Insbesondere können keine beliebigen CoE-Inhalte als zyklische Prozessdaten eingeblendet werden. Dies gilt im Allgemeinen auch für den Fall, dass ein Gerät den Download der PDO Konfiguration „G“ unterstützt. Bei falscher Konfiguration verweigert der EtherCAT Slave üblicherweise den Start und Wechsel in den OP-State. Eine Logger-Meldung wegen „invalid SM cfg“ wird im System Manager ausgegeben: Diese Fehlermeldung „invalid SM IN cfg“ oder „invalid SM OUT cfg“ bietet gleich einen Hinweis auf die Ursache des fehlgeschlagenen Starts.

Eine detaillierte Beschreibung [► 98] befindet sich am Ende dieses Kapitels.

Karteireiter „Startup“

Der Karteireiter *Startup* wird angezeigt, wenn der EtherCAT-Slave eine Mailbox hat und das Protokoll *CANopen over EtherCAT* (CoE) oder das Protokoll *Servo drive over EtherCAT* unterstützt. Mit Hilfe dieses Karteireiters können Sie betrachten, welche Download-Requests während des Startups zur Mailbox gesendet werden. Es ist auch möglich neue Mailbox-Requests zur Listenanzeige hinzuzufügen. Die Download-Requests werden in derselben Reihenfolge zum Slave gesendet, wie sie in der Liste angezeigt werden.

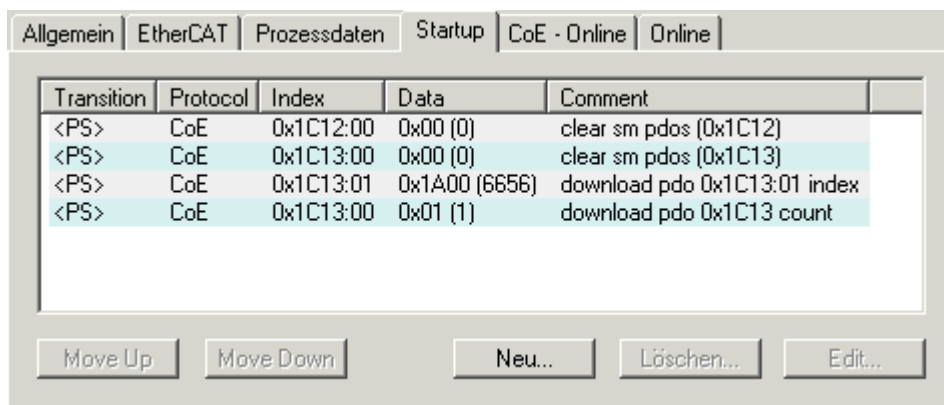


Abb. 96: Karteireiter „Startup“

Spalte	Beschreibung
Transition	Übergang, in den der Request gesendet wird. Dies kann entweder <ul style="list-style-type: none"> • der Übergang von Pre-Operational to Safe-Operational (PS) oder • der Übergang von Safe-Operational to Operational (SO) sein. Wenn der Übergang in „<>“ eingeschlossen ist (z. B. <PS>), dann ist der Mailbox Request fest und kann vom Anwender nicht geändert oder gelöscht werden.
Protokoll	Art des Mailbox-Protokolls
Index	Index des Objekts
Data	Datum, das zu diesem Objekt heruntergeladen werden soll.
Kommentar	Beschreibung des zu der Mailbox zu sendenden Requests

- Move Up** Diese Schaltfläche bewegt den markierten Request in der Liste um eine Position nach oben.
- Move Down** Diese Schaltfläche bewegt den markierten Request in der Liste um eine Position nach unten.
- New** Diese Schaltfläche fügt einen neuen Mailbox-Download-Request, der während des Startups gesendet werden soll hinzu.
- Delete** Diese Schaltfläche löscht den markierten Eintrag.
- Edit** Diese Schaltfläche editiert einen existierenden Request.

Karteireiter „CoE - Online“

Wenn der EtherCAT-Slave das Protokoll *CANopen over EtherCAT* (CoE) unterstützt, wird der zusätzliche Karteireiter *CoE - Online* angezeigt. Dieser Dialog listet den Inhalt des Objektverzeichnisses des Slaves auf (SDO-Upload) und erlaubt dem Anwender den Inhalt eines Objekts dieses Verzeichnisses zu ändern. Details zu den Objekten der einzelnen EtherCAT-Geräte finden Sie in den gerätespezifischen Objektbeschreibungen.

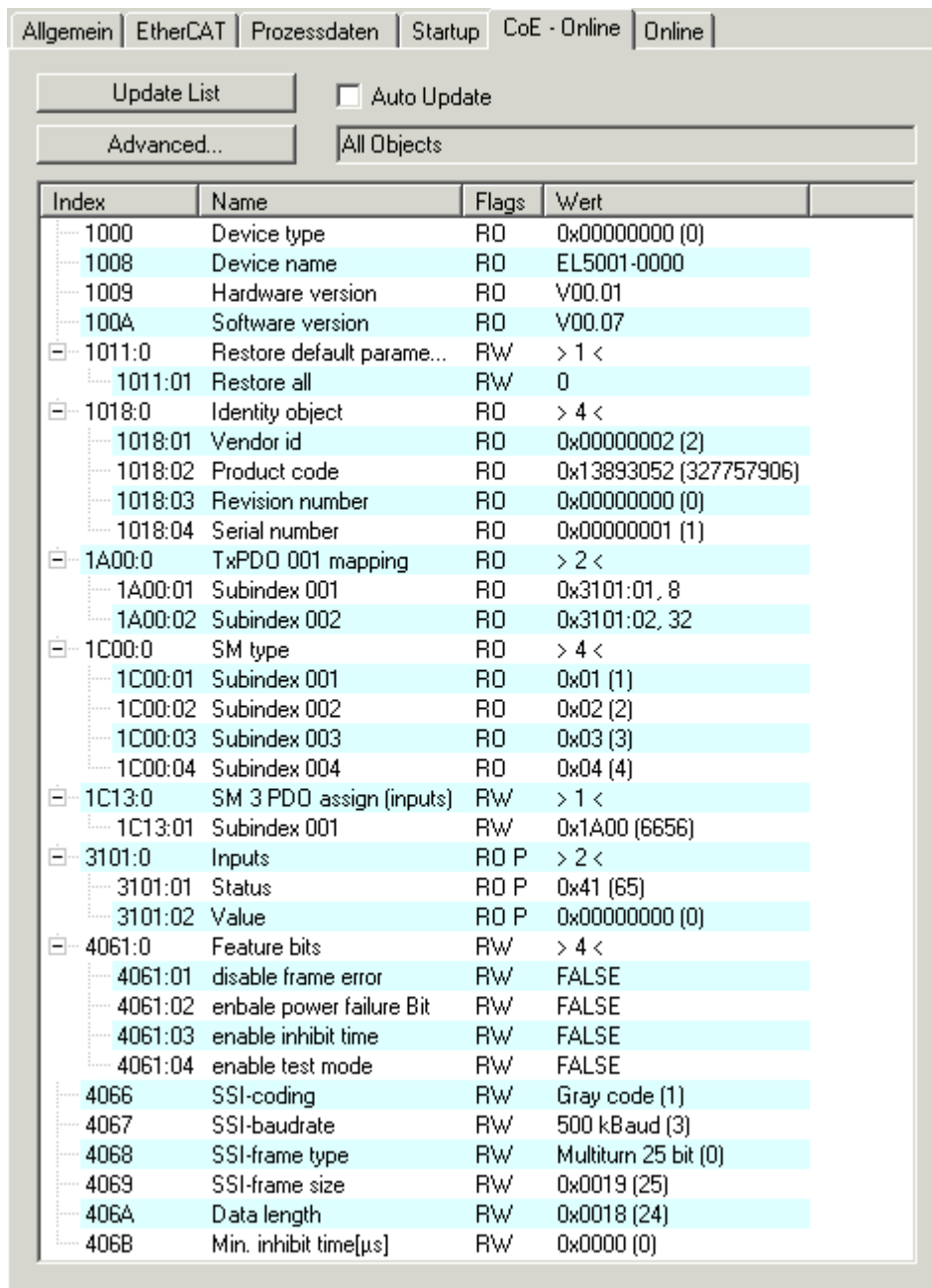


Abb. 97: Karteireiter „CoE - Online“

Darstellung der Objekt-Liste

Spalte	Beschreibung	
Index	Index und Subindex des Objekts	
Name	Name des Objekts	
Flags	RW	Das Objekt kann ausgelesen und Daten können in das Objekt geschrieben werden (Read/Write)
	RO	Das Objekt kann ausgelesen werden, es ist aber nicht möglich Daten in das Objekt zu schreiben (Read only)
	P	Ein zusätzliches P kennzeichnet das Objekt als Prozessdatenobjekt.
Wert	Wert des Objekts	

- Update List** Die Schaltfläche *Update List* aktualisiert alle Objekte in der Listenanzeige
- Auto Update** Wenn dieses Kontrollkästchen angewählt ist, wird der Inhalt der Objekte automatisch aktualisiert.
- Advanced** Die Schaltfläche *Advanced* öffnet den Dialog *Advanced Settings*. Hier können Sie festlegen, welche Objekte in der Liste angezeigt werden.

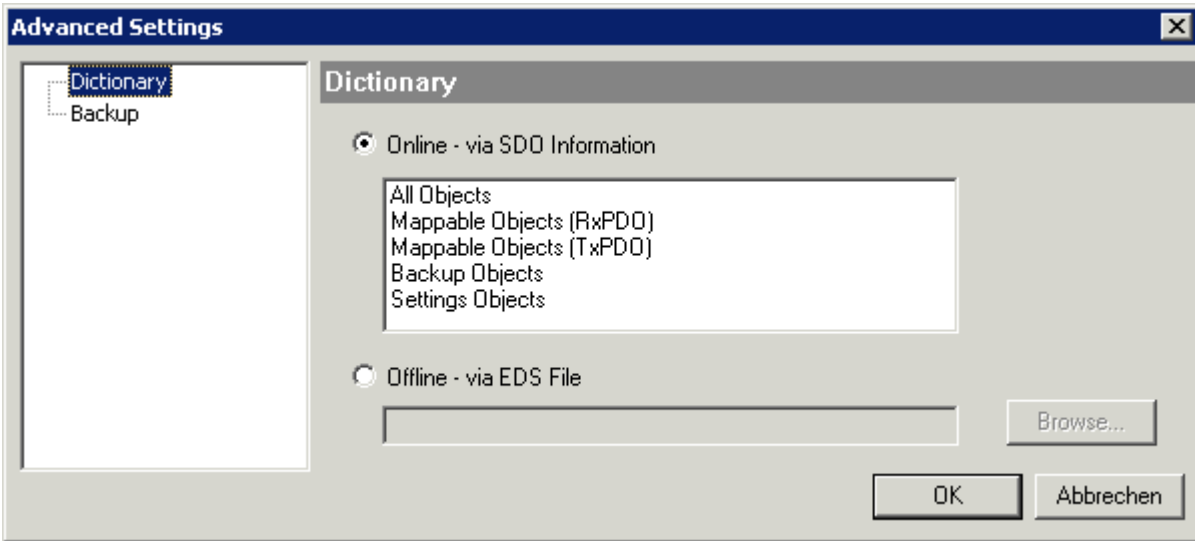


Abb. 98: Dialog „Advanced settings“

- Online - über SDO-Information** Wenn dieses Optionsfeld angewählt ist, wird die Liste der im Objektverzeichnis des Slaves enthaltenen Objekte über SDO-Information aus dem Slave hochgeladen. In der untenstehenden Liste können Sie festlegen welche Objekt-Typen hochgeladen werden sollen.
- Offline - über EDS-Datei** Wenn dieses Optionsfeld angewählt ist, wird die Liste der im Objektverzeichnis enthaltenen Objekte aus einer EDS-Datei gelesen, die der Anwender bereitstellt.

Karteireiter „Online“

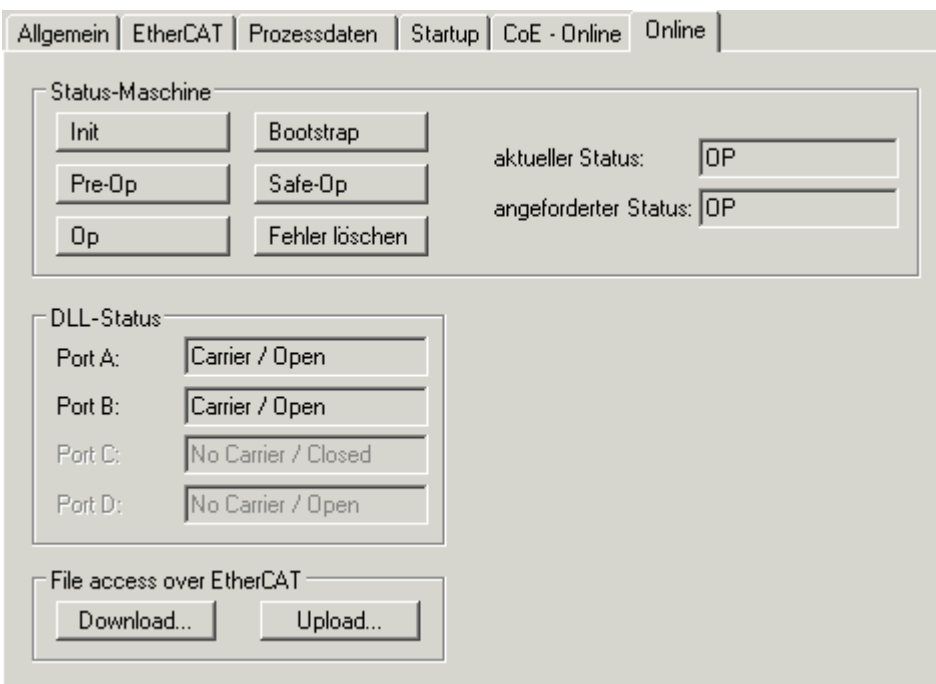


Abb. 99: Karteireiter „Online“

Status Maschine

- Init** Diese Schaltfläche versucht das EtherCAT-Gerät auf den Status *Init* zu setzen.
- Pre-Op** Diese Schaltfläche versucht das EtherCAT-Gerät auf den Status *Pre-Operational* zu setzen.
- Op** Diese Schaltfläche versucht das EtherCAT-Gerät auf den Status *Operational* zu setzen.
- Bootstrap** Diese Schaltfläche versucht das EtherCAT-Gerät auf den Status *Bootstrap* zu setzen.
- Safe-Op** Diese Schaltfläche versucht das EtherCAT-Gerät auf den Status *Safe-Operational* zu setzen.
- Fehler löschen** Diese Schaltfläche versucht die Fehleranzeige zu löschen. Wenn ein EtherCAT-Slave beim Statuswechsel versagt, setzt er eine Fehler-Flag.
Beispiel: ein EtherCAT-Slave ist im Zustand PREOP (Pre-Operational). Nun fordert der Master den Zustand SAFEOP (Safe-Operational) an. Wenn der Slave nun beim Zustandswechsel versagt, setzt er das Fehler-Flag. Der aktuelle Zustand wird nun als ERR PREOP angezeigt. Nach Drücken der Schaltfläche *Fehler löschen* ist das Fehler-Flag gelöscht und der aktuelle Zustand wird wieder als PREOP angezeigt.
- Aktueller Status** Zeigt den aktuellen Status des EtherCAT-Geräts an.
- Angefordertes Status** Zeigt den für das EtherCAT-Gerät angeforderten Status an.

DLL-Status

Zeigt den DLL-Status (Data-Link-Layer-Status) der einzelnen Ports des EtherCAT-Slaves an. Der DLL-Status kann vier verschiedene Zustände annehmen:

Status	Beschreibung
No Carrier / Open	Kein Carrier-Signal am Port vorhanden, der Port ist aber offen.
No Carrier / Closed	Kein Carrier-Signal am Port vorhanden und der Port ist geschlossen.
Carrier / Open	Carrier-Signal ist am Port vorhanden und der Port ist offen.
Carrier / Closed	Carrier-Signal ist am Port vorhanden, der Port ist aber geschlossen.

File Access over EtherCAT

- Download** Mit dieser Schaltfläche können Sie eine Datei zum EtherCAT-Gerät schreiben.
- Upload** Mit dieser Schaltfläche können Sie eine Datei vom EtherCAT-Gerät lesen.

Karteireiter „DC“ (Distributed Clocks)

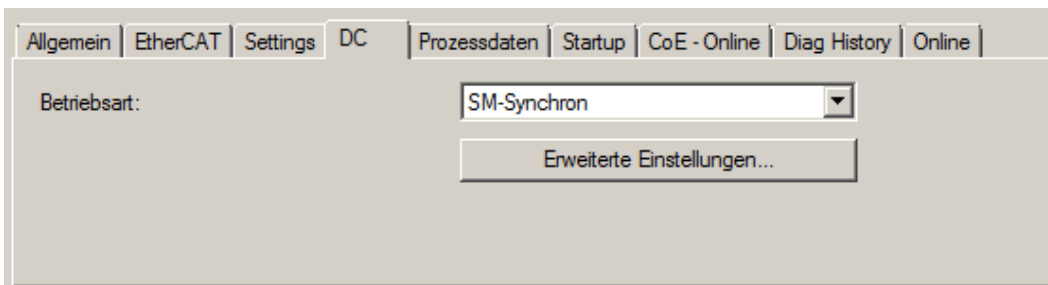


Abb. 100: Karteireiter „DC“ (Distributed Clocks)

Betriebsart	Auswahlmöglichkeiten (optional): <ul style="list-style-type: none"> • FreeRun • SM-Synchron • DC-Synchron (Input based) • DC-Synchron
Erweiterte Einstellungen...	Erweiterte Einstellungen für die Nachregelung der echtzeitbestimmende TwinCAT-Uhr

Detaillierte Informationen zu Distributed Clocks sind unter <http://infosys.beckhoff.de> angegeben:

Feldbuskomponenten → EtherCAT-Klemmen → EtherCAT System Dokumentation → Distributed Clocks

5.1.5.1 Detaillierte Beschreibung des Karteireiters „Prozessdaten“

Sync-Manager

Listet die Konfiguration der Sync-Manager (SM) auf.

Wenn das EtherCAT-Gerät eine Mailbox hat, wird der SM0 für den Mailbox-Output (MbxOut) und der SM1 für den Mailbox-Input (MbxIn) benutzt.

Der SM2 wird für die Ausgangsprozessdaten (Outputs) und der SM3 (Inputs) für die Eingangsprozessdaten benutzt.

Wenn ein Eintrag ausgewählt ist, wird die korrespondierende PDO-Zuordnung in der darunter stehenden Liste *PDO-Zuordnung* angezeigt.

PDO-Zuordnung

PDO-Zuordnung des ausgewählten Sync-Managers. Hier werden alle für diesen Sync-Manager-Typ definierten PDOs aufgelistet:

- Wenn in der Sync-Manager-Liste der Ausgangs-Sync-Manager (Outputs) ausgewählt ist, werden alle RxPDOs angezeigt.
- Wenn in der Sync-Manager-Liste der Eingangs-Sync-Manager (Inputs) ausgewählt ist, werden alle TxPDOs angezeigt.

Die markierten Einträge sind die PDOs, die an der Prozessdatenübertragung teilnehmen. Diese PDOs werden in der Baumdarstellung des System-Managers als Variablen des EtherCAT-Geräts angezeigt. Der Name der Variable ist identisch mit dem Parameter *Name* des PDO, wie er in der PDO-Liste angezeigt wird. Falls ein Eintrag in der PDO-Zuordnungsliste deaktiviert ist (nicht markiert und ausgegraut), zeigt dies an, dass dieser Eintrag von der PDO-Zuordnung ausgenommen ist. Um ein ausgegrautes PDO auswählen zu können, müssen Sie zuerst das aktuell angewählte PDO abwählen.

● Aktivierung der PDO-Zuordnung



- ✓ Wenn Sie die PDO-Zuordnung geändert haben, muss zur Aktivierung der neuen PDO-Zuordnung

a) der EtherCAT-Slave einmal den Statusübergang PS (von Pre-Operational zu Safe-Operational) durchlaufen (siehe [Karteireiter Online \[► 96\]](#))

b) der System-Manager die EtherCAT-Slaves neu laden

(Schaltfläche  bei TwinCAT 2 bzw.  bei TwinCAT 3)

PDO-Liste

Liste aller von diesem EtherCAT-Gerät unterstützten PDOs. Der Inhalt des ausgewählten PDOs wird der Liste *PDO-Content* angezeigt. Durch Doppelklick auf einen Eintrag können Sie die Konfiguration des PDO ändern.

Spalte	Beschreibung	
Index	Index des PDO.	
Size	Größe des PDO in Byte.	
Name	Name des PDO. Wenn dieses PDO einem Sync-Manager zugeordnet ist, erscheint es als Variable des Slaves mit diesem Parameter als Namen.	
Flags	F	Fester Inhalt: Der Inhalt dieses PDO ist fest und kann nicht vom System-Manager geändert werden.
	M	Obligatorisches PDO (Mandatory). Dieses PDO ist zwingend erforderlich und muss deshalb einem Sync-Manager zugeordnet werden! Als Konsequenz können Sie dieses PDO nicht aus der Liste <i>PDO-Zuordnungen</i> streichen
SM	Sync-Manager, dem dieses PDO zugeordnet ist. Falls dieser Eintrag leer ist, nimmt dieses PDO nicht am Prozessdatenverkehr teil.	
SU	Sync-Unit, der dieses PDO zugeordnet ist.	

PDO-Inhalt

Zeigt den Inhalt des PDOs an. Falls das Flag F (fester Inhalt) des PDOs nicht gesetzt ist, können Sie den Inhalt ändern.

Download

Falls das Gerät intelligent ist und über eine Mailbox verfügt, können die Konfiguration des PDOs und die PDO-Zuordnungen zum Gerät herunter geladen werden. Dies ist ein optionales Feature, das nicht von allen EtherCAT-Slaves unterstützt wird.

PDO-Zuordnung

Falls dieses Kontrollkästchen angewählt ist, wird die PDO-Zuordnung die in der PDO-Zuordnungsliste konfiguriert ist beim Startup zum Gerät herunter geladen. Die notwendigen, zum Gerät zu sendenden Kommandos können in auf dem Karteireiter [Startup](#) [► 93] betrachtet werden.

PDO-Konfiguration

Falls dieses Kontrollkästchen angewählt ist, wird die Konfiguration des jeweiligen PDOs (wie sie in der PDO-Liste und der Anzeige PDO-Inhalt angezeigt wird) zum EtherCAT-Slave herunter geladen.

5.2 Allgemeine Inbetriebnahmehinweise für einen EtherCAT Slave

In dieser Übersicht werden in Kurzform einige Aspekte des EtherCAT Slave Betriebs unter TwinCAT behandelt. Ausführliche Informationen dazu sind entsprechenden Fachkapiteln z.B. in der [EtherCAT-Systemdokumentation](#) zu entnehmen.

Diagnose in Echtzeit: WorkingCounter, EtherCAT State und Status

Im Allgemeinen bietet ein EtherCAT Slave mehrere Diagnoseinformationen zur Verarbeitung in der ansteuernden Task an.

Diese Diagnoseinformationen erfassen unterschiedliche Kommunikationsebenen und damit Quellorte und werden deshalb auch unterschiedlich aktualisiert.

Eine Applikation, die auf die Korrektheit und Aktualität von IO-Daten aus einem Feldbus angewiesen ist, muss die entsprechend ihrer unterlagerten Ebenen diagnostisch erfassen.

EtherCAT und der TwinCAT System Manager bieten entsprechend umfassende Diagnoseelemente an. Die Diagnoseelemente, die im laufenden Betrieb (nicht zur Inbetriebnahme) für eine zyklusaktuelle Diagnose aus der steuernden Task hilfreich sind, werden im Folgenden erläutert.

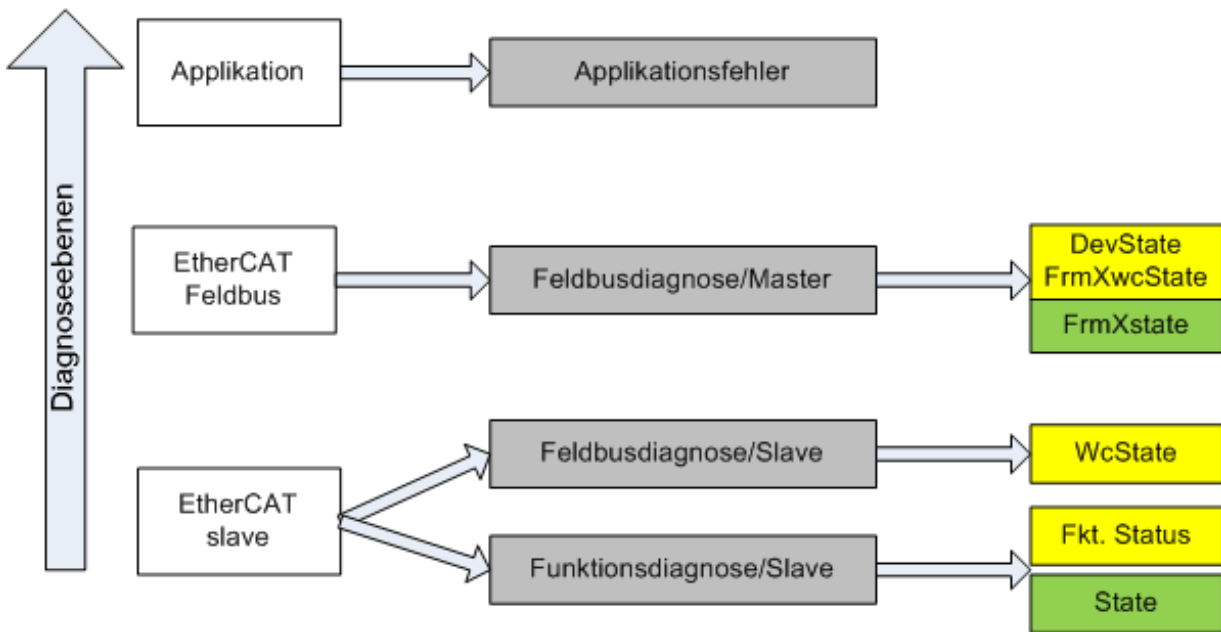


Abb. 101: Auswahl an Diagnoseinformationen eines EtherCAT Slave

Im Allgemeinen verfügt ein EtherCAT Slave über

- slave-typische Kommunikationsdiagnose (Diagnose der erfolgreichen Teilnahme am Prozessdatenaustausch und richtige Betriebsart)
Diese Diagnose ist für alle Slaves gleich.
- als auch über
- kanal-typische Funktionsdiagnose (geräteabhängig)
Siehe entsprechende Gerätedokumentation

Die Farbgebung in Abb. *Auswahl an Diagnoseinformationen eines EtherCAT Slave* entspricht auch den Variablenfarben im System Manager, siehe Abb. *Grundlegende EtherCAT Slave Diagnose in der PLC*.

Farbe	Bedeutung
gelb	Eingangsvariablen vom Slave zum EtherCAT Master, die in jedem Zyklus aktualisiert werden
rot	Ausgangsvariablen vom Slave zum EtherCAT Master, die in jedem Zyklus aktualisiert werden
grün	Informationsvariablen des EtherCAT Masters, die azyklisch aktualisiert werden d. h. in einem Zyklus eventuell nicht den letztmöglichen Stand abbilden. Deshalb ist ein Auslesen solcher Variablen über ADS sinnvoll.

In Abb. *Grundlegende EtherCAT Slave Diagnose in der PLC* ist eine Beispielimplementierung einer grundlegenden EtherCAT Slave Diagnose zu sehen. Dabei wird eine Beckhoff EL3102 (2 kanalige analoge Eingangsklemme) verwendet, da sie sowohl über slave-typische Kommunikationsdiagnose als auch über kanal-spezifische Funktionsdiagnose verfügt. In der PLC sind Strukturen als Eingangsvariablen angelegt, die jeweils dem Prozessabbild entsprechen.

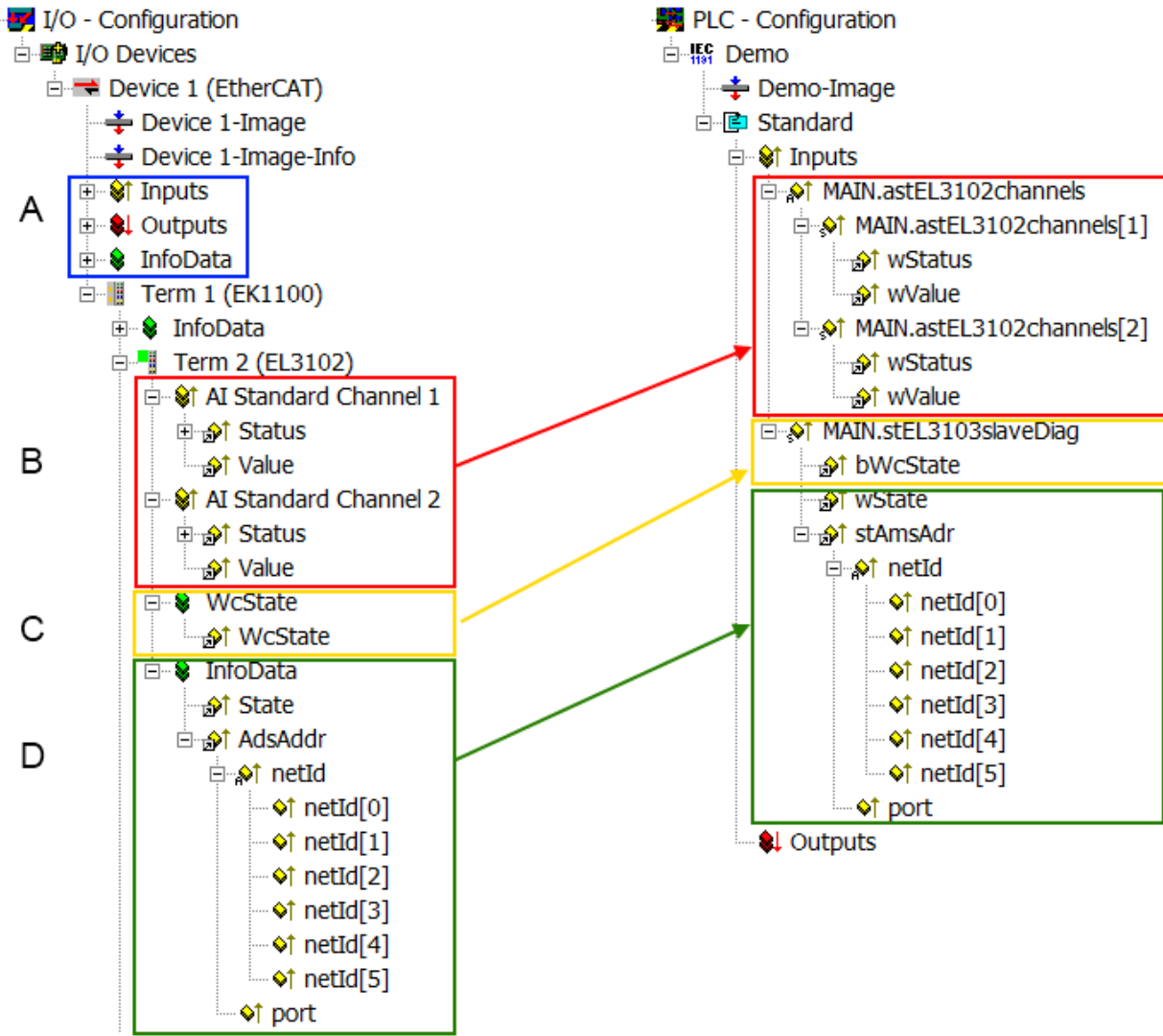


Abb. 102: Grundlegende EtherCAT Slave Diagnose in der PLC

Dabei werden folgende Aspekte abgedeckt:

Kennzeichen	Funktion	Ausprägung	Anwendung/Auswertung
A	Diagnoseinformationen des EtherCAT Master zyklisch aktualisiert (gelb) oder azyklisch bereitgestellt (grün).		Zumindest der DevState ist in der PLC zyklusaktuell auszuwerten. Die Diagnoseinformationen des EtherCAT Master bieten noch weitaus mehr Möglichkeiten, die in der EtherCAT-Systemdokumentation behandelt werden. Einige Stichworte: <ul style="list-style-type: none"> • CoE im Master zur Kommunikation mit/über die Slaves • Funktionen aus <i>TcEtherCAT.lib</i> • OnlineScan durchführen
B	Im gewählten Beispiel (EL3102) umfasst die EL3102 zwei analoge Eingangskanäle, die einen eigenen Funktionsstatus zyklusaktuell übermitteln.	Status <ul style="list-style-type: none"> • die Bitdeutungen sind der Gerätedokumentation zu entnehmen • andere Geräte können mehr oder keine slave-typischen Angaben liefern 	Damit sich die übergeordnete PLC-Task (oder entsprechende Steueranwendungen) auf korrekte Daten verlassen kann, muss dort der Funktionsstatus ausgewertet werden. Deshalb werden solche Informationen zyklusaktuell mit den Prozessdaten bereitgestellt.
C	Für jeden EtherCAT Slave mit zyklischen Prozessdaten zeigt der Master durch einen so genannten WorkingCounter an, ob der Slave erfolgreich und störungsfrei am zyklischen Prozessdatenverkehr teilnimmt. Diese elementar wichtige Information wird deshalb im System Manager zyklusaktuell <ol style="list-style-type: none"> 1. am EtherCAT Slave als auch inhaltsidentisch 2. als Sammelvariable am EtherCAT Master (siehe Punkt A) zur Verlinkung bereitgestellt.	WcState (Working Counter) 0: gültige Echtzeitkommunikation im letzten Zyklus 1: ungültige Echtzeitkommunikation ggf. Auswirkung auf die Prozessdaten anderer Slaves, die in der gleichen SyncUnit liegen	Damit sich die übergeordnete PLC-Task (oder entsprechende Steueranwendungen) auf korrekte Daten verlassen kann, muss dort der Kommunikationsstatus des EtherCAT Slaves ausgewertet werden. Deshalb werden solche Informationen zyklusaktuell mit den Prozessdaten bereitgestellt.
D	Diagnoseinformationen des EtherCAT Masters, die zwar am Slave zur Verlinkung dargestellt werden, aber tatsächlich vom Master für den jeweiligen Slave ermittelt und dort dargestellt werden. Diese Informationen haben keinen Echtzeit-Charakter weil sie <ul style="list-style-type: none"> • nur selten/nie verändert werden, außer beim Systemstart • selbst auf azyklischem Weg ermittelt werden (z.B. EtherCAT Status) 	State aktueller Status (INIT..OP) des Slaves. Im normalen Betriebszustand muss der Slave im OP (=8) sein. <i>AdsAddr</i> Die ADS-Adresse ist nützlich, um aus der PLC/Task über ADS mit dem EtherCAT Slave zu kommunizieren, z.B. zum Lesen/Schreiben auf das CoE. Die AMS-NetID eines Slaves entspricht der AMS-NetID des EtherCAT Masters, über den <i>port</i> (= EtherCAT Adresse) ist der einzelne Slave ansprechbar.	Informationsvariablen des EtherCAT Masters, die azyklisch aktualisiert werden, d.h. in einem Zyklus eventuell nicht den letztmöglichen Stand abbilden. Deshalb ist ein Auslesen solcher Variablen über ADS möglich.

HINWEIS

Diagnoseinformationen

Es wird dringend empfohlen, die angebotenen Diagnoseinformationen auszuwerten um in der Applikation entsprechend reagieren zu können.

CoE-Parameterverzeichnis

Das CoE-Parameterverzeichnis (CanOpen-over-EtherCAT) dient der Verwaltung von Einstellwerten des jeweiligen Slaves. Bei der Inbetriebnahme eines komplexeren EtherCAT Slaves sind unter Umständen hier Veränderungen vorzunehmen. Zugänglich ist es über den TwinCAT System Manager, s. Abb. *EL3102, CoE-Verzeichnis*:

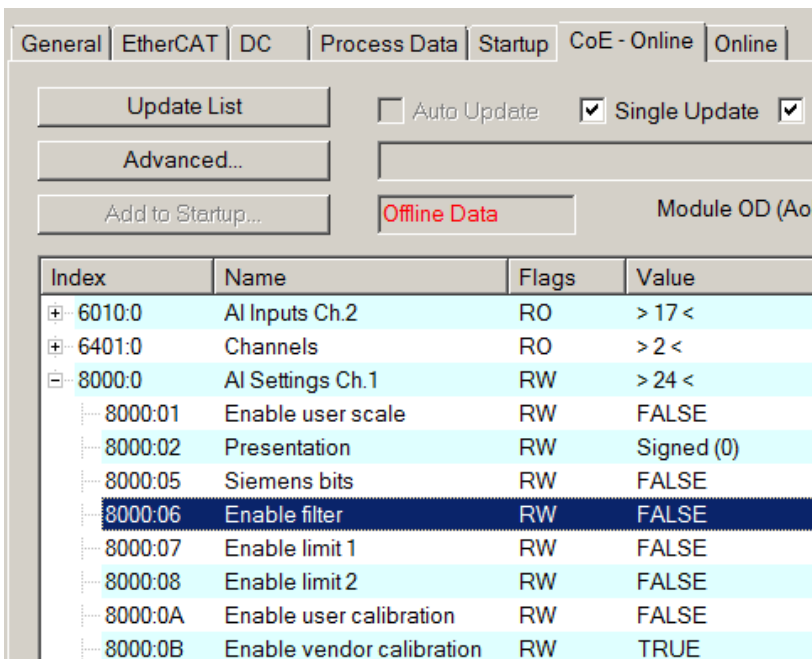


Abb. 103: EL3102, CoE-Verzeichnis

i EtherCAT-Systemdokumentation

Es ist die ausführliche Beschreibung in der [EtherCAT-Systemdokumentation](#) (EtherCAT Grundlagen --> CoE Interface) zu beachten!

Einige Hinweise daraus in Kürze:

- Es ist geräteabhängig, ob Veränderungen im Online-Verzeichnis slave-lokal gespeichert werden. EL-Klemmen (außer den EL66xx) verfügen über diese Speichermöglichkeit.
- Es ist vom Anwender die StartUp-Liste mit den Änderungen zu pflegen.

Inbetriebnahmehilfe im TwinCAT System Manager

In einem fortschreitenden Prozess werden für EL/EP-EtherCAT-Geräte Inbetriebnahmeoberflächen eingeführt. Diese sind in TwinCAT System Managern ab TwinCAT 2.11R2 verfügbar. Sie werden über entsprechend erweiterte ESI-Konfigurationsdateien in den System Manager integriert.

