

EtherNet/IP™

Dokumentation

EL6652-00x0

EtherNet/IP Master/Slave EtherCAT-Klemme

Version: 2.4
Datum: 17.10.2017

BECKHOFF

Inhaltsverzeichnis

1	Vorwort	5
1.1	Hinweise zur Dokumentation	5
1.2	Sicherheitshinweise	6
1.3	Ausgabestände der Dokumentation	7
1.4	Versionsidentifikation von EtherCAT-Geräten	8
2	Produktübersicht	12
2.1	EL6652-0000, EL6652-0010 - Einführung	12
2.2	EL6652-0000, EL6652-0010 - Technische Daten	14
3	Grundlagen der Kommunikation	15
3.1	EtherCAT Grundlagen	15
3.2	EtherCAT-Verkabelung - Drahtgebunden	15
3.3	Allgemeine Hinweise zur Watchdog-Einstellung	16
3.4	EtherCAT State Machine	18
3.5	CoE-Interface	19
3.6	Distributed Clock	25
4	Installation	26
4.1	Hinweise zum ESD-Schutz	26
4.2	Empfohlene Tragschienen	26
4.3	Montage und Demontage - Frontentriegelung oben	26
4.4	Montage von passiven Klemmen	29
4.5	Einbaulagen	30
4.6	UL-Hinweise	31
5	Inbetriebnahme	33
5.1	TwinCAT Quickstart	33
5.1.1	TwinCAT 2	35
5.1.2	TwinCAT 3	45
5.2	TwinCAT Entwicklungsumgebung	56
5.2.1	Installation TwinCAT Realtime Treiber	57
5.2.2	Hinweise ESI-Gerätebeschreibung	62
5.2.3	TwinCAT ESI Updater	66
5.2.4	Unterscheidung Online/Offline	66
5.2.5	OFFLINE Konfigurationserstellung	67
5.2.6	ONLINE Konfigurationserstellung	72
5.2.7	EtherCAT Teilnehmerkonfiguration	80
5.3	Grundlagen zur Funktion	91
5.4	EtherNet/IP Setting verändern	92
5.5	EL6652-0000 Master (Scanner)	94
5.5.1	EL6652-0000 - Konfiguration	94
5.5.2	EL6652-0000 - Konfigurations-Parameter	101
5.5.3	EL6652-0000 - EDS-Datei	102
5.6	EL6652-0010 Slave	108
5.6.1	EL6652-0010 - Konfiguration	108
5.6.2	EL6652-0010 - Konfigurations-Parameter	114
5.6.3	Master (Scanner) Konfiguration	115
6	Konfiguration mit dem TwinCAT System Manager	120
6.1	Objektbeschreibung und Parametrierung	120

7 Diagnose	125
7.1 EL6652-0010 - LEDs	125
7.2 EL6652-0000, EL6652-0010 - Diagnose History	127
8 Anhang	129
8.1 Firmware Update EL/ES/EM/EPxxxx.....	129
8.1.1 Gerätebeschreibung ESI-File/XML	130
8.1.2 Erläuterungen zur Firmware.....	133
8.1.3 Update Controller-Firmware *.efw	134
8.1.4 FPGA-Firmware *.rbf.....	135
8.1.5 Gleichzeitiges Update mehrerer EtherCAT-Geräte	139
8.2 Firmware Kompatibilität	140
8.3 Wiederherstellen des Auslieferungszustandes	140
8.4 Support und Service	142

1 Vorwort

1.1 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®, EtherCAT®, Safety over EtherCAT®, TwinSAFE®, XFC® und XTS® 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, DE102004044764, DE102007017835 mit den entsprechenden Anmeldungen und Eintragungen in verschiedenen anderen Ländern.

Die TwinCAT-Technologie ist patentrechtlich geschützt, insbesondere durch folgende Anmeldungen und Patente: EP0851348, US6167425 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.

1.2 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 Symbole

In der vorliegenden Dokumentation werden die folgenden Symbole mit einem nebenstehenden Sicherheitshinweis oder Hinweistext verwendet. Die Sicherheitshinweise sind aufmerksam zu lesen und unbedingt zu befolgen!

 GEFAHR	Akute Verletzungsgefahr! Wenn der Sicherheitshinweis neben diesem Symbol nicht beachtet wird, besteht unmittelbare Gefahr für Leben und Gesundheit von Personen!
 WARNUNG	Verletzungsgefahr! Wenn der Sicherheitshinweis neben diesem Symbol nicht beachtet wird, besteht Gefahr für Leben und Gesundheit von Personen!
 VORSICHT	Schädigung von Personen! Wenn der Sicherheitshinweis neben diesem Symbol nicht beachtet wird, können Personen geschädigt werden!
 Achtung	Schädigung von Umwelt oder Geräten Wenn der Hinweis neben diesem Symbol nicht beachtet wird, können Umwelt oder Geräte geschädigt werden.
 Hinweis	Tipp oder Fingerzeig Dieses Symbol kennzeichnet Informationen, die zum besseren Verständnis beitragen.

1.3 Ausgabestände der Dokumentation

Version	Kommentar
2.4	<ul style="list-style-type: none">• Update Kapitel "EtherNet/IP Setting verändern"• Update Revisionsstatus• Strukturupdate
2.3	<ul style="list-style-type: none">• Update Kapitel "Technische Daten"• Hinweis zum ESD-Schutz eingefügt• Kapitel "UL-Hinweis" eingefügt
2.2	<ul style="list-style-type: none">• Update Kapitel "Hinweise zur Dokumentation"• Update Technische Daten• Update Kapitel "TwinCAT 2.1x" -> Kapitel "TwinCAT Entwicklungsumgebung" und Kapitel "TwinCAT Quick Start"• Update Revisionsstand
2.1	<ul style="list-style-type: none">• Update Technische Daten
2.0	<ul style="list-style-type: none">• Ergänzungen & Korrekturen, Veröffentlichung
1.0.1	<ul style="list-style-type: none">• Ergänzungen & Korrekturen
1.0	<ul style="list-style-type: none">• Ergänzungen
0.1	<ul style="list-style-type: none">• Vorläufige Dokumentation für EL6652

1.4 Versionsidentifikation von EtherCAT-Geräten

Bezeichnung

Ein Beckhoff EtherCAT-Gerät verfügt über eine 14stellige technische Bezeichnung, die sich zusammensetzt 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.

Identifizierungsnummer

Beckhoff EtherCAT Geräte der verschiedenen Linien verfügen über verschiedene Arten von Identifizierungsnummern:

Produktionslos/Chargennummer/Batch-Nummer/Seriennummer/Date Code/D-Nummer

Als Seriennummer 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

Ser. Nr.: 12063A02: 12 - Produktionswoche 12 06 - Produktionsjahr 2006 3A - Firmware-Stand 3A 02 - Hardware-Stand 02

Ausnahmen können im **IP67-Bereich** auftreten, dort kann folgende Syntax verwendet werden (siehe jeweilige Gerätedokumentation):

Syntax: D ww yy x y z u

D - Vorsatzbezeichnung
ww - Kalenderwoche
yy - Jahr
x - Firmware-Stand der Busplatine
y - Hardware-Stand der Busplatine
z - Firmware-Stand der E/A-Platine
u - Hardware-Stand der E/A-Platine

Beispiel: D.22081501 Kalenderwoche 22 des Jahres 2008 Firmware-Stand Busplatine: 1 Hardware Stand Busplatine: 5 Firmware-Stand E/A-Platine: 0 (keine Firmware für diese Platine notwendig) Hardware-Stand E/A-Platine: 1

Eindeutige Seriennummer/ID, ID-Nummer

Darüber hinaus verfügt in einigen Serien jedes einzelne Modul über eine eindeutige Seriennummer.

Siehe dazu auch weiterführende Dokumentation im Bereich

- IP67: [EtherCAT Box](#)
- Safety: [TwinSafe](#)
- Klemmen mit Werkskalibrierzertifikat und andere Messtechnische Klemmen

Beispiele für Kennzeichnungen



Abb. 1: EL5021 EL-Klemme, Standard IP20-IO-Gerät mit Chargennummer und Revisionskennzeichnung (seit 2014/01)



Abb. 2: EK1100 EtherCAT Koppler, Standard IP20-IO-Gerät mit Chargennummer



Abb. 3: CU2016 Switch mit Chargennummer

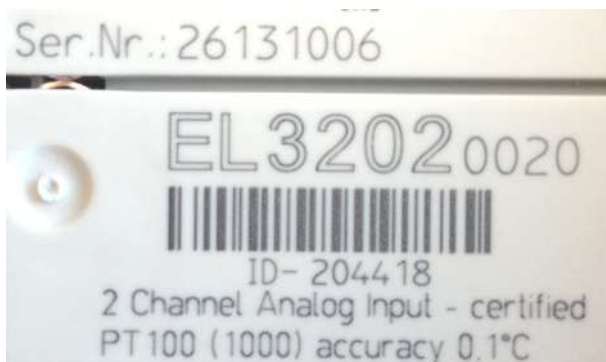


Abb. 4: EL3202-0020 mit Chargennummern 26131006 und eindeutiger ID-Nummer 204418

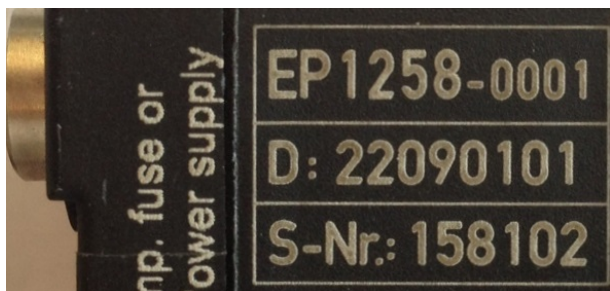


Abb. 5: EP1258-00001 IP67 EtherCAT Box mit Chargennummer 22090101 und eindeutiger Seriennummer 158102



Abb. 6: EP1908-0002 IP67 EtherCAT Safety Box mit Chargennummer 071201FF und eindeutiger Seriennummer 00346070

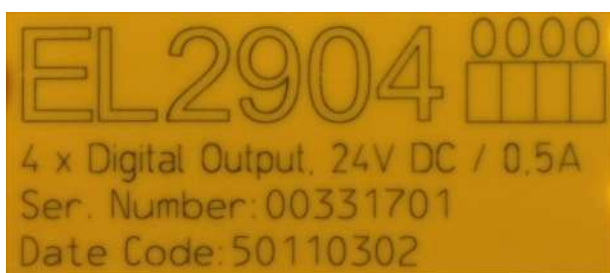


Abb. 7: EL2904 IP20 Safety Klemme mit Chargennummer/DateCode 50110302 und eindeutiger Seriennummer 00331701



Abb. 8: ELM3604-0002 Klemme mit ID-Nummer (QR Code) 100001051 und eindeutiger Seriennummer 44160201

2 Produktübersicht

2.1 EL6652-0000, EL6652-0010 - Einführung

Ethernet/IP Master

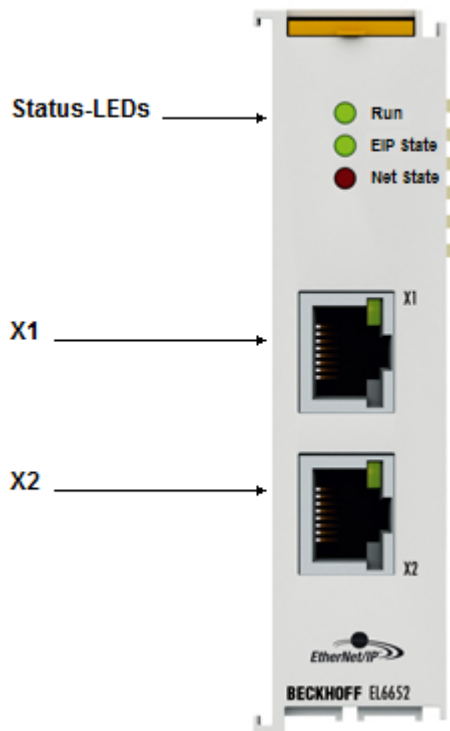


Abb. 9: EL6652-0000

Die EtherNet/IP-Master-Klemme EL6652 verfügt über einen geschalteten 2-Port-Ethernet-Anschluss und kann somit in einer Linie mit weiteren Ethernet/IP-Knoten betrieben werden. Die Konfiguration der Prozessdaten erfolgt über einen EtherCAT-Master und erlaubt verschiedene Prozessdaten und verschiedene Größen. Die EL6652 unterstützt Multicast- sowie Unicast-Verbindungen. Es können bis zu 16 einfache EtherNet/IP-Slave-Geräte ohne Konfigurationsdaten über einen "Generic Node" eingebunden werden. Der Import von EDS-Dateien wird nicht unterstützt (siehe dazu EDS-Datei [► 102]). Die Prozessdatengröße beträgt in beide Richtungen (Input und Output) maximal 1 kByte.

Quick-Links

- [EtherCAT Funktionsgrundlagen](#)
- [Konfiguration \[► 94\]](#)
- [Parameter \[► 101\]](#)
- [Objektbeschreibung und Parametrierung \[► 120\]](#)

Ethernet/IP Slave

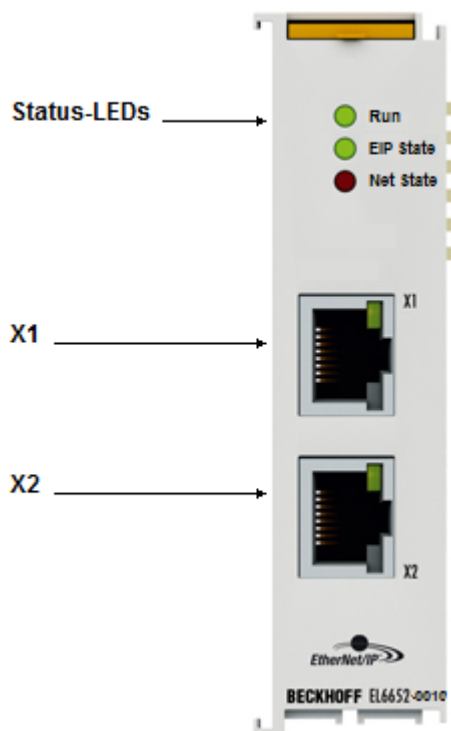


Abb. 10: EL6652-0010

Die EtherNet/IP-Slave-Klemme ermöglicht den Datenaustausch zu einem EtherNet/IP-Scanner oder Master. Es wird sowohl Multicast wie auch Unicast unterstützt. Die Klemme kann sich wie zwei EtherNet/IP-Slave-Geräte zu verhalten. Der zweite Slave ist ein virtueller Slave. Dies ermöglicht es Ihnen zwei Master oder einem Master mit zwei Slaves zu verbinden um zum Beispiel mehr Daten zu transportieren oder mit unterschiedlichen Pollzeiten auf dem Master zu fahren. Die Prozessdatengröße beträgt in beide Richtungen (Input und Output) maximal 1 kByte.

Quick-Links

- [EtherCAT Funktionsgrundlagen](#)
- [Konfiguration \[► 108\]](#)
- [Parameter \[► 114\]](#)
- [Objektbeschreibung und Parametrierung \[► 120\]](#)

2.2 EL6652-0000, EL6652-0010 - Technische Daten

Technische Daten	EL6652	EL6652-0010
Beschreibung	Master (Scanner)	Slave
Anzahl der möglich Slave Geräte	16 Slaves	-
Anzahl der Ports/Kanäle	2 (geswitcht)	
Ethernet Interface	100 MB Ethernet mit 2 x RJ45	
Datenbreite	max. 1 kByte Eingangs- und 1 kByte Ausgangsdaten	
Leitungslänge	bis 100 m Twisted-Pair	
Hardwarediagnose	Status-LEDs	
Gehäuse	24 mm Gehäuse	
Spannungsversorgung für Elektronik	über den E-Bus	
Stromaufnahme aus dem E-Bus	typ. 400 mA	
Potenzialtrennung	500 V (E-Bus/Ethernet)	
Konfiguration	über TwinCAT System Manager - ab TwinCAT 2.11 Build 2248 - ab TwinCAT 3.1 Build 4018.5	
Gewicht	ca. 75 g	
zulässige relative Luftfeuchtigkeit	95%, keine Betauung	
Abmessungen (B x H x T)	ca. 24 mm x 100 mm x 70 mm	
Montage [► 26]	auf 35 mm Tragschiene nach EN 60715	
Vibrations- / Schockfestigkeit	gemäß EN 60068-2-6 / EN 60068-2-27	
zulässiger Umgebungstemperaturbereich bei Betrieb	- 0°C ... +55°C (angereicht in waagerechter Einbaulage [► 30]) - 0°C ... +45°C (alle anderen Einbaulagen [► 30])	
zulässiger Umgebungstemperaturbereich bei Lagerung	-25°C ... + 85°C	
Schutzart	IP20	
Einbaulage	variabel, siehe Hinweis [► 30]!	
Zulassung	CE cULus [► 31]	

3 Grundlagen der Kommunikation

3.1 EtherCAT Grundlagen

Grundlagen zum EtherCAT Feldbus entnehmen Sie bitte der Dokumentation [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.



Hinweis

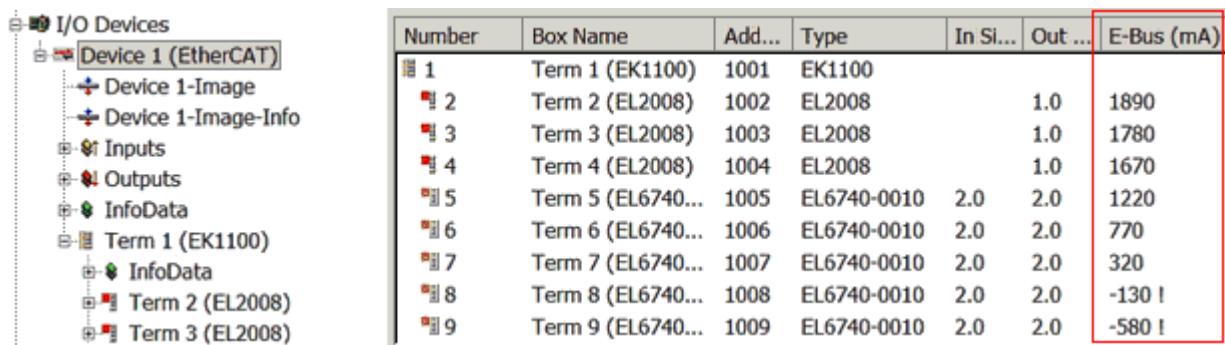
Empfohlene Kabel

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, i.d.R. 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 Systemmanager 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.



The screenshot shows the 'I/O Devices' tree on the left with 'Device 1 (EtherCAT)' expanded. The main table lists terminal data for 9 terms. The 'E-Bus (mA)' column is highlighted with a red box.