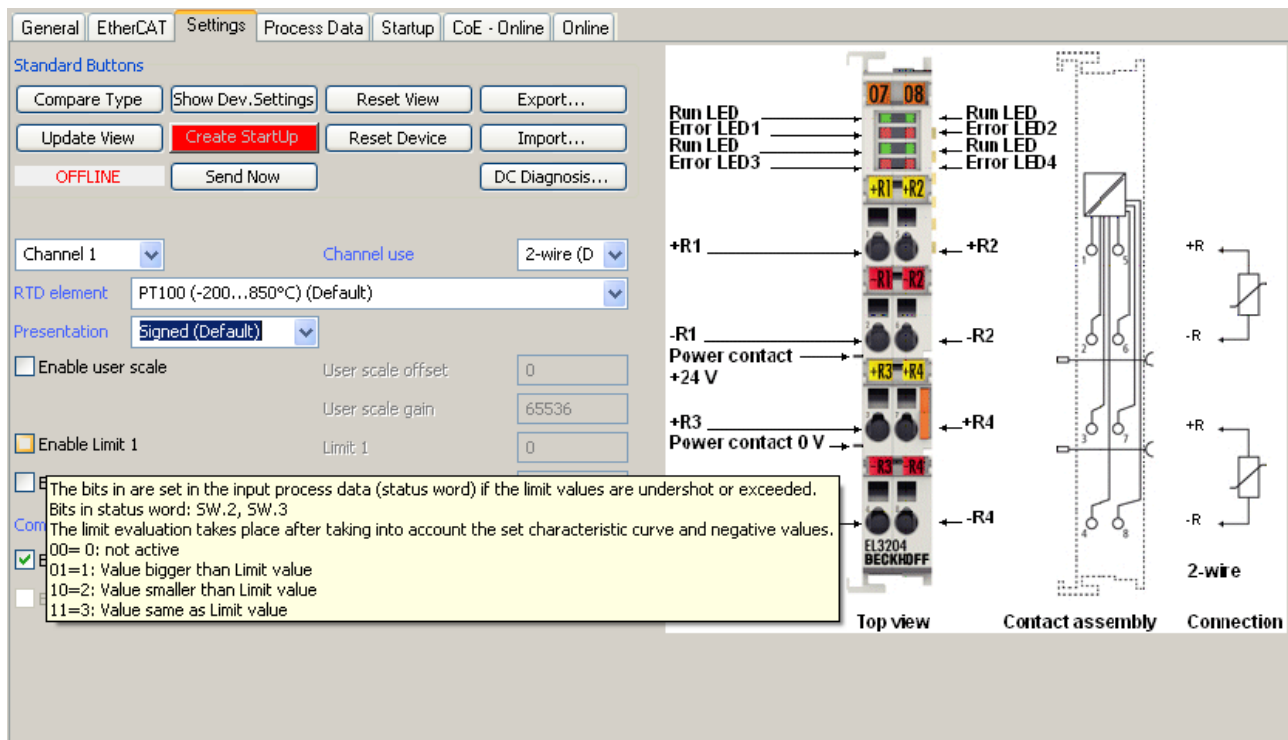


Abb. 104: Beispiel Inbetriebnahmehilfe für eine EL3204

Diese Inbetriebnahme verwaltet zugleich

- CoE-Parameterverzeichnis
- DC/FreeRun-Modus
- die verfügbaren Prozessdatensätze (PDO)

Die dafür bisher nötigen Karteireiter „Process Data“, „DC“, „Startup“ und „CoE-Online“ werden zwar noch angezeigt, es wird aber empfohlen die automatisch generierten Einstellungen durch die Inbetriebnahmehilfe nicht zu verändern, wenn diese verwendet wird.

Das Inbetriebnahme-Tool deckt nicht alle möglichen Einsatzfälle eines EL/EP-Gerätes ab. Sind die Einstellmöglichkeiten nicht ausreichend, können vom Anwender wie bisher DC-, PDO- und CoE-Einstellungen manuell vorgenommen werden.

EtherCAT State: automatisches Default-Verhalten des TwinCAT System Managers und manuelle Ansteuerung

Ein EtherCAT Slave hat für den ordnungsgemäßen Betrieb nach der Versorgung mit Betriebsspannung die Stati

- INIT
- PREOP
- SAFEOP
- OP

zu durchlaufen. Der EtherCAT Master ordnet diese Zustände an in Abhängigkeit der Initialisierungsroutinen, die zur Inbetriebnahme des Gerätes durch die ES/XML und Anwendereinstellungen (Distributed Clocks (DC), PDO, CoE) definiert sind. Siehe dazu auch Kapitel "Grundlagen der Kommunikation, EtherCAT State Machine [► 44]. Der Hochlauf kann je nach Konfigurationsaufwand und Gesamtkonfiguration bis zu einigen Sekunden dauern.

Auch der EtherCAT Master selbst muss beim Start diese Routinen durchlaufen, bis er in jedem Fall den Zielzustand OP erreicht.

Der vom Anwender beabsichtigte, von TwinCAT beim Start automatisch herbeigeführte Ziel-State kann im System Manager eingestellt werden. Sobald TwinCAT in RUN versetzt wird, wird dann der TwinCAT EtherCAT Master die Zielzustände anfahren.

Standardeinstellung

Standardmäßig ist in den erweiterten Einstellungen des EtherCAT Masters gesetzt:

- EtherCAT Master: OP
- Slaves: OP
Diese Einstellung gilt für alle Slaves zugleich.

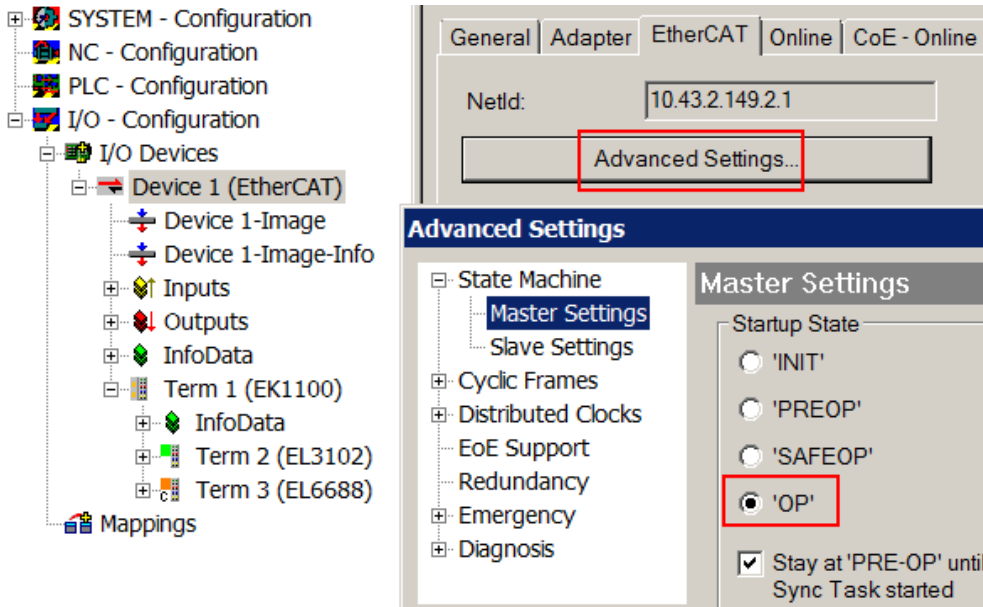


Abb. 105: Default Verhalten System Manager

Zusätzlich kann im Dialog „Erweiterte Einstellung“ beim jeweiligen Slave der Zielzustand eingestellt werden, auch dieser ist standardmäßig OP.

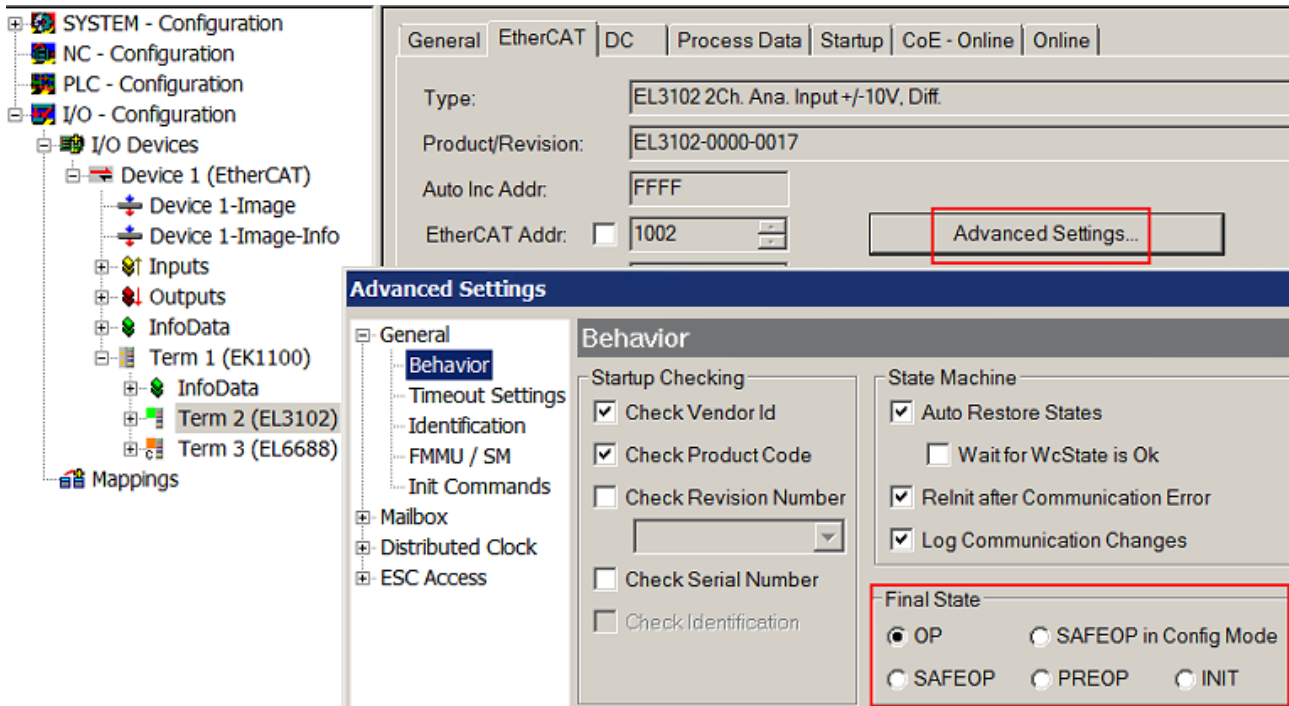


Abb. 106: Default Zielzustand im Slave

Manuelle Führung

Aus bestimmten Gründen kann es angebracht sein, aus der Anwendung/Task/PLC die States kontrolliert zu fahren, z. B.

- aus Diagnosegründen
- kontrolliertes Wiederanfahren von Achsen
- ein zeitlich verändertes Startverhalten ist gewünscht

Dann ist es in der PLC-Anwendung sinnvoll, die PLC-Funktionsblöcke aus der standardmäßig vorhandenen *TcEtherCAT.lib* zu nutzen und z. B. mit *FB_EcSetMasterState* die States kontrolliert anzufahren.

Die Einstellungen im EtherCAT Master sind dann sinnvollerweise für Master und Slave auf INIT zu setzen.

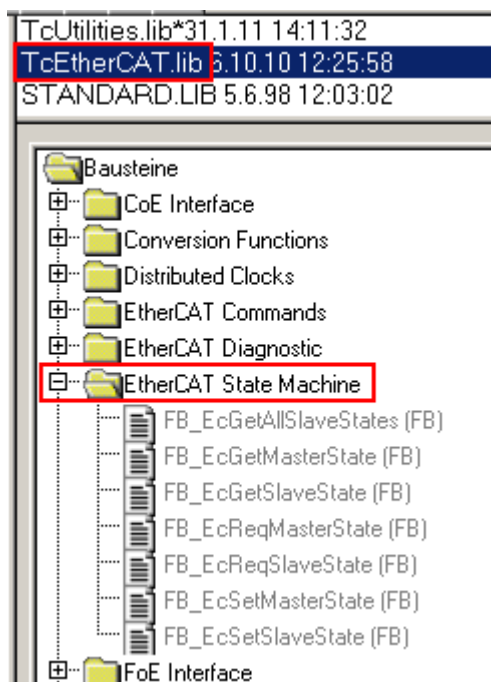


Abb. 107: PLC-Bausteine

Hinweis E-Bus-Strom

EL/ES-Klemmen werden im Klemmenstrang auf der Hutschiene an einen Koppler gesetzt. Ein Buskoppler kann die an ihm angefügten EL-Klemmen mit der E-Bus-Systemspannung von 5 V versorgen, i.d.R. ist ein Koppler dabei bis zu 2 A belastbar. Zu jeder EL-Klemme ist die Information, wie viel Strom sie aus der E-Bus-Versorgung benötigt, online und im Katalog verfügbar. Benötigen die angefügten Klemmen mehr Strom als der Koppler liefern kann, sind an entsprechenden Positionen im Klemmenstrang Einspeiseklemmen (z. B. EL9410) zu setzen.

Im TwinCAT System Manager wird der vorberechnete theoretische maximale E-Bus-Strom als Spaltenwert angezeigt. Eine Unterschreitung wird durch negativen Summenbetrag und Ausrufezeichen markiert, vor einer solchen Stelle ist eine Einspeiseklemme zu setzen.

General							Adapter							EtherCAT							Online							CoE - Online						
NetId:		10.43.2.149.2.1										Advanced Settings...																						
Number	Box Name	Address	Type	In Size	Out S...	E-Bus (..																												
1	Term 1 (EK1100)	1001	EK1100																															
2	Term 2 (EL3102)	1002	EL3102	8.0		1830																												
3	Term 4 (EL2004)	1003	EL2004		0.4	1730																												
4	Term 5 (EL2004)	1004	EL2004		0.4	1630																												
5	Term 6 (EL7031)	1005	EL7031	8.0	8.0	1510																												
6	Term 7 (EL2808)	1006	EL2808		1.0	1400																												
7	Term 8 (EL3602)	1007	EL3602	12.0		1210																												
8	Term 9 (EL3602)	1008	EL3602	12.0		1020																												
9	Term 10 (EL3602)	1009	EL3602	12.0		830																												
10	Term 11 (EL3602)	1010	EL3602	12.0		640																												
11	Term 12 (EL3602)	1011	EL3602	12.0		450																												
12	Term 13 (EL3602)	1012	EL3602	12.0		260																												
13	Term 14 (EL3602)	1013	EL3602	12.0		70																												
14	Term 3 (EL6688)	1014	EL6688	22.0		-240 !																												

Abb. 108: Unzulässige Überschreitung E-Bus Strom

Ab TwinCAT 2.11 wird bei der Aktivierung einer solchen Konfiguration eine Warnmeldung „E-Bus Power of Terminal...“ im Logger-Fenster ausgegeben:

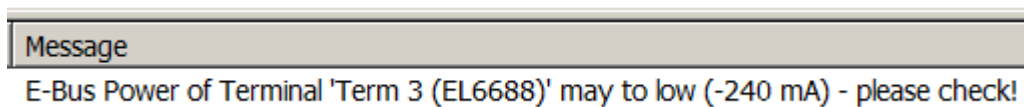


Abb. 109: Warnmeldung E-Bus-Überschreitung

HINWEIS

Achtung! Fehlfunktion möglich!

Die E-Bus-Versorgung aller EtherCAT-Klemmen eines Klemmenblocks muss aus demselben Massepotential erfolgen!

5.3 Objektbeschreibung und Parametrierung

● EtherCAT XML Device Description

i Die Darstellung entspricht der Anzeige der CoE-Objekte aus der EtherCAT XML Device Description. Es wird empfohlen, die entsprechende aktuellste XML-Datei im Download-Bereich auf der Beckhoff-Website herunterzuladen und entsprechend der Installationsanweisungen zu installieren.

● Parametrierung über das CoE-Verzeichnis (CAN over EtherCAT)

i Die Parametrierung des EtherCAT Gerätes wird über den CoE-Online Reiter [► 94] (mit Doppelklick auf das entsprechende Objekt) bzw. über den Prozessdatenreiter [► 91] (Zuordnung der PDOs) vorgenommen. Beachten Sie bei Verwendung/Manipulation der CoE-Parameter die allgemeinen CoE-Hinweise [► 46]:

- StartUp-Liste führen für den Austauschfall
- Unterscheidung zwischen Online/Offline Dictionary, Vorhandensein aktueller XML-Beschreibung
- „CoE-Reload“ zum Zurücksetzen der Veränderungen

Einführung

In der CoE-Übersicht sind Objekte mit verschiedenem Einsatzzweck enthalten:

- Objekte die zu Parametrierung [► 108] bei der Inbetriebnahme nötig sind
- Objekte die zum regulären Betrieb [► 109] z. B. durch ADS-Zugriff bestimmt sind.
- Objekte die interne Settings [► 109] anzeigen und ggf. nicht veränderlich sind

Im Folgenden werden zuerst die im normalen Betrieb benötigten Objekte vorgestellt, dann die für eine vollständige Übersicht noch fehlenden Objekte.

5.3.1 Objekte für die Inbetriebnahme

Index 1018 Identity

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
1018:0	Identity	Informationen, um den Slave zu identifizieren	UINT8	RO	0x04 (4 _{dez})
1018:01	Vendor ID	Hersteller-ID des EtherCAT-Slaves	UINT32	RO	0x00000002 (2 _{dez})
1018:02	Product code	Produkt-Code des EtherCAT-Slaves	UINT32	RO	0x19C93052 (432615506 _{dez})
1018:03	Revision	Revisionsnummer des EtherCAT-Slaves, das Low-Word (Bit 0-15) kennzeichnet die Sonderklemmennummer, das High-Word (Bit 16-31) verweist auf die Gerätebeschreibung	UINT32	RO	0x00100000 (1048576 _{dez})
1018:04	Serial number	Seriennummer des EtherCAT-Slaves, das Low-Byte (Bit 0-7) des Low-Words enthält das Produktionsjahr, das High-Byte (Bit 8-15) des Low-Words enthält die Produktionswoche, das High-Word (Bit 16-31) ist 0	UINT32	RO	0x00000000 (0 _{dez})

Index F800 EL6601 Para

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
F800:0	EL6601 Para	Max. Subindex	UINT8	RW	0x02 (2 _{dez})
F800:01	General	0x0000: Standardbetrieb 0x0001: VLAN TAGS werden vor der Filterung entfernt. 0x4000: EoE Frames werden blockiert	UINT16	RW	0x0000 (0 _{dez})
F800:02	NetVars	Dieser Schalter bestimmt, ob empfangene Subscriberdaten aus Frames mit 0x88A4 im Header, die den Subscriber-Filter nicht passiert haben, über EoE/Mailbox zum EtherCAT Master weitertransportiert werden. 0x0000: default, Subscriberdaten werden über EoE weitergeleitet 0x0100: Subscriberdaten werden verworfen	UINT16	RW	0x0000 (0 _{dez})

5.3.2 Objekte für den regulären Betrieb

Index F100 Master Info

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
F100:0	Master Info	Max. Subindex	UINT8	RO	0x02 (2 _{dez})
F100:01	Status	Link Status des Ethernet-Ports 0: Link 1: kein Link	UINT16	RO	0x0000 (0 _{dez})
F100:02	Control	reserviert	UINT16	RO	0x0000 (0 _{dez})

Index FA01 MAC Info

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
FA01:0	MAC Info	Max. Subindex	UINT8	RW	0x03 (3 _{dez})
FA01:01	RxPackets	Empfangene Ethernet-Telegramme	UINT16	RW	0x0000 (0 _{dez})
FA01:02	TxPackets	Gesendete Ethernet-Telegramme	UINT16	RW	0x0000 (0 _{dez})
FA01:03	Reserved	Reserviert	UINT16	RW	0x0000 (0 _{dez})

5.3.3 Standardobjekte (0x1000-0x1FFF)

Die Standardobjekte haben für alle EtherCAT-Slaves die gleiche Bedeutung.

Index 1000 Device type

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
1000:0	Device type	Geräte-Typ des EtherCAT-Slaves: Das Lo-Word enthält das verwendete CoE Profil (5002).	UINT32	RO	0x0000138A (5002 _{dez})

Index 1008 Device name

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
1008:0	Device name	Geräte-Name des EtherCAT-Slave	STRING	RO	z.B. EL6601-0000-0017

Index 1009 Hardware version

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
1009:0	Hardware version	Hardware-Version des EtherCAT-Slaves	STRING	RO	00

Index 100A Software version

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
100A:0	Software version	Firmware-Version des EtherCAT-Slaves	STRING	RO	00

Index 1600-16FE RxPDO-Map

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
1600+n:0	RxPDO-Map	PDO Mapping RxPDO (jedes Modul erhält einen eigenen Eintrag (Index 0x1600+n), 0 ≤ n < maximale Anzahl der Module)	UINT8	RW	0x02 (2 _{dez})
(1600+n):01	Output Mapping Area 001	1. PDO Mapping Eintrag (Objekt 7000+n*8:07)	UINT32	RW	0x7000+n*8:07, 16
(1600+n):02	Output Mapping Area 002	2. PDO Mapping Eintrag (Objekt 7000+n*8:0B)	UINT32	RW	0x7000+n*8:0B, 16

Index 1680 PDO control

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
1680:0	PDO control	Max. Subindex	UINT8	RW	0x01 (1 _{dez})
1680:01	PDO control	Eintrag Master Control	UINT32	RW	0xF100:02, 16

Index 1A00-1AFE TxPDO-Map

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
1A00+n:0	TxPDO-Map Ch.2	PDO Mapping TxPDO (jedes Modul erhält einen eigenen Eintrag (Index 0x1A00+n), 0 ≤ n < maximale Anzahl der Module)	UINT8	RW	0x03 (3 _{dez})
(1A00+n):01	Input Mapping Area 001	1. PDO Mapping Eintrag (Objekt 0x6000+n*8:03)	UINT32	RW	0x6000+n*8:03, 16
(1A00+n):02	Input Mapping Area 002	2. PDO Mapping Eintrag (Objekt 0x6000+n*8:04)	UINT32	RW	0x6000+n*8:04, 16
(1A00+n):03	Input Mapping Area 003	3. PDO Mapping Eintrag (Objekt 0x6000+n*8:05)	UINT32	RW	0x6000+n*8:05, 16

Index 1A80 PDO status

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
1680:0	PDO status	Max. Subindex	UINT8	RW	0x01 (1 _{dez})
1680:01	PDO status	Eintrag Master Status	UINT32	RW	0xF100:01, 16

Index 1C00 Sync manager type

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
1C00:0	Sync manager type	Benutzung der Sync Manager	UINT8	RO	0x02 (2 _{dez})
1C00:01	SubIndex 001	Sync-Manager Type Channel 1: Mailbox Write	UINT8	RO	0x01 (1 _{dez})
1C00:02	SubIndex 002	Sync-Manager Type Channel 2: Mailbox Read	UINT8	RO	0x02 (2 _{dez})
1C00:03	SubIndex 003	Sync-Manager Type Channel 3: Outputs	UINT8	RO	0x02 (2 _{dez})
1C00:04	SubIndex 004	Sync-Manager Type Channel 4: Inputs	UINT8	RO	0x02 (2 _{dez})

Index 1C12 RxPDO assign

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
1C12:0	RxPDO assign	PDO Assign Outputs	UINT8	RW	-
1C12:01	SubIndex 001	1. zugeordnete RxPDO (enthält den Index des zugehörigen RxPDO Mapping Objekts)	UINT32	RW	0x1600 (5632 _{dez})
...					
1C12:80	SubIndex 128	128. zugeordnete RxPDO (enthält den Index des zugehörigen RxPDO Mapping Objekts)	UINT32	RW	0x167F (5759 _{dez})
1C12:81	SubIndex 129	PDO Control	UINT32	RW	0x1680 (5760 _{dez})

Index 1C13 TxPDO assign

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
1C13:0	TxPDO assign	PDO Assign Inputs	UINT8	RW	-
1C13:01	SubIndex 001	1. zugeordnete TxPDO (enthält den Index des zugehörigen TxPDO Mapping Objekts)	UINT32	RW	0x1A00 (6656 _{dez})
...					
1C13:80	SubIndex 128	128. zugeordnete TxPDO (enthält den Index des zugehörigen TxPDO Mapping Objekts)	UINT32	RW	0x1A7F (6783 _{dez})
1C13:81	SubIndex 129	PDO Status	UINT32	RW	0x1A80 (6784 _{dez})

Index 1C32 SM output parameter (nur bei Netzwerkvariablen)

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
1C32:0	SM output parameter	Synchronisierungsparameter der Outputs	UINT8	RW	0x0E (14 _{dez})
1C32:01	Sync mode	Aktuelle Synchronisierungsbetriebsart: <ul style="list-style-type: none"> 1: Synchron with SM 2 Event 	UINT16	RW	0x0001 (1 _{dez})
1C32:02	Cycle time	Zykluszeit (in ns): <ul style="list-style-type: none"> Free Run: Zykluszeit des lokalen Timers Synchron with SM 2 Event: Zykluszeit des Masters DC-Mode: SYNC0/SYNC1 Cycle Time 	UINT32	RW	0x00000000 (0 _{dez})
1C32:03	Shift time	Zeit zwischen SYNC0 Event und Ausgabe der Outputs (in ns, nur DC-Mode)	UINT32	RW	0x00000000 (0 _{dez})
1C32:04	Sync modes supported	Unterstützte Synchronisierungsbetriebsarten: <ul style="list-style-type: none"> Bit 1 = 1: Synchron with SM 2 Event wird unterstützt 	UINT16	RW	0x0002 (2 _{dez})

Index 1C33 SM input parameter (nur bei Netzwerkvariablen)

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
1C33:0	SM input parameter	Synchronisierungsparameter der Inputs	UINT8	RW	0x0E (14 _{dez})
1C33:01	Sync mode	Aktuelle Synchronisierungsbetriebsart: <ul style="list-style-type: none"> 34: Synchron with SM 2 Event (Outputs vorhanden) 	UINT16	RW	0x0022 (34 _{dez})
1C33:02	Cycle time	wie 0x1C32:02 [► 111]	UINT32	RW	0x00000000 (0 _{dez})
1C33:03	Shift time	Zeit zwischen SYNC0-Event und Einlesen der Inputs (in ns, nur DC-Mode)	UINT32	RW	0x00000000 (0 _{dez})
1C33:04	Sync modes supported	Unterstützte Synchronisierungsbetriebsarten: <ul style="list-style-type: none"> Bit 1: Synchron with SM 2 Event wird unterstützt (Outputs vorhanden) 	UINT16	RW	0x0002 (2 _{dez})

5.3.4 Profilspezifische Objekte (0x6000-0xFFFF)

Die profilspezifischen Objekte haben für alle EtherCAT Slaves, die das Profil 5001 unterstützen, die gleiche Bedeutung.

Index 6000-67F8 Receiving Frame Data (Net Var Subscriber)

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
6000+n*8:0	Receiving Frame Data (Net Var Subscriber)	Max. Subindex (jedes Modul erhält einen eigenen Eintrag (Index 0x6000+n*8), $0 \leq n < \text{maximale Anzahl der Module}$)	UINT8	RW P	0x05 (5 _{dez})
(6000+n*8):01	Net Id	Source AMS Net Id	UINT48	RW P	-
(6000+n*8):02	Var Id	Identifikation der Netzwerkvariable	UINT16	RW P	0x0001 (1 _{dez})
(6000+n*8):03	Quality	Dauer, in der die Variable nicht aktualisiert wurde (Auflösung 100 µs)	UINT16	RO P	0x0000 (0 _{dez})
(6000+n*8):04	Cycle Index	Eintrag wird mit jedem Publisher-Zyklus inkrementiert	UINT16	RO P	0x0000 (0 _{dez})
(6000+n*8):05	Data area 001	Daten-Bereich	OCTED_STRING	RO P	00 00

Index 6001-67F9 Sending frame State (Frame status)

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
6001+n*8:0	Sending frame State (Frame status)	Max. Subindex (jedes Modul erhält einen eigenen Eintrag (Index 0x6001+n*8), $0 \leq n < \text{maximale Anzahl der Module}$)	UINT8	RW P	0x01 (1 _{dez})
(6001+n*8):01	Frame status	Status <ul style="list-style-type: none"> • Bit 0: Frame übersprungen • Bit 1: Frame zu groß 	UINT16	RW P	0x0000 (0 _{dez})

Index 6002-67FA Receiving Frame Identification (Ignore Item Net Var Subscriber)

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
6002+n*8:0	Receiving Frame Identification (Ignore Item Net Var Subscriber)	Max. Subindex (jedes Modul erhält einen eigenen Eintrag (Index 0x6002+n*8), $0 \leq n < \text{maximale Anzahl der Module}$)	UINT8	RW P	0x05 (5 _{dez})
(6002+n*8):01	Net Id	"Net Id"	0: Eintrag wird überprüft, wenn Gleichheit festgestellt wird, werden die entsprechenden Datenbereiche in die Prozessdaten übernommen. 1: Eintrag wird übersprungen, entsprechende Datenbereiche werden nicht in die Prozessdaten übernommen.	RW P	0x01 (1 _{dez})
(6002+n*8):02	Var Id	"Var Id"		RW P	0x00 (0 _{dez})
(6002+n*8):03	Quality	"Quality"		RW P	0x01 (1 _{dez})
(6002+n*8):04	Cycle Index	"Cycle Index"		RW P	0x01 (1 _{dez})
(6002+n*8):05	Data area 001	"Data area 001"		RW P	0x01 (1 _{dez})

Index 6003-67FB Receiving Frame Length (Area Length Nat Var Subscriber)

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
6003+n*8:0	Receiving Frame Length (Area Length Nat Var Subscriber)	Max. Subindex (jedes Modul erhält einen eigenen Eintrag (Index 0x6003+n*8), 0 ≤ n < maximale Anzahl der Module)	UINT8	RW P	0x05 (5 _{dez})
(6003+n*8):01	Net Id	Länge des "Net Id"-Feldes	UINT16	RW P	0x0006 (6 _{dez})
(6003+n*8):02	Var Id	Länge des "Var Id"-Feldes	UINT16	RW P	0x0002 (2 _{dez})
(6003+n*8):03	Quality	Länge des "Quality"-Feldes	UINT16	RW P	0x0002 (2 _{dez})
(6003+n*8):04	Cycle Index	Länge des "Cycle Index"-Feldes	UINT16	RW P	0x0002 (2 _{dez})
(6003+n*8):05	Data area 001	Länge des "Data area"-Feldes	UINT16	RW P	0x0002 (2 _{dez})

Index 7000-77F8 Sending Frame Data (Net Var Publisher)

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
7000+n*8:0	Sending Frame Data (Net Var Publisher)	Max. Subindex (jedes Modul erhält einen eigenen Eintrag (Index 0x7000+n*8), 0 ≤ n < maximale Anzahl der Module)	UINT8	RW P	-
(7000+n*8):01	Destination MAC address	MAC-Ziel-Adresse Ethernet-Telegramm	UINT48	RW P	-
(7000+n*8):02	Source MAC address	MAC-Quellen-Adresse Ethernet-Telegramm	UINT48	RW P	-
(7000+n*8):03	Ethernet Type	Beckhoff Ethertype	UINT16	RW P	0x88A4 (42120 _{dez})
(7000+n*8):04	Header	Bit 0-10: Länge der folgenden Einträge Bit 11: 0, Bit 12-15: 4, Netzwerkvariable -Type	UINT16	RW P	-
(7000+n*8):05	Net Id	Source AMS Net Id	UINT48	RW P	-
(7000+n*8):06	# of Vars	Anzahl der Variablen	UINT16	RW P	-
(7000+n*8):07	Cycle Index	Eintrag wird mit jedem Publisher-Zyklus inkrementiert	UINT16	RO P	-
(7000+n*8):08	reserved	reserviert	UINT16	RW P	-
(7000+n*8):09	Net Var 001 Id	Identifikation der Netzwerkvariable	UINT16	RW P	-
(7000+n*8):0A	Net Var 001 Header	Byte 0,1: Hash-Wert Byte 2,3: Länge der Daten Byte 4,5: Quality	UINT48	RW P	-
(7000+n*8):0B	Net Var 001 Data	Daten-Bereich	STRING	RO P	-
-					
(7000+n*8):(3*y+6)	Net Var y Id	Identifikation der Netzwerkvariable	UINT16	RW P	-
(7000+n*8):(3*y+7)	Net Var y Header	Byte 0,1: Hash-Wert Byte 2,3: Länge der Daten Byte 4,5: Quality	UINT48	RW P	-
(7000+n*8):(3*y+8)	Net Var y Data	Daten-Bereich	OCTED_STRING	RO P	-

Index 7001-77F9 Sending Frame Control (Frame control)

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
7001+n*8:0	Sending Frame Control (Frame control)	Max. Subindex (jedes Modul erhält einen eigenen Eintrag (Index 0x7001+n*8), $0 \leq n < \text{maximale Anzahl der Module}$)	UINT8	RW P	0x01 (1 _{dez})
(7001+n*8):01	Frame Control	Frame Control • Bit 0 = 0: Sende Frame • Bit 0 = 1: Überspringe Frame	UINT8	RW P	0x00 (0 _{dez})

Index 7003-77FB Sending Frame Length (Area length Net Var Publisher)

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
7003+n*8:0	Sending Frame Length (Area length Net Var Publisher)	Max. Subindex (jedes Modul erhält einen eigenen Eintrag (Index 0x7003+n*8), $0 \leq n < \text{maximale Anzahl der Module}$)	UINT8	RW P	-
(7003+n*8):01	Destination MAC address	MAC-Ziel-Adresse Ethernet-Telegramm	UINT48	RW P	-
(7003+n*8):02	Source MAC address	MAC-Quellen-Adresse Ethernet-Telegramm	UINT48	RW P	-
(7003+n*8):03	Ethernet Type	Beckhoff Ethertype	UINT16	RW P	0x88A4 (42120 _{dez})
(7003+n*8):04	Header	Bit 0-10: Länge der folgenden Einträge Bit 11: 0, Bit 12-15: 4, Netzwerkvariable -Type	UINT16	RW P	-
(7003+n*8):05	Net Id	Source AMS Net Id	UINT48	RW P	-
(7003+n*8):06	# of Vars	Anzahl der Variablen	UINT16	RW P	-
(7003+n*8):07	Cycle Index	Eintrag wird mit jedem Publisher-Zyklus inkrementiert	UINT16	RW P	-
(7003+n*8):08	reserved	reserviert	UINT16	RW P	-
(7003+n*8):09	Net Var 001 Id	Identifikation der Netzwerkvariable	UINT16	RW P	-
(7003+n*8):0A	Net Var 001 Header	Byte 0,1: Hash-Wert Byte 2,3: Länge der Daten Byte 4,5: Quality	UINT48	RW P	-
(7003+n*8):0B	Net Var 001 Data	Daten-Bereich	STRING	RW P	-
-					
(7003+n*8):(3*y+6)	Net Var y Id	Identifikation der Netzwerkvariable	UINT16	RW P	-
(7003+n*8):(3*y+7)	Net Var y Header	Byte 0,1: Hash-Wert Byte 2,3: Länge der Daten Byte 4,5: Quality	UINT48	RW P	-
(7003+n*8):(3*y+8)	Net Var y Data	Daten-Bereich	OCTED_STRING	RW P	-

Index 8000-87F8 Frame Config

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
8000+n*8:0	Frame Config	Max. SubIndex	UINT8	RW	0x04 (4 _{dez})
(8000+n*8):04	Device Type	3: Subscriber-Netzwerkvariable, entsprechende Indizes 600x werden angelegt. 4: Publisher-Netzwerkvariable, entsprechende Indizes 0x700x werden angelegt.	UINT16	RW	-

Index F000 Modular device profile

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
F000:0	Modular device profile	Allgemeine Informationen des Modular Device Profiles	UINT8	RO	0x04 (4 _{dez})
F000:01	Module index distance	Indexabstand der Objekte der einzelnen Kanäle	UINT16	RO	0x0008 (8 _{dez})
F000:02	Maximum number of modules	Anzahl der Kanäle	UINT16	RO	0x00FF (255 _{dez})
F000:03	Standard Entries in Object 0x8yy0	Standard Einträge in den Objekten 0x8yy0	UINT32	RO	0x00000000 (0 _{dez})
F000:04	Standard Entries in Object 0x9yy0	Standard Einträge in den Objekten 0x9yy0	UINT32	RO	0x00000000 (0 _{dez})

5.4 Beckhoff Netzwerkvariablen

5.4.1 Einführung

Netzwerkvariablen sind beliebige Variablen, die zwischen PC/CX1000 mit TwinCAT zyklisch ausgetauscht werden können. Es können Variablen mit beliebigen, auch komplexen, Datentypen ausgetauscht werden. Es wird das Publisher/Subscriber Modell verwendet. Zur hochdeterministischen Kommunikation muss der Echtzeit-Ethernet Treiber für TwinCAT installiert sein.

Publisher/Subscriber Modell

Beim Publisher/Subscriber Modell stellt der Publisher Variablen zur Verfügung. Subscriber können sich für eine Variable einschreiben. Der Publisher kann die Variable einem Subscriber, mehreren Subscribern oder allen Subscribern zur Verfügung stellen. Bei Broadcast wird die Variable allen PCs zur Verfügung gestellt, bei Multicast einigen Ausgewählten und bei Unicast einem einzigen ausgesuchten PC. Ein Subscriber kann gleichzeitig auch Publisher sein. Damit kann auch eine bidirektionale Datenverbindung hergestellt werden.

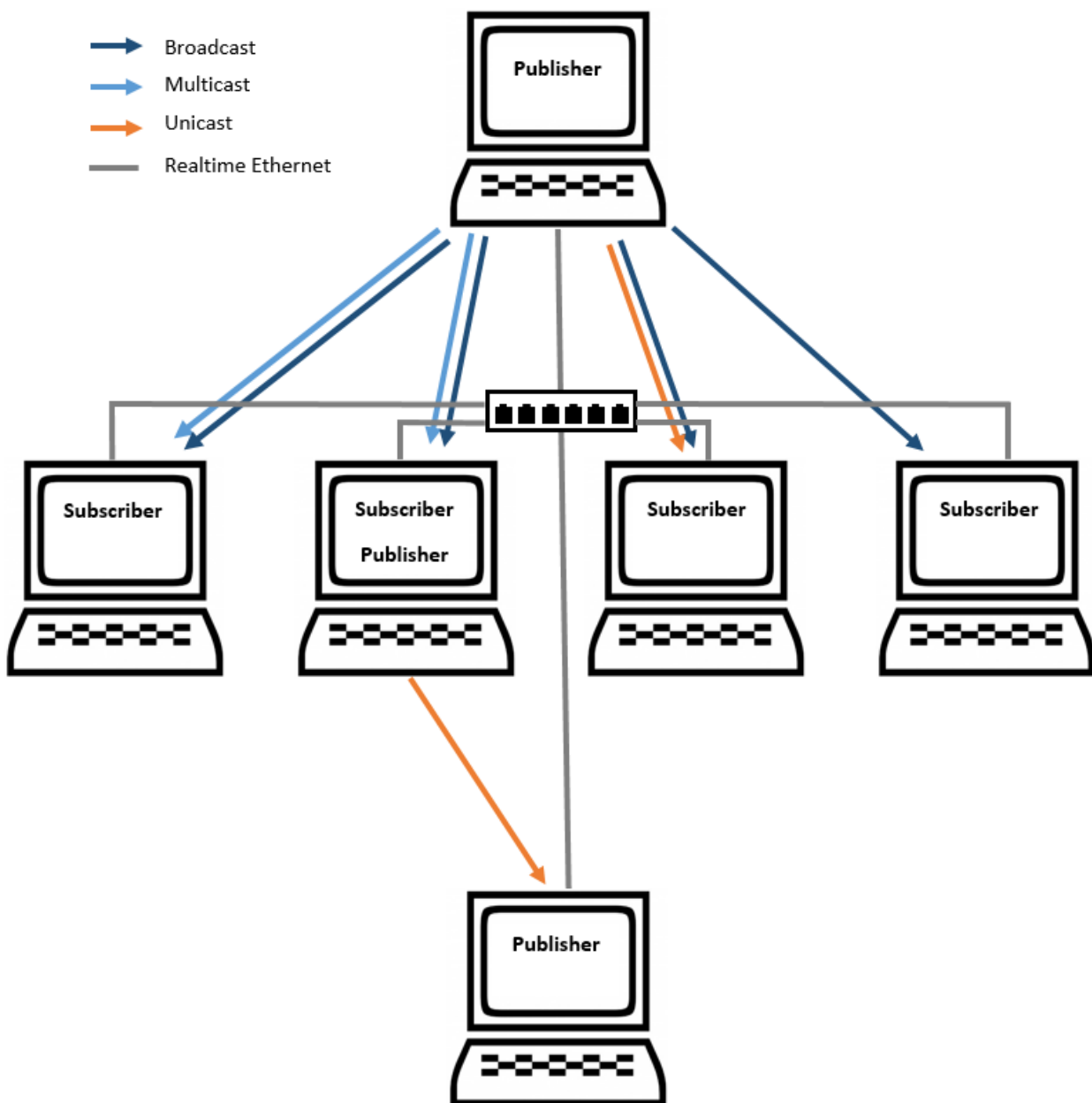


Abb. 110: Publisher/Subscriber Modell

Unicast

Der Publisher stellt die Netzwerkvariable nur einem einzigen ausgesuchten PC zur Verfügung.

Multicast

Der Publisher stellt die Netzwerkvariable einigen ausgesuchten PCs zur Verfügung.

Broadcast

Der Publisher stellt die Netzwerkvariable allen PCs zur Verfügung.

5.4.2 Konfiguration vom Publisher

Im TwinCAT System Manager wird unterhalb des Gerätes RT-Ethernet eine neue Box für den Publisher eingefügt.

Einfügen einer Publisher Box

Unterhalb des Gerätes RT-Ethernet muß für einen Publisher eine entsprechende Box angefügt werden.

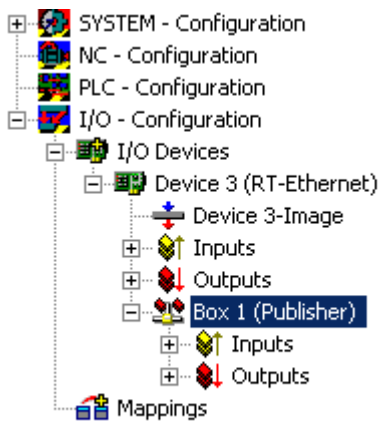


Abb. 111: Einfügen einer Publisher Box in die TwinCAT Konfiguration

Einfügen einer Netzwerkvariablen

Unterhalb der Box werden die Netzwerkvariablen eingefügt. Dazu ist es nötig, einen Namen (im Beispiel nCounterPub) und einen Datentyp (im Beispiel UINT32 entsprechend UDINT) anzugeben.

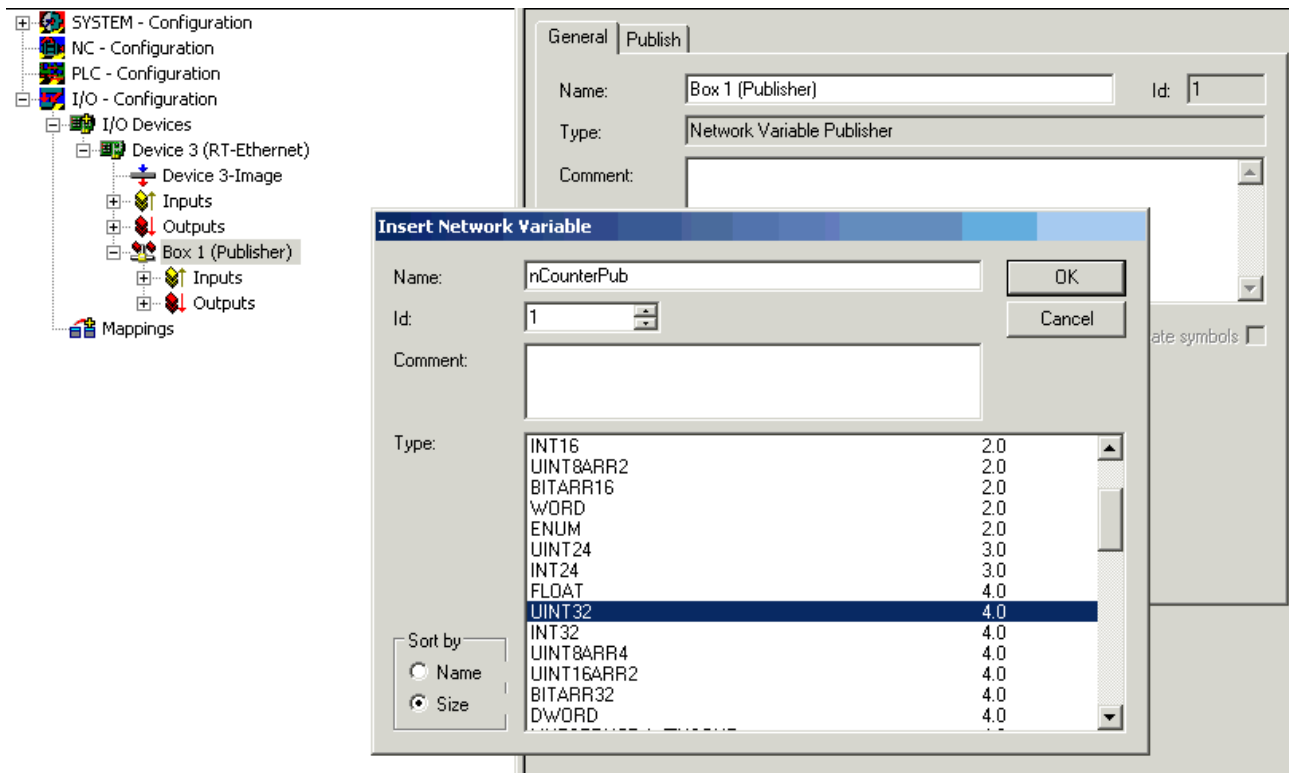


Abb. 112: Einfügen einer Netzwerk Variablen

Unterhalb der eingefügten Variablen sind Eingänge und Ausgänge angelegt worden.

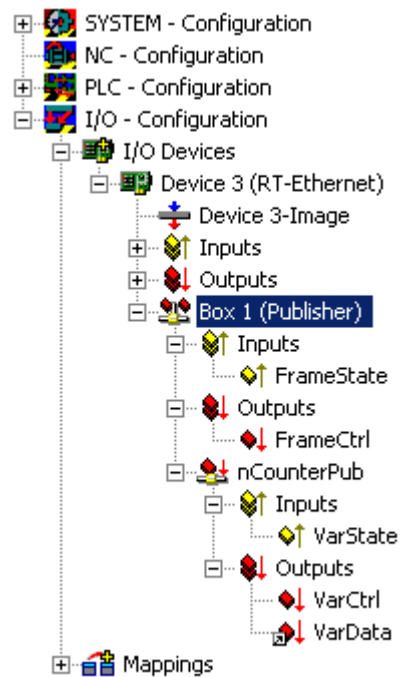


Abb. 113: Inputs/Outputs der eingefügten Variablen

Der FrameState Eingang unterhalb der Box gibt Auskunft über den momentanen Status der versendeten Ethernet Frames.

Folgende Werte sind für den FrameState möglich:

Kurzbeschreibung	Wert	Beschreibung
Not sent (frame skipped)	0x0001	
Error (frame oversized)	0x0001	Die maximale Größe eines Ethernet Frames ist überschritten worden. Die verknüpfte Variable muss kleiner gewählt werden.

Im FrameCtrl Ausgang unterhalb der Box kann ein Control Wort geschrieben werden.

Folgende Werte sind für das FrameCtrl möglich:

Kurzbeschreibung	Wert	Beschreibung
Disable sending	0x0001	Das Senden des Frames wird unterbrochen. Erst wenn der Wert wieder auf 0 ist, beginnt das Senden des Frames erneut.

Der VarState Eingang unterhalb der Netzwerkvariablen gibt Auskunft über den momentanen Status der Netzwerkvariablen.

Folgende Werte sind für den VarState möglich:

Kurzbeschreibung	Wert	Beschreibung
Not sent (variable skipped)	0x0001	

Im VarCtrl Ausgang unterhalb der Netzwerkvariablen kann ein Control Wort geschrieben werden

Folgende Werte sind für das FrameCtrl möglich:

Kurzbeschreibung	Wert	Beschreibung
Disable publishing	0x0001	Das Senden der Netzwerkvariablen wird unterbrochen. Erst wenn der Wert wieder auf 0 ist, beginnt das Senden der Netzwerkvariablen erneut.

Verknüpfungen

Die Netzwerkvariable des Publishers kann mit jeder beliebigen Ausgangsvariablen des passenden Datentyps verknüpft werden. Im Beispiel wird die Netzwerkvariable mit einer Ausgangsvariablen einer SPS verknüpft.

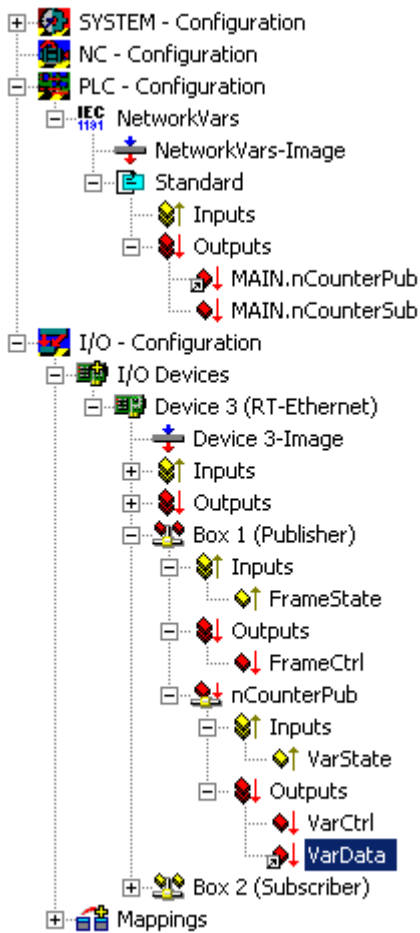


Abb. 114: Verknüpfung der Netzwerkvariablen mit der Ausgangsvariablen einer SPS

5.4.3 Konfiguration vom Subscriber

Im TwinCAT System Manager wird unterhalb des Gerätes RT-Ethernet eine neue Box für den Subscriber eingefügt.

Einfügen einer Subscriber Box und Verbindung der Netzwerkvariablen

Unterhalb des Gerätes RT-Ethernet muss für einen Subscriber eine entsprechende Box angefügt werden.

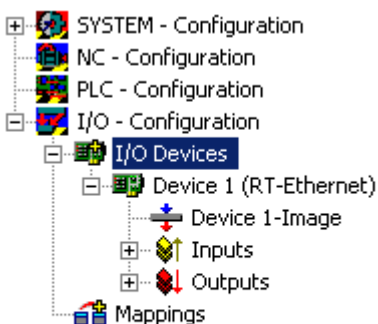


Abb. 115: Anlegen eines RT-Ethernet Devices

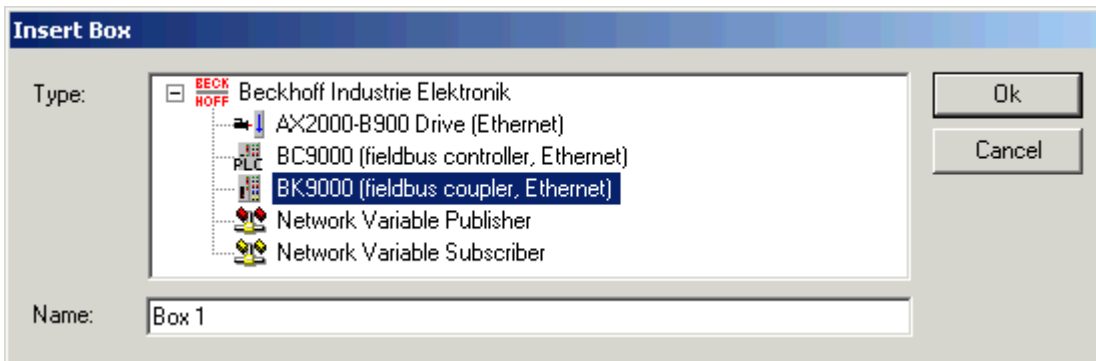


Abb. 116: Anlegen einer Subscriber Box ("Box 1")

Unterhalb der Subscriber Box wird dann eine Netzwerkvariable angelegt.

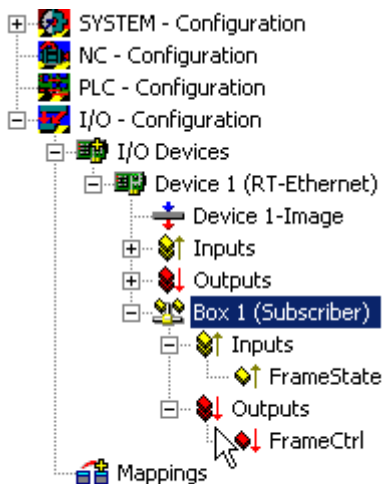


Abb. 117: TwinCAT-Baum mit „Box 1“ Subscriber Box

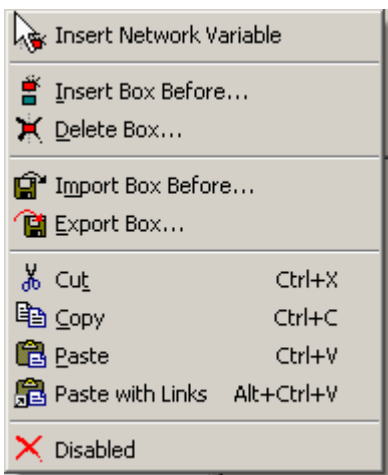


Abb. 118: Mit Rechtsklick Netzwerkvariable anlegen

Die Verbindung zu einer Variablen eines Publishers kann automatisch hergestellt werden. Hierzu ist der Publisher Computer zu suchen. In einer Liste werden alle Variablen dieses Publishers aufgelistet.

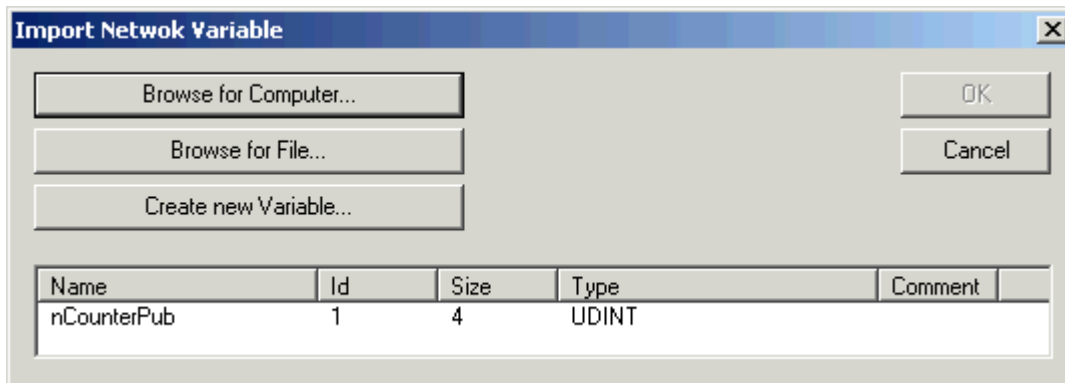


Abb. 119: Suchen des Publisher Computers

Unterhalb der jetzt eingefügten Variablen sind Eingänge und Ausgänge angelegt worden.

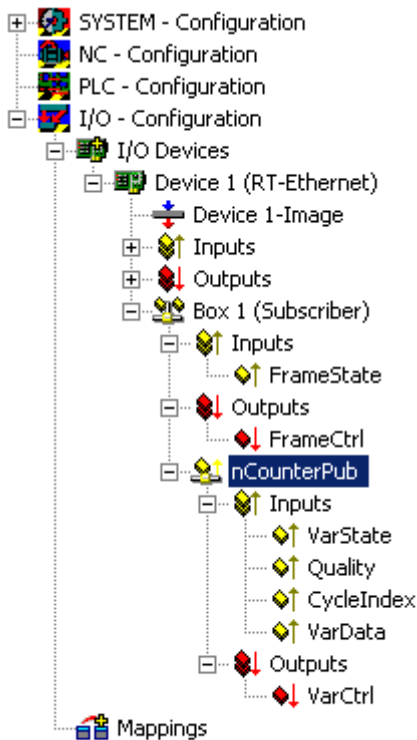


Abb. 120: Angelegte Ein-/Ausgänge der eingefügten Variablen

Der FrameState Eingang und der FrameCtrl Ausgang unterhalb der Box geben Auskunft über den momentanen Status bzw. Control der empfangenen Ethernet Frames. FrameState und FrameCtrl sind reserviert und werden momentan nicht unterstützt.

Der VarState Eingang und der VarCtrl Ausgang unterhalb der Netzwerkvariablen geben Auskunft über den momentanen Status bzw. Control der empfangenen Netzwerkvariablen. VarState und VarCtrl sind reserviert und werden momentan nicht unterstützt.

Qualität der Netzwerkvariablen

Die Qualität einer Netzwerkvariablen wird auf der Subscriber Seite beurteilt. Hierzu stehen zwei Eingangsvariablen unterhalb der Netzwerkvariablen zur Verfügung. Die Variable Quality liefert einen Zähler in 100 µs Auflösung. Der Zählerwert zeigt an, wie lange die Variable zu spät eintrifft. Das untere Beispiel zeigt den Online-Wert von Quality, nach Ziehen des Netzwerksteckers (Anstieg des Zählers) und erneutem Neuverbinden (Zählerstand 0).

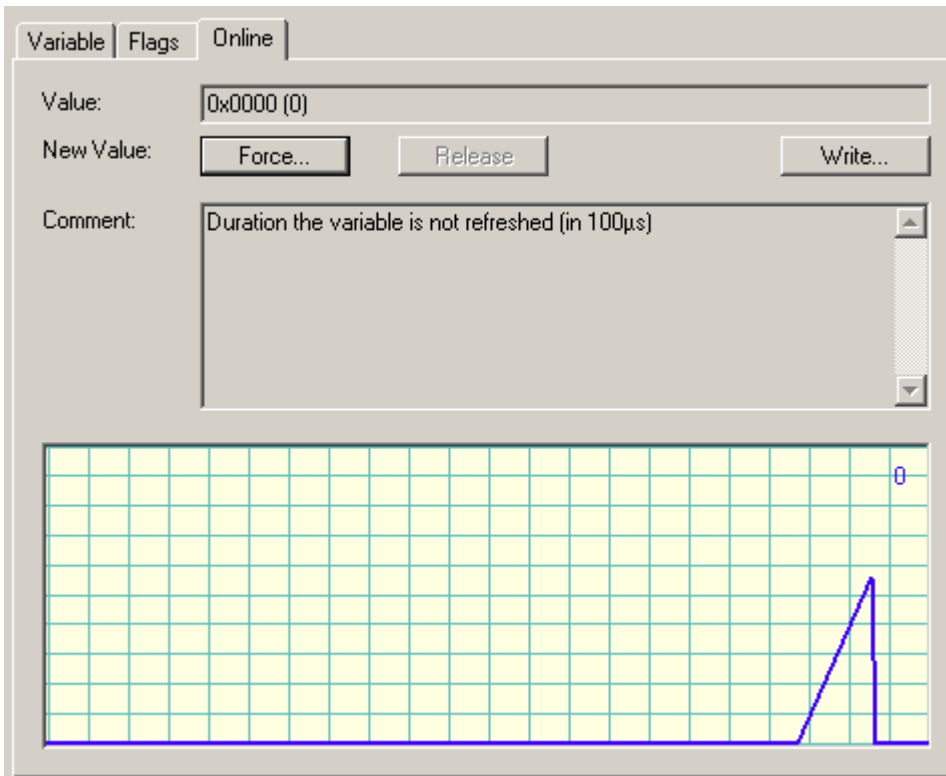


Abb. 121: Zeitdiagramm (Online-Wert) der Quality Variablen

Neben der Quality Variablen wird die CycleIndex Variable bei jedem Publisher Zyklus inkrementiert.

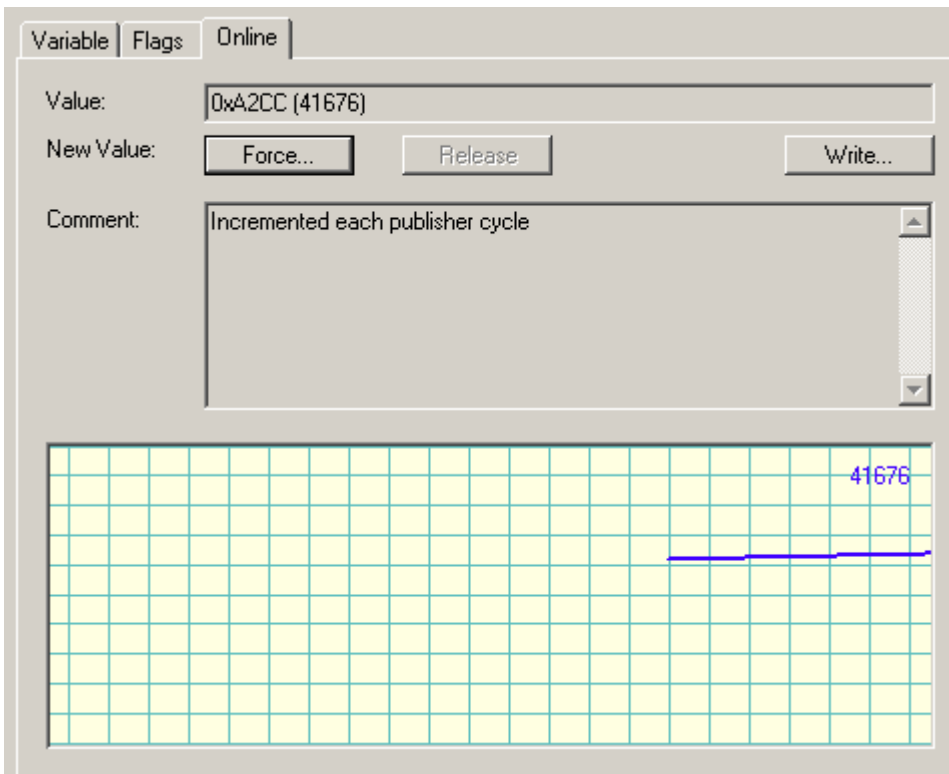


Abb. 122: Zeitdiagramm (Online-Wert) der CycleIndex Variablen

5.4.4 Beckhoff Netzwerk Variablen - Einstellungen

Mit den Beckhoff Netzwerkvariablen (NWV) können zyklisch oder azyklisch Daten zwischen Windows-basierten PC verschickt werden. In einem Teilnehmer als Publisher (Sender) deklariert, wird eine solche Netzwerkvariable auf der Gegenseite von einem mit dem gleichen Typ deklarierten Subscriber (Abonnent) empfangen. Dieser Datenverkehr ist dem Namen nach netzwerkbasierend und setzt in seiner Konfiguration direkt auf den verwendeten Protokollen auf.

Zur Auswahl stehen dabei:

- **MAC:** Es wird ein ISO-Layer-2-Frame mit einer Absender- und Empfänger-MAC-Adresse verschickt, Ethertype 0x0806. Ein IP-Teil mit Ziel-IP-Adresse (z. B. 192.168.0.1) ist nicht enthalten. Deshalb kann das Telegramm über einen Switch, normalerweise aber nicht über einen Router weiterverarbeitet werden.
MAC bedeutet Media Access Control und steht hier für die (eindeutige) Hardware-Adresse, die jedes Ethernet-Gerät ab Herstellung hat. Der Ethernet-Port eines Beckhoff-PC könnte z. B. die MAC-Kennung 00:01:05:34:05.84 haben - "00:01:05" ist die Beckhoff-Kennung, der Rest bei der Herstellung gewählt. Über die Quell/Source-MAC und die Ziel/Destination-MAC-Adresse ist der Weg eines jeden Ethernet-Telegramms zwischen 2 Ethernet-Kabelenden bestimmt.
Das Ethernet-Telegramm wird durch den Ethertype 0x88A4 als Beckhoff Echtzeit-Ethernet identifiziert - als "Echtzeit Ethernet-Telegramm" (RT-Ethernet) wird es am regulären Windows-TCP-Stack vorbeigeschleust und bevorzugt d.h. "sofort" über den angegebenen Ethernetport des PC versendet. Es ist einstellbar, ob das gesendete Telegramm von allen (Broadcast), vielen (Multicast) oder einem einzigen Subscriber (Unicast) empfangen werden soll.
- **UDP/IP:** Der Empfänger wird über einen zusätzlichen IP-Header im Ethernet-Telegramm identifiziert, der UDP-Ethernet-Frame kann damit über einen Router weiterverarbeitet werden.
Auch hier stehen Broad-, Multi- und Unicast zur Verfügung und das Ethernet-Telegramm wird durch den Ethertype 0x88A4 als Beckhoff Echtzeit-Ethernet identifiziert und als RT-Protokoll im TwinCAT-PC behandelt.
Als verbindungsloses Protokoll verlangt UDP im Gegensatz zu TCP keine Empfangsbestätigung der Nachricht, der Publisher weiß also nicht ob der Subscriber die Nachricht empfangen hat. Deshalb wird zur Gegenstellenüberwachung von TwinCAT das [ARP-Protokoll](#) [▶ 128] eingesetzt.

Über diese Adressierungsarten kommt das Telegramm mit den Prozessdaten beim Empfängergerät (Netzwerkport) an. Im Ethernet-Gerät/TwinCAT wird die Zuordnung mehrerer transportierter Prozessdaten dann über eine "Variable ID" hergestellt

Alle zu verwendenden Netzwerkvariablen müssen vor der Benutzung im System Manager deklariert werden.

Folgende Eingriffsmöglichkeiten stehen dann während des Betriebs zur Verfügung:

- das Versenden einer konfigurierten Netzwerkvariable kann dynamisch gesperrt werden
- die Ziel-IP oder Ziel-MAC kann dynamisch verändert werden
- Die Variablen-ID "Variable ID" kann dynamisch verändert werden
- der NWV-Inhalt kann verändert werden, nicht aber der Umfang (Bitgröße)

Diagnosevariablen auf Publisher- und Subscriber-Seite geben über die Verbindungsqualität Auskunft.

Bei der Verwendung von Netzwerkvariablen sind die zeitlichen Randbedingungen der verwendeten Netzwerkarchitektur zu berücksichtigen: bei IP-Adressierung (geroutet) können fallweise einige 100 ms Kommunikationszyklus erreicht werden, bei MAC-Adressierung (geschwicht) ca. 10 ms und weniger.

● Diagnosevariable "Quality"

I Wenn die verarbeitenden Tasks mit unterschiedlichen Zykluszeiten arbeiten oder vom Anwender der DataExchangeDivider verändert wird, ist das bei der Auswertung der Diagnosevariablen entsprechend zu berücksichtigen - ein langsamer Publisher (z. B. 100 ms) führt bei einem schnellen Subscriber (z. B. 10 ms) zu einer schlechten Verbindungsqualität im Sinne der Diagnosevariable "Quality".

Ebenso ist zu berücksichtigen, wenn das Versenden eines Publishers dynamisch zeitweise gesperrt wird. Der Subscriber registriert dann eine schlechte Quality.

Diagnosevariable "CycleIndex"

Beachten Sie die unteren Hinweise um zu entscheiden, ob die Variable CycleIndex von Ihnen bedient werden muss.

Grundlagen zu Beckhoff Netzwerkvariablen

- **Quality:**
Zeit in [100 µs], um die diese NWV zu spät beim Publisher ankam.
Bezogener Ankunftsort:
Eingangsprozessabbild des TwinCAT-Systems
Bezogene Ankunftszeit:
Zeitpunkt, wenn im nächsten Zyklus das Eingangsabbild geladen wird

Hinweis:

Die angezeigte "Verspätung" wird deshalb so fein skaliert ermittelt, weil die NWV-Verwaltung zyklusunabhängig direkt vom IO-Treiber verwaltet wird. Ungeachtet dessen werden die Daten einer um einige Prozent der Zykluszeit zu spät angekommene NWV erst im nächsten Task-Zyklus mit dem Lesen des Eingangsprozessabbildes berücksichtigt.

Hinweis EP6601-0002:

Auch bei Verwendung der EP6601-0002 ist der Ankunftszeitpunkt der NWV dann, wenn die Daten im Eingangsprozessabbild des RT-Gerätes vorliegen, nicht wenn sie bei der EP6601-0002 oder im Eingangsabbild des EtherCAT-Gerätes ankommen.

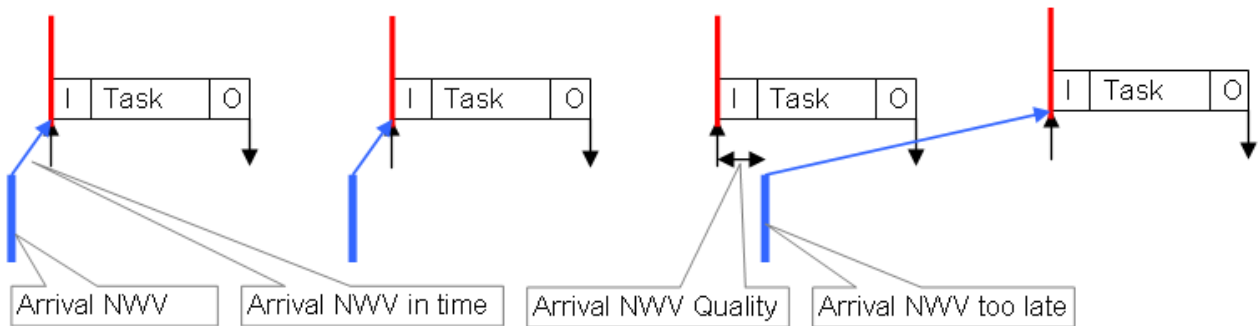


Abb. 123: Zusammenhang Quality und verspätet angekommenen Netzwerkvariable

- **Variable ID**
Die Variablen-ID (16 Bit) dient zur globalen Identifizierung der einzelnen Prozessdaten - deshalb darf innerhalb eines TwinCAT-Devices eine ID in der Gruppe der Publisher oder Subscriber nicht mehrmals verwendet werden, s. Abb. *Beispielhafte Kommunikation über Netzwerkvariablen*: Publisher 1 und 2 auf PC1 müssen unterschiedliche ID (10 und 8) haben, in Publisher 2 und Subscriber 1 darf aber jeweils eine ID = 8 verwendet werden.

Auswahl der Variablen-ID

Um eine eindeutige Zuordnung zu erreichen, wird empfohlen, für jede Datenübertragung zwischen zusammenhängenden PCs unterschiedliche IDs zu verwenden. Begründung: in Abb. *Beispielhafte Kommunikation über Netzwerkvariablen* erhält PC2/Subscriber2 nicht nur die vorgesehene ID=8-Variable von PC1/Publisher2, sondern, da als Broadcast (!) gesendet, auch die NWV von PC3/Publisher1. Eine Unterscheidung ist in PC2 dann nicht mehr möglich!

- **Cycle Index**
Der 16 Bit Cycle Index ist ein Zähler, der vom Publisher mit den Daten mitgesendet wird. Üblicherweise wird er mit jeder Sendung inkrementiert und lässt so einen Rückschluss auf eine ununterbrochene Übertragung zu. Er ist auf der Subscriber-Seite als *CycleIndex* auslesbar. Dabei unterscheidet sich sein Auftreten je nach Publisher-Plattform:
- Publisher auf einem PC: die Variable *CycleIndex* ist nicht sichtbar und wird automatisch zyklisch vom System Manager inkrementiert
- Publisher auf einer EL66xx: die Variable *CycleIndex* ist sichtbar und muss vom Anwender inkrementiert/bedient werden, damit sie auf der Subscriber-Seite ungleich 0 ist.

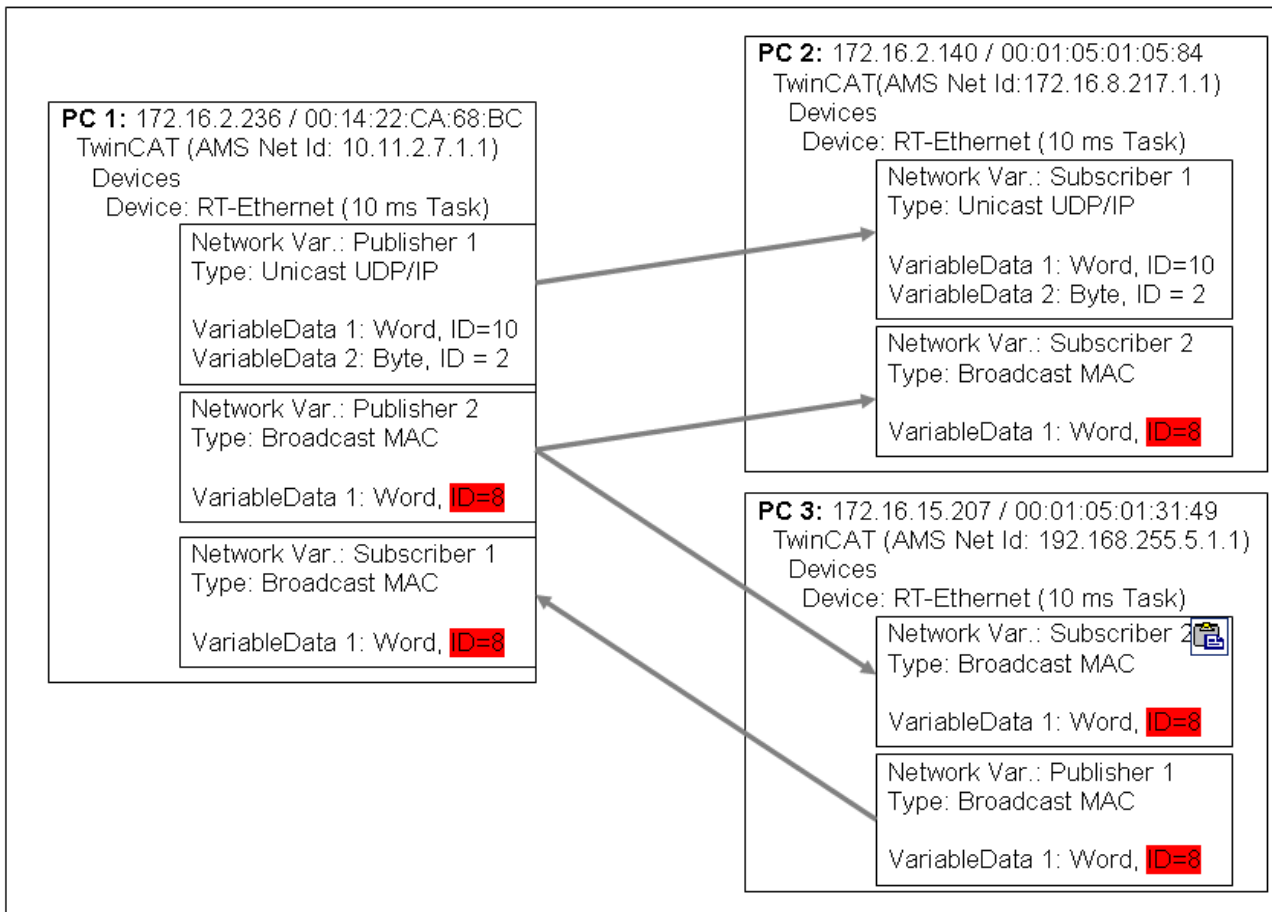


Abb. 124: Beispielhafte Kommunikation über Netzwerkvariablen

i Datendarstellung auf unterschiedlichen Plattformen

Bitte beachten Sie, dass einfache wie komplexe Daten (WORD, ARRAYs, REAL, STRING, benutzerdefinierte Strukturen) auf unterschiedlichen Plattformen intern unterschiedlich dargestellt werden!

x86-Plattformen arbeiten im Byte-Alignment, andere (ARM) im 2- oder 4-Byte-Alignment. Das bedeutet, wenn eine komplexe Struktur in je einem x86/PC-PLC-Projekt und einem ARM-PLC-Projekt angelegt wird, sie jeweils eine andere effektive Größe und einen anderen inneren Aufbau haben kann. (siehe Abb. „Datendarstellung z.B. x86 Systeme vs. ARM Systeme“)

Im Beispiel ist die Struktur im CX (und damit die dort anzulegende Netzwerkvariable) größer als im PC, auch passen die Word- und Real-Variablen nicht zueinander da im PC auf jeder Byte-Position eine Variable beginnen kann, im CX nur an jeder geradzahligen.