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 (EL6740-0010)	1005	EL6740-0010	2.0	2.0	1220
6	Term 6 (EL6740-0010)	1006	EL6740-0010	2.0	2.0	770
7	Term 7 (EL6740-0010)	1007	EL6740-0010	2.0	2.0	320
8	Term 8 (EL6740-0010)	1008	EL6740-0010	2.0	2.0	-130 I
9	Term 9 (EL6740-0010)	1009	EL6740-0010	2.0	2.0	-580 I

Abb. 11: Systemmanager Stromberechnung

**Achtung****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 in einen sicheren Zustand schaltet, in Abhängigkeit vom Gerät und Einstellung z.B. auf AUS.

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

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

SM-Watchdog (SyncManagerWatchdog)

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 und setzt die Ausgänge auf FALSE. Der OP-Status der Klemme bleibt davon unberührt. Der Watchdog wird erst wieder durch einen erfolgreichen EtherCAT-Prozessdatenzugriff zurückgesetzt. Die Überwachungszeit ist nach u.g. Verfahren einzustellen.

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

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.

Die Einstellungen für SM- und PDI-Watchdog sind im TwinCAT Systemmanager für jeden Slave gesondert vorzunehmen:

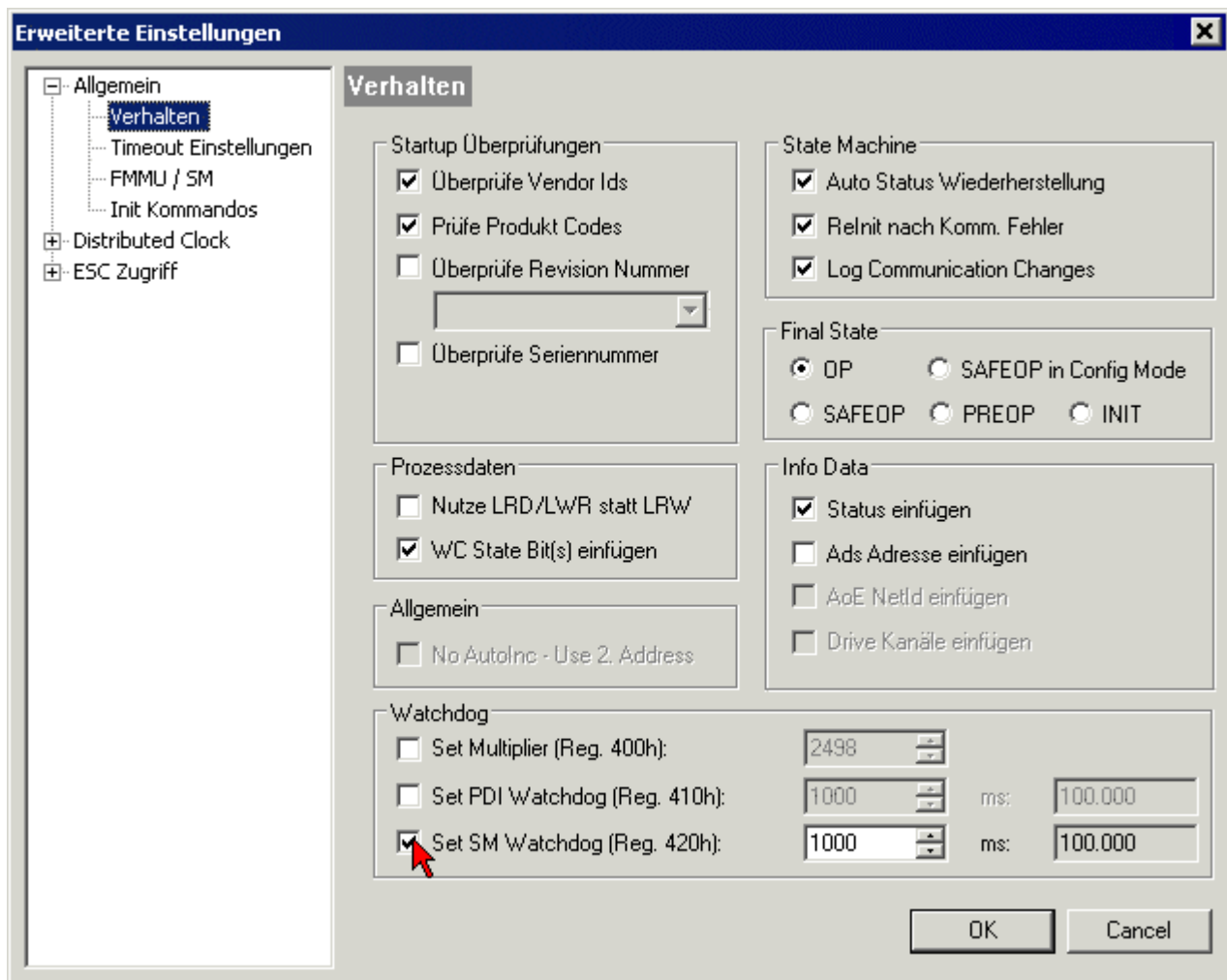


Abb. 12: Karteireiter EtherCAT -> Erweiterte Einstellungen -> Verhalten --> Watchdog

Anmerkungen:

- der Multiplier ist für beide Watchdogs gültig.
- jeder Watchdog hat dann noch eine eigene Timereinstellung, die zusammen mit dem Multiplier eine resultierende Zeit ergibt.
- Wichtig: die Multiplier/Timer-Einstellung wird nur beim 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.

Multiplier

Beide Watchdogs erhalten ihre Impulse aus dem lokalen Klemmentakt, geteilt durch den Watchdog-Multiplier:

$$1/25 \text{ MHz} * (\text{Watchdog-Multiplier} + 2) = 100 \text{ } \mu\text{s} \text{ (bei Standard-Einstellung 2498 für den Multiplier)}$$

Die Standard Einstellung 1000 für den SM-Watchdog entspricht einer Auslösezeit von 100 ms.

Der Wert in Multiplier + 2 entspricht der Anzahl 40ns-Basisticks, die einen Watchdog-Tick darstellen. Der Multiplier kann verändert werden, um die Watchdog-Zeit in einem größeren Bereich zu verstellen.

Beispiel "Set SM-Watchdog"



Die Checkbox erlaubt eine manuelle Einstellung der Watchdog-Zeiten. Sind die Ausgänge gesetzt und tritt eine EtherCAT-Kommunikationsunterbrechung auf, löst der SM-Watchdog nach der eingestellten Zeit ein Löschen der Ausgänge aus. Diese Einstellung kann dazu verwendet werden, um eine Klemme an langsame

EtherCAT-Master oder sehr lange Zykluszeiten anzupassen. Der Standardwert des SM-Watchdog ist auf 100 ms eingestellt. Der Einstellbereich umfasst 0..65535. Zusammen mit einem Multiplier in einem Bereich von 1..65535 deckt dies einen Watchdog-Zeitraum von 0..~170 Sekunden ab.

Berechnung

Multiplier = 2498 → Watchdog-Basiszeit = $1 / 25 \text{ MHz} * (2498 + 2) = 0,0001 \text{ Sekunden} = 100 \mu\text{s}$

SM Watchdog = 10000 → $10000 * 100 \mu\text{s} = 1 \text{ Sekunde Watchdog-Überwachungszeit}$

 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.

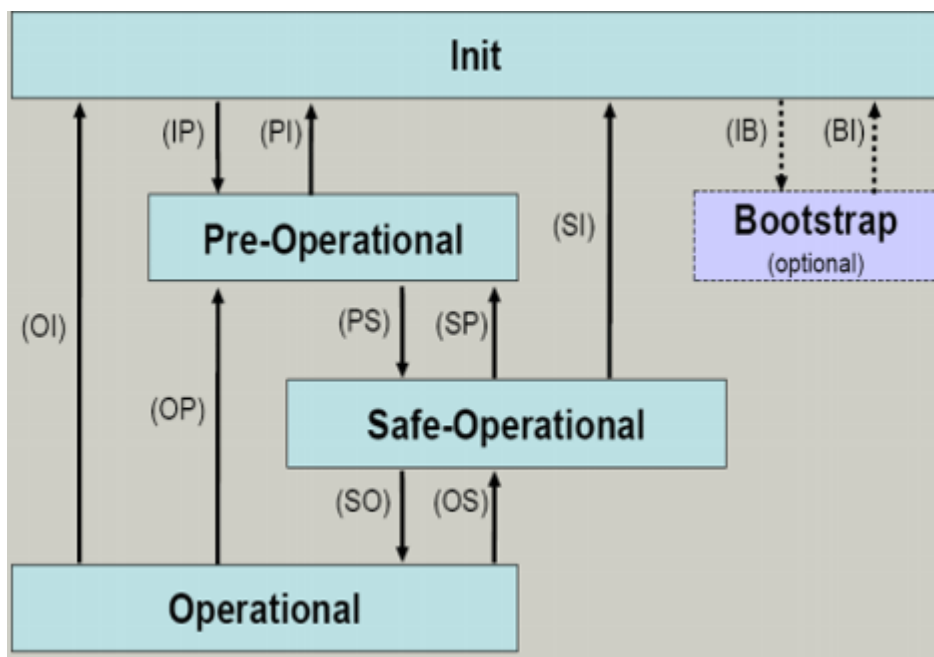


Abb. 13: Zustände der EtherCAT State Machine

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.



Hinweis

Ausgänge im SAFEOP

Die standardmäßig aktivierte Watchdogüberwachung [► 16] 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 (CANopen-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, Geräteiname, Abgleichwerte für analoge Messung oder Passwörter.