Folgen

- Empfehlung zum Aufbau von Strukturen, gleichlautend auf beiden Endgeräten
- Zuerst alle 4-Byte-Variablen (müssen auf einer durch 4 teilbaren Adresse liegen)
- dann alle 2-Byte-Variablen (müssen auf einer durch 2 teilbaren Adresse liegen)
- dann alle 1-Byte-Variablen

Weitere Empfehlungen

- wenn STRING(x) verwendet wird, gilt das „EndOfString“-Null ebenfalls als Zeichen, somit muss x+1 durch 4 teilbar sein
- obige Regeln gelten auch für Unter-Strukturen.

Bitte beachten Sie dazu die Hinweise im Infosys, Abschnitt Struktur.

Folgen

Verwendung von Busklemmen-Controllern (BICxxxx, BXxxxx)

Da auf Busklemmen-Controllern (BCxxxx, BXxxxx) die Darstellung von Fließkommazahlen (REAL) von der im x86 abweicht, können diese nicht übertragen werden. Für vorzeichenbehaftete Werte können z. B. „SINT“ verwendet werden.

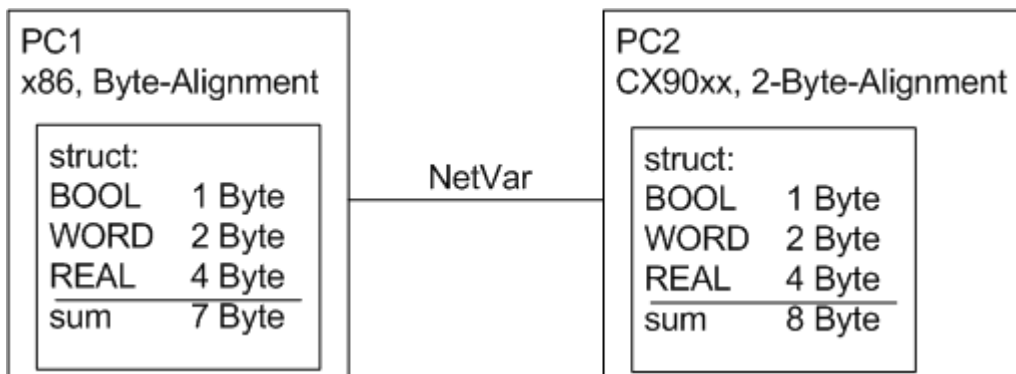


Abb. 125: Datendarstellung z.B. x86 Systeme vs. ARM Systeme

Einstellungen im System Manager

i Erscheinungsbild der Variablen

Je nach verwendeter Plattform (PC oder EL66xx) stellen sich Publisher/Subscriber unterschiedlich dar. Ein Publisher/Subscriber kann angelegt werden

- auf einer PC-Netzwerkschnittstelle, s. Abb. *Einstellungen Publisher - RT Ethernet*
- auf einer EL66xx, s. Beckhoff Netzwerk Variablen - Einstellungen [▶ 124]

Folgende Einstellungen können im Beckhoff System Manager TwinCAT 2.10 build 1328 vorgenommen werden:

Publisher, Box

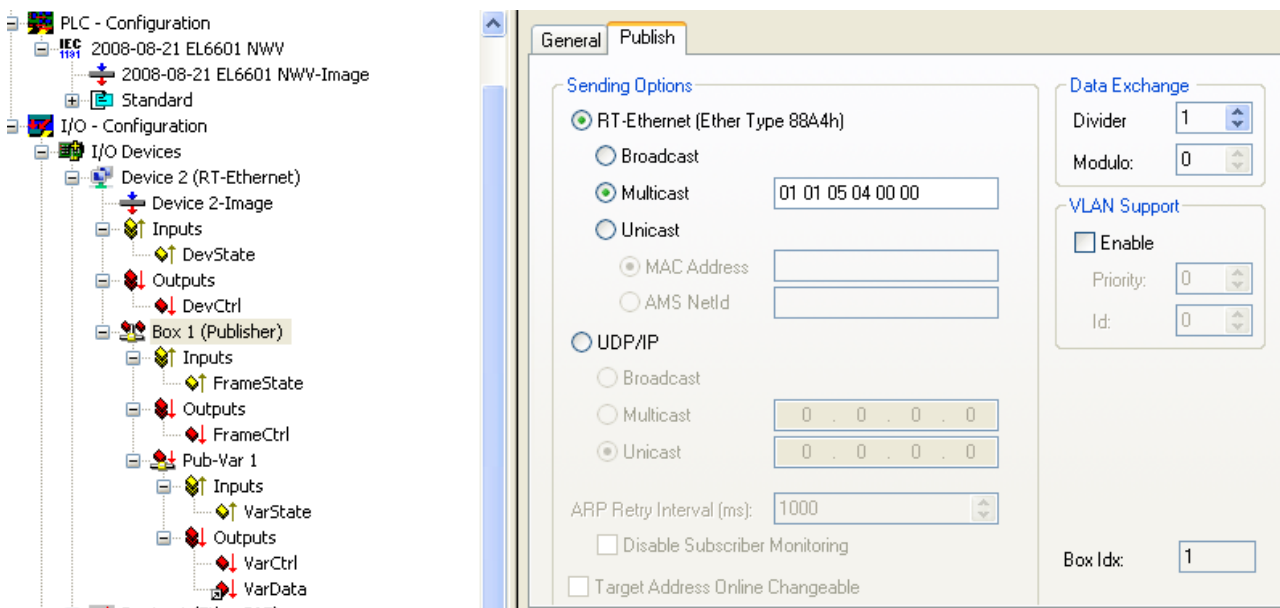


Abb. 126: Einstellungen Publisher - RT Ethernet

Einstellungen zum RT-Ethernet:

- **MAC-Broadcast:** Sendung geht an alle Netzwerkteilnehmer, Destination-MAC FF:FF:FF:FF:FF:FF.
- **Multicast:** Eine Destination-MAC-Adresse wird dann zu einer Multicast-Adresse, wenn das erste Bit im ersten Byte der MAC gesetzt ist, das sog. Gruppenbit. Mit der Beckhoff-Kennung "00 01 05" wird so in Abb. *Einstellungen Publisher - RT Ethernet* die Default-Ziel-Adresse "01 01 05 04 00 00" gebildet. Für den allgemeinen Multicast-Einsatz ist der MAC-Bereich 01:00:5E:00:00:00 bis 01:00:5E:FF:FF:FF vorgesehen - dabei sind die ersten 3 Byte von der IEEE fest definiert, die hinteren 3 Byte leiten sich aus dem unteren Teil der IP-Adresse des Ziel-PC ab. Die dabei entstehende Ziel-MAC ist also im Netzwerk nie physikalisch vorhanden, sondern die Ziel-Netzwerkkarte erkennt solchermaßen gebildete Ethernet-Frames als zu ihr gesendete Multicast-Frames, obwohl der Ethernet-Port selbst eine andere, eindeutige MAC-Adresse haben kann. Da auch noch andere Regeln auf die Bildung von Multicast-MAC/IP-Adressen einwirken, sei im Weiteren auf die entsprechende Literatur verwiesen.
- **Unicast:** entweder direkte Eingabe der Ziel-MAC oder über die AMS-Net-ID des Ziel-Gerätes, z. B. 123.456.123.456.1.1 - dann muss diese Route aber im lokalen AMS-Router eingetragen sein (Rechtsklick TwinCAT Icon in der Taskleiste --> Eigenschaften --> AMS Router)

● Verwendung von Broadcast und Multicast

i Netzwerkvariablen, die als Broad- oder Multicast auf MAC- oder IP-Ebene verschickt werden, erzeugen je nach Zykluszeit eine hohe Netzwerklast, da sie ins gesamte anhängende Netz multipliziert werden! Einfache Netzwerkgeräte wie z. B. Drucker können dann abstürzen, bei kurzen Zykluszeiten kann auch der gesamte Netzwerkverkehr blockiert werden! Die Verwendung der Unicast-Adressierung wird dringend empfohlen, auch unter Berücksichtigung der o.a. Variablenidentifizierung.

Weitere Einstellungen:

- **Data Exchange:** verwendete Taskzykluszeit * Divider ist der Rhythmus, in dem diese Netzwerkvariable versendet wird. (nicht bei EL66xx).
- **VLAN Support:** in Verbindung mit managebaren Switchen kann dem hier parametrisierten Ethernet-Frame durch das VLAN-Tagging (Virtual Local Area Network) eine feste Route vorgegeben werden.

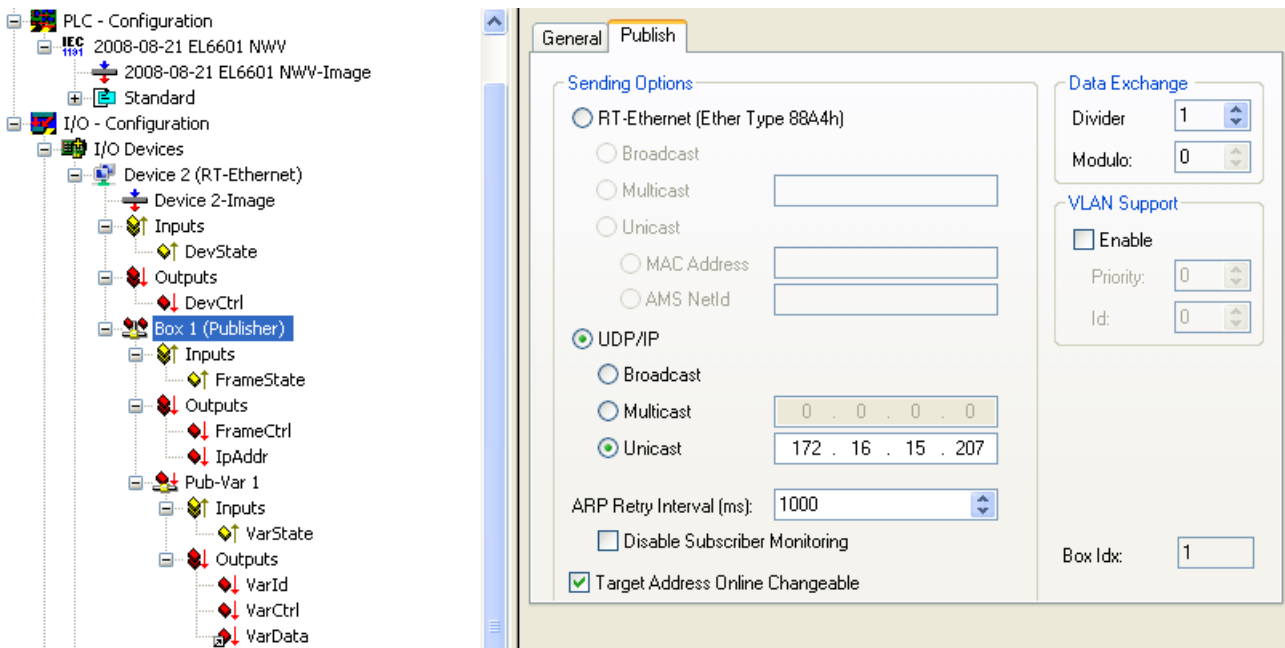


Abb. 127: Einstellungen Publisher - UDP/IP

Einstellungen zum UDP/IP - es wird das Adressierungsverfahren der IP-Vermittlungsschicht mit IP-Adressen benutzt, UDP ist ein verbindungsloses Protokoll ohne Rückmeldung.

- Broadcast: Versand an alle Teilnehmer mit Destination-IP(v4) 255.255.255.255
- Multicast: die Ziel-IP ist anzugeben, s. Anmerkungen zum MAC-Multicast
- Unicast: das Zielgerät (z.B: 192.168.0.1) angeben, dabei auf Erreichbarkeit durch die SubNetz-Maske achten

● Verwendung von Broadcast und Multicast

i Netzwerkvariablen, die als Broad- oder Multicast auf MAC- oder IP-Ebene verschickt werden, erzeugen je nach Zykluszeit eine hohe Netzwerklast, da sie ins gesamte anhängende Netz multipliziert werden! Einfache Netzwerkgeräte wie z. B. Drucker können dann abstürzen, bei kurzen Zykluszeiten kann auch der gesamte Netzwerkverkehr blockiert werden! Die Verwendung der Unicast-Adressierung wird dringend empfohlen, auch unter Berücksichtigung der o.a. Variablenidentifizierung.

Weitere Einstellungen:

- "ARP Retry Interval": Um sich über die Anwesenheit des Empfängers zu informieren, sendet der Publisher in diesem Abstand eine ARP-Anfrage (ARP Request) an das Zielgerät. Arbeitet die Netzwerkverwaltung des Empfänger-PC, antwortet dieser mit einem "ARP Reply". Deshalb nur bei Unicast sinnvoll.
In der Diagnosevariable "FrameState" wird im Fehlerfall Bit 3 gesetzt (0x0004).
- **Anmerkung:** das ARP-Handling (ARP = Address Resolution Protocol: Zuordnung von Hardware/MAC-Adressen zu Netzwerkadressen [IP]) wird vom Betriebssystem (Windows) verwaltet.
- "Disable Subscriber Monitoring": schaltet das vorgenannte Verfahren ab.
- "Target Address changeable": dann kann die Ziel-IP dynamisch geändert werden.

Publisher, Variable

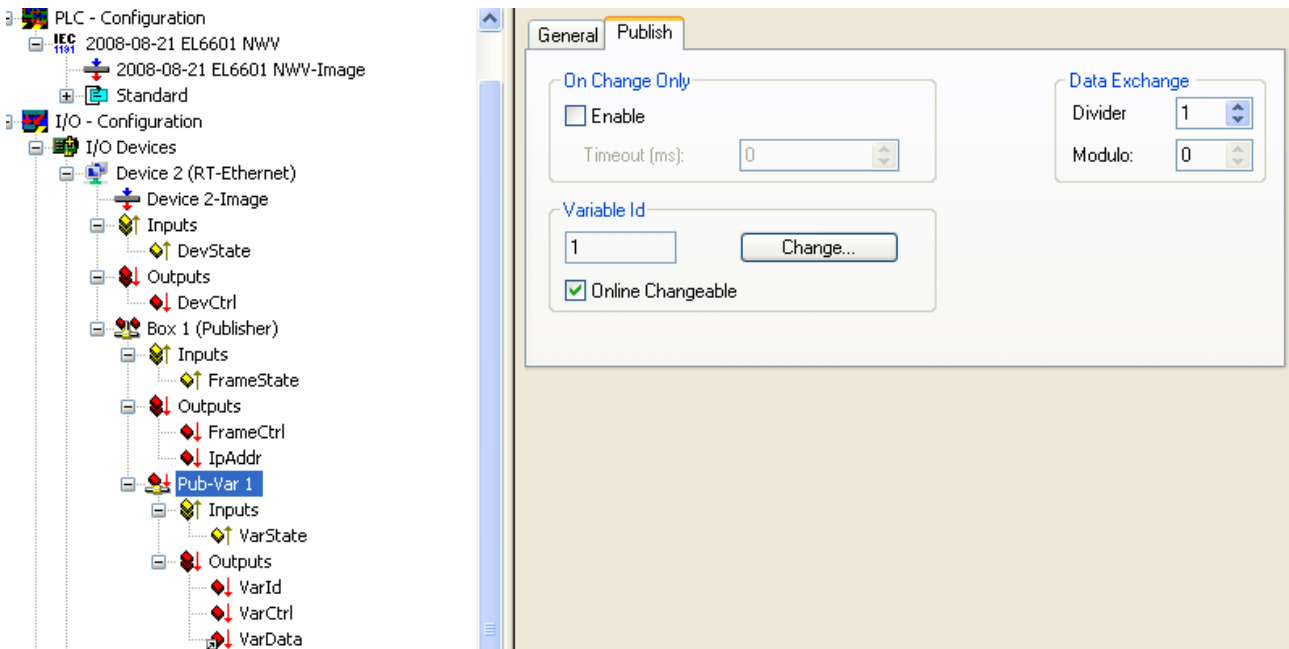


Abb. 128: Einstellungen Publisher - Variable

Einstellungen:

- "Variable ID": Identifizierungsnummer, mit der diese Variable versendet wird, ggf. über PLC online veränderbar.
- "Data Exchange": s.o. (nicht bei EL66xx).
- "On change only": NWV wird nur bei Änderung des Wertes versendet (nicht bei EL66xx).

Subscriber, Box

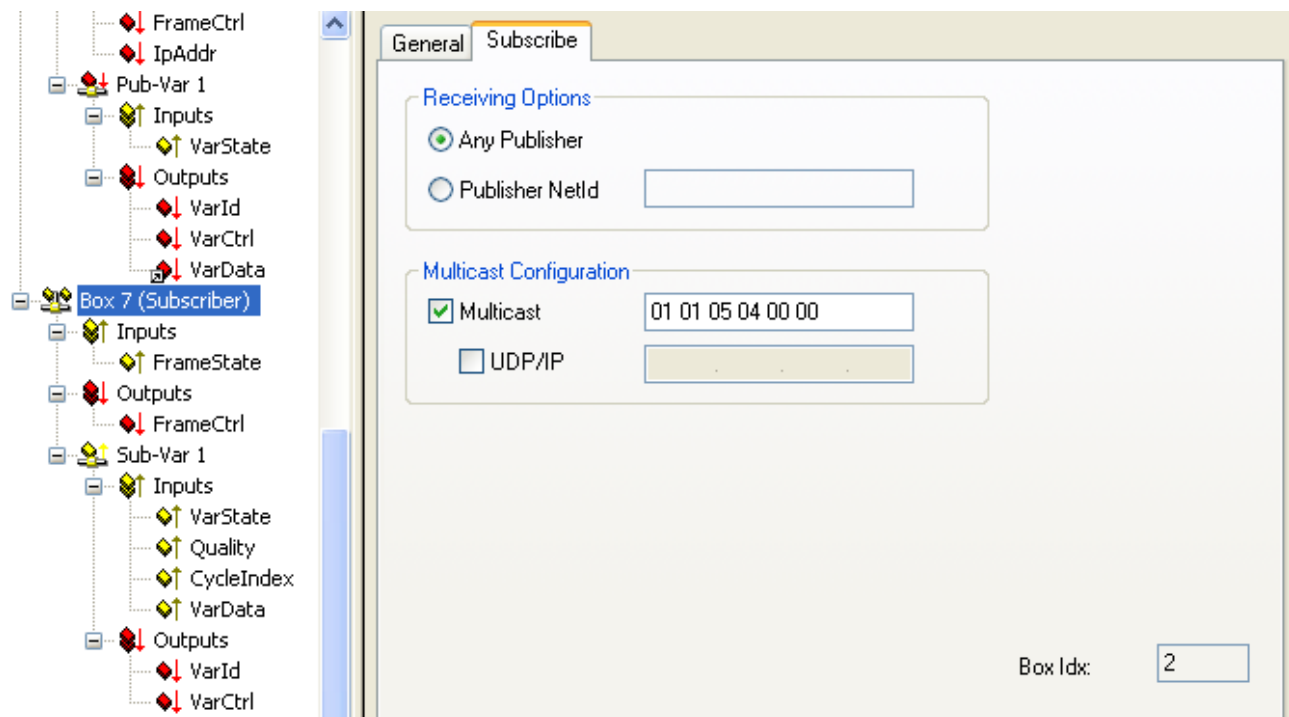


Abb. 129: Einstellungen Subscriber

Einstellungen:

- "Receiving Options": lässt für diesen Subscriber nur NWV eines bestimmten Publishers zu

- "Multicast Configuration": dto.

Prozessdaten:

- "VarId": wenn aktiviert, dann ist die Variablen-Id online änderbar

Subscriber, Variable

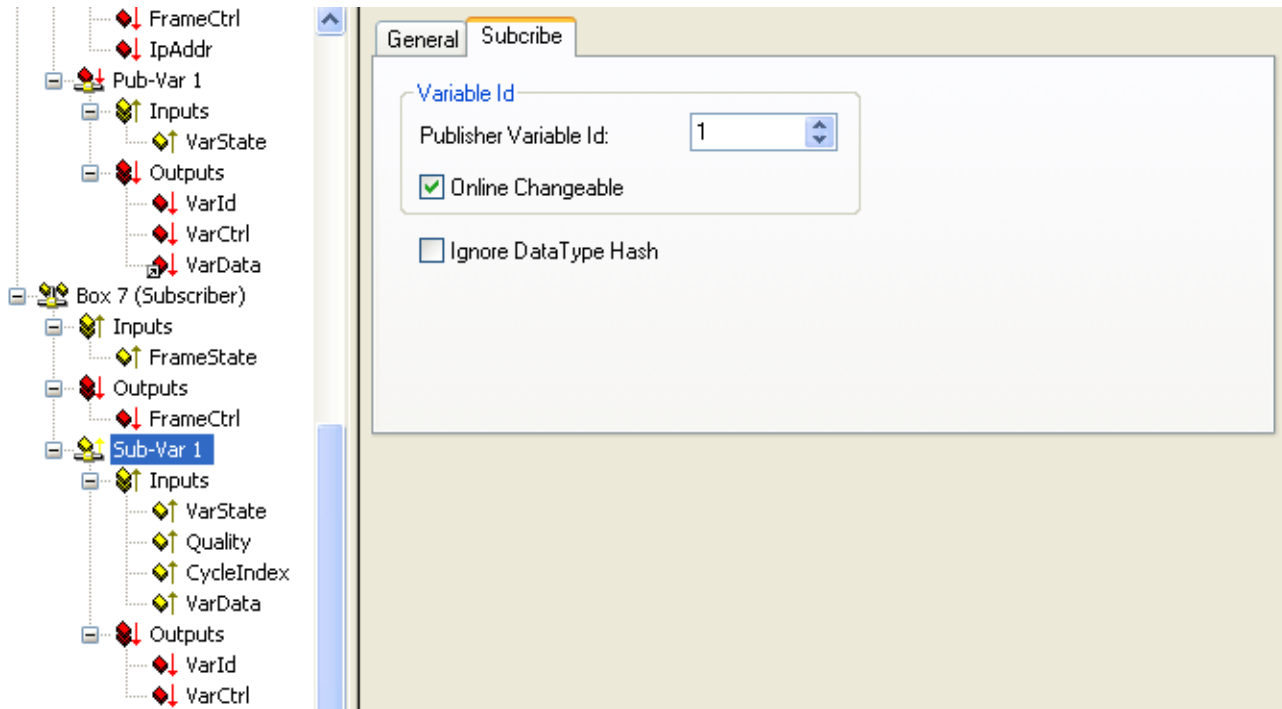


Abb. 130: Einstellungen Subscriber - Variable

Einstellungen:

- "Variable ID": lässt für diesen Subscriber nur NWV mit einer bestimmten ID zu, ggf. über PLC dynamisch veränderbar.
- "Ignore Data Type Hash": die Hash-Berechnung wird z.Z. noch nicht unterstützt

Prozessdaten:

- "Quality": siehe o.a. Erläuterungen.
- "CycleIndex": wird mit jeder erfolgreichen Übertragung inkrementiert, WENN die Gegenseite = der Publisher dies vornimmt. Wenn der Publisher ein EL66x ist, muss dort der Anwender *CycleIdx* inkrementieren.
- "VarData": übertragene Daten.

6 Applikationsbeispiele

6.1 Beispielprogramme

● Verwendung der Beispielprogramme

i 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.

Beispiel 1: Publisher/Subscriber Datendurchsatz ermitteln

 Beispielprogramm (https://infosys.beckhoff.com/content/1031/el6601_el6614/Resources/2349555083.zip)

Bei entsprechender EtherCAT-Zykluszeit sind je nach Umfang und Anzahl der in der EL66xx konfigurierten Publisher/Subscriber Realtime-Zykluszeiten bis zu <500 µs möglich.

Typische Durchsatzwerte der EL6601, FW08, Rev. EL6601-0000-0018 sind

- 1 Publisher mit 1000 Byte, 1 Subscriber mit 1000 Byte, gleichzeitiger bidirektionaler Betrieb: 2 ms
- 1 Publisher mit 100 Byte, 1 Subscriber mit 100 Byte, gleichzeitiger bidirektionaler Betrieb: 300 µs

Beide Kennwerte wurden mit diesem https://infosys.beckhoff.com/content/1031/el6601_el6614/Resources/2349555083.zip ermittelt. Für das Systemmanagerfile *.tsm ist TwinCAT ab Version 2.11 erforderlich.

Am Beispiel der EL6601 wird erklärt, wie diese als Publisher oder Subscriber für Netzwerkvariablen konfiguriert werden kann. Die Dialoge unter TwinCAT 2.10 und TwinCAT 2.11 unterscheiden sich dabei geringfügig.

Beispiel 2: Online Diagnose

 Beispielprogramm (https://infosys.beckhoff.com/content/1031/el6601_el6614/Resources/2349552907.zip)

Im CoE-Verzeichnis stehen folgende Objekte zur ersten Diagnose zur Verfügung:

- 0xFA01, Subindex 01: Frame Counter Rx (an RJ45-Buchse ankommend)
- 0xFA01, Subindex 02: Frame Counter Tx (ab RJ45-Buchse abgehend)

Die Werte können aus der Steuerung über PLC-Bausteine (FB_EcCoeSdoRead in TcEtherCAT.lib) ausgelesen werden.

Diese und weitere Diagnoseinformationen aus dem CoE der EL66xx sind über https://infosys.beckhoff.com/content/1031/el6601_el6614/Resources/2349552907.zip zugänglich.

6.2 Applikationsbeispiel - Netzwerkdrucker

Die Applikationsbeispiele sind mit einem Prüfaufbau getestet und entsprechend beschrieben worden. Etwaige Abweichungen bei der Einrichtung an realen Applikationen sind möglich.

Für den Prüfaufbau wurde folgende Hardware verwendet:

- TwinCAT-Master-PC mit Betriebssystem Windows XP Professional SP 2, TwinCAT Version 2.10 (Build 1305) und INTEL PRO/100 VE Ethernet-Adapter
- Beckhoff Ethernet Kopplerklemme EK1100, Klemmen EL1012, EL6601 und EL9010
- Drucker HP LaserJet 4200tn

Die Anbindung eines Netzwerkdruckers an die EL6601 im Klemmenverbund erfolgt über die Systemsteuerung des Steuerungs-IPC:

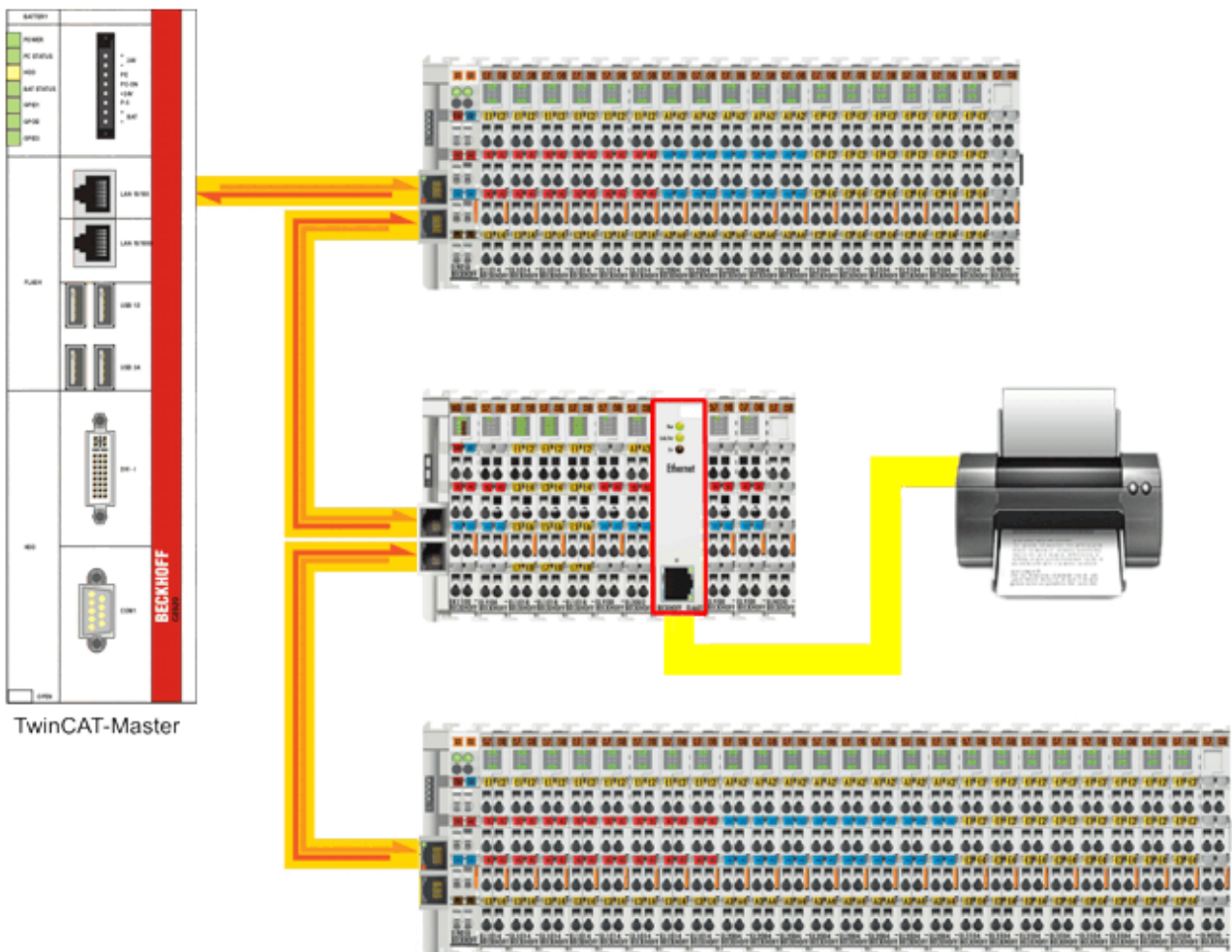


Abb. 131: Anbindung eines Netzwerkdruckers

Legende:

-  EtherCAT-Verbindung
-  Ethernet-Verbindung

Überprüfen der Netzwerkadresse des TwinCAT-Master-PC

- Starten Sie den TwinCAT System Manager im Config-Modus, lesen Sie die Klemmen Konfiguration ein und aktivieren Sie den Free-Run Modus
- Die EL6601 sollte in der System-Konfiguration erscheinen und sich im OP-Status befinden (siehe [Online \[► 90\]](#) Reiter EtherCAT Status Maschine)

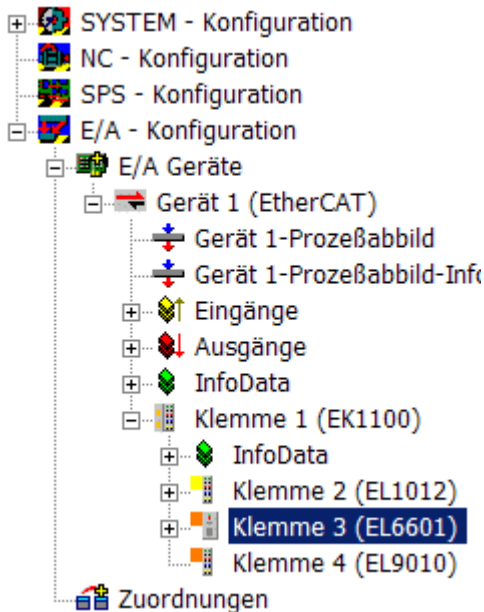


Abb. 132: EL6601 in der Konfiguration

- Verbinden Sie den Netzwerkdrucker über ein CAT-5 (1:1) Kabel mit der EL6601
- Überprüfen Sie in der Systemsteuerung des Steuerungs-IPC den Netzwerkadapter, über den das EtherCAT-System betrieben wird:
Netzwerkumgebung [Eigenschaften] -> *LAN-Verbindung* (TwinCAT-LAN-Adapter), [Eigenschaften] -> *Internetprotokoll* (TCP/IP) [Eigenschaften]



Abb. 133: Kontext Menü Netzwerkumgebung -> „Eigenschaften“

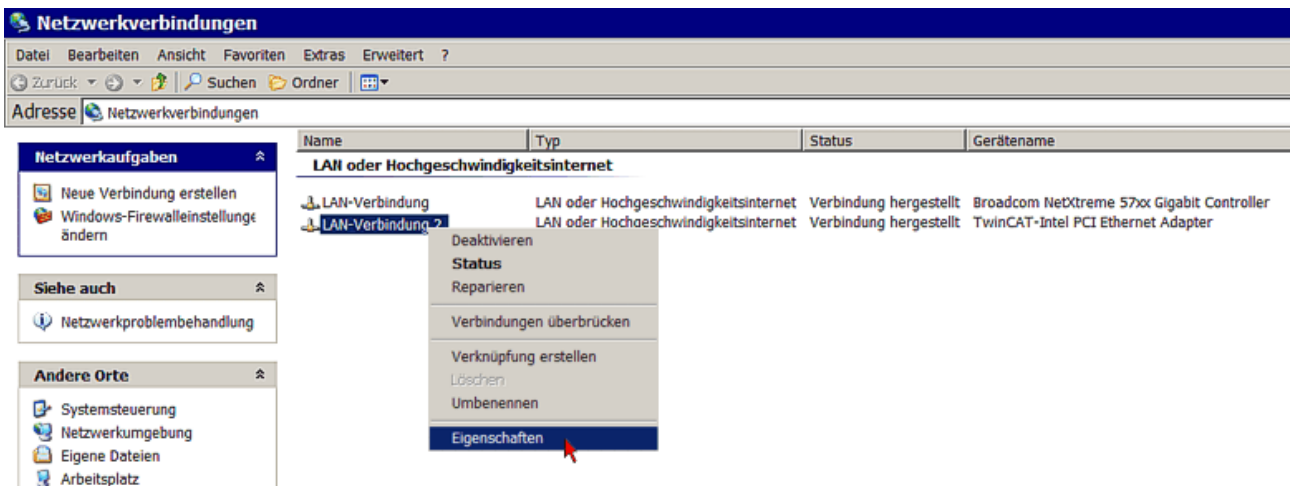


Abb. 134: Kontext Menü „LAN Verbindung (TwinCAT-LAN-Adapter),“ -> „Eigenschaften“

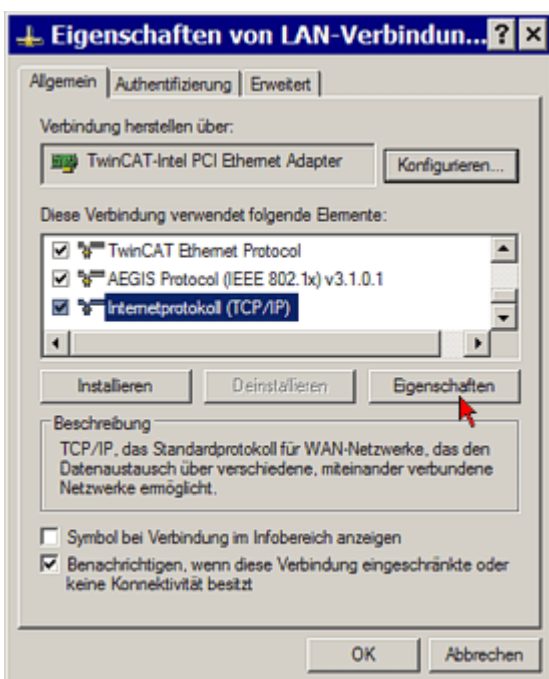


Abb. 135: Eigenschaften Internetprotokoll (TCP/IP)

- Tragen Sie eine IP-Adresse für das Subnetz des Netzwerkdruckers ein (z. B. 192.168.0.1/255.255.255.0) und bestätigen Sie mit **OK**

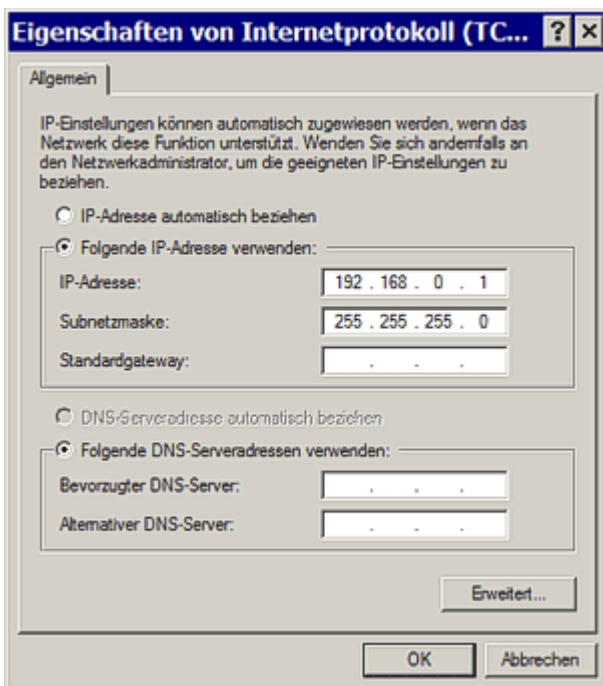


Abb. 136: Eintragen der IP-Adresse des Subnetzes des Netzwerkdruckers

● Netzwekadresse

I Die Netzwekadresse im Beispiel dient nur zu Veranschaulichung der Konfiguration. Beachten Sie in Ihrer Applikation, dass die IP-Adresse des Netzwerkdruckers immer entsprechend des IP-Nummernkreises/Subnetzmaske des Master-PC gewählt werden muss.