Die Ordnung erfolgt in 2 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 hexidezimalen 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)



Hinweis

Verfügbarkeit

Nicht jedes EtherCAT Gerät muss über ein CoE-Verzeichnis verfügen. Einfache I/O-Module ohne eigenen Prozessor verfügen i.d.R. 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:

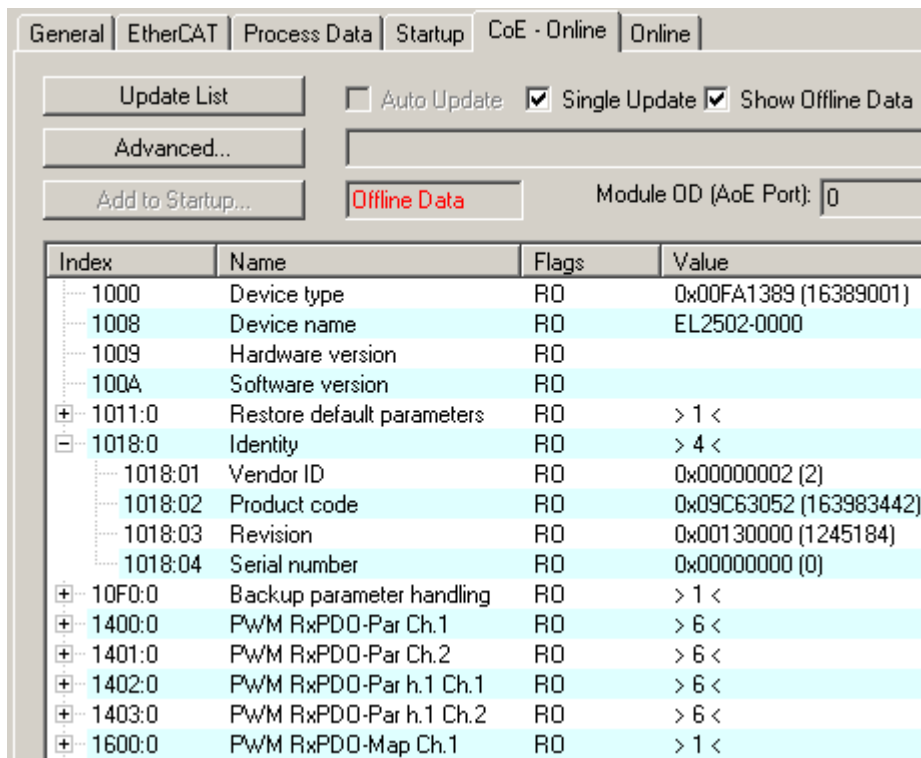


Abb. 14: Karteireiter "CoE-Online"

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

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.

**Hinweis****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 (Re-power) 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 Lebensdauergrenze 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. Lebensdauergrenze nicht zulässig.

**Hinweis****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 parametrieren.

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 Systemmanager 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.

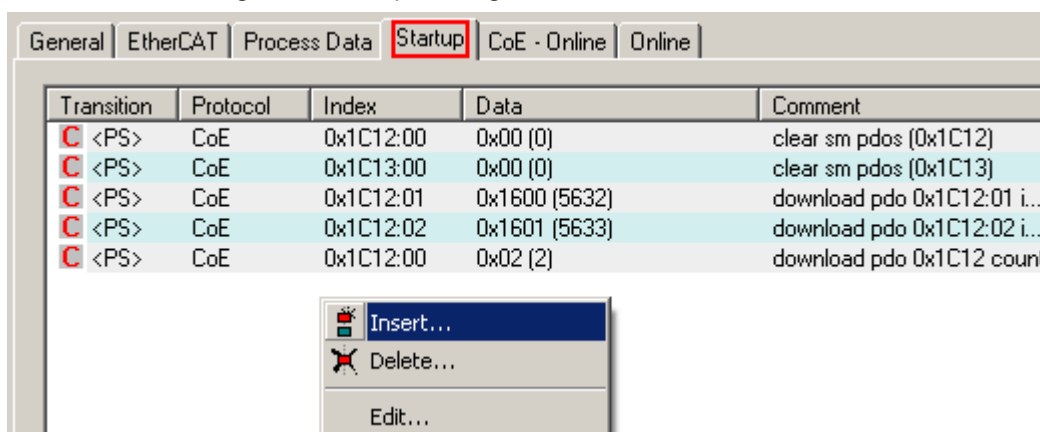


Abb. 15: StartUp-Liste im TwinCAT System Manager

In der StartUp-Liste können bereits Werte enthalten sein, die vom Systemmanager 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

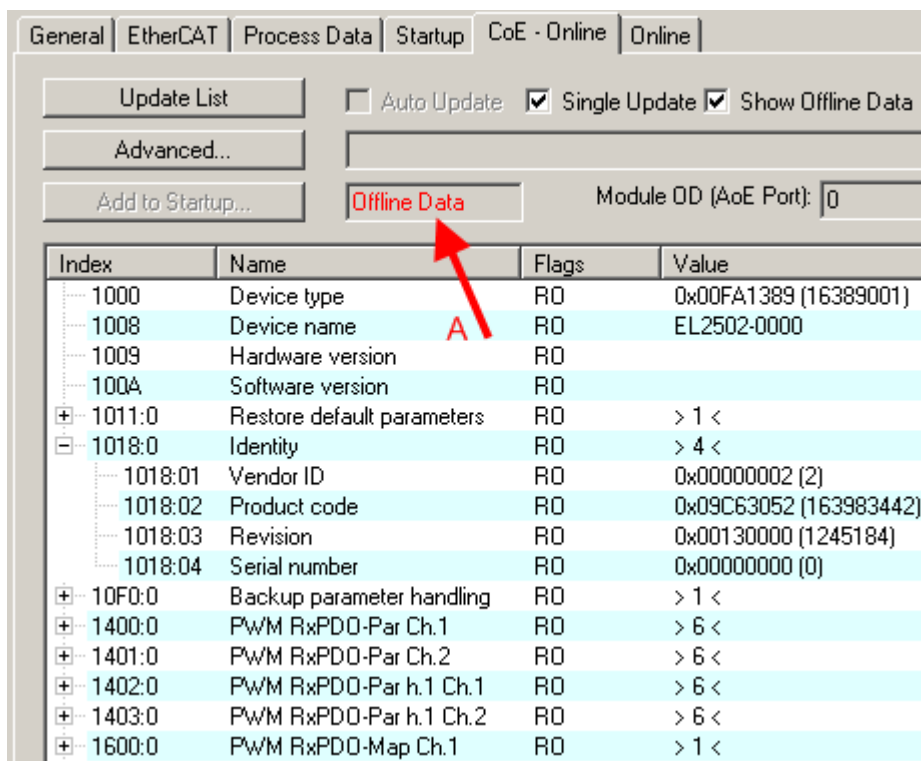


Abb. 16: Offline-Verzeichnis

- 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

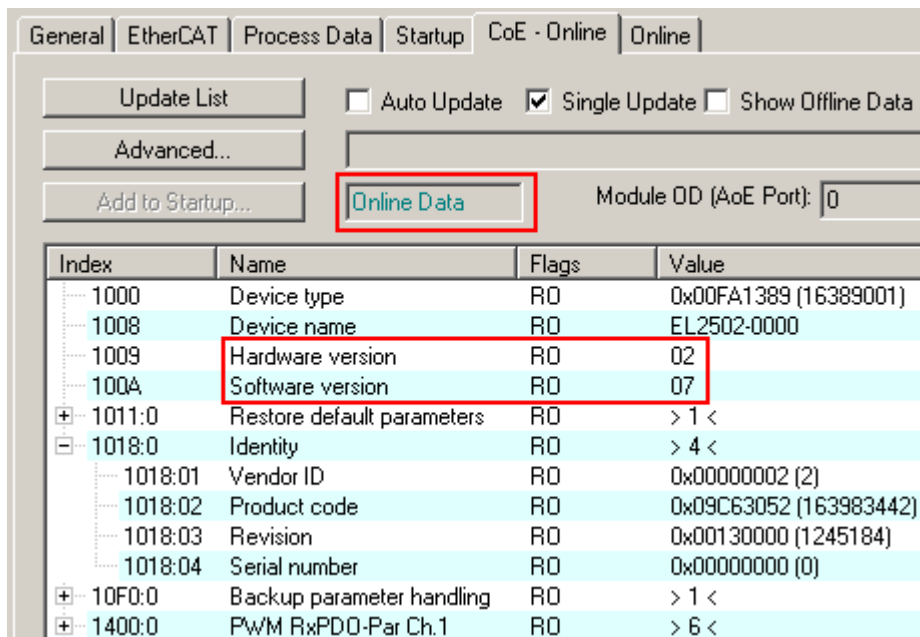


Abb. 17: Online-Verzeichnis

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 4 logische Kanäle und damit 4 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 Installation

4.1 Hinweise zum ESD-Schutz



Achtung

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.
- a) Vermeiden Sie den Kontakt mit hoch isolierenden Stoffen (Kunstfaser, Kunststofffolien etc.)
- b) Beim Umgang mit den Komponenten ist auf gute Erdung der Umgebung zu achten (Arbeitsplatz, Verpackung und Personen)
- c) Jede Busstation muss auf der rechten Seite mit der Endkappe EL9011 abgeschlossen werden, um Schutzart und ESD-Schutz sicher zu stellen.

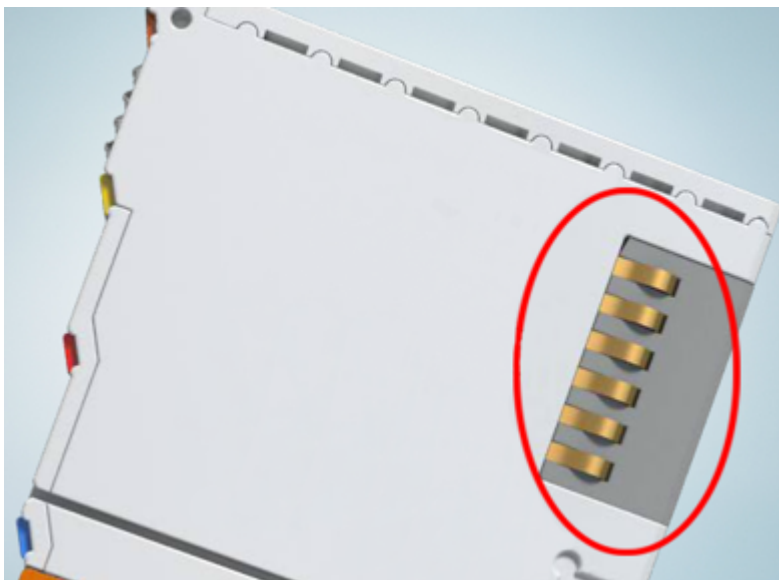


Abb. 18: Federkontakte der Beckhoff I/O-Komponenten

4.2 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



Hinweis

Materialstärke der Tragschiene beachten

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)!

4.3 Montage und Demontage - Frontriegelung oben

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



Hinweis

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.



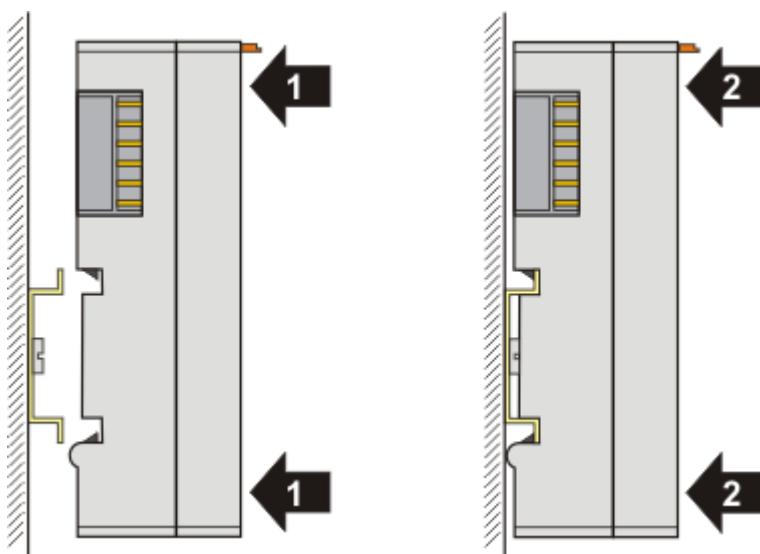
WARNUNG

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

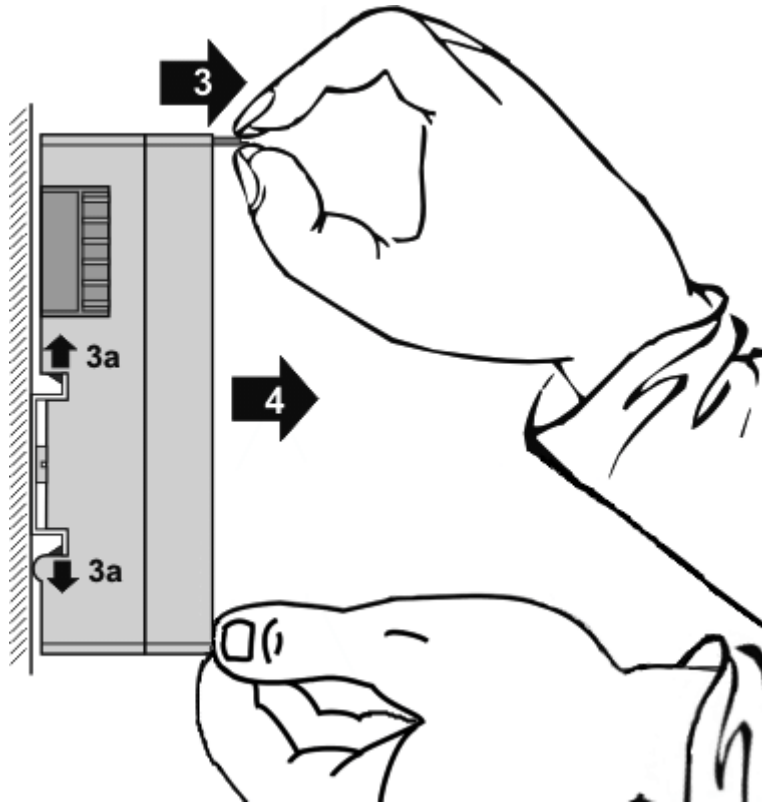


und drücken Sie (1) das Klemmenmodul gegen die Tragschiene, bis es auf der Tragschiene einrastet (2).

- 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

4.4 Montage von passiven Klemmen



Hinweis

Hinweis zur Montage von Passiven Klemmen

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 2 passive Klemmen direkt aneinander gereiht werden!

Beispiele für Montage von passiven Klemmen (hell eingefärbt)

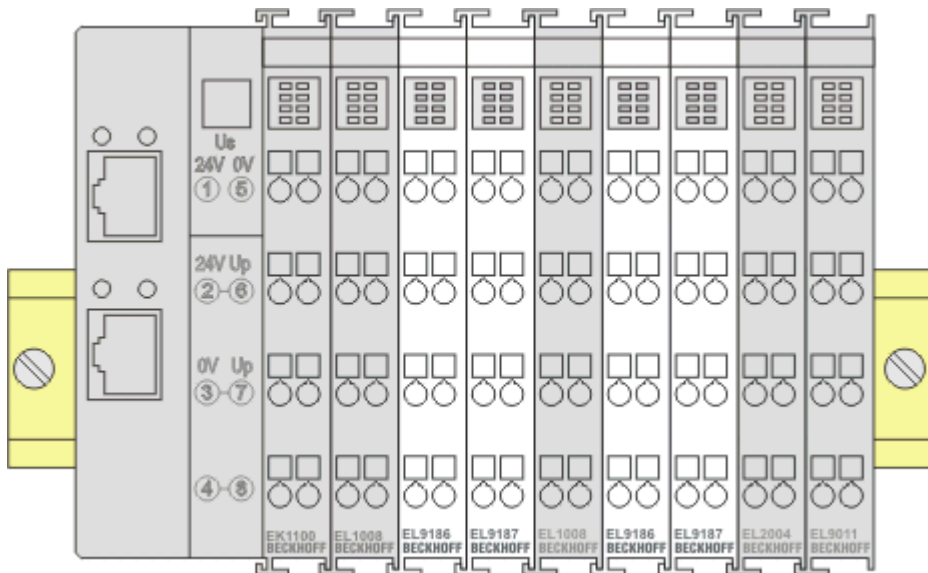


Abb. 19: Korrekte Konfiguration

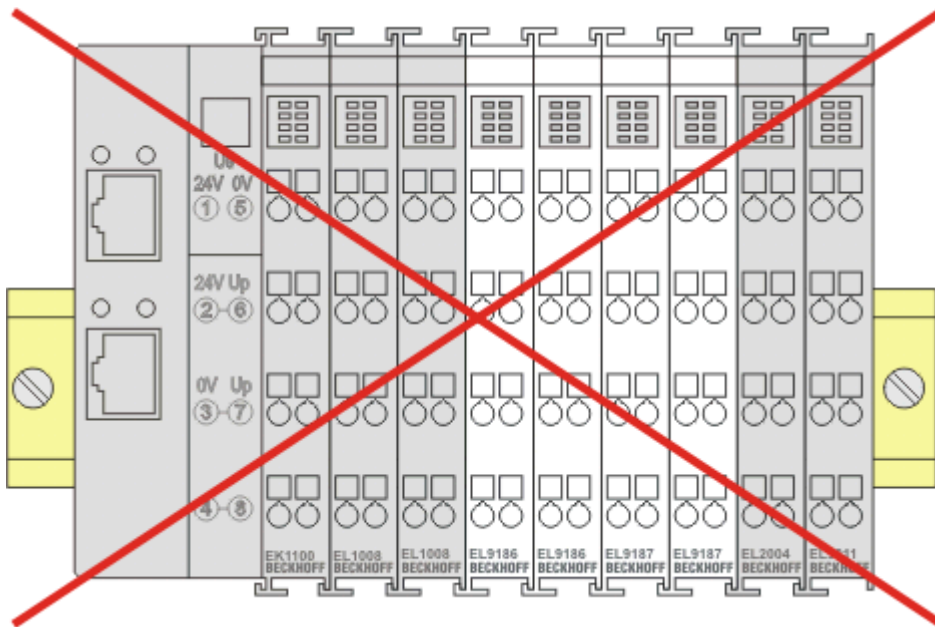


Abb. 20: Inkorrekte Konfiguration

4.5 Einbautagen



Achtung

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.