- Konfigurieren Sie den Netzwerkdrucker (im Konfigurationsmenü des Druckers) und weisen Sie dem Drucker eine IP-Adresse aus dem IP-Nummernkreis des oben definierten Subnetzes zu (Bedienungsanleitung Ihres Druckers beachten), hier z. B. 192.168.0.37
- Richten Sie den Netzwerkdrucker über die Systemsteuerung ein: *Drucker & Faxgeräte* -> *Drucker hinzufügen*, wählen Sie im Drucker-Installationsassistent einen *Lokalen Drucker* und wählen Sie im anschließenden Pulldownmenü *Einen neuen Anschlusstyp erstellen...* einen *Standard TCP/IP-Port*

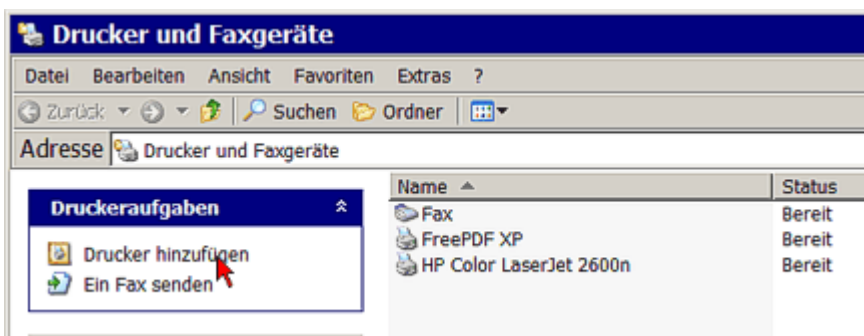


Abb. 137: Systemsteuerung „Drucker hinzufügen“ unter „Drucker und Faxgeräte“

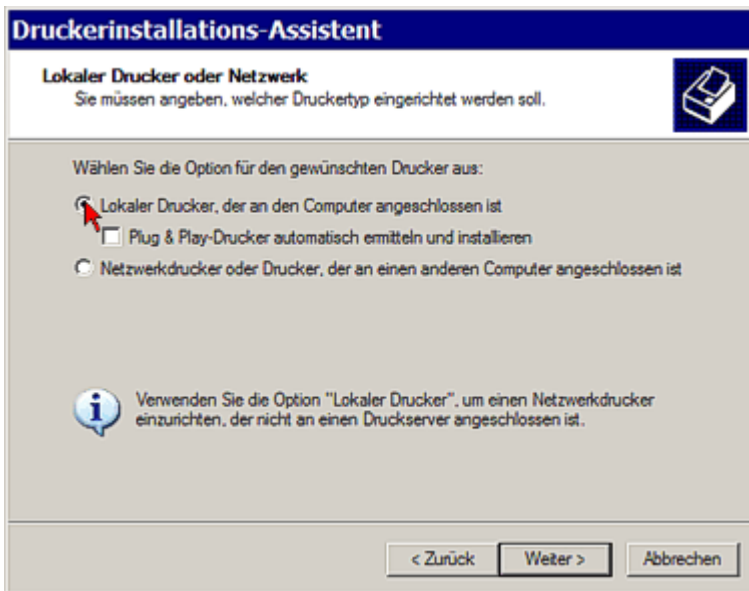


Abb. 138: Radio Button „Lokaler Drucker“ wählen

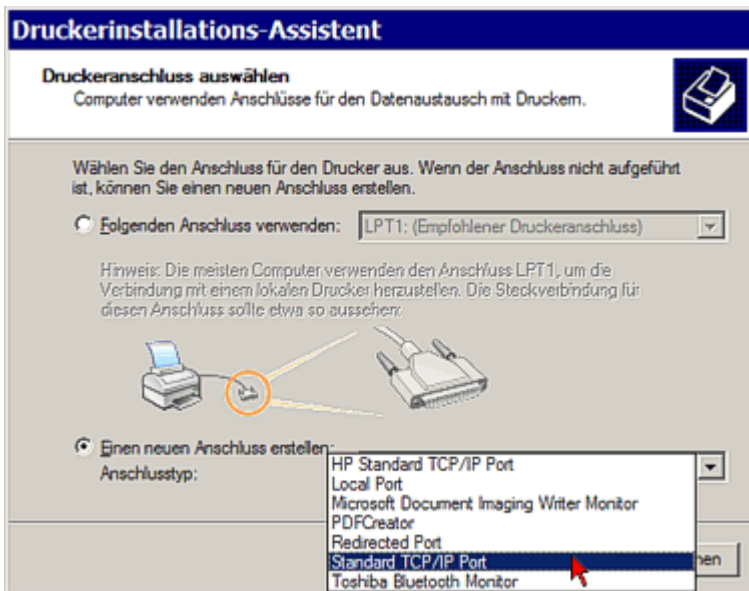


Abb. 139: Anschlussstyp wählen

- Tragen Sie im folgenden Menü unter Druckernamen oder IP-Adresse die im Konfigurationsmenü des Druckers definierte IP-Adresse ein (im Beispiel 192.168.0.37)

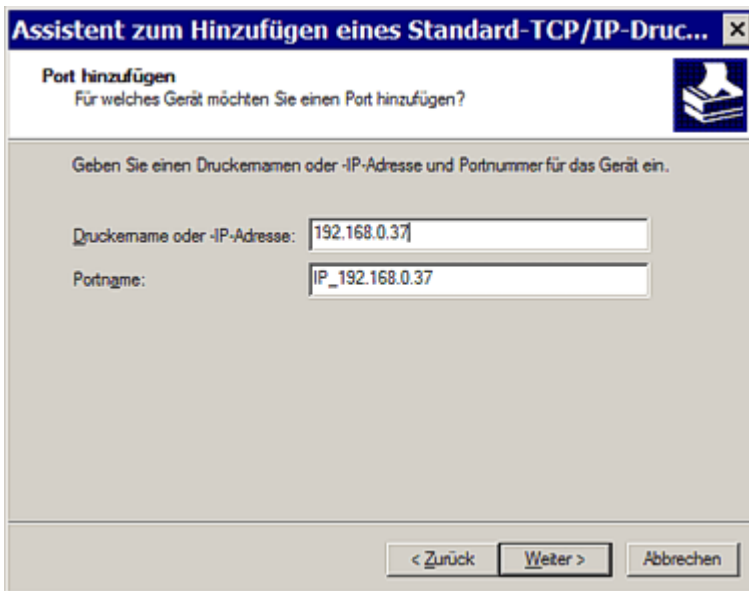


Abb. 140: Eintragen der IP-Adresse und des Druckernamens

- Bestätigen Sie die Porteigenschaften und stellen Sie den Assistenten fertig
- Installieren Sie im folgenden Druckerinstallations-Assistenten den entsprechenden Treiber Ihres Druckerherstellers

6.3 Applikationsbeispiel - Service-Schnittstelle mit Remotedesktop

Die Applikationsbeispiele sind mit einem Prüfaufbau getestet und entsprechend beschrieben worden. Etwaige Abweichungen bei der Einrichtung an realen Applikationen sind möglich.

Für den Prüfaufbau wurde folgende Hardware verwendet:

- TwinCAT-Master-PC mit Betriebssystem Windows XP Professional SP 2, TwinCAT Version 2.10 (Build 1305) und INTEL PRO/100 VE Ethernet-Adapter
- Beckhoff Ethernet Kopplerklemme EK1100, Klemmen EL1012, EL6601 und EL9010
- Notebook (Service-PC) für Remotedesktop-Verbindung mit Betriebssystem Windows XP Professional SP 2 und Standard Ethernet Schnittstelle

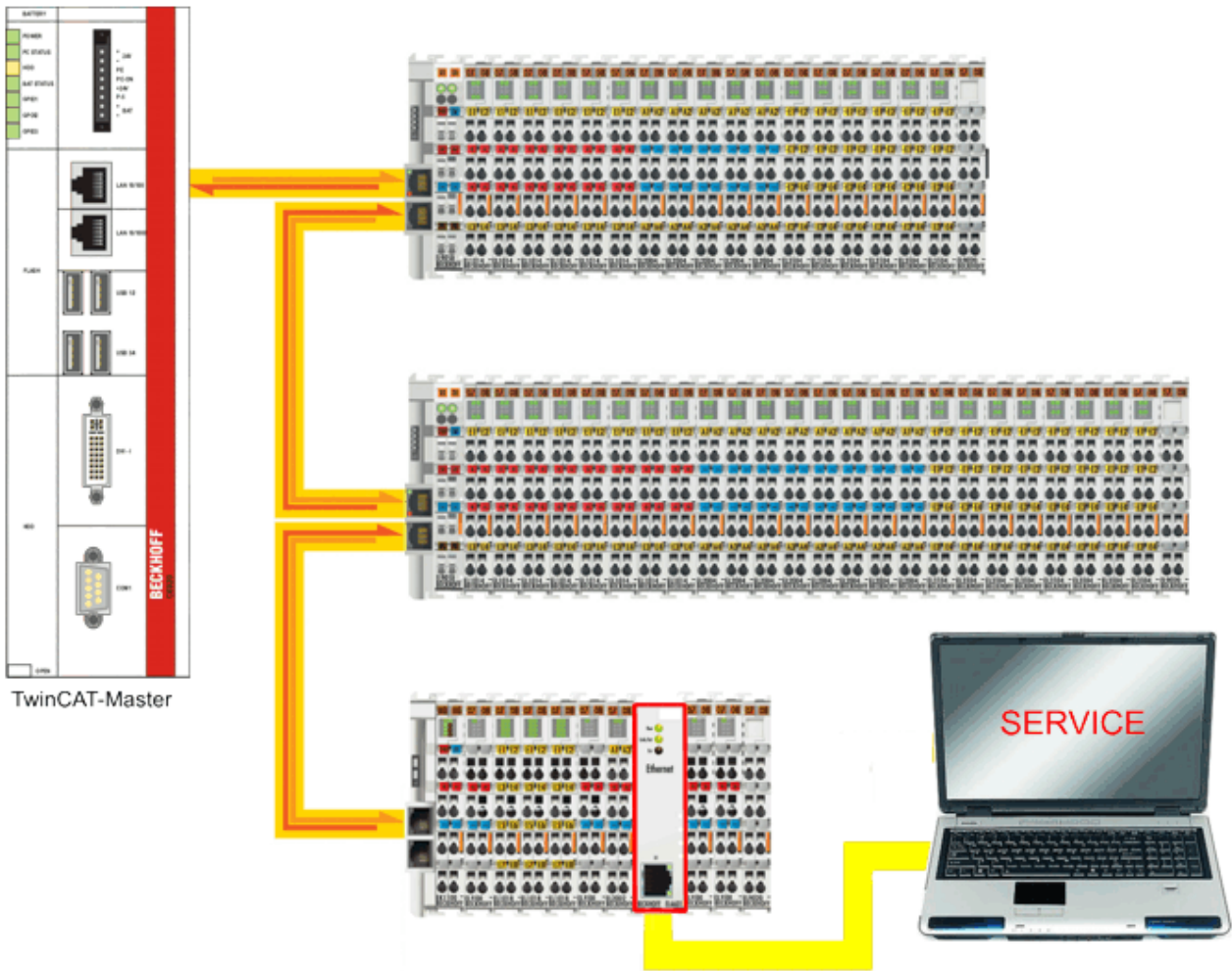


Abb. 141: Einbindung einer Service Schnittstelle mit Remotedesktop-PC

Konfiguration am TwinCAT Master-PC

- Starten Sie den TwinCAT System Manager im Config-Modus, lesen Sie die Klemmenkonfiguration ein und aktivieren Sie den Free-Run Modus
- Die EL6601 sollte in der System-Konfiguration erscheinen und sich im OP-Status befinden (siehe [Online \[► 90\]](#) Reiter EtherCAT Status Maschine)

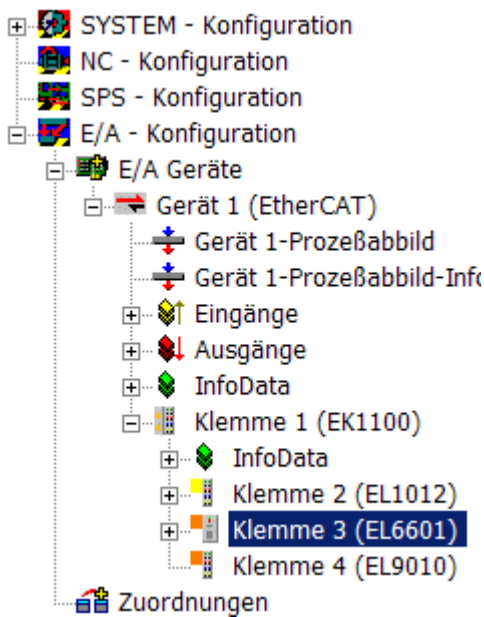


Abb. 142: EL6601 in der Konfiguration

- In Analogie zur Konfiguration eines Netzwerkdruckers lautet die IP-Nummer des EtherCAT-Netzwerkports des TwinCAT Master-PC im Subnetz z. B. 192.168.0.1
- Öffnen Sie beim TwinCAT Master-PC die Systemsteuerung und klicken Sie auf *Sicherheitscenter* -> *Windows Firewall*

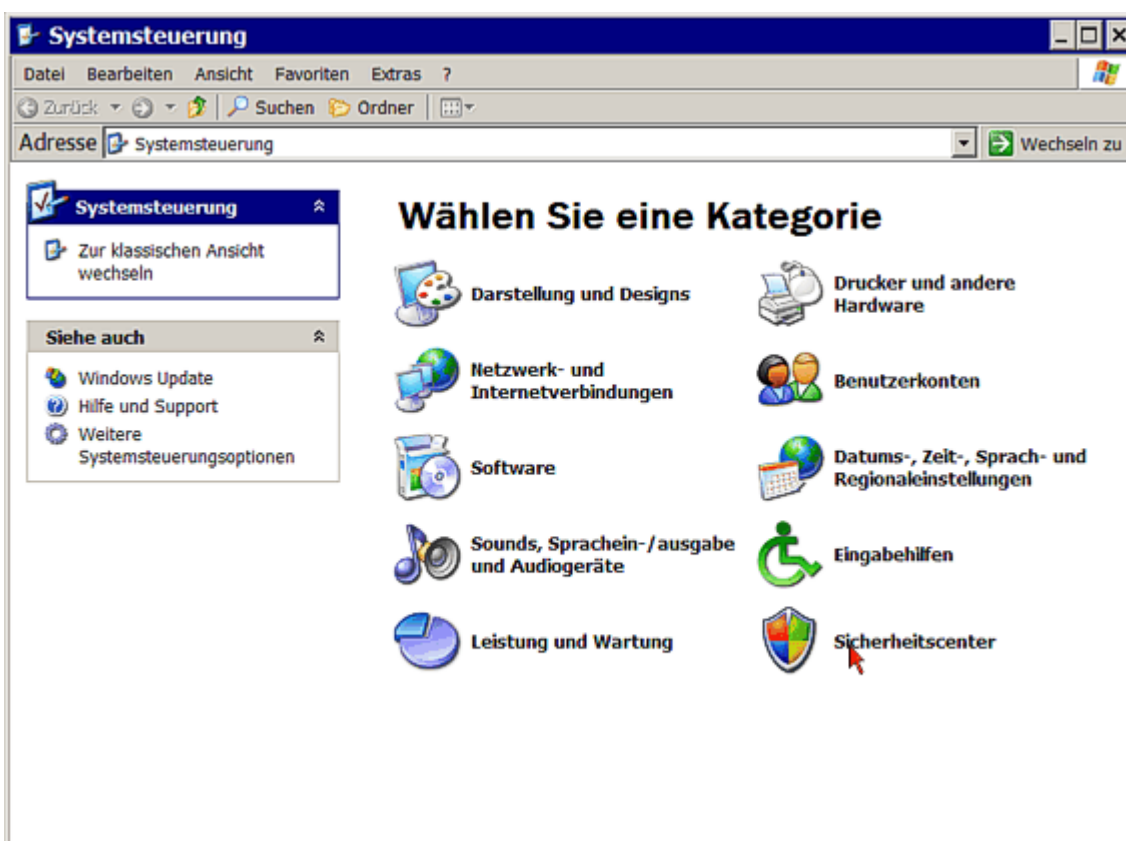


Abb. 143: Wählen von „Sicherheitscenter“ in der Ansicht Systemsteuerung Kategorie



Abb. 144: Sicherheitseinstellungen für Windows Firewall anwählen

- Bei aktivierter Windows Firewall klicken Sie auf den Karteireiter *Ausnahmen*
- Markieren Sie den Dienst *Remotedesktop* und bestätigen Sie die Eingabe mit *OK*

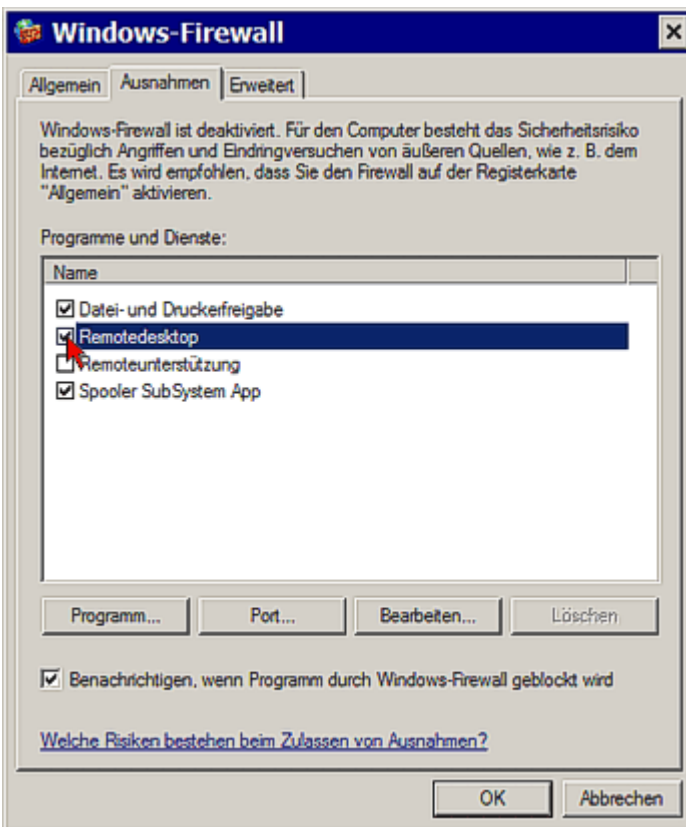


Abb. 145: Bei Karteireiter „Ausnahmen“ den Dienst „Remotedesktop“ aktivieren

- Wechseln Sie nochmals in die Systemsteuerung des TwinCAT Master-PC und wählen Sie *Leistung und Wartung* -> *System*

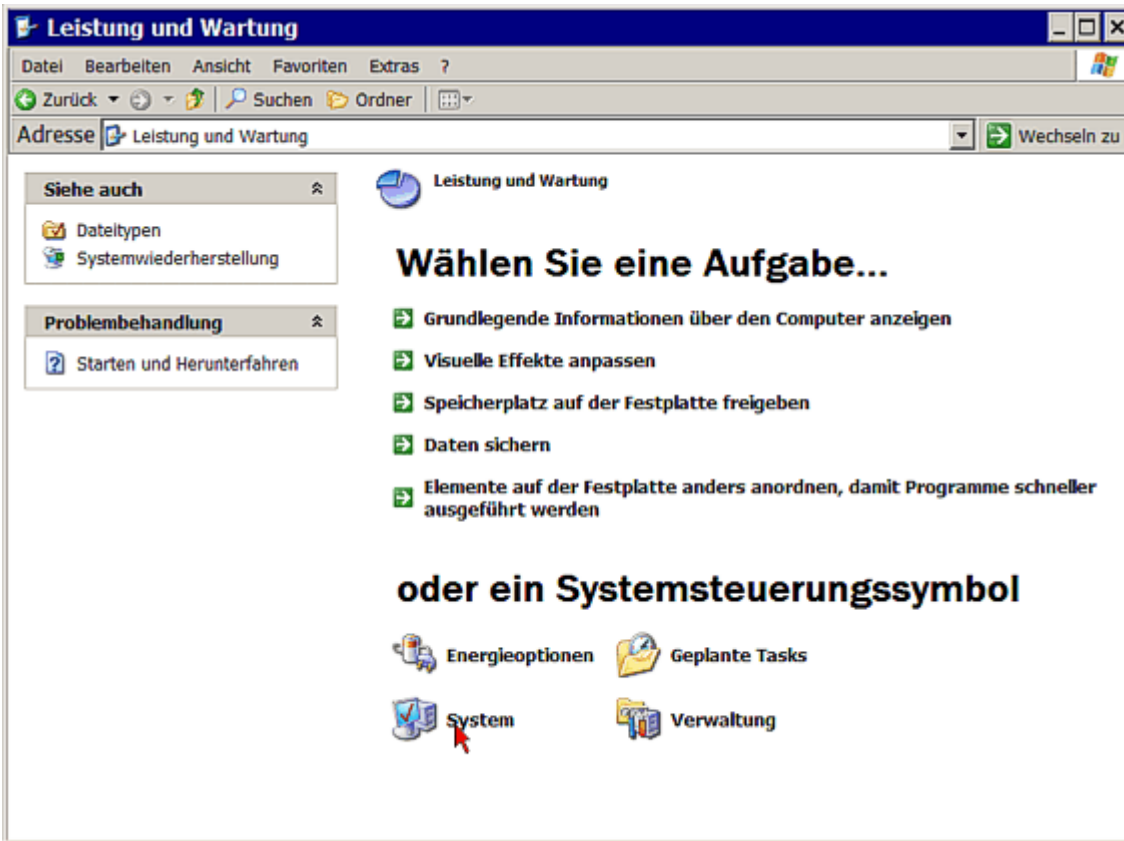


Abb. 146: Wählen von „System“ in der Ansicht Systemsteuerung „Leistung und Wartung“

- Klicken Sie auf den Karteireiter *Remote* und markieren Sie in der Kategorie Remotedesktop *Benutzern erlauben, eine Remotedesktopverbindung herzustellen*

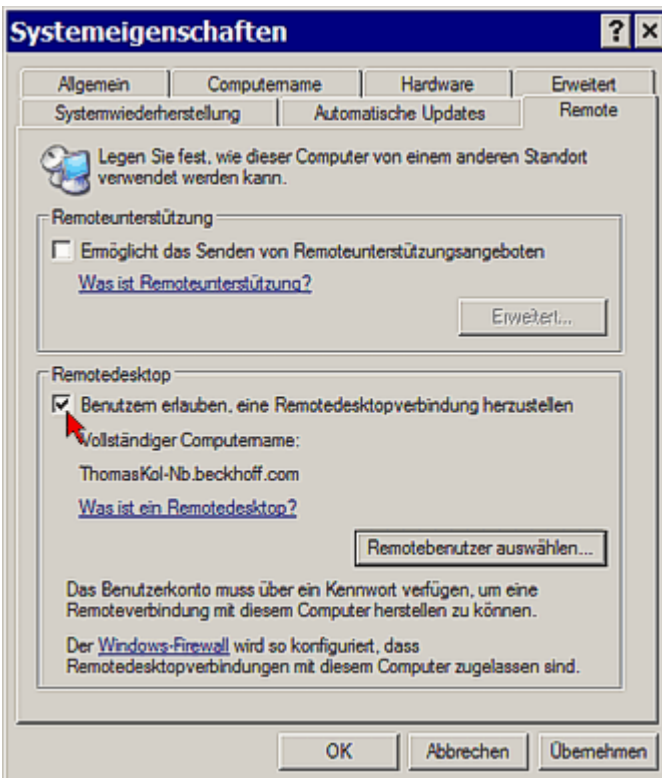


Abb. 147: Haken setzen bei „Benutzern erlauben, eine Remotedesktopverbindung herzustellen“

- Öffnen Sie mit dem Button *Remotebenutzer auswählen...* die Liste der Remotedesktopbenutzer und fügen Sie hier ggf. weitere Benutzer ein
- Bestätigen Sie mit *OK*

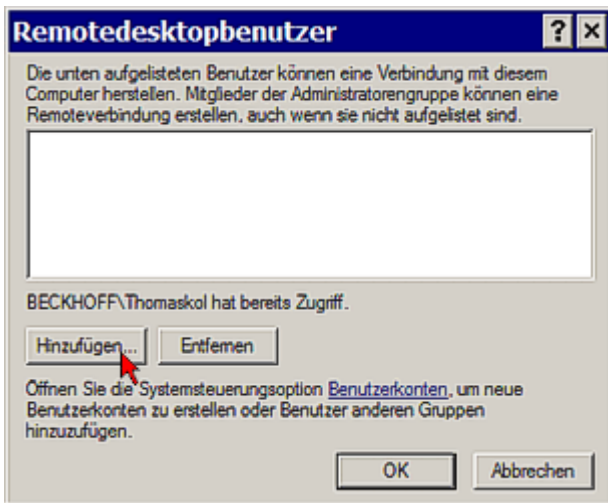


Abb. 148: Hinzufügen von Remotedesktopbenutzern

Konfiguration am Service-PC

Für eine Remotedesktopverbindung mit dem TwinCAT Master-PC über die EL6601 muss die Netzwerkadresse des Service-PC entsprechend des IP-Nummernkreises vom Subnetz des TwinCAT Master-PC eingestellt werden.

- Verbinden Sie den Ethernet-Port des Service-PC über ein CAT-5 (1:1) Kabel mit der EL6601
- Überprüfen Sie in der Systemsteuerung des Service-PC den Ethernet-Netzwerkadapter, über den das EtherCAT-System betrieben wird:
Netzwerkumgebung [Eigenschaften] -> LAN-Verbindung (Ethernet-LAN-Adapter), [Eigenschaften] -> Internetprotokoll (TCP/IP) [Eigenschaften]

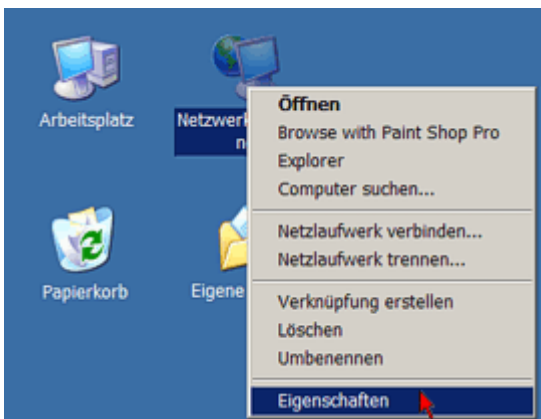


Abb. 149: Kontext Menü Netzwerkumgebung -> „Eigenschaften“

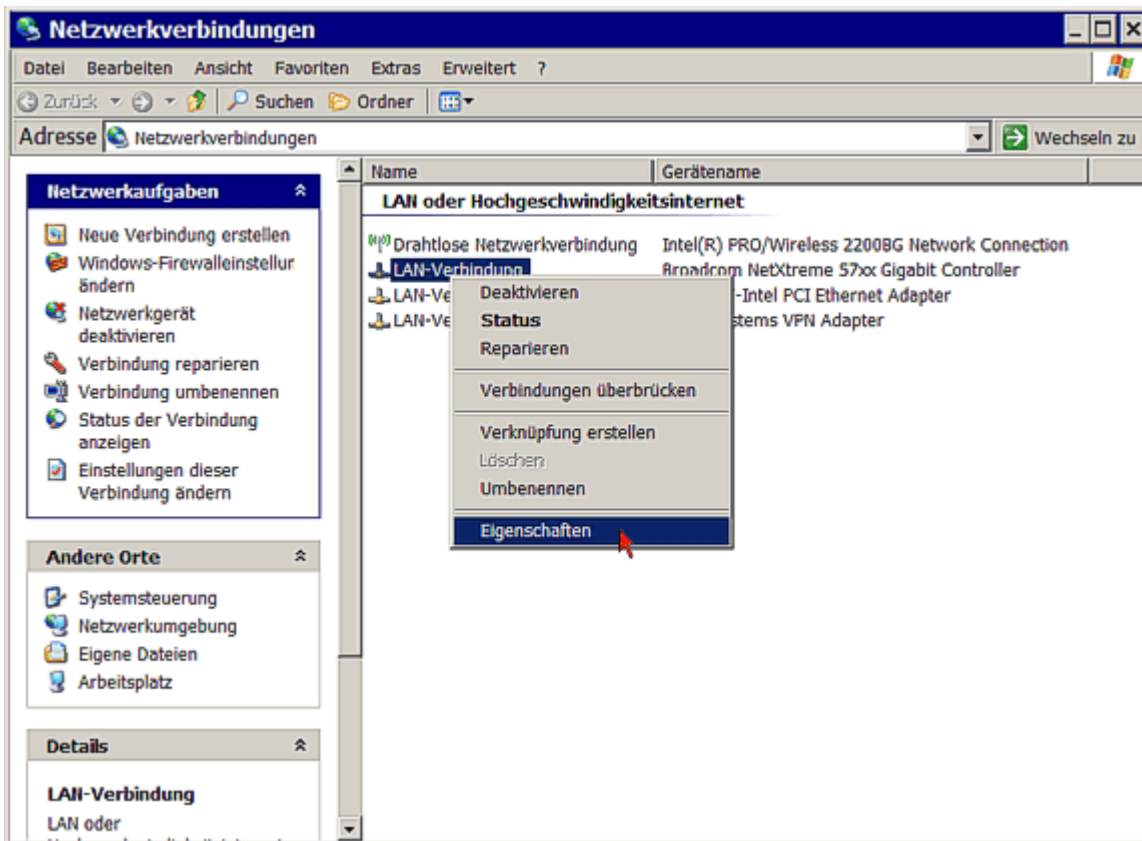


Abb. 150: Kontext Menü „LAN Verbindung (Ethernet-LAN-Adapter),“ -> „Eigenschaften“

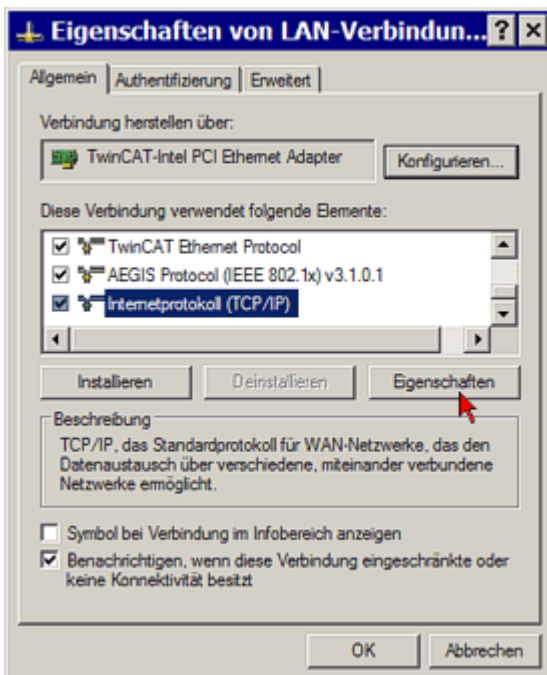


Abb. 151: Eigenschaften Internetprotokoll (TCP/IP)

- Tragen Sie eine IP-Adresse für das Subnetz des Service-PC ein (z. B. 192.168.0.38/255.255.255.0) und bestätigen Sie mit **OK**

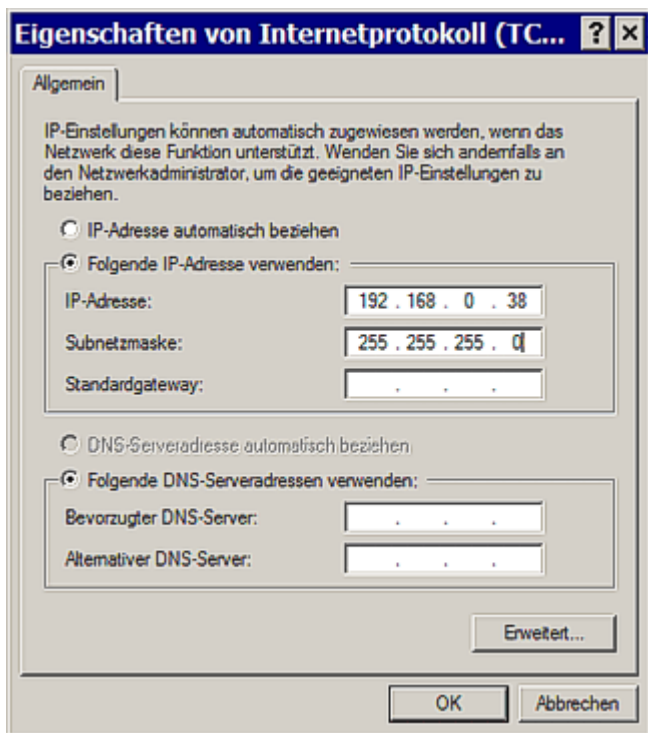


Abb. 152: Eintragen der IP-Adresse des Subnetzes des Service-PC

- Die Ethernet-Verbindung zum TwinCAT Master-PC wird nun über die EL6601 durch den EtherCAT-Klemmenverbund getunnelt und kann über das Remotedesktop hergestellt werden.

Herstellen der Remotedesktopverbindung

- Starten Sie am Service-PC die Remotedesktopverbindung mit *Start -> Programme -> Zubehör -> Kommunikation -> Remotedesktopverbindung*

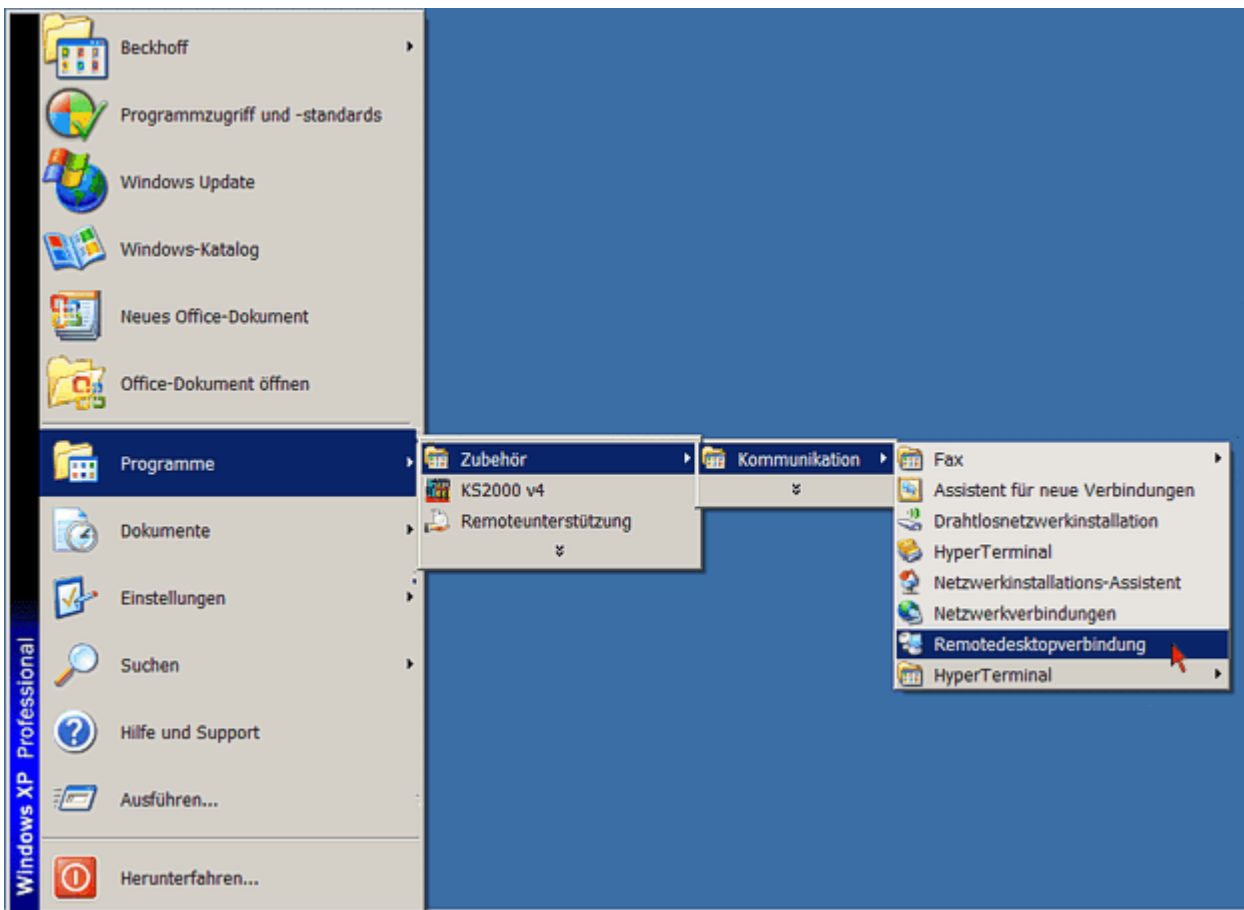


Abb. 153: Start der Remotedesktopverbindung

- Tragen Sie die IP-Adresse des TwinCAT Master-PC ein (z. B. 192.168.0.1) und drücken Sie *Verbinden*



Abb. 154: Eintragen der IP-Adresse des Remote-PC

- Sie sehen das Anmeldefenster des TwinCAT Master-PC auf dem Desktop des Service-PC
- Geben Sie Ihren Benutzernamen und Passwort für den TwinCAT Master-PC ein und bestätigen Sie mit *OK*
Die IP-Adresse des TwinCAT Master-PC wird oberhalb des Remotedesktop eingeblendet



Abb. 155: Anmeldefenster des Remote-PC über die Remotedesktopverbindung

● Anmeldung über Remotedesktop

i Für die Anmeldung über Remotedesktop ist die Vergabe eines Benutzernamen und Passwortes beim TwinCAT Master-PC obligatorisch!

- Sie können das TwinCAT-System nun über den Service-PC fernsteuern. Zum Abmelden kann das Remotedesktop-Fenster geschlossen werden.

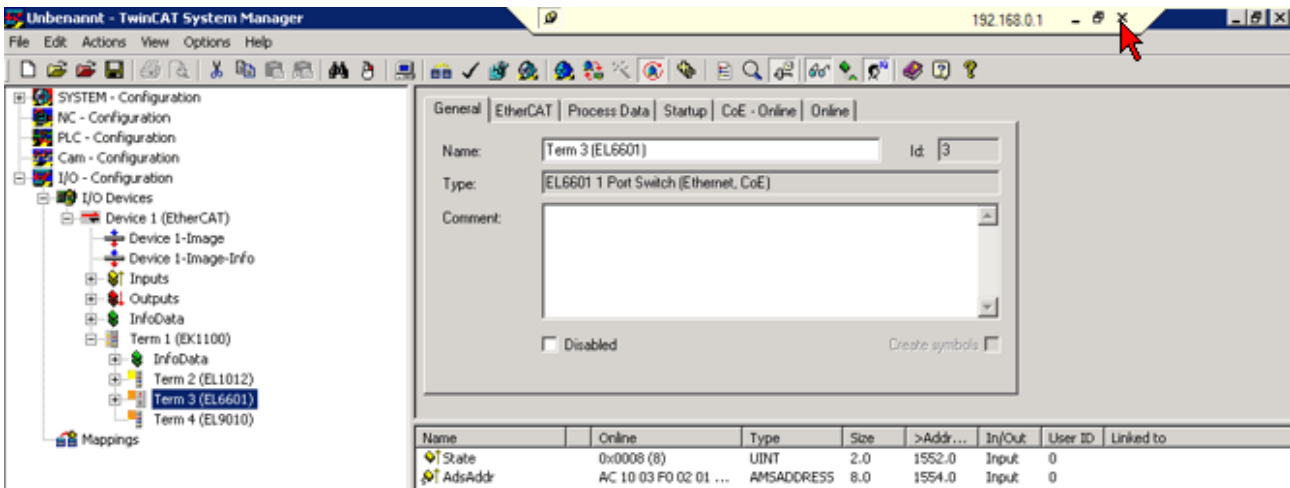


Abb. 156: Schließen der Remotedesktopverbindung

● Zugriff auf das Remote-System

i Bei der Steuerung des TwinCAT Master-PC über Remotedesktop ist zu beachten, dass TwinCAT im Run-Modus oder im Config-Modus (Free Run) ausgeführt wird. Wird die Task unterbrochen, kann der Service-PC nicht mehr auf das Remote-System zugreifen!

6.4 Applikationsbeispiel - Unterlagerte Steuerung

Die Applikationsbeispiele sind mit einem Prüfaufbau getestet und entsprechend beschrieben worden. Etwaige Abweichungen bei der Einrichtung an realen Applikationen sind möglich.

Für den Prüfaufbau wurde folgende Hardware verwendet:

- TwinCAT-Master-PC mit Betriebssystem Windows XP Professional SP 2, TwinCAT Version 2.10 (Build 1305) und INTEL PRO/100 VE Ethernet-Adapter
- Beckhoff Ethernet Kopplerklemme EK1100, Klemmen EL1012, EL6601 und EL9010
- Beckhoff Embedded PC CX9000 (unterlagerte Steuerung) mit Betriebssystem Windows CE v5.00, HW 1.4, Klemmen EL2032, EL9010

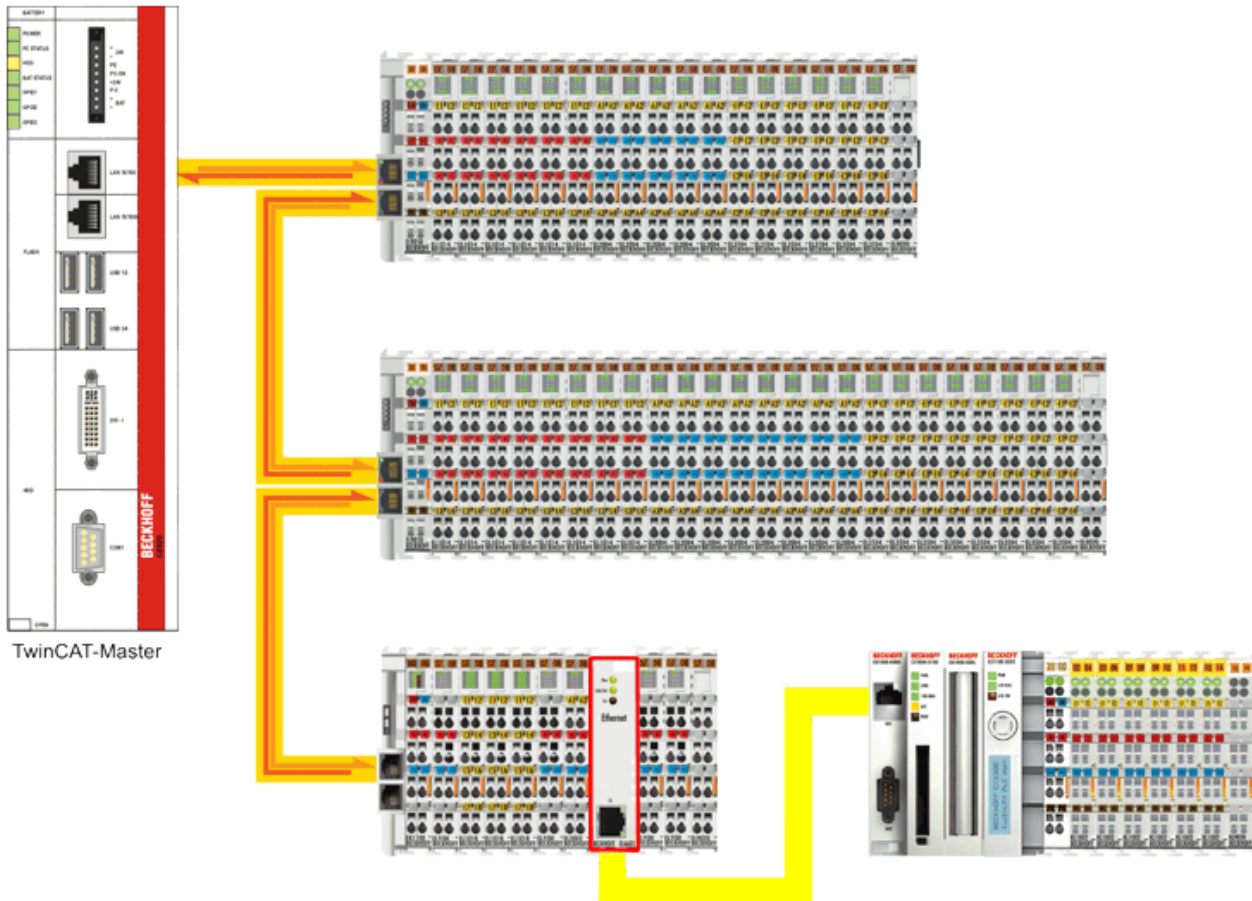


Abb. 157: Einbindung einer unterlagerten Steuerung

Konfiguration der unterlagerten Steuerung

Für eine Verbindung mit dem TwinCAT Master-PC über die EL6601 muss die Netzwerkadresse der unterlagerten Steuerung entsprechend des IP-Nummernkreises vom Subnetz des TwinCAT Master-PC eingestellt werden.

- Starten Sie vom Desktop der unterlagerten Steuerung (Windows CE) mit *Start -> Settings -> Network and Dial-up Connections* die Konfiguration der Netzwerkeinstellungen (Hinweise zur Einstellung der Netzwerkadresse einer unterlagerten Steuerung entnehmen Sie bitte auch der [EtherCAT-System Dokumentation](#) und der [TwinCAT-Dokumentation](#))

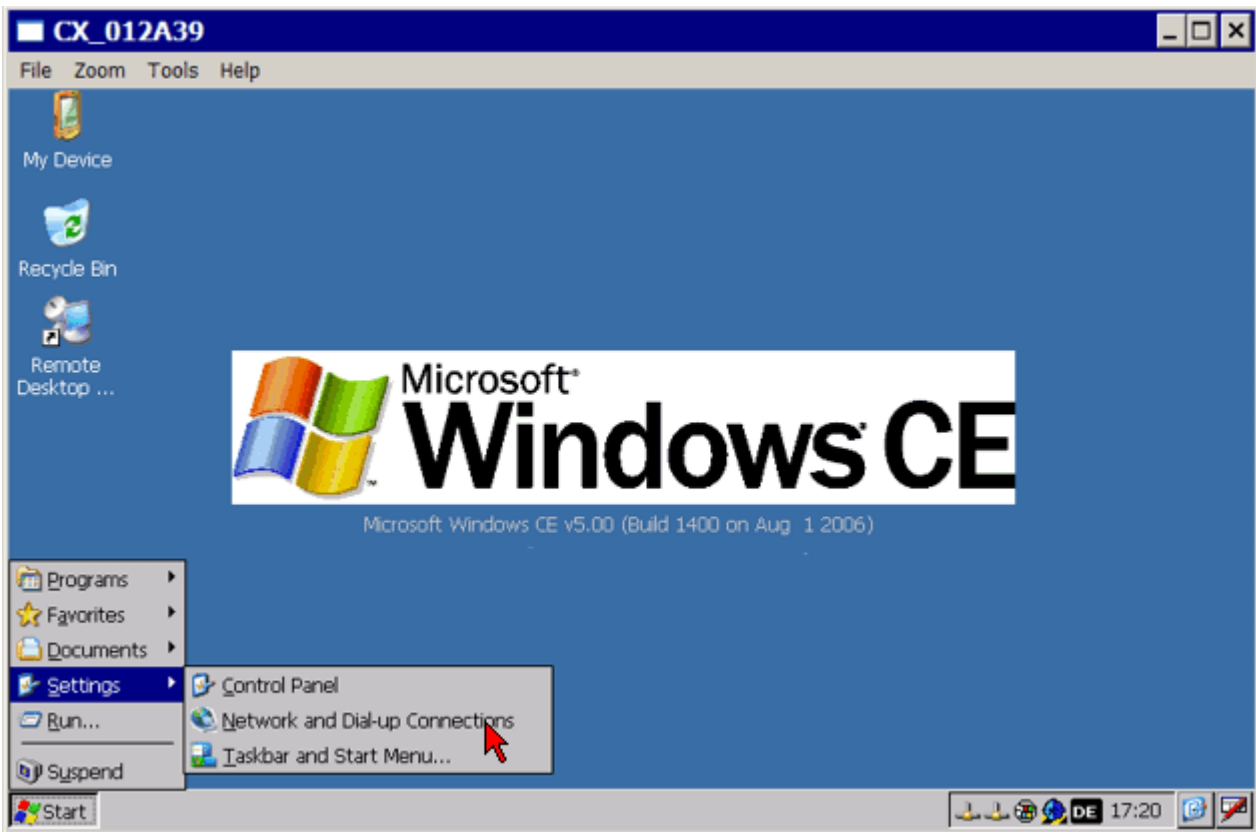


Abb. 158: Konfiguration der Netzwerkverbindungen wählen

- Öffnen Sie mit Doppelklick auf die *TCIXPNPE1*-Connection (Ethernet-Port) die Netzwerkeinstellungen für diese Verbindung

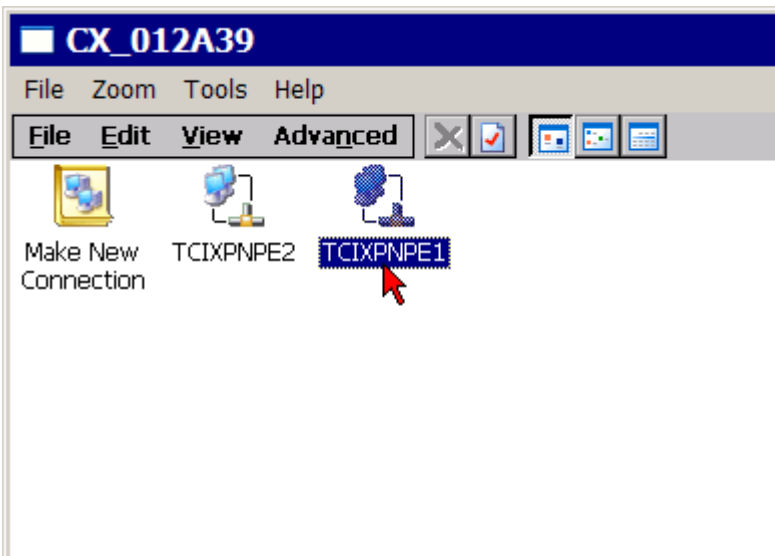


Abb. 159: Netzwerkeinstellungen für Ethernet-Port anwählen

- Geben Sie eine dem IP-Nummernkreis des Subnetzes entsprechende IP-Nummer (z.B. 192.168.0.39/255.255.255.0) des TwinCAT Master-PC ein und bestätigen Sie mit **OK**.

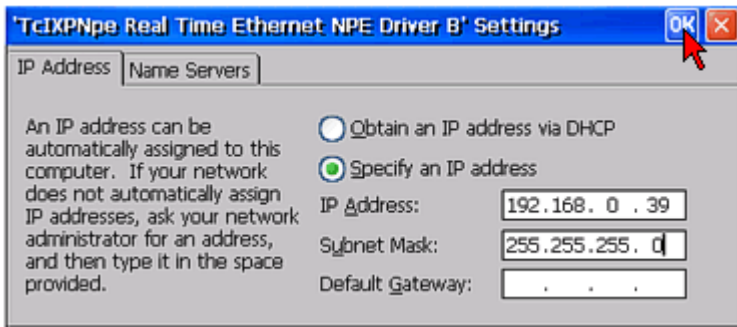


Abb. 160: IP-Adresse eingeben

Konfiguration am TwinCAT Master-PC und Herstellen der Verbindung

- Starten Sie den TwinCAT System Manager im Config-Modus, lesen Sie die Klemmenkonfiguration ein und aktivieren Sie den Free-Run Modus
- Die EL6601 sollte in der System-Konfiguration erscheinen und sich im OP-Status befinden (siehe [Online \[► 90\]](#) Reiter EtherCAT Status Maschine)

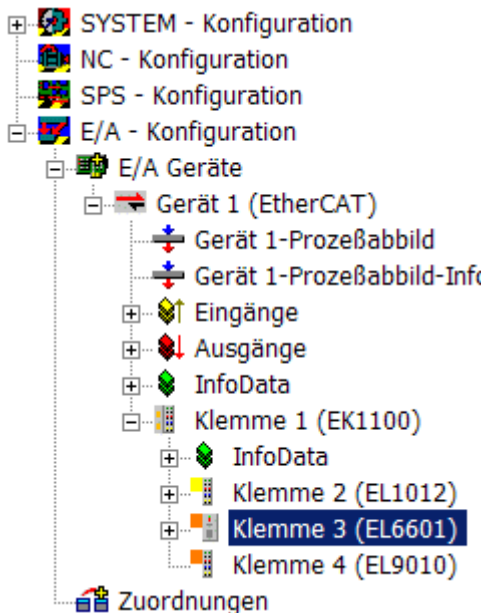


Abb. 161: EL6601 in der Konfiguration

- In Analogie zur Konfiguration eines Netzwerkdruckers lautet die IP-Nummer des TwinCAT Master-PC im Subnetz z. B. 192.168.0.1
- Verbinden Sie die unterlagerte Steuerung (Zielsystem) über ein CAT-5 (1:1) Kabel mit der EL6601
- Starten Sie eine weitere Session des System Managers im Config-Mode und klicken Sie *Zielsystem wählen...* -> *Suchen (Ethernet)*

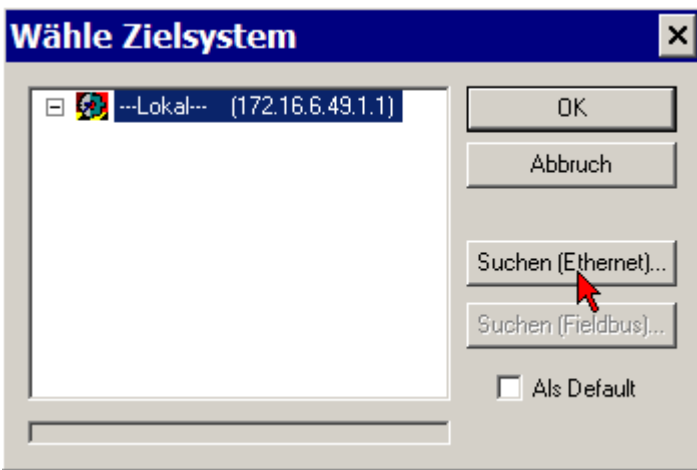


Abb. 162: Zielsystem wählen

- Geben Sie die IP-Adresse der unterlagerten Steuerung im Feld neben *Enter Host Name / IP:* ein
- Nach Betätigung des Buttons *Enter Host Name / IP:* erscheint im Auswahlfeld der Name des Zielsystems

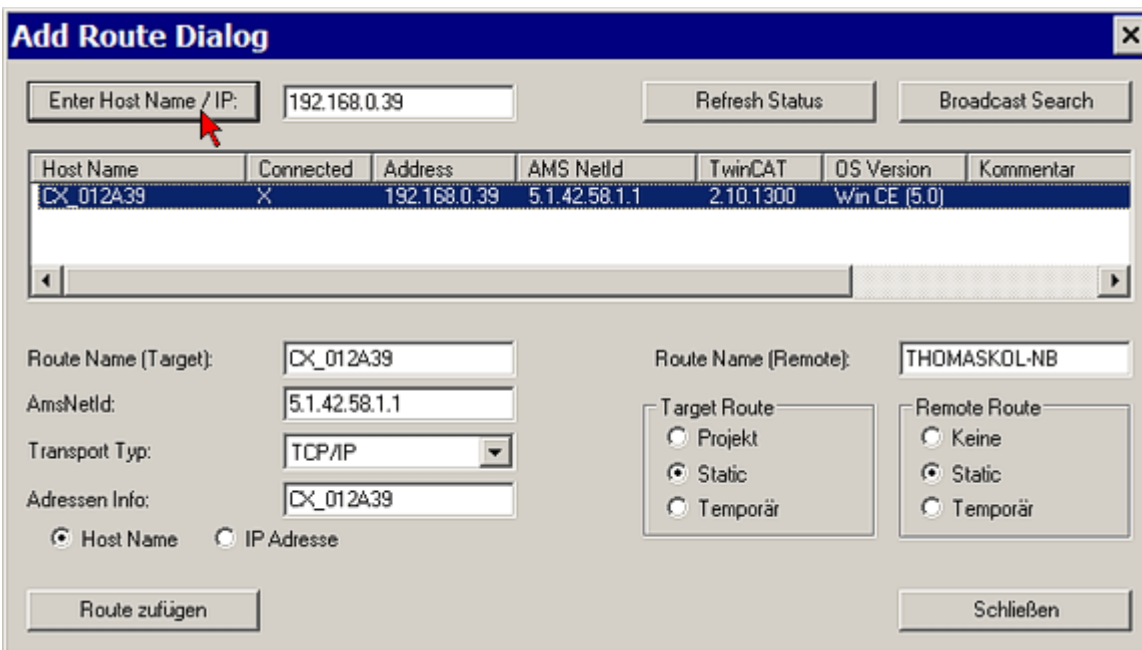


Abb. 163: Im „Route Dialog“ die Route des Zielsystems hinzufügen

- Klicken Sie *Route hinzufügen* und geben Sie ggf. die Zugangsdaten für das Zielsystem ein
- Nach dem Schließen des Dialogfensters erscheint im Auswahlnenü der Name des Zielsystems
- Markieren Sie Ihre Auswahl und bestätigen Sie mit *OK*

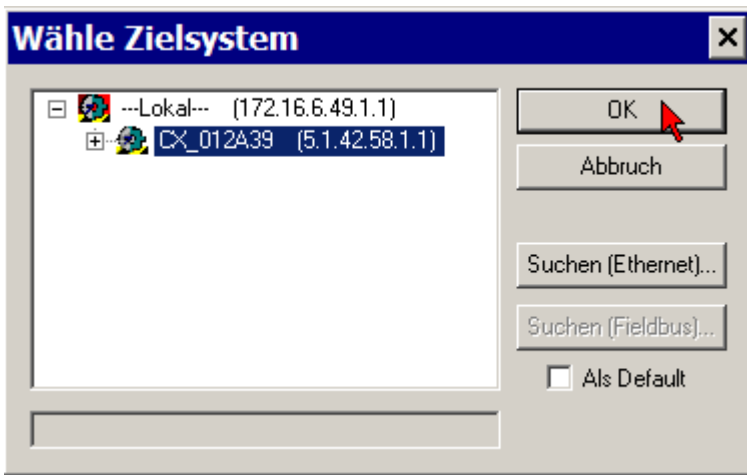


Abb. 164: Auswahl bestätigen

- Zum Einlesen der Klemmenkonfiguration der unterlagerten Steuerung aktivieren Sie den Free-Run Modus

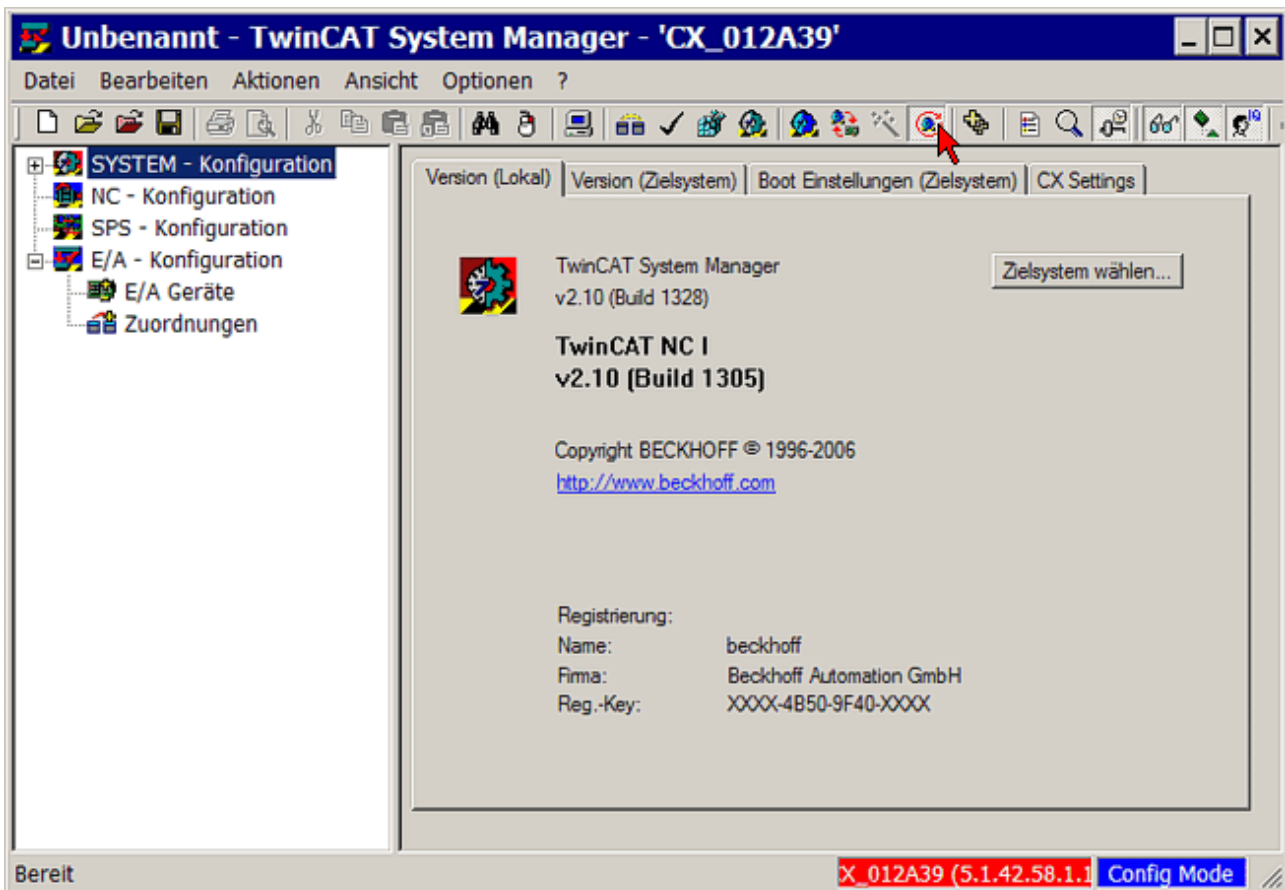


Abb. 165: FreeRun aktivieren

6.5 Applikationsbeispiel - EtherCAT Master PC als Netzwerk-Bridge einrichten

Die Applikationsbeispiele sind mit einem Prüfaufbau getestet und entsprechend beschrieben worden. Etwaige Abweichungen bei der Einrichtung an realen Applikationen sind möglich. In diesem Beispiel soll von einem unterlagerten PC über die EL6601 und EtherCAT and einem Master PC ins übergeordnete Netzwerk gesendet werden.

Folgende Hardware wurde verwendet:

- Rechner A und B: Windows XP SP2
- Rechner C: Windows XP embedded

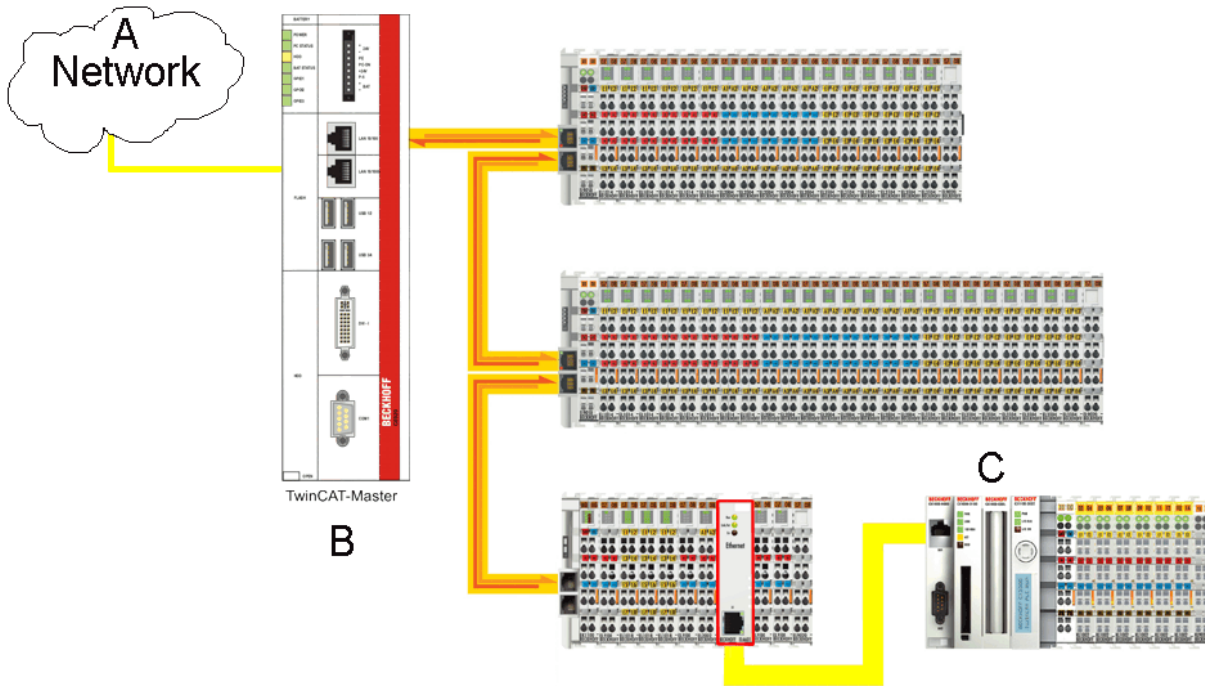


Abb. 166: Einrichten eines EtherCAT-Master-PC als Netzwerk Bridge

Dazu muss der Master PC "TwinCAT Master" (B) als TCP/IP-Bridge eingerichtet werden, um TCP/IP-Telegramme an den unterlagerten CX1020 (C) durchzuleiten bzw. in der Gegenrichtung weiterzugeben. Gegenstelle ist ein PC (A).

Dabei sind 2 Fälle zu unterscheiden: Statischen Adressen [▶ 153] und DHCP-Adressvergabe [▶ 157] (Netzwerk).

Die folgenden Erläuterungen setzen die vorangegangenen Beispiele als Grundwissen voraus.

Rechner (A), (B) und (C) haben eine statische IP-Adresse

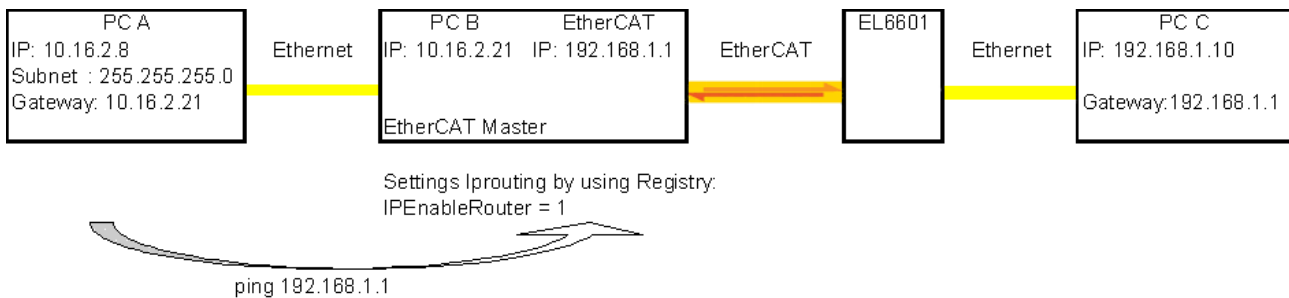


Abb. 167: Konfiguration der Netzwerk PC

- Konfigurieren Sie die drei PCs wie im Schema gezeigt. Die Dialoge zu den Eigenschaften des Internetprotokolls wurden in den vorangehenden Beispielen erläutert.

- Setzen Sie im "Bridge"-PC B mit dem Registryeditor (Start --> Ausführen --> regedit) den Eintrag "IPEnableRouter" auf den Wert 1. Dieser Eintrag liegt üblicherweise im Pfad HKEY_LOCAL_MACHINE\SYSTEM\ControlSet001\Services\TCPIP\Parameters oder auch in HKEY_LOCAL_MACHINE\SYSTEM\CurrentControlSet\Services\TCPIP\Parameters.
- Nach einem Neustart ist für diesen PC das Routing für IP-Telegramme aktiv. Dann kann mit einem Ping (Start --> Ausführen --> cmd --> ping 192.168.1.1) an den EtherCAT-Port 192.168.1.1 die Verbindung überprüft werden.
- Befindet sich der EtherCAT-Master in einem regulären und fehlerfreien Zustand (TwinCAT im "Config"/"FreeRun" oder "Run"-Modus), kann über die EL6601 der angeschlossene Ethernet-Teilnehmer mit der IP-Adresse 192.168.1.10 erreicht werden.
- Erläuterung des Eintrags *Gateway* am Beispiel des PC A: Der PC A hat die IP-Adresse 10.16.2.8 mit einer Subnetzmaske 255.255.255.0. Das bedeutet, alle IP-Telegramme im Bereich von 10.16.2.0 bis 10.16.2.255 kann er erreichen. Soll er ein IP-Telegramm in einen anderen Adressbereich versenden (z. B. an 192.168.1.1), muss das über das definierte Gateway laufen, hier also 10.16.2.21, der wiederum über das konfigurierte IP-Routing das Telegram an 192.168.1.10 weiterleiten kann.
- Windows bietet zur Kontrolle der Konfiguration den nützlichen Kommandozeilenbefehl *ipconfig* an. Bei richtiger Konfiguration des PC A zeigt der Befehl Start --> Ausführen --> cmd --> ipconfig /all folgendes Bild:

```

C:\WINDOWS\system32\cmd.exe
Microsoft Windows XP [Version 5.1.2600]
(C) Copyright 1985-2001 Microsoft Corp.

C:\Dokumente und Einstellungen\martin>ipconfig /all

Windows-IP-Konfiguration

    Hostname. . . . . : 
    Primäres DNS-Suffix . . . . . : beckhoff.com
    Knotentyp . . . . . : Hybrid
    IP-Routing aktiviert. . . . . : Nein
    WINS-Proxy aktiviert. . . . . : Nein

Ethernetadapter Drahtlose Netzwerkverbindung:

    Medienstatus. . . . . : Es besteht keine Verbindung
    Beschreibung. . . . . : Intel(R) PRO/Wireless 2200B
Connection
    Physikalische Adresse . . . . . : 00-16-6F-4A-E7-BB

Ethernetadapter LAN:

    Verbindungsspezifisches DNS-Suffix:
    Beschreibung. . . . . : Broadcom NetXtreme 57xx Gig
roller
    Physikalische Adresse . . . . . : 00-14-22-CA-68-BC
    DHCP aktiviert. . . . . : Nein
    IP-Adresse. . . . . : 10.16.2.8
    Subnetzmaske. . . . . : 255.255.0.0
    Standardgateway . . . . . : 10.16.2.21
    Primärer WINS-Server. . . . . : 172.16.1.18
    Sekundärer WINS-Server. . . . . : 172.16.1.19

```

Abb. 168: Kontrolle der Konfiguration mit Kommandozeilenbefehl „ipconfig /all“

- IP-Routing ist (default) deaktiviert, die IP-Adresse des gewählten Adapters (hier genannt LAN) ist fix vergeben. Da zuvor DHCP eingestellt war, sind noch WINS-Einträge vorhanden.
- Auf PC C zeigt der Befehl:

```

C:\WINDOWS\system32\cmd.exe
C:\Dokumente und Einstellungen\MartinPodruschek>ipconfig /all
Windows-IP-Konfiguration

    Hostname . . . . . : C6140_MARTINP
    Primäres DNS-Suffix . . . . . :
    Knotentyp . . . . . : Hybrid
    IP-Routing aktiviert. . . . . : Nein
    WINS-Proxy aktiviert. . . . . : Nein

Ethernetadapter FC9004_3:

    Verbindungsspezifisches DNS-Suffix:
    Beschreibung. . . . . : TwinCAT-Intel PCI Ethernet Adapter #14
    Physikalische Adresse . . . . . : 00-01-05-01-05-82
    DHCP aktiviert. . . . . : Nein
    IP-Adresse. . . . . : 192.168.1.10
    Subnetzmaske. . . . . : 255.255.255.0
    Standardgateway . . . . . : 192.168.1.1
    
```

Abb. 169: Kontrolle der Konfiguration PC C

- Eingetragen wurde dies unter XP im Dialog

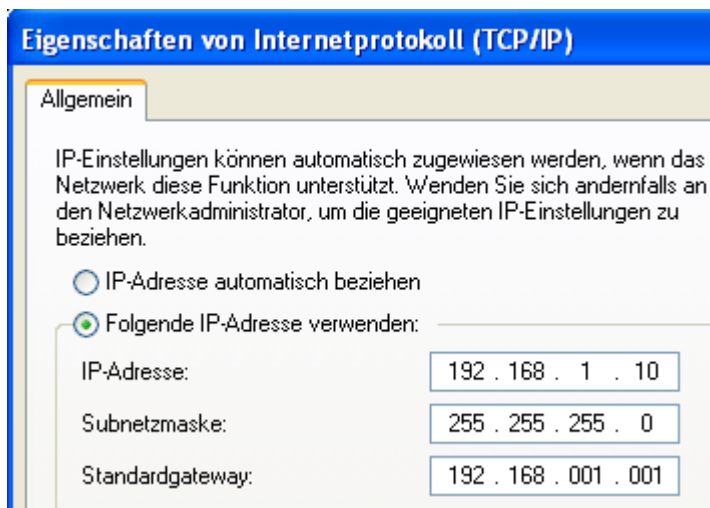


Abb. 170: Eintragung der Netzwerkparameter

- Entsprechend zeigt der Befehl im Bridge-PC B:

```

C:\WINDOWS\system32\cmd.exe
Microsoft Windows XP [Version 5.1.2600]
(C) Copyright 1985-2001 Microsoft Corp.
C:\Documents and Settings\Administrator>ipconfig /all

Windows IP Configuration

    Host Name . . . . . : CX_013149
    Primary Dns Suffix . . . . . :
    Mode Type . . . . . : Hubwid
    IP Routing Enabled. . . . . : Yes
    WINS Proxy Enabled. . . . . : No

Ethernet adapter LAN:

    Connection-specific DNS Suffix . . :
    Description . . . . . : TwinCAT-Intel PCI Ethernet Adapter
    Physical Address. . . . . : 00-01-05-01-31-49
    Dhcp Enabled. . . . . : No
    IP Address. . . . . : 10.16.1.21
    Subnet Mask . . . . . : 255.255.255.0
    Default Gateway . . . . . :

Ethernet adapter EtherCAT:

    Connection-specific DNS Suffix . . :
    Description . . . . . : TwinCAT-Intel PCI Ethernet Adapter
    Physical Address. . . . . : 00-01-05-01-31-4A
    Dhcp Enabled. . . . . : No
    IP Address. . . . . : 192.168.1.1
    Subnet Mask . . . . . : 255.255.255.0
    Default Gateway . . . . . :

```

Abb. 171: Kontrolle der Konfiguration Bridge PC B

● Schalter "ipconfig"



Mit den Schaltern /release und /renew kann der Befehl ipconfig zum Neuaufbau von IP-Verbindungen bewegt werden.

Checkliste zur Verbindungseinstellung:

- Bridge-PC durch Registryeintrag zum "IPRouting" konfiguriert
- Feste IP-Adressen in übereinstimmenden Bereichen für alle 4 beteiligten Ethernet-Ports
- ggf. Firewalls deaktiviert (bei default Einstellung unnötig)
- EtherCAT/TwinCAT im "Freerun" oder "Run"-Modus
- Link-Anzeige an allen beteiligten Ports
- "Ping" funktioniert

● Beobachtung des Netzwerkverkehrs



Versierte Benutzer können mit einem Netzwerksniffer wie Wireshark den Netzwerkverkehr beobachten und auswerten.

● Hinweis zum Betriebssystem Windows CE/embedded



Unter Windows CE muss das IP Routing im CX Configuration Dialog gesetzt werden (siehe Abb. „Setzen des IP Routing in Windows CE“)

Der Eintrag „TCP/IP Settings“ -> „IP Routing“ setzt den Registry-Key „IPEnableRouter“= 1 unter [HKEY_LOCAL_MACHINE\Comm\Tcpiip\Parms]

Ein Neustart ist nötig.

Siehe auch Microsoft Developer Network: [Routing for IPv4 - Erklärung zum Routing.](#)

Normalerweise wird die Routing-Tabelle automatisch gepflegt, ggf. müssen Routen noch mit dem Kommando "Route Add" hinzugefügt werden, vergleiche dazu auch Windows XP/7 etc.

Windows CE unterstützt einige Routing-Protokolle wie RIP oder OSPF nicht.

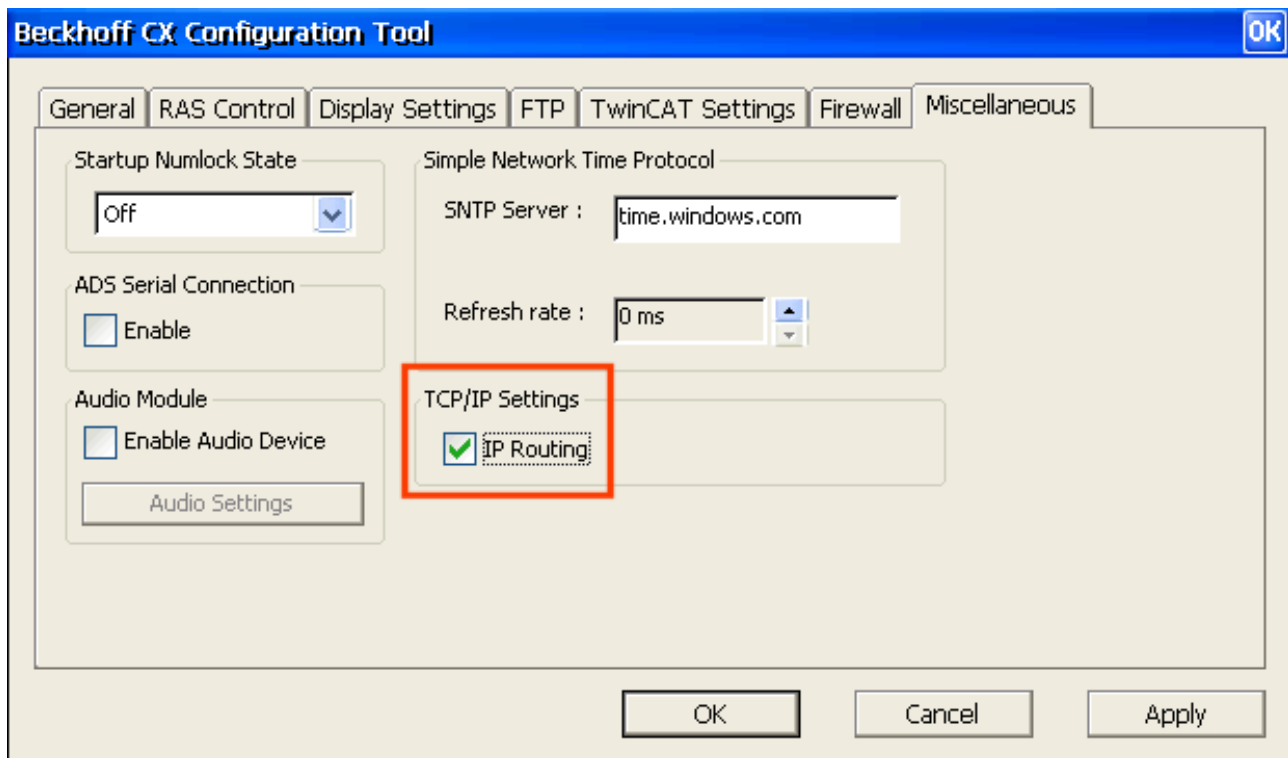


Abb. 172: Setzen des „IP Routing“ in Windows CE

Netzwerk mit DHCP-Adressvergabe

Ein Verbindungsaufbau zwischen den PCs C und A (bzw. dem Netzwerk) ist nicht möglich.