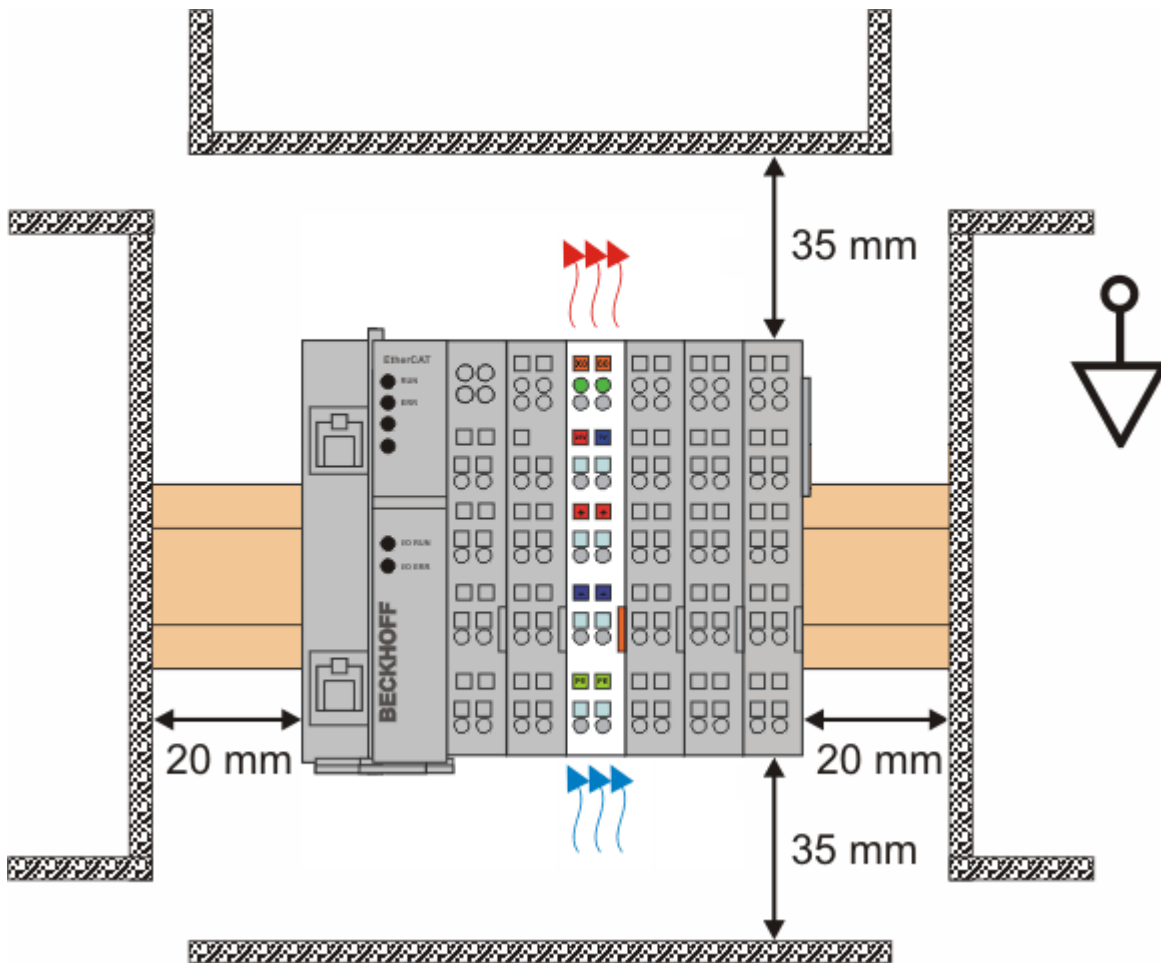


Abb. 21: Empfohlene Abstände bei Standard Einbaulage

Die Einhaltung der Abstände nach Abb. „Empfohlene Abstände bei Standard Einbaulage“ wird empfohlen.

Weitere Einbautagen

Alle anderen Einbautagen zeichnen sich durch davon abweichende räumliche Lage der Tragschiene aus, s. Abb. „Weitere Einbautagen“.

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

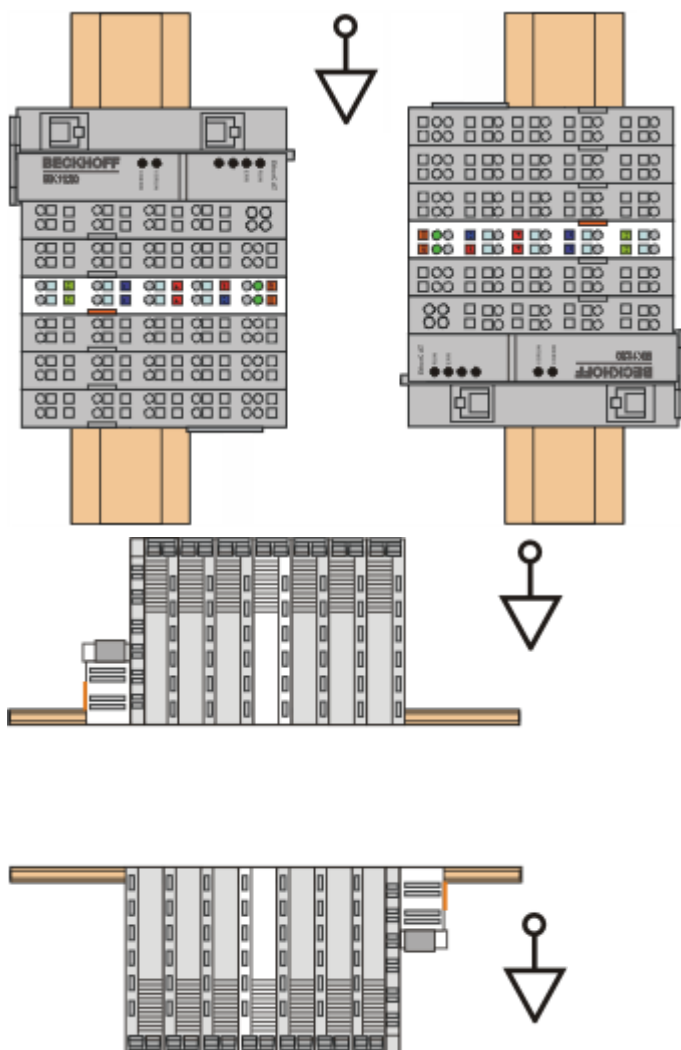


Abb. 22: Weitere Einbaulagen

4.6 UL-Hinweise

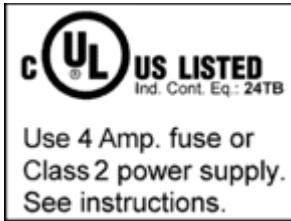
	Application The modules are intended for use with Beckhoff's UL Listed EtherCAT System only.
	Examination For cULus examination, the Beckhoff I/O System has only been investigated for risk of fire and electrical shock (in accordance with UL508 and CSA C22.2 No. 142).
	For devices with Ethernet connectors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

Im Beckhoff EtherCAT Produktbereich sind je nach Komponente zwei UL-Zertifikate anzutreffen:

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



2. UL-Zertifikation nach UL508 mit eingeschränkter Leistungsaufnahme. Die Stromaufnahme durch das Gerät wird begrenzt auf eine max. mögliche Stromaufnahme von 4 A. Solcherart zertifizierte Geräte sind gekennzeichnet durch das Zeichen



Annähernd alle aktuellen EtherCAT Produkte (Stand 2010/05) sind uneingeschränkt UL zertifiziert.

Anwendung

Werden *eingeschränkt* zertifizierte Klemmen verwendet, ist die Stromaufnahme bei 24 V_{DC} entsprechend zu beschränken durch Versorgung

- von einer isolierten, mit einer Sicherung (entsprechend UL248) von maximal 4 A geschützten Quelle, oder
- von einer Spannungsquelle die *NEC class 2* entspricht.
Eine Spannungsquelle entsprechend *NEC class 2* darf nicht seriell oder parallel mit einer anderen *NEC class 2* entsprechenden Spannungsquelle verbunden werden!

Diese Anforderungen gelten für die Versorgung aller EtherCAT Buskoppler, Netzteilklemmen, Busklemmen und deren Power-Kontakte.

5 Inbetriebnahme

5.1 TwinCAT Quickstart

TwinCAT stellt eine Entwicklungsumgebung für Echtzeitsteuerung mit Multi-SPS-System, NC Achsregelung, Programmierung und Bedienung dar. Das gesamte System wird hierbei durch diese Umgebung abgebildet und ermöglicht Zugriff auf eine Programmierungsumgebung (inkl. Kompilierung) für die Steuerung. Einzelne digitale oder analoge Eingänge bzw. Ausgänge können auch direkt ausgelesen bzw. beschrieben werden, um diese z.B. hinsichtlich ihrer Funktionsweise zu überprüfen.