Erklärung: Die Rechner (A) und (B) erhalten bei entsprechender Konfiguration der Ethernetports vom DHCP-Server ihre IP-Adressen. Ein möglicher Ablauf ist wie folgt (s. RFC1541 und RFC2131):

- Ein neu angeschlossener PC sendet eine DHCPDISCOVER-Nachricht mit seiner MAC-Adresse per MAC-Broadcast an alle anderen Netzwerkteilnehmer.
- Der DHCP-Server bietet dem Anfragenden in der DHCPOFFER-Nachricht eine oder mehrere IP-Adressen an.
- Der anfragende PC wählt eine IP-Adresse aus und antwortet per MAC-Broadcast mit einer DHCPREQUEST-Nachricht an den DHCP-Server.
- Der DHCP-Server bestätigt die Wahl mit einer DHCPACK-Nachricht.

Dies funktioniert bei den Rechnern (A) und (B). Die DHCPDISCOVER-Nachrichten von Rechner (C) werden von der EL6601 zwar angenommen und in Rechner (B) über den EtherCAT-Port an Windows weitergeleitet, Windows (B) stellt diese (und alle anderen DHCP-Telegramme) jedoch nicht an den weiterführenden Ethernet-Port durch - diese DHCP-Relay-Agent genannte Funktion ist nur in den Server-Versionen von Windows enthalten.

Dies ist der normale Betriebsfall, wenn als DHCP-Teilnehmer konfigurierte Windows-PCs miteinander gekoppelt werden.

Abhilfe:

- Installieren Sie einen lokalen DHCP-Server auf Rechner (B), achten Sie darauf, dass sich keine Konflikte mit dem übergeordneten DHCP-Server des Netzwerks ergeben
- Es besteht die Möglichkeit, dass zwei als DHCP-Teilnehmer konfigurierte und miteinander verbundene Windows-PCs erst nach kurzer Zeit (mehrere Minuten) ihre Adressen festlegen

6.6 Applikationsbeispiel - Flexibler Ethernet Port

Die Applikationsbeispiele sind mit einem Prüfaufbau getestet und entsprechend beschrieben worden. Etwaige Abweichungen bei der Einrichtung an realen Applikationen sind möglich.

In diesem Beispiel soll von einem unterlagerten PC über eine flexibel angebundene EL6601 und EtherCAT zum Zwecke des Fernzugriffs auf die zentrale EtherCAT-Steuerung zugegriffen werden.

Folgende Elemente wurden verwendet:

- IPC mit Windows XP SP2
- TwinCAT 2.11 b1534
- EL6601, SN xxxx0605

Der Ansatz

Eine ausgedehnte Anlage mit EtherCAT-Topologie soll in Betrieb genommen werden. Dazu ist häufiger Zugriff auf den TwinCAT System Manager auf dem Zentralrechner nötig. In der Praxis befindet sich hierbei der Techniker während der Inbetriebnahme vorrangig bei den dezentralen Klemmen/EtherCAT-Slaves. Es soll also vom jeweiligen Koppler-Standort aus über einen Fern-PC via Ethernet auf den zentralen Systemmanager als TwinCAT Zielsystem zugegriffen werden.

Dazu werden 2 Mechanismen benutzt:

- EtherCAT tunnelt Standard IP-Telegramme durch dezidierte Slaves, z. B. EL6601 über das azyklische Mailbox-Verfahren
- Über die HotConnect Funktionalität kann eine Kopplerstation (Koppler + Klemmen) in der Konfiguration (.tsm) als frei steckbar klassifiziert werden. Dazu müssen spezielle Koppler verwendet werden.

Eine frei steckbare Kombination aus EK1101 und EL6601 (HotConnect-Gruppe) kann nun als flexibel einsetzbare Ethernet-Schnittstelle verwendet werden.

Möglicher Aufbau

Im Folgenden ein möglicher Aufbau:

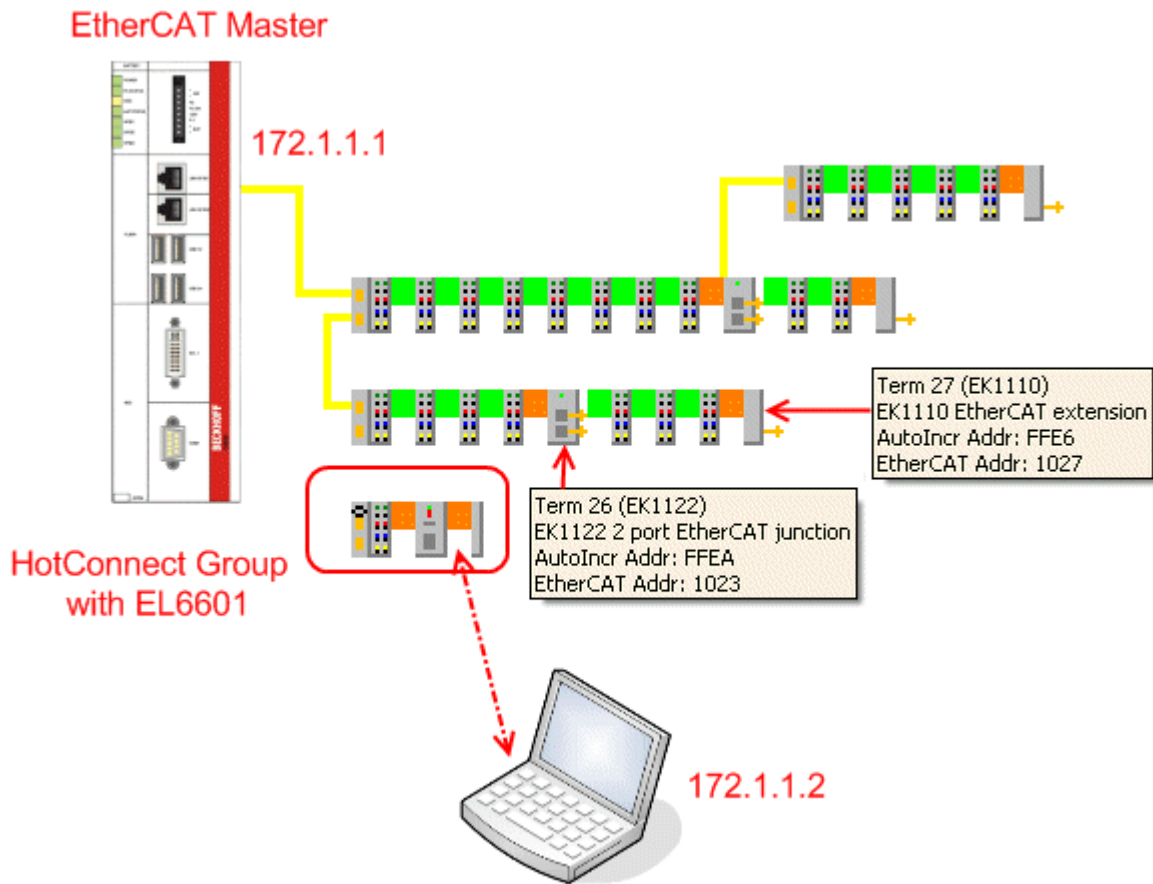


Abb. 173: Aufbau HotConnect-Gruppe

In der Anlage sind EK1110 (Endkoppler), EK1122 (Junction-Klemmen) und freie EK1100-Ports verfügbar, um dort die HotConnect-Gruppe anzuschließen. Die IP-Adressen sind als Beispiel zu verstehen, die Hinweise vorangegangener Beispiele sind zu beachten.

Es sind keine weiteren Einstellungen am TwinCAT/EtherCAT-Master zu treffen, EoE wird in TwinCAT 2.11 automatisch durchgeführt.

● **Operabilität des Fernzugriffs und EtherCAT-Status**

i Der hier beschriebene Vorgang der Ethernet-Durchleitung funktioniert nur so lange, wie sich der EtherCAT-Master und die EL66xx mindestens im Status PREOP befinden- ansonsten findet kein Mailbox-Verkehr und damit kein Ethernet-Transport statt. Bei bereits funktionaler Netzwerkstruktur stellt dies aber für die allgemeine Inbetriebnahme kein unüberwindbares Hindernis dar.

● **Standortänderung und EtherCAT-Status**

i Nach dem erneuten Verbinden der HotConnect-Gruppe mit dem EtherCAT-Netz dauert es ggf. mehrere Sekunden bis die Gruppe wieder am Datenverkehr teilnimmt, die EL66xx wieder im OP-State befindlich und der Link (s. Link-LED) wiederhergestellt ist.

Beispiel-Aufbau

Ein kleines EtherCAT-System wird in Betrieb genommen, die Offline-Topologie-Ansicht aus dem System Manager zeigt 2 Kopplerstationen und eine nicht lokalisierte Station mit einem EK1101.

- Im Offline-Zustand ist dem System Manager nicht bekannt, wo die EK1101-Station mit ihrer ID angeschlossen wurde.

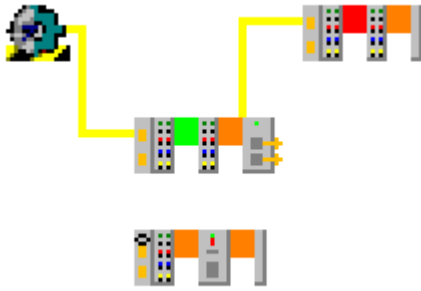


Abb. 174: Nicht lokalisierter EK1101

- Online ist dann die aktuelle Zuordnung sichtbar, der EK1101 mit der EL6601 hängt am 2. Port des EK1100.

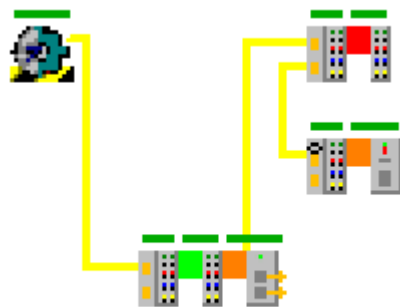


Abb. 175: EK1101 mit EL6601 lokalisiert

- Alle Slaves befinden sich im OP-State, damit kann nun vom Fern-PC auf dieses System als Zielsystem zugegriffen werden.
- Im Fern-System wird ein leerer System Manager geöffnet und als Zielsystem via IP der EtherCAT-Rechner mit der IP 172.1.1.1 (hier im Beispiel) gesucht (Karteireiter Aktionen -> Auswahl des Zielsystems -> "Suchen (Ethernet)" -> [Eingabe IP 172.1.1.1] -> "Enter Hostname / IP")

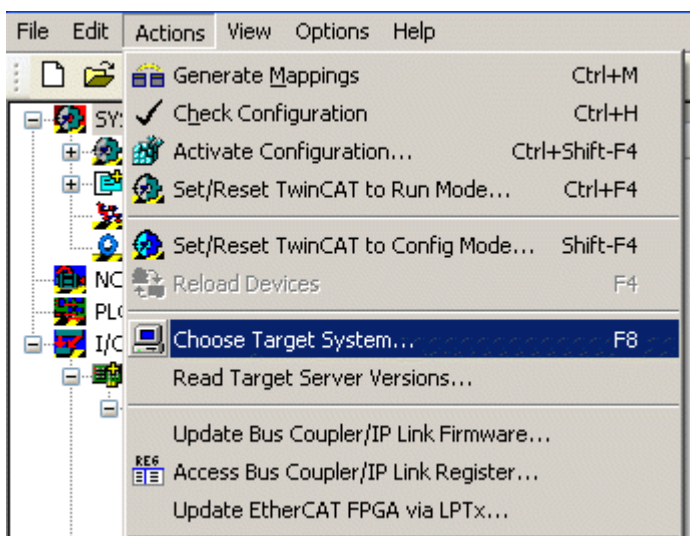


Abb. 176: Auswahl des Zielsystems

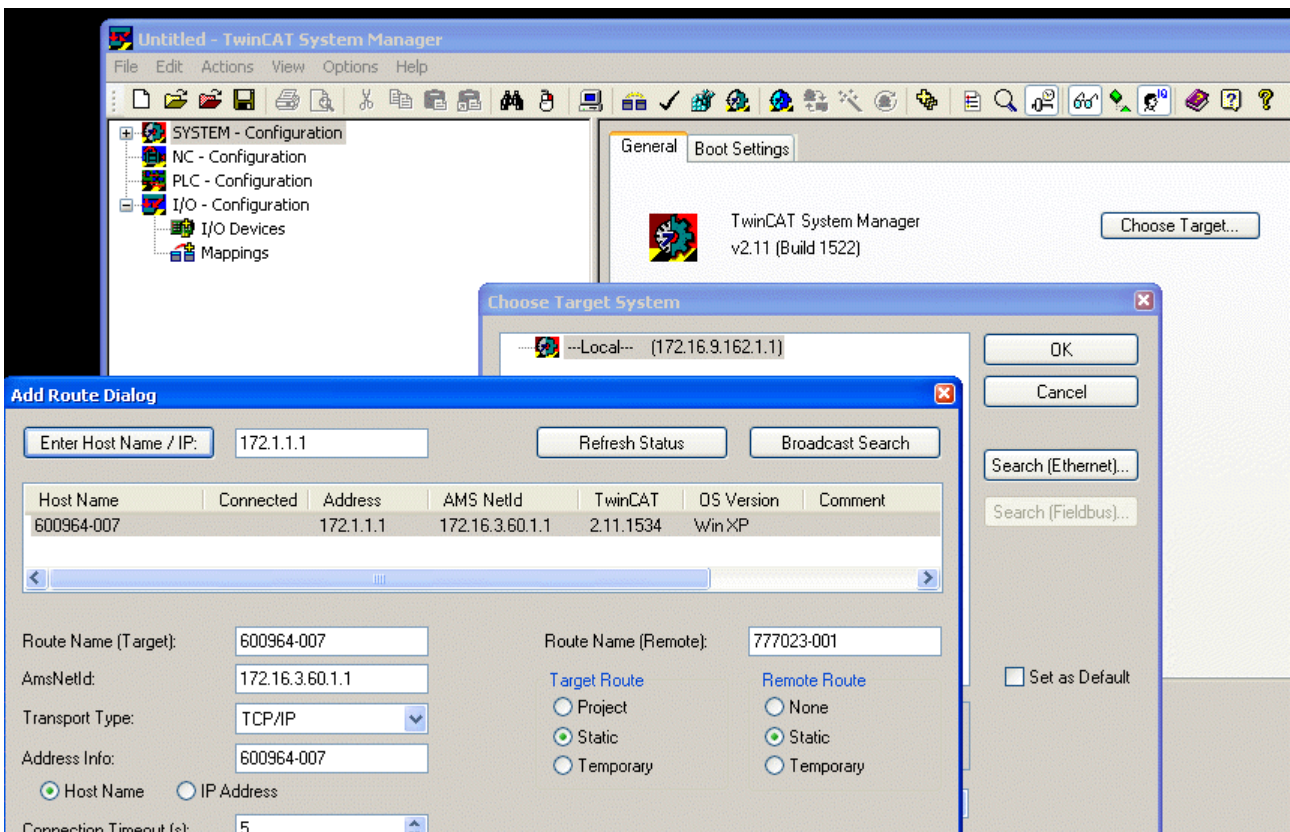


Abb. 177: Eingabe Zielsystem 172.1.1.1

- Nach Doppelklick auf die Zeile des gefundenen Zielsystems kann sich auf das Zielsystem eingeloggt werden:

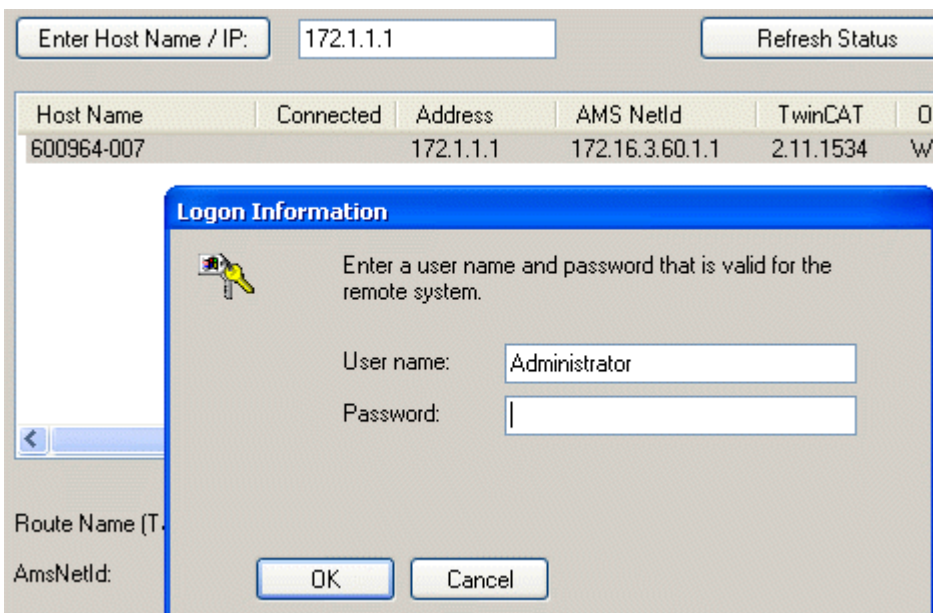


Abb. 178: Eingabe der Logon Informationen auf Zielsystem

- Nach dem erfolgreichen Verbinden kann die Konfiguration durch "Öffnen vom Zielsystem" vom Zielsystem geladen werden.

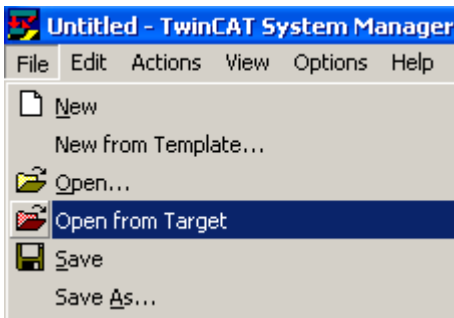


Abb. 179: Öffnen vom Zielsystem und Laden der Konfiguration

Checkliste

Für den erfolgreichen Ablauf der Einrichtung bis zum Fernzugriff bietet sich folgende Checkliste an:

1. EtherCAT-Konfiguration erfolgreich einrichten
 - keine LostFrames
 - EtherCAT Master und alle Slaves im OP-State
 - alle WorkingCounter = 0; ggf. für absichtlich inaktive Slaves eigene SyncUnits einrichten
2. IP-Adressen des EtherCAT-Ports und des verwendeten Ports am Laptop unterschiedlich, aber im gleichen Subnetz-Bereich befindlich einstellen.
(hier: 172.1.1.1 und 172.1.1.2)
3. Durch "Ping" - Kommando von beiden Seiten die Verbindung prüfen
4. Verbindung als Zielsystem herstellen

● Ethernet-Verbindung

I Es hat sich bewährt, im Eigenschaften-Dialog der Netzwerkschnittstelle, IP-Protokoll (Windows XP SP2) Default Gateway und DNS Server mit glaubwürdigen Adressen anzugeben, obwohl diese nicht benötigt werden. Hier die Einstellungen des Fern-PC aus dem Beispiel:

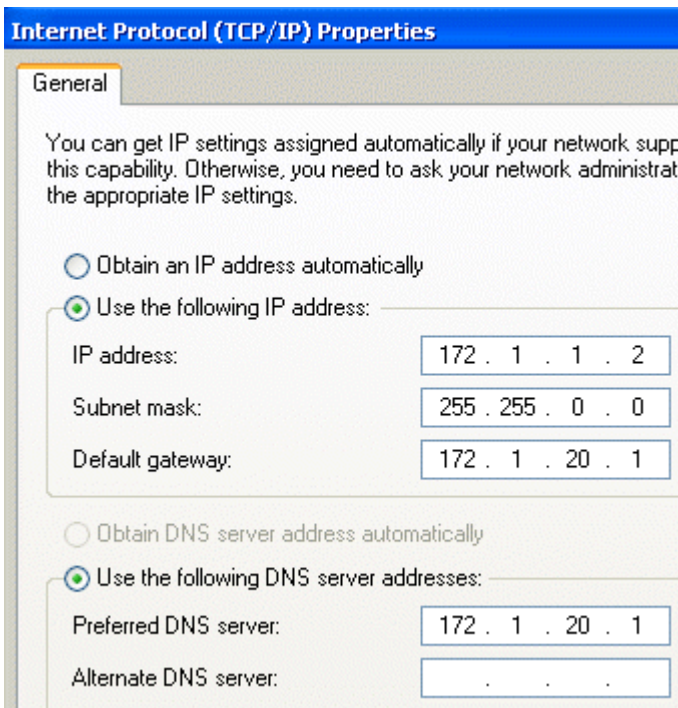


Abb. 180: Eingabe von Netzwerkadressen im Fern-System

7 Anhang

7.1 Firmware Kompatibilität

Beckhoff EtherCAT Geräte werden mit dem aktuell verfügbaren letzten Firmware-Stand ausgeliefert. Dabei bestehen zwingende Abhängigkeiten zwischen Firmware und Hardware; eine Kompatibilität ist nicht in jeder Kombination gegeben. Die unten angegebene Übersicht zeigt auf welchem Hardware-Stand eine Firmware betrieben werden kann.

Anmerkung

- Es wird empfohlen, die für die jeweilige Hardware letztmögliche Firmware einzusetzen.
- Ein Anspruch auf ein kostenfreies Firmware-Update bei ausgelieferten Produkten durch Beckhoff gegenüber dem Kunden besteht nicht.

HINWEIS			
Beschädigung des Gerätes möglich!			
Beachten Sie die Hinweise zum Firmware Update auf der gesonderten Seite [► 165] . Wird ein Gerät in den BOOTSTRAP-Mode zum Firmware-Update versetzt, prüft es u.U. beim Download nicht, ob die neue Firmware geeignet ist. Dadurch kann es zur Beschädigung des Gerätes kommen! Vergewissern Sie sich daher immer, ob die Firmware für den Hardware-Stand des Gerätes geeignet ist!			

EL6601			
Hardware (HW)	Firmware (FW)	Revision Nr.	Release-Datum
05 - 14	06		2009/07
	07	EL6601-0000-0017	2009/09
	08		2009/11
	09		2010/07
		EL6601-0000-0018	2010/09
	10		2011/09
		EL6601-0000-0019	2012/10
	11		2013/04
	12	EL6601-0000-0020	2014/07
15 – 21*	13	EL6601-0000-0021	2014/12
	14		2015/07
	15		2017/02
	16*		2023/06

EL6614			
Hardware (HW)	Firmware (FW)	Revision Nr.	Release-Datum
00 - 09*	01	EL6614-0000-0017	2008/05
	02		2008/12
	03		2009/08
	04		2009/11
	05		2010/07
		EL6614-0000-0018	2010/09
	06		2011/09
		EL6614-0000-0019	2012/10
	07		2013/04
10 – 17*	08	EL6614-0000-0020	2014/07
	09	EL6614-0000-0021	2014/12
	10		2015/07
	11		2017/02
	12*		2023/06

*) Zum Zeitpunkt der Erstellung dieser Dokumentation ist dies der aktuelle kompatible Firmware/Hardware-Stand. Überprüfen Sie auf der Beckhoff Webseite, ob eine aktuellere Dokumentation vorliegt.

7.2 Firmware Update EL/ES/ELM/EM/EPxxxx

Dieses Kapitel beschreibt das Geräte-Update für Beckhoff EtherCAT Slaves der Serien EL/ES, ELM, EM, EK und EP. Ein FW-Update sollte nur nach Rücksprache mit dem Beckhoff Support durchgeführt werden.

HINWEIS

Nur TwinCAT 3 Software verwenden!

Ein Firmware-Update von Beckhoff IO Geräten ist ausschließlich mit einer TwinCAT3-Installation durchzuführen. Es empfiehlt sich ein möglichst aktuelles Build, kostenlos zum Download verfügbar auf der Beckhoff-Website <https://www.beckhoff.com/de-de/>.

Zum Firmware-Update kann TwinCAT im sog. FreeRun-Modus betrieben werden, eine kostenpflichtige Lizenz ist dazu nicht nötig.

Das für das Update vorgesehene Gerät kann in der Regel am Einbauort verbleiben; TwinCAT ist jedoch im FreeRun zu betreiben. Zudem ist auf eine störungsfreie EtherCAT Kommunikation zu achten (keine „LostFrames“ etc.).

Andere EtherCAT-Master-Software wie z.B. der EtherCAT-Konfigurator sind nicht zu verwenden, da sie unter Umständen nicht die komplexen Zusammenhänge beim Update von Firmware, EEPROM und ggf. weiteren Gerätebestandteilen unterstützen.

Speicherorte

In einem EtherCAT-Slave werden an bis zu drei Orten Daten für den Betrieb vorgehalten:

- Je nach Funktionsumfang und Performance besitzen EtherCAT Slaves einen oder mehrere lokale Controller zur Verarbeitung von IO-Daten. Das darauf laufende Programm ist die sog. **Firmware** im Format *.efw.
- In bestimmten EtherCAT Slaves kann auch die EtherCAT Kommunikation in diesen Controller integriert sein. Dann ist der Controller meist ein so genannter **FPGA**-Chip mit der *.rbf-Firmware.
- Darüber hinaus besitzt jeder EtherCAT Slave einen Speicherchip, um seine eigene Gerätebeschreibung (ESI; EtherCAT Slave Information) zu speichern, in einem sog. **ESI-EEPROM**. Beim Einschalten wird diese Beschreibung geladen und u. a. die EtherCAT Kommunikation entsprechend eingerichtet. Die Gerätebeschreibung kann von der Beckhoff Website (<http://www.beckhoff.de>) im Downloadbereich heruntergeladen werden. Dort sind alle ESI-Dateien als Zip-Datei zugänglich.

Kundenseitig zugänglich sind diese Daten nur über den Feldbus EtherCAT und seine Kommunikationsmechanismen. Beim Update oder Auslesen dieser Daten ist insbesondere die azyklische Mailbox-Kommunikation oder der Registerzugriff auf den ESC in Benutzung.

Der TwinCAT Systemmanager bietet Mechanismen, um alle drei Teile mit neuen Daten programmieren zu können, wenn der Slave dafür vorgesehen ist. Es findet üblicherweise keine Kontrolle durch den Slave statt, ob die neuen Daten für ihn geeignet sind, ggf. ist ein Weiterbetrieb nicht mehr möglich.

Vereinfachtes Update per Bundle-Firmware

Bequemer ist der Update per sog. **Bundle-Firmware**: hier sind die Controller-Firmware und die ESI-Beschreibung in einer *.efw-Datei zusammengefasst, beim Update wird in der Klemme sowohl die Firmware, als auch die ESI verändert. Dazu ist erforderlich

- dass die Firmware in dem gepackten Format vorliegt: erkenntlich an dem Dateinamen der auch die Revisionsnummer enthält, z. B. ELxxxx-xxxx_REV0016_SW01.efw
- dass im Download-Dialog das Passwort=1 angegeben wird. Bei Passwort=0 (default Einstellung) wird nur das Firmware-Update durchgeführt, ohne ESI-Update.
- dass das Gerät diese Funktion unterstützt. Die Funktion kann in der Regel nicht nachgerüstet werden, sie wird Bestandteil vieler Neuentwicklungen ab Baujahr 2016.

Nach dem Update sollte eine Erfolgskontrolle durchgeführt werden

- ESI/Revision: z. B. durch einen Online-Scan im TwinCAT ConfigMode/FreeRun – dadurch wird die Revision bequem ermittelt
- Firmware: z. B. durch einen Blick ins Online-CoE des Gerätes

HINWEIS**Beschädigung des Gerätes möglich!**

- ✓ Beim Herunterladen von neuen Gerätedateien ist zu beachten
- a) Das Herunterladen der Firmware auf ein EtherCAT-Gerät darf nicht unterbrochen werden.
- b) Eine einwandfreie EtherCAT-Kommunikation muss sichergestellt sein, CRC-Fehler oder LostFrames dürfen nicht auftreten.
- c) Die Spannungsversorgung muss ausreichend dimensioniert, die Pegel entsprechend der Vorgabe sein.
 - ⇒ Bei Störungen während des Updatevorgangs kann das EtherCAT-Gerät ggf. nur vom Hersteller wieder in Betrieb genommen werden!

7.2.1 Gerätebeschreibung ESI-File/XML**HINWEIS****ACHTUNG bei Update der ESI-Beschreibung/EEPROM**

Manche Slaves haben Abgleich- und Konfigurationsdaten aus der Produktion im EEPROM abgelegt. Diese werden bei einem Update unwiederbringlich überschrieben.

Die Gerätebeschreibung ESI wird auf dem Slave lokal gespeichert und beim Start geladen. Jede Gerätebeschreibung hat eine eindeutige Kennung aus Slave-Name (9-stellig) und Revision-Nummer (4-stellig). Jeder im System Manager konfigurierte Slave zeigt seine Kennung im EtherCAT-Reiter:

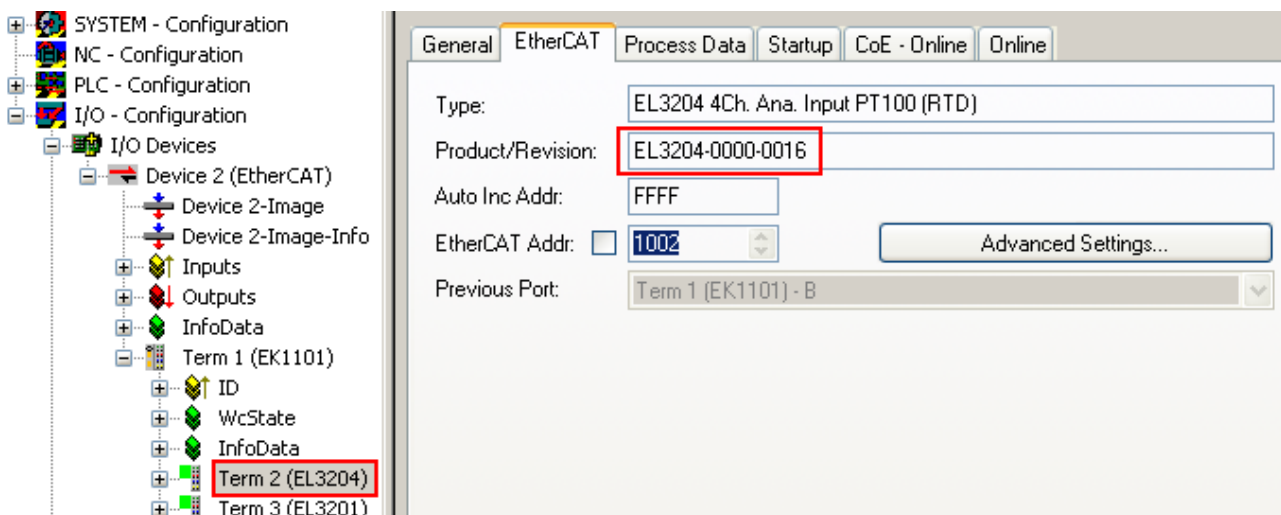


Abb. 181: Geräteerkennung aus Name EL3204-0000 und Revision -0016

Die konfigurierte Kennung muss kompatibel sein mit der tatsächlich als Hardware eingesetzten Gerätebeschreibung, d. h. der Beschreibung die der Slave (hier: EL3204) beim Start geladen hat. Üblicherweise muss dazu die konfigurierte Revision gleich oder niedriger der tatsächlich im Klemmenverbund befindlichen sein.

Weitere Hinweise hierzu entnehmen Sie bitte der [EtherCAT System-Dokumentation](#).

i Update von XML/ESI-Beschreibung

Die Geräteversion steht in engem Zusammenhang mit der verwendeten Firmware bzw. Hardware. Nicht kompatible Kombinationen führen mindestens zu Fehlfunktionen oder sogar zur endgültigen Außerbetriebsetzung des Gerätes. Ein entsprechendes Update sollte nur in Rücksprache mit dem Beckhoff Support ausgeführt werden.

Anzeige der Slave-Kennung ESI

Der einfachste Weg die Übereinstimmung von konfigurierter und tatsächlicher Gerätebeschreibung festzustellen, ist im TwinCAT-Modus Config/FreeRun das Scannen der EtherCAT-Boxen auszuführen:

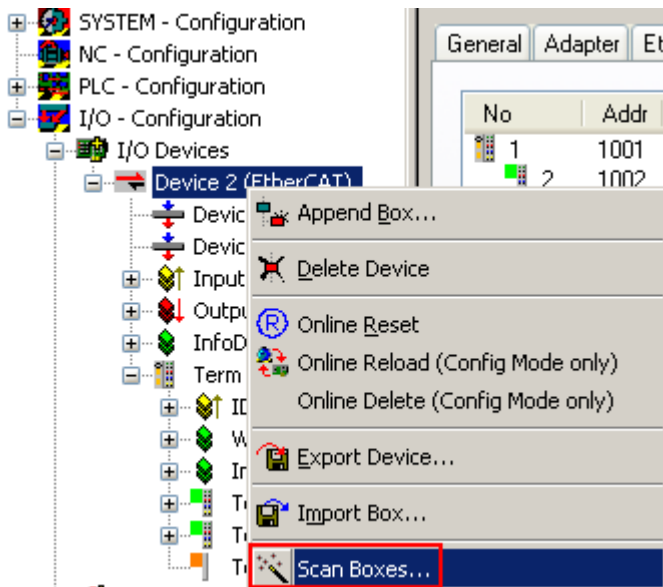


Abb. 182: Rechtsklick auf das EtherCAT Gerät bewirkt das Scannen des unterlagerten Feldes

Wenn das gefundene Feld mit dem konfigurierten übereinstimmt, erscheint



Abb. 183: Konfiguration identisch

ansonsten erscheint ein Änderungsdialog, um die realen Angaben in die Konfiguration zu übernehmen.

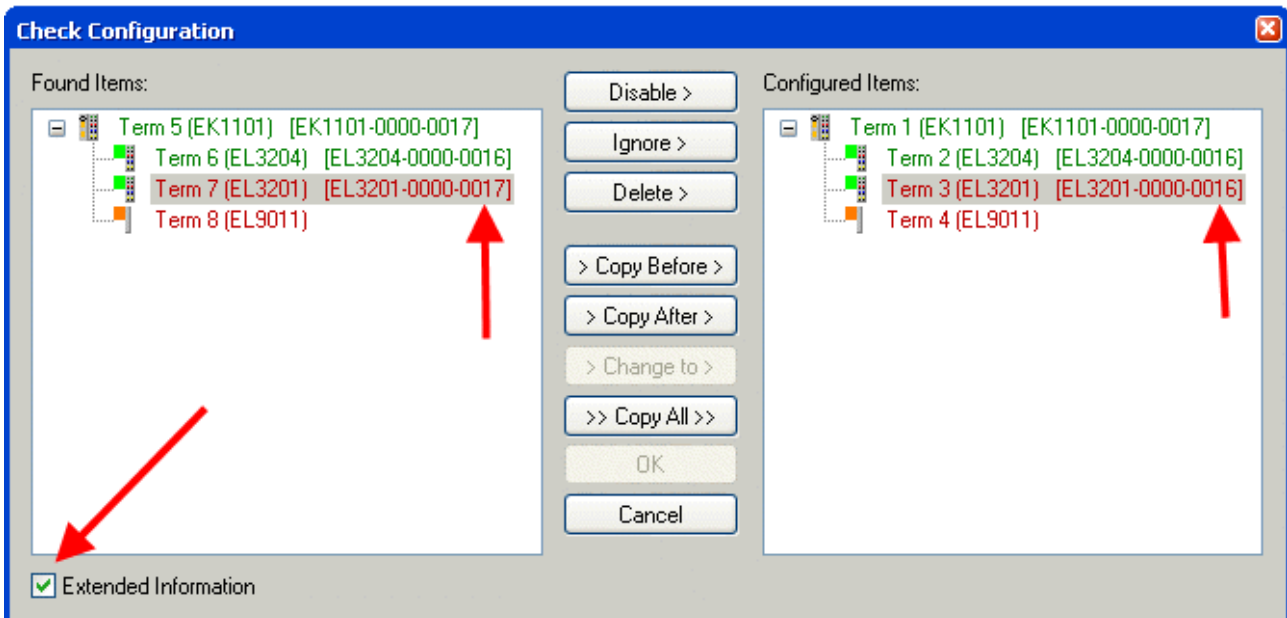


Abb. 184: Änderungsdialog

In diesem Beispiel in Abb. *Änderungsdialog*. wurde eine EL3201-0000-0017 vorgefunden, während eine EL3201-0000-0016 konfiguriert wurde. In diesem Fall bietet es sich an, mit dem *Copy Before*-Button die Konfiguration anzupassen. Die Checkbox *Extended Information* muss gesetzt werden, um die Revision angezeigt zu bekommen.

Änderung der Slave-Kennung ESI

Die ESI/EEPROM-Kennung kann unter TwinCAT wie folgt aktualisiert werden:

- Es muss eine einwandfreie EtherCAT-Kommunikation zum Slave hergestellt werden
- Der State des Slave ist unerheblich
- Rechtsklick auf den Slave in der Online-Anzeige führt zum Dialog *EEPROM Update*, Abb. *EEPROM Update*

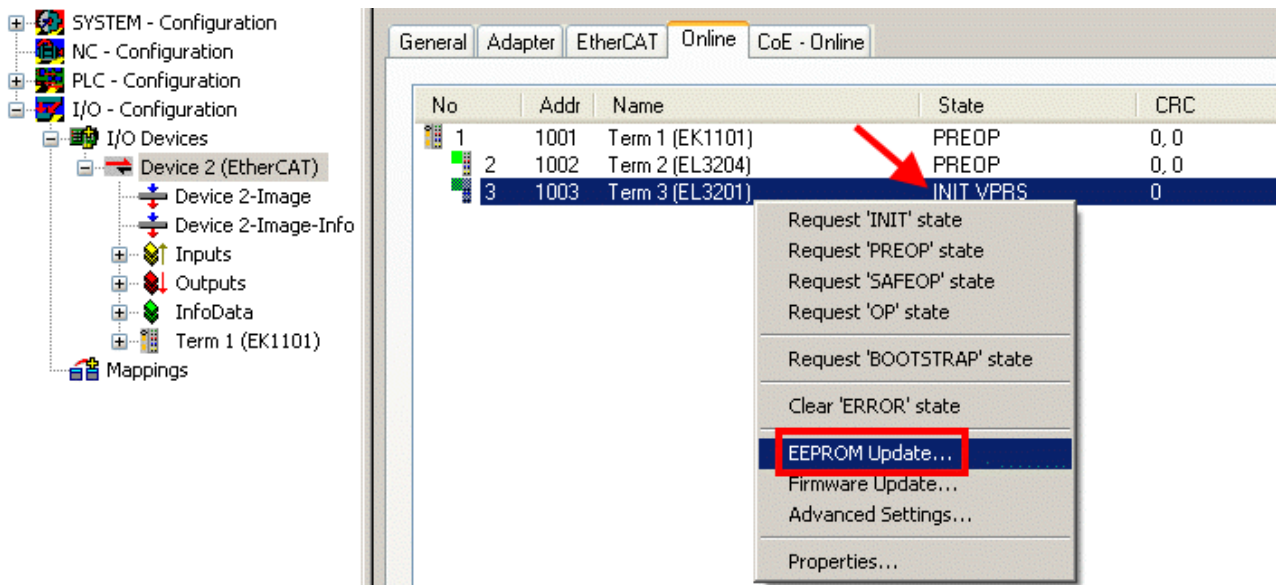


Abb. 185: EEPROM Update

Im folgenden Dialog wird die neue ESI-Beschreibung ausgewählt, s. Abb. *Auswahl des neuen ESI*. Die CheckBox *Show Hidden Devices* zeigt auch ältere, normalerweise ausgeblendete Ausgaben eines Slave.

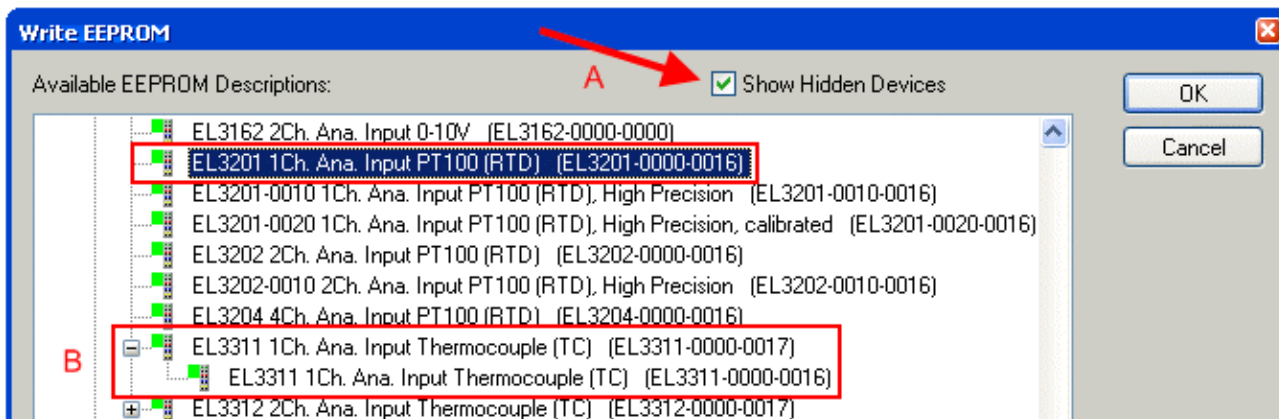


Abb. 186: Auswahl des neuen ESI

Ein Laufbalken im System Manager zeigt den Fortschritt - erst erfolgt das Schreiben, dann das Verifying.

● Änderung erst nach Neustart wirksam

i Die meisten EtherCAT-Geräte lesen eine geänderte ESI-Beschreibung umgehend bzw. nach dem Aufstarten aus dem INIT ein. Einige Kommunikationseinstellungen wie z. B. Distributed Clocks werden jedoch erst bei PowerOn gelesen. Deshalb ist ein kurzes Abschalten des EtherCAT Slave nötig, damit die Änderung wirksam wird.

7.2.2 Erläuterungen zur Firmware

Versionsbestimmung der Firmware

Versionsbestimmung mit dem System-Manager

Der TwinCAT System-Manager zeigt die Version der Controller-Firmware an, wenn der Slave online für den Master zugänglich ist. Klicken Sie hierzu auf die E-Bus-Klemme deren Controller-Firmware Sie überprüfen möchten (im Beispiel Klemme 2 (EL3204) und wählen Sie den Karteireiter *CoE-Online* (CAN over EtherCAT).

i CoE-Online und Offline-CoE

Es existieren zwei CoE-Verzeichnisse:

- **online**: es wird im EtherCAT Slave vom Controller angeboten, wenn der EtherCAT Slave dies unterstützt. Dieses CoE-Verzeichnis kann nur bei angeschlossenem und betriebsbereitem Slave angezeigt werden.
- **offline**: in der EtherCAT Slave Information ESI/XML kann der Default-Inhalt des CoE enthalten sein. Dieses CoE-Verzeichnis kann nur angezeigt werden, wenn es in der ESI (z. B. „Beckhoff EL5xxx.xml“) enthalten ist.

Die Umschaltung zwischen beiden Ansichten kann über den Button *Advanced* vorgenommen werden.

In Abb. *Anzeige FW-Stand EL3204* wird der FW-Stand der markierten EL3204 in CoE-Eintrag 0x100A mit 03 angezeigt.

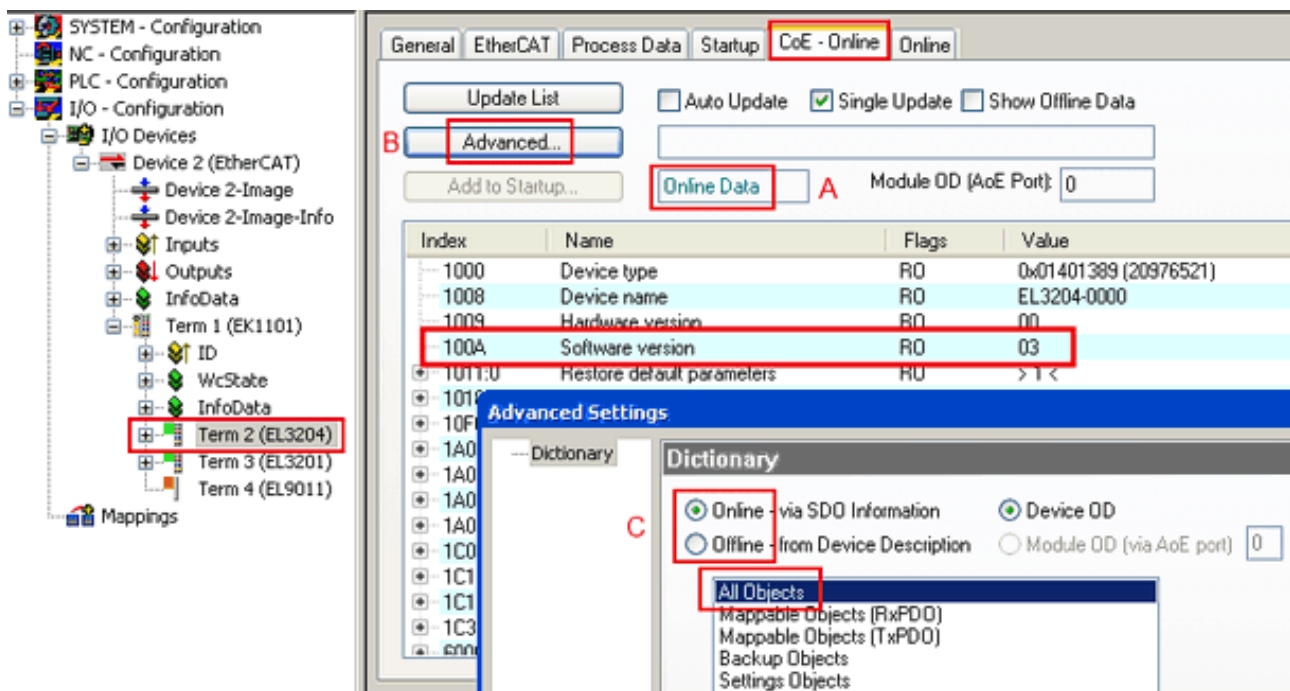


Abb. 187: Anzeige FW-Stand EL3204

TwinCAT 2.11 zeigt in (A) an, dass aktuell das Online-CoE-Verzeichnis angezeigt wird. Ist dies nicht der Fall, kann durch die erweiterten Einstellungen (B) durch *Online* und Doppelklick auf *All Objects* das Online-Verzeichnis geladen werden.

7.2.3 Update Controller-Firmware *.efw

i CoE-Verzeichnis

Das Online-CoE-Verzeichnis wird vom Controller verwaltet und in einem eigenen EEPROM gespeichert. Es wird durch ein FW-Update im allgemeinen nicht verändert.

Um die Controller-Firmware eines Slave zu aktualisieren, wechseln Sie zum Karteireiter *Online*, s. Abb. *Firmware Update*.

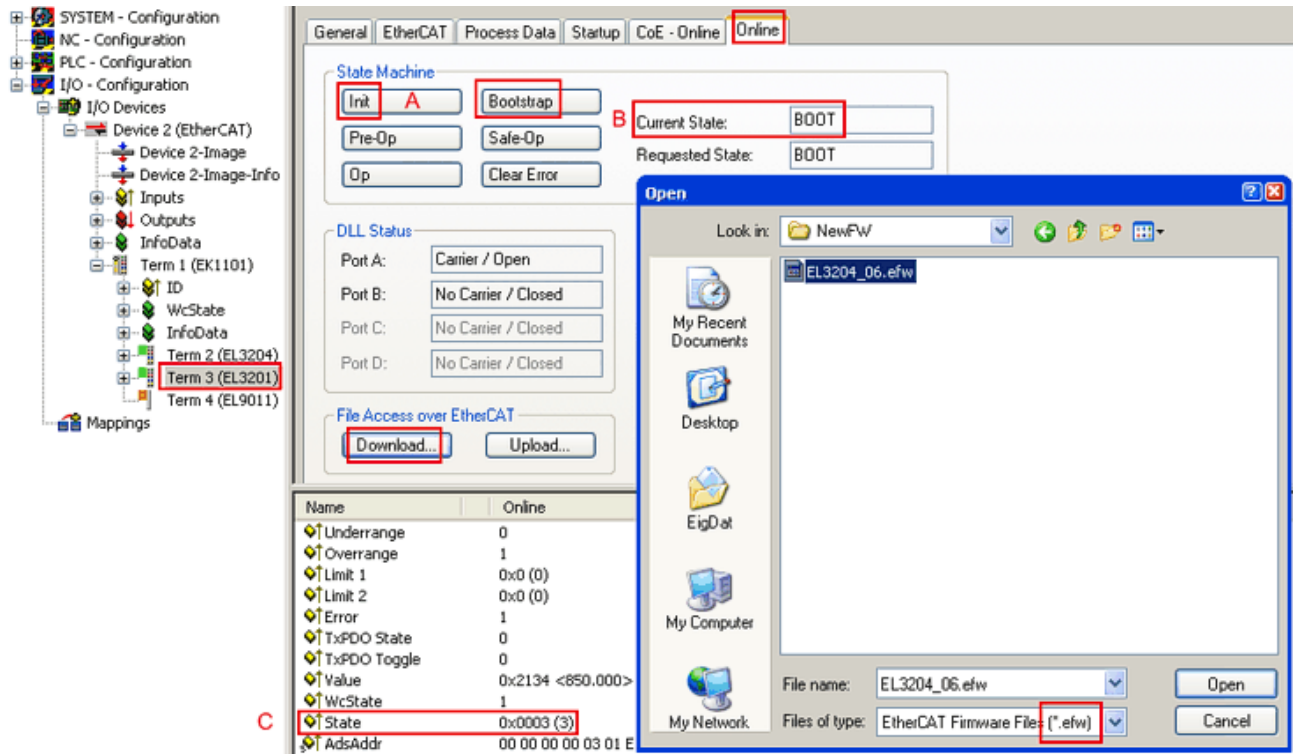
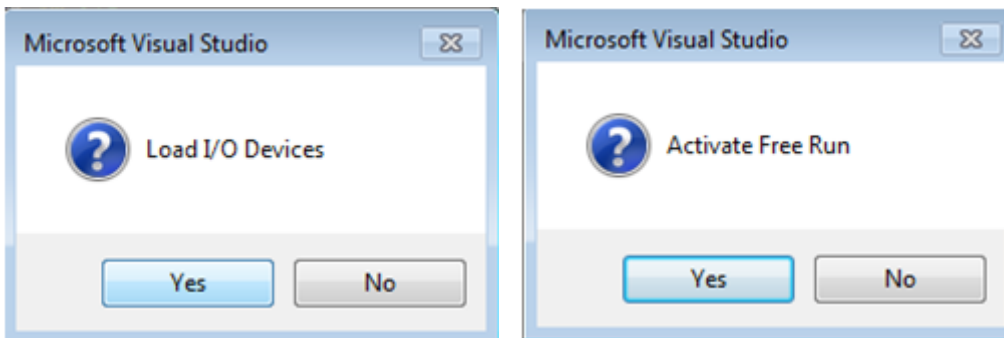


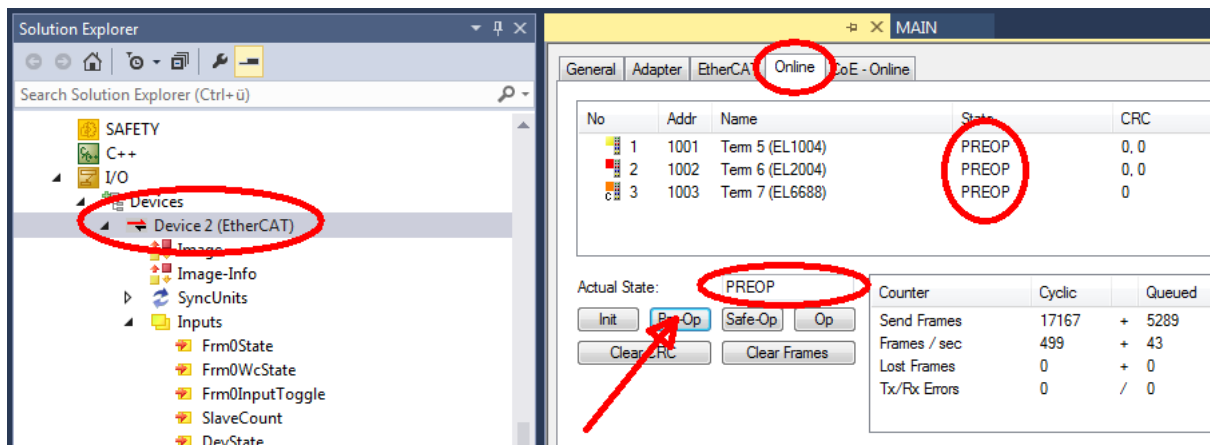
Abb. 188: Firmware Update

Es ist folgender Ablauf einzuhalten, wenn keine anderen Angaben z. B. durch den Beckhoff Support vorliegen. Gültig für TwinCAT 2 und 3 als EtherCAT Master.

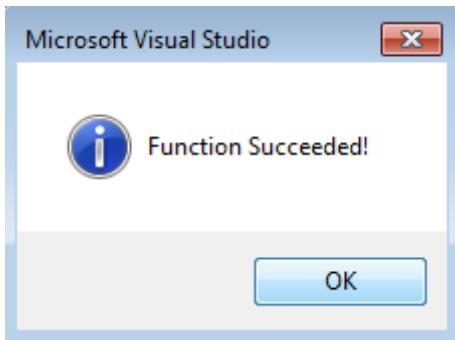
- TwinCAT System in ConfigMode/FreeRun mit Zykluszeit ≥ 1 ms schalten (default sind im ConfigMode 4 ms). Ein FW-Update während Echtzeitbetrieb ist nicht zu empfehlen.



- EtherCAT Master in PreOP schalten



- Slave in INIT schalten (A)
- Slave in BOOTSTRAP schalten
- Kontrolle des aktuellen Status (B, C)
- Download der neuen *efw-Datei, abwarten bis beendet. Ein Passwort wird in der Regel nicht benötigt.



- Nach Beendigung des Download in INIT schalten, dann in PreOP
- Slave kurz stromlos schalten (nicht unter Spannung ziehen!)
- Im CoE 0x100A kontrollieren ob der FW-Stand korrekt übernommen wurde.

7.2.4 FPGA-Firmware *.rbf

Falls ein FPGA-Chip die EtherCAT-Kommunikation übernimmt, kann ggf. mit einer *.rbf-Datei ein Update durchgeführt werden.

- Controller-Firmware für die Aufbereitung der E/A-Signale
- FPGA-Firmware für die EtherCAT-Kommunikation (nur für Klemmen mit FPGA)

Die in der Seriennummer der Klemme enthaltene Firmware-Versionsnummer beinhaltet beide Firmware-Teile. Wenn auch nur eine dieser Firmware-Komponenten verändert wird, dann wird diese Versionsnummer fortgeschrieben.

Versionsbestimmung mit dem System-Manager

Der TwinCAT System-Manager zeigt die Version der FPGA-Firmware an. Klicken Sie hierzu auf die Ethernet-Karte Ihres EtherCAT-Stranges (im Beispiel Gerät 2) und wählen Sie den Karteireiter *Online*.

Die Spalte *Reg:0002* zeigt die Firmware-Version der einzelnen EtherCAT-Geräte in hexadezimaler und dezimaler Darstellung an.

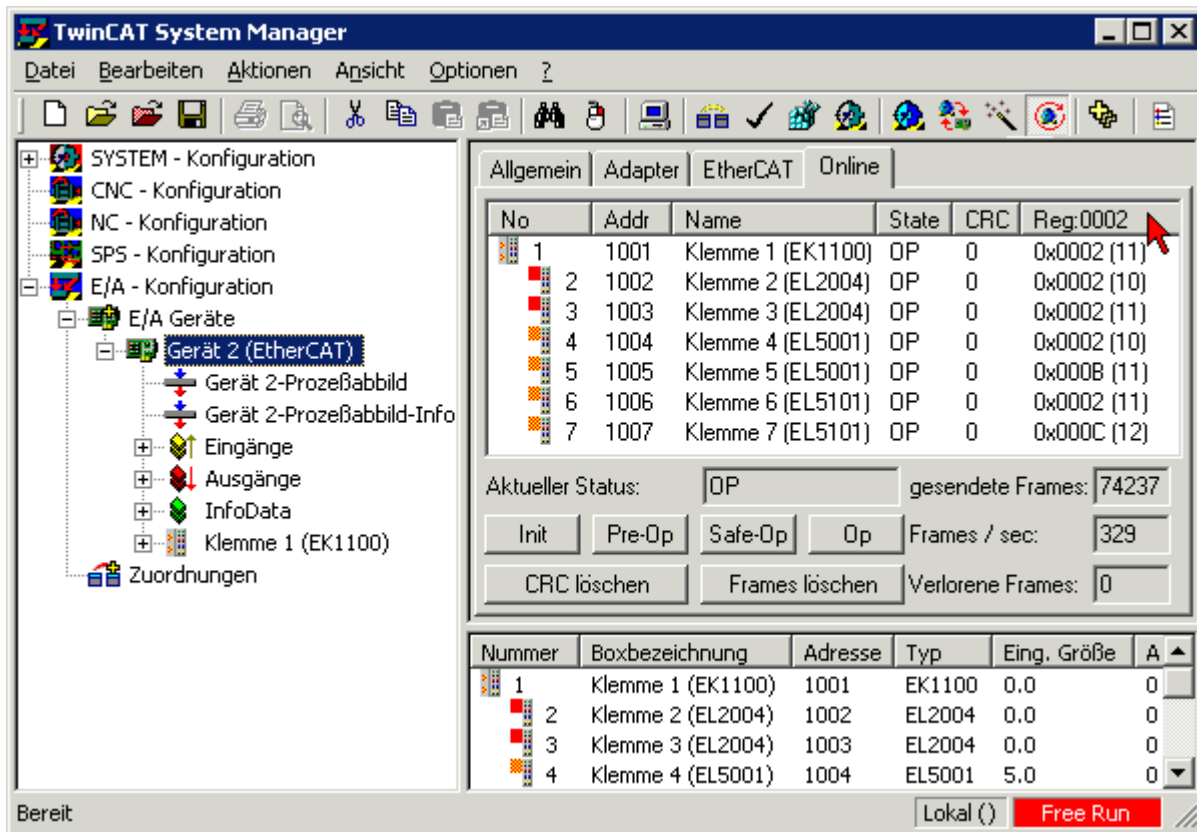
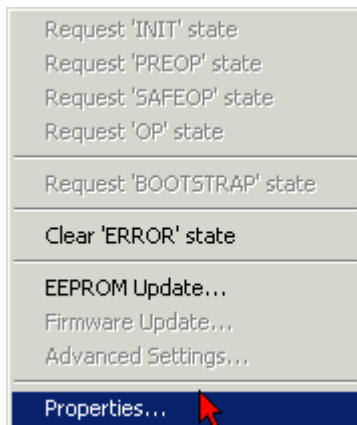


Abb. 189: Versionsbestimmung FPGA-Firmware

Falls die Spalte *Reg:0002* nicht angezeigt wird, klicken sie mit der rechten Maustaste auf den Tabellenkopf und wählen im erscheinenden Kontextmenü, den Menüpunkt *Properties*.

Abb. 190: Kontextmenu *Eigenschaften (Properties)*

In dem folgenden Dialog *Advanced Settings* können Sie festlegen, welche Spalten angezeigt werden sollen. Markieren Sie dort unter *Diagnose/Online Anzeige* das Kontrollkästchen vor *'0002 ETxxxx Build'* um die Anzeige der FPGA-Firmware-Version zu aktivieren.

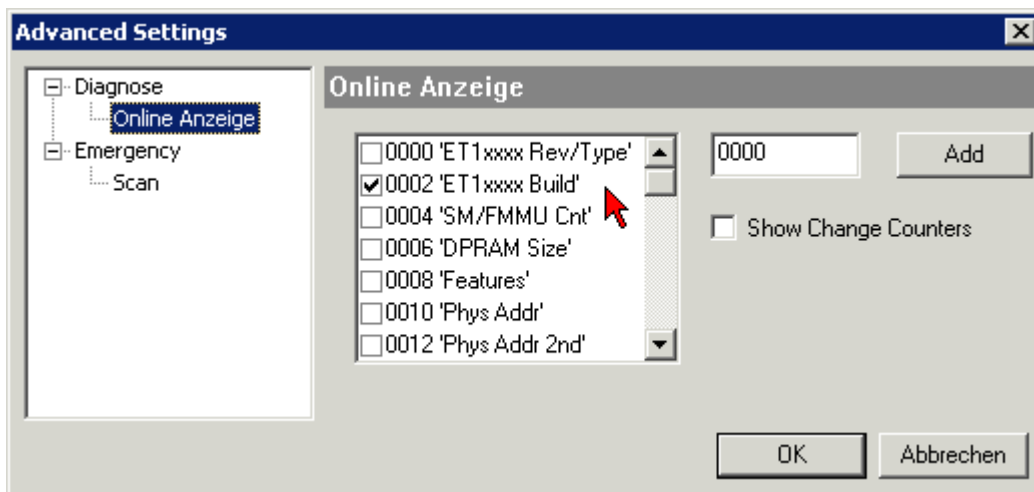


Abb. 191: Dialog *Advanced settings*

Update

Für das Update der FPGA-Firmware

- eines EtherCAT-Kopplers, muss auf diesem Koppler mindestens die FPGA-Firmware-Version 11 vorhanden sein.
- einer E-Bus-Klemme, muss auf dieser Klemme mindestens die FPGA-Firmware-Version 10 vorhanden sein.

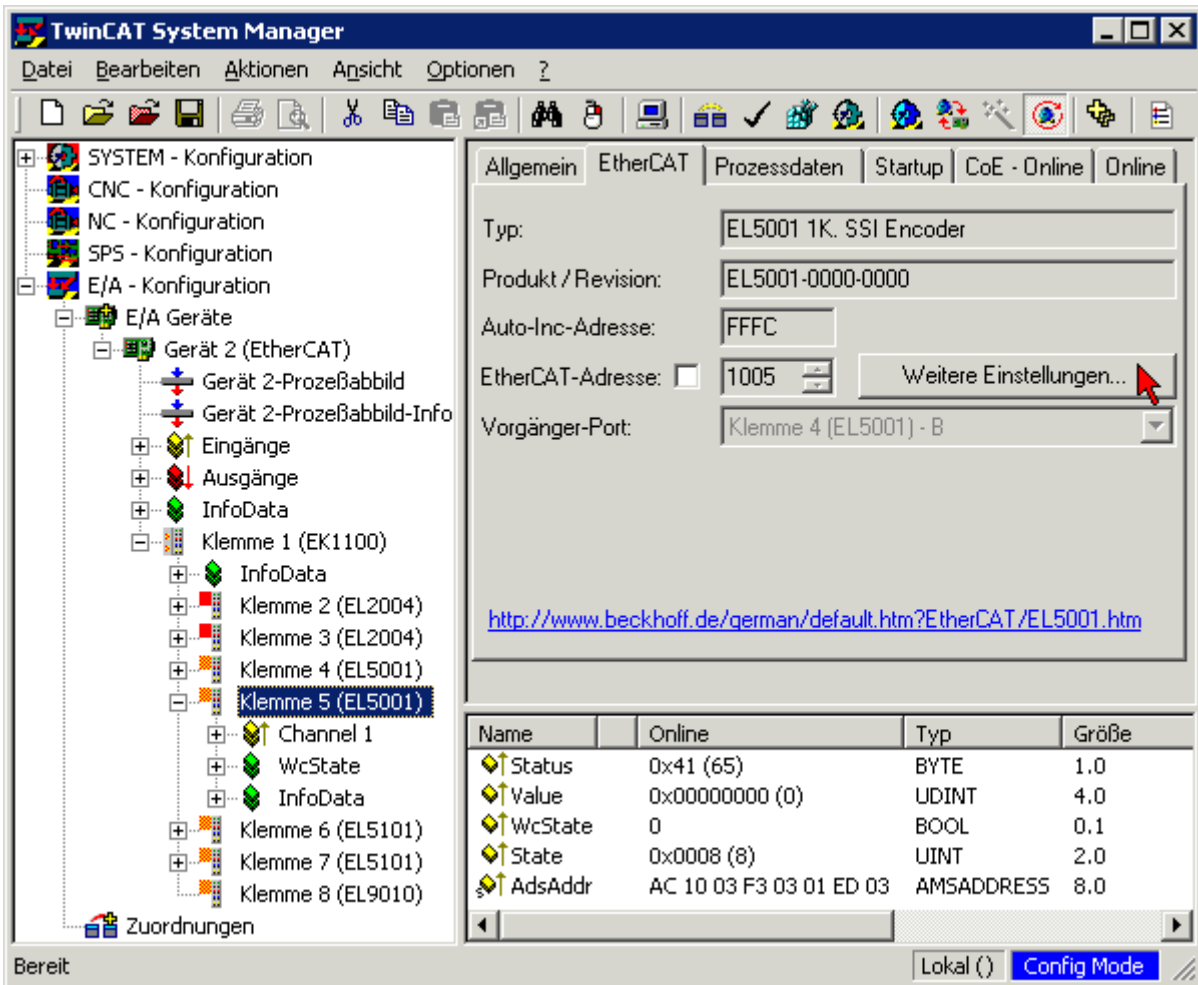
Ältere Firmware-Stände können nur vom Hersteller aktualisiert werden!

Update eines EtherCAT-Geräts

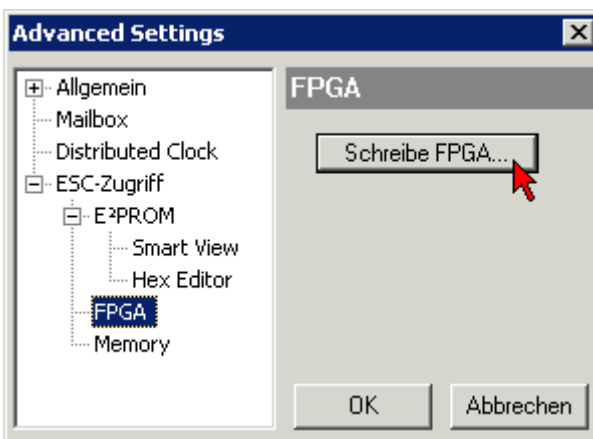
Es ist folgender Ablauf einzuhalten, wenn keine anderen Angaben z. B. durch den Beckhoff Support vorliegen:

- TwinCAT System in ConfigMode/FreeRun mit Zykluszeit ≥ 1 ms schalten (default sind im ConfigMode 4 ms). Ein FW-Update während Echtzeitbetrieb ist nicht zu empfehlen.

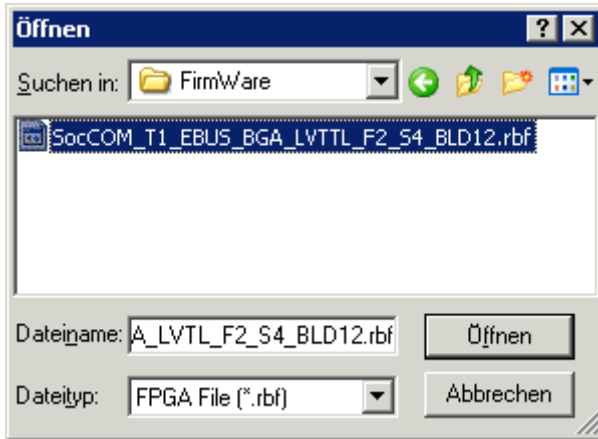
- Wählen Sie im TwinCAT System-Manager die Klemme an, deren FPGA-Firmware Sie aktualisieren möchten (im Beispiel: Klemme 5: EL5001) und klicken Sie auf dem Karteireiter *EtherCAT* auf die Schaltfläche *Weitere Einstellungen*:



- Im folgenden Dialog *Advanced Settings* klicken Sie im Menüpunkt *ESC-Zugriff/E²PROM/FPGA* auf die Schaltfläche *Schreibe FPGA*:



- Wählen Sie die Datei (*.rbf) mit der neuen FPGA-Firmware aus und übertragen Sie diese zum EtherCAT-Gerät:



- Abwarten bis zum Ende des Downloads
- Slave kurz stromlos schalten (nicht unter Spannung ziehen!). Um die neue FPGA-Firmware zu aktivieren ist ein Neustart (Aus- und Wiedereinschalten der Spannungsversorgung) des EtherCAT-Geräts erforderlich
- Kontrolle des neuen FPGA-Standes

HINWEIS

Beschädigung des Gerätes möglich!

Das Herunterladen der Firmware auf ein EtherCAT-Gerät dürfen Sie auf keinen Fall unterbrechen! Wenn Sie diesen Vorgang abbrechen, dabei die Versorgungsspannung ausschalten oder die Ethernet-Verbindung unterbrechen, kann das EtherCAT-Gerät nur vom Hersteller wieder in Betrieb genommen werden!

7.2.5 Gleichzeitiges Update mehrerer EtherCAT-Geräte

Die Firmware von mehreren Geräten kann gleichzeitig aktualisiert werden, ebenso wie die ESI-Beschreibung. Voraussetzung hierfür ist, dass für diese Geräte die gleiche Firmware-Datei/ESI gilt.

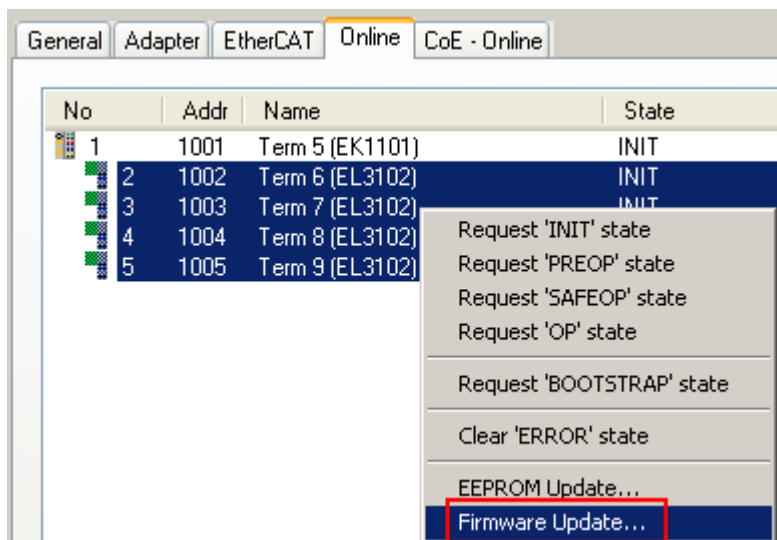


Abb. 192: Mehrfache Selektion und FW-Update

Wählen Sie dazu die betreffenden Slaves aus und führen Sie das Firmware-Update im BOOTSTRAP Modus wie o. a. aus.

7.3 Wiederherstellen des Auslieferungszustandes

Um den Auslieferungszustand (Werkseinstellungen) der Backup-Objekte bei den ELxxxx-Klemmen wiederherzustellen, kann im TwinCAT System Manger (Config-Modus) das CoE-Objekt *Restore default parameters*, Subindex 001 angewählt werden (s. Abb. *Auswahl des PDO, Restore default parameters*)

The screenshot shows the 'CoE - Online' tab in the TwinCAT System Manager. A table lists PDO objects with columns for Index, Name, Flags, and Wert. The object '1011:01 SubIndex 001' is selected, indicated by a red mouse cursor. Below the table is a detailed view of the selected object's parameters.

Index	Name	Flags	Wert
1000	Device type	RO	0x00001389 (5001)
1008	Device name	RO	EL5101
1009	Hardware version	RO	09
100A	Software version	RO	10
1011:0	Restore default parameters	RO	> 1 <
1011:01	SubIndex 001	RW	0x00000000 (0)
1018:0	Identity	RO	> 4 <

Name	Typ	Größe	>Adre...	Ein/Aus	User ID	Verknüpft mit
Status	USINT	1.0	26.0	Eingang	0	
Value	UINT	2.0	27.0	Eingang	0	
Latch	UINT	2.0	29.0	Eingang	0	
WcState	BOOL	0.1	1522.0	Eingang	0	
State	UINT	2.0	1550.0	Eingang	0	
AdsAddr	AMSADDRESS	8.0	1552.0	Eingang	0	
netId	ARRAY [0...]	6.0	1552.0	Finnann	0	

Abb. 193: Auswahl des PDO *Restore default parameters*

Durch Doppelklick auf *SubIndex 001* gelangen Sie in den Set Value -Dialog. Tragen Sie im Feld *Dec* den Wert **1684107116** oder alternativ im Feld *Hex* den Wert **0x64616F6C** ein und bestätigen Sie mit OK (Abb. *Eingabe des Restore-Wertes im Set Value Dialog*).

Alle Backup-Objekte werden so in den Auslieferungszustand zurückgesetzt.

The 'Set Value Dialog' window is shown with the following fields and values:

- Dec: 1684107116
- Hex: 0x64616F6C
- Float: 1684107116
- Bool: 0
- Binär: 6C 6F 61 64
- Bitgröße: 32 (selected)

The 'OK' button is highlighted with a red mouse cursor.

Abb. 194: Eingabe des Restore-Wertes im Set Value Dialog

i Alternativer Restore-Wert

Bei einigen Klemmen älterer Bauart lassen sich die Backup-Objekte mit einem alternativen Restore-Wert umstellen: Dezimalwert: 1819238756, Hexadezimalwert: 0x6C6F6164. Eine falsche Eingabe des Restore-Wertes zeigt keine Wirkung!

7.4 Support und Service

Beckhoff und seine weltweiten Partnerfirmen bieten einen umfassenden Support und Service, der eine schnelle und kompetente Unterstützung bei allen Fragen zu Beckhoff Produkten und Systemlösungen zur Verfügung stellt.

Beckhoff Niederlassungen und Vertretungen

Wenden Sie sich bitte an Ihre Beckhoff Niederlassung oder Ihre Vertretung für den lokalen Support und Service zu Beckhoff Produkten!

Die Adressen der weltweiten Beckhoff Niederlassungen und Vertretungen entnehmen Sie bitte unseren Internetseiten: www.beckhoff.com

Dort finden Sie auch weitere Dokumentationen zu Beckhoff Komponenten.

Support

Der Beckhoff Support bietet Ihnen einen umfangreichen technischen Support, der Sie nicht nur bei dem Einsatz einzelner Beckhoff Produkte, sondern auch bei weiteren umfassenden Dienstleistungen unterstützt:

- Support
- Planung, Programmierung und Inbetriebnahme komplexer Automatisierungssysteme
- umfangreiches Schulungsprogramm für Beckhoff Systemkomponenten

Hotline: +49 5246 963 157
E-Mail: support@beckhoff.com
Internet: www.beckhoff.com/support

Service

Das Beckhoff Service-Center unterstützt Sie rund um den After-Sales-Service:

- Vor-Ort-Service
- Reparaturservice
- Ersatzteilservice
- Hotline-Service

Hotline: +49 5246 963 460
E-Mail: service@beckhoff.com
Internet: www.beckhoff.com/service

Unternehmenszentrale Deutschland

Beckhoff Automation GmbH & Co. KG

Hülshorstweg 20
33415 Verl
Deutschland

Telefon: +49 5246 963 0
E-Mail: info@beckhoff.com
Internet: www.beckhoff.com

Mehr Informationen:
www.beckhoff.de/EL6601

Beckhoff Automation GmbH & Co. KG
Hülshorstweg 20
33415 Verl
Deutschland
Telefon: +49 5246 9630
info@beckhoff.com
www.beckhoff.com