Weitere Informationen hierzu erhalten Sie unter <http://infosys.beckhoff.de>:

- **EtherCAT Systemhandbuch:**
Feldbuskomponenten → EtherCAT-Klemmen → EtherCAT System Dokumentation → Einrichtung im TwinCAT Systemmanager
- **TwinCAT 2** → TwinCAT System Manager → E/A- Konfiguration
- Insbesondere zur TwinCAT – Treiberinstallation:
Feldbuskomponenten → Feldbuskarten und Switche → FC900x – PCI-Karten für Ethernet → Installation

Geräte, d.h. "devices" beinhalten jeweils die Klemmen der tatsächlich aufgebauten Konfiguration. Dabei gibt es grundlegend die Möglichkeit sämtliche Informationen des Aufbaus über die "Scan" - Funktion einzubringen („online“) oder über Editorfunktionen direkt einzufügen („offline“):

- **"offline"**: der vorgesehene Aufbau wird durch Hinzufügen und entsprechendes Platzieren einzelner Komponenten erstellt. Diese können aus einem Verzeichnis ausgewählt und Konfiguriert werden.
 - Die Vorgehensweise für den „offline“ – Betrieb ist unter <http://infosys.beckhoff.de> einsehbar:
TwinCAT 2 → TwinCAT System Manager → EA - Konfiguration → Anfügen eines E/A-Gerätes
- **"online"**: die bereits physikalisch aufgebaute Konfiguration wird eingelesen
 - Sehen Sie hierzu auch unter <http://infosys.beckhoff.de>:
Feldbuskomponenten → Feldbuskarten und Switche → FC900x – PCI-Karten für Ethernet → Installation → Geräte suchen

Vom Anwender –PC bis zu den einzelnen Steuerungselementen ist folgender Zusammenhang vorgesehen:

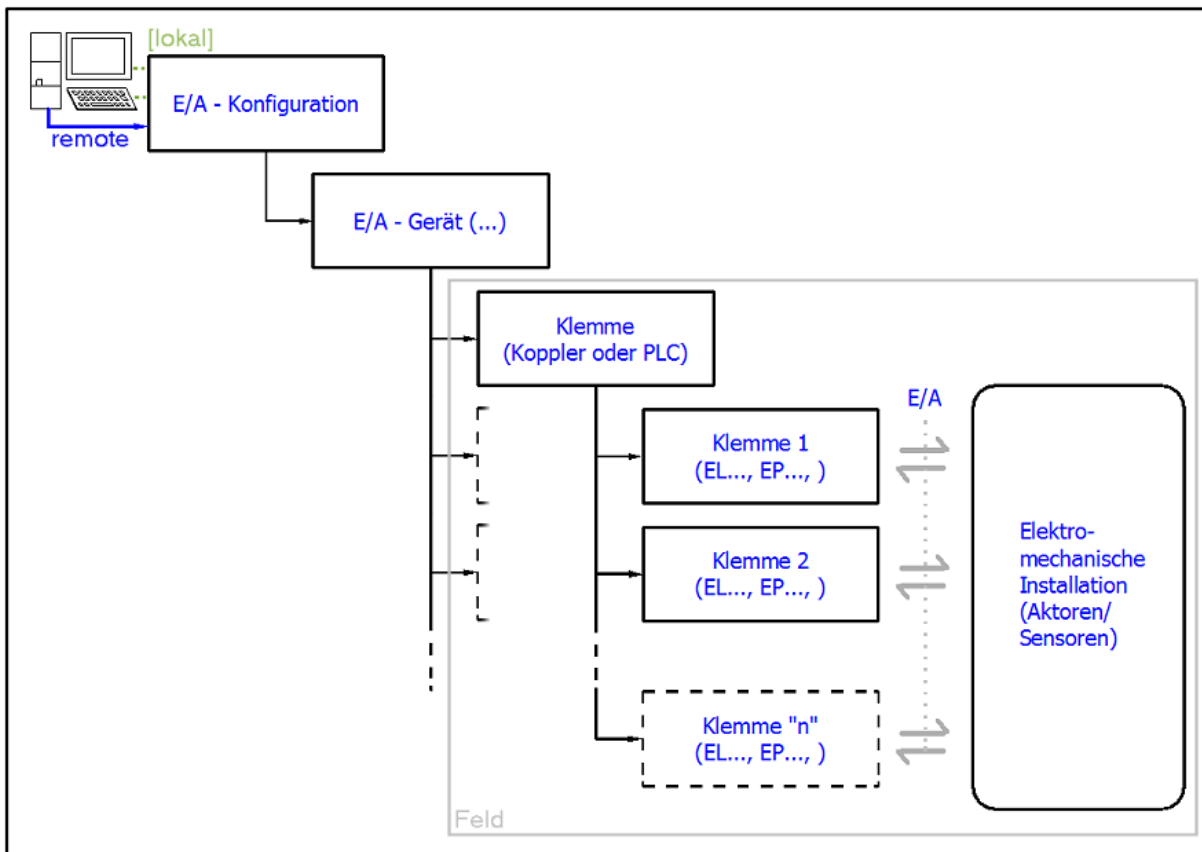


Abb. 23: Bezug von der Anwender Seite (Inbetriebnahme) zur Installation

Das anwenderseitige Einfügen bestimmter Komponenten (E/A – Gerät, Klemme, Box,...) erfolgt bei TwinCAT 2 und TwinCAT 3 auf die gleiche Weise. In den nachfolgenden Beschreibungen wird ausschließlich der „online“ Vorgang angewandt.

Beispielkonfiguration (realer Aufbau)

Ausgehend von der folgenden Beispielkonfiguration wird in den anschließenden Unterkapiteln das Vorgehen für TwinCAT 2 und TwinCAT 3 behandelt:

- Steuerungssystem (PLC) **CX2040** inkl. Netzteil **CX2100-0004**
- Rechtsseitig angebunden am CX2040 (E-Bus):
EL1004 (4-Kanal-Analog-Eingangsklemme -10...+10 V)
- Über den X001 Anschluss (RJ-45) angeschlossen: **EK1100** EtherCAT-Koppler
- Rechtsseitig angebunden am EK1100 EtherCAT-Koppler (E-Bus):
EL2008 (8-Kanal-Digital-Ausgangsklemme 24 V DC; 0,5 A)
- (Optional über X000: ein Link zu einen externen PC für die Benutzeroberfläche)

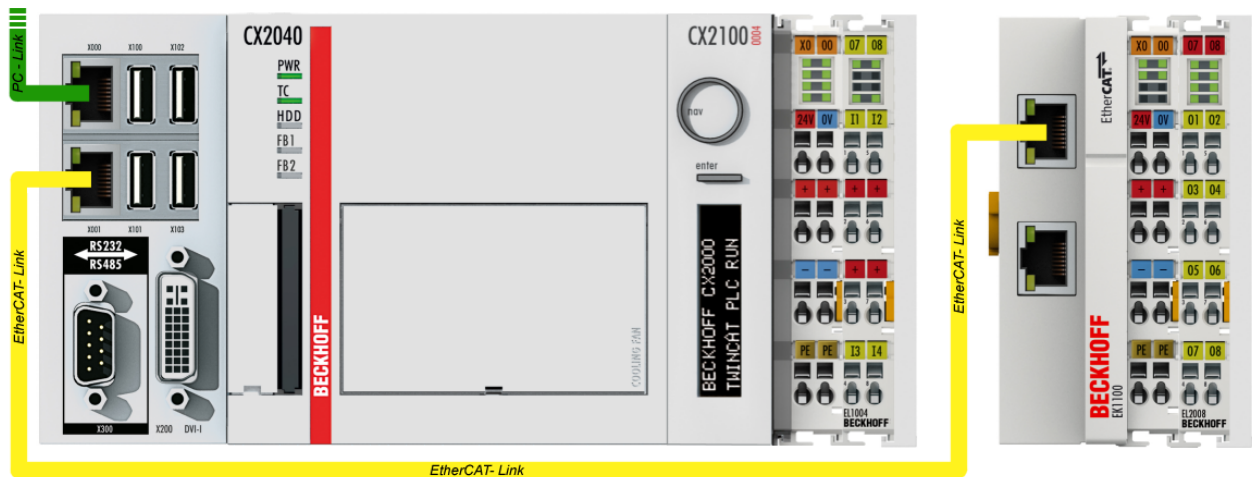


Abb. 24: Aufbau der Steuerung mit Embedded-PC, Eingabe (EL1004) und Ausgabe (EL2008)

Anzumerken ist, dass sämtliche Kombinationen einer Konfiguration möglich sind; beispielsweise könnte die Klemme EL1004 ebenso auch nach dem Koppler angesteckt werden oder die Klemme EL2008 könnte zusätzlich rechts an dem CX2040 angesteckt sein – dann wäre der Koppler EK1100 überflüssig.

5.1.1 TwinCAT 2

Startup

TwinCAT 2 verwendet grundlegend zwei Benutzeroberflächen: den „TwinCAT System Manager“ zur Kommunikation mit den elektromechanischen Komponenten und „TwinCAT PLC Control“ für die Erstellung und Kompilierung einer Steuerung. Begonnen wird zunächst mit der Anwendung des „TwinCAT System Manager“.

Nach erfolgreicher Installation des TwinCAT-Systems auf den Anwender PC der zur Entwicklung verwendet werden soll, zeigt der TwinCAT 2 (Systemmanager) folgende Benutzeroberfläche nach dem Start:

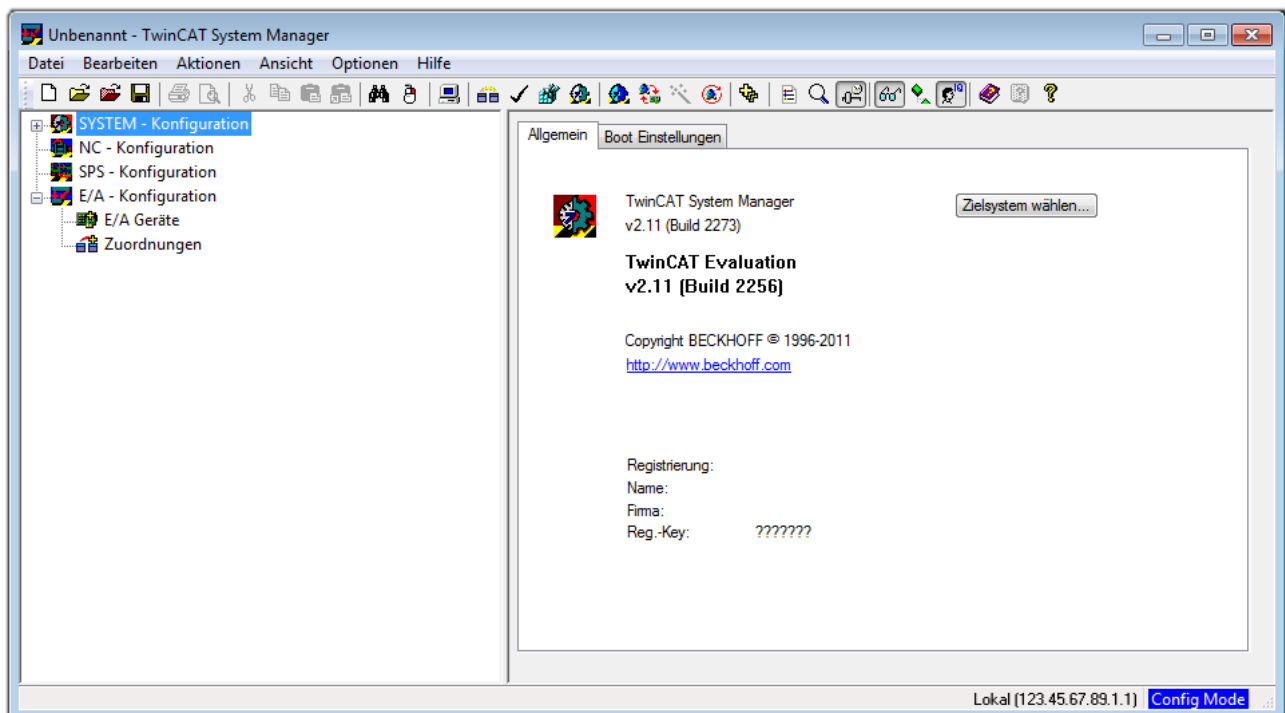



Abb. 25: Initiale Benutzeroberfläche TwinCAT 2

Es besteht generell die Möglichkeit das TwinCAT "lokal" oder per "remote" zu verwenden. Ist das TwinCAT System inkl. Benutzeroberfläche (Standard) auf dem betreffenden PLC installiert, kann TwinCAT "lokal" eingesetzt werden und mit Schritt „Geräte einfügen [► 37]“ fortgesetzt werden.

Ist es vorgesehen, die auf einem PLC installierte TwinCAT Laufzeitumgebung von einem anderen System als Entwicklungsumgebung per "remote" anzusprechen, ist das Zielsystem zuvor bekannt zu machen. Im

Menü unter "Aktionen" → "Auswahl des Zielsystems...", über das Symbol  " oder durch Taste "F8" wird folgendes Fenster hierzu geöffnet:

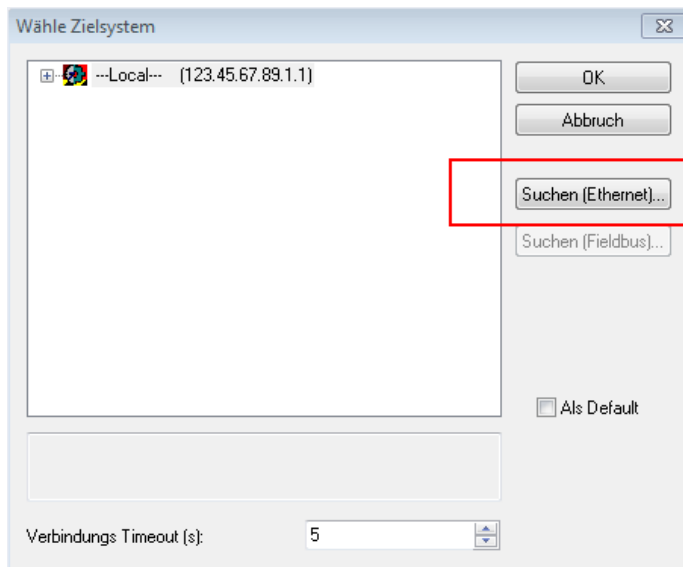


Abb. 26: Wähle Zielsystem

Mittels "Suchen (Ethernet)..." wird das Zielsystem eingetragen. Dadurch wird ein weiterer Dialog geöffnet um hier entweder:

- den bekannten Rechnernamen hinter "Enter Host Name / IP:" einzutragen (wie rot gekennzeichnet)
- einen "Broadcast Search" durchzuführen (falls der Rechnernamen nicht genau bekannt)
- die bekannte Rechner - IP oder AmsNetId einzutragen

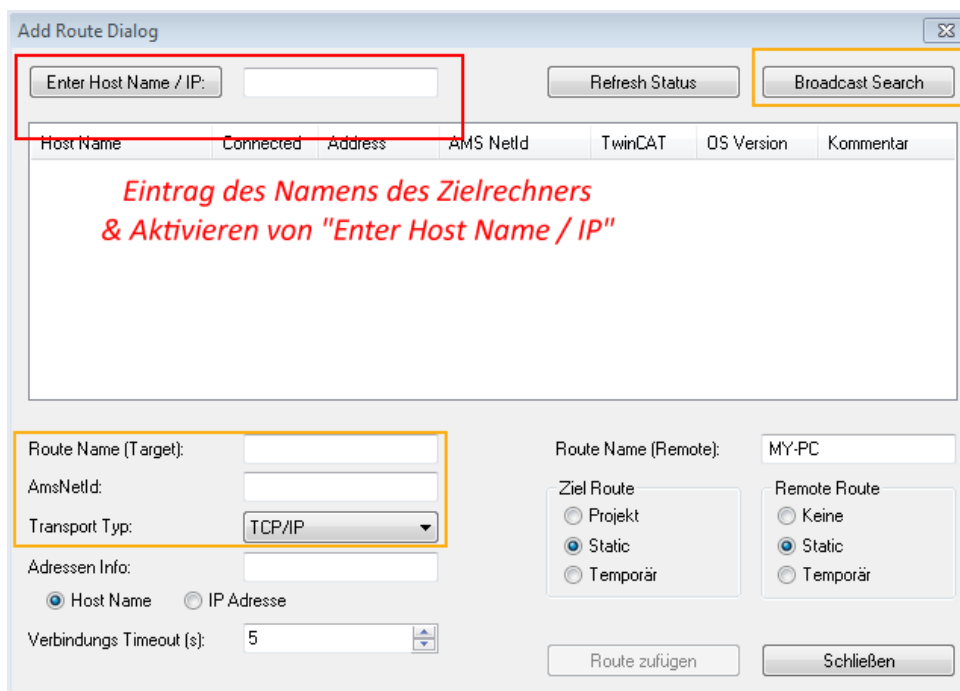
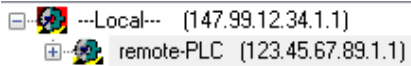


Abb. 27: PLC für den Zugriff des TwinCAT System Managers festlegen: Auswahl des Zielsystems

Ist das Zielsystem eingetragen steht dieses wie folgt zur Auswahl (ggf. muss zuvor das korrekte Passwort eingetragen werden):



Nach der Auswahl mit „OK“ ist das Zielsystem über den Systemmanager ansprechbar.

Geräte einfügen

In dem linksseitigen Konfigurationsbaum der TwinCAT 2 – Benutzeroberfläche des System Managers wird „E/A Geräte“ selektiert und sodann entweder über Rechtsklick ein Kontextmenü geöffnet und „Geräte

Suchen...“ ausgewählt oder in der Menüleiste mit  die Aktion gestartet. Ggf. ist zuvor der TwinCAT

System Manager in den „Konfig Modus“ mittels  oder über das Menü „Aktionen“ → „Startet/ Restarten von TwinCAT in Konfig-Modus“(Shift + F4) zu versetzen.

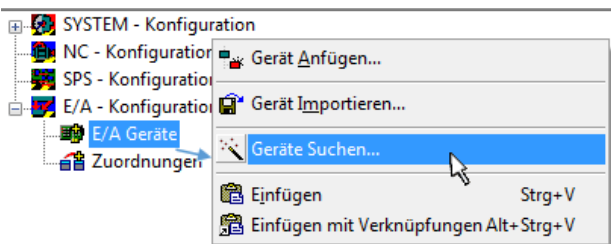


Abb. 28: Auswahl "Gerät Suchen..."

Die darauf folgende Hinweismeldung ist zu bestätigen und in dem Dialog die Geräte „EtherCAT“ zu wählen:

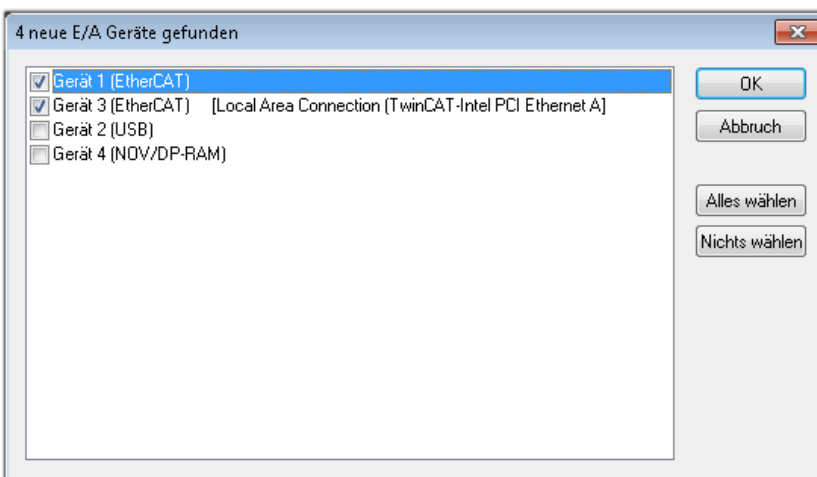


Abb. 29: Automatische Erkennung von E/A Geräten: Auswahl der einzubindenden Geräte

Ebenfalls ist anschließend die Meldung „nach neuen Boxen suchen“ zu bestätigen, um die an den Geräten angeordneten Klemmen zu ermitteln. „Free Run“ erlaubt das Manipulieren von Ein- und Ausgangswerten innerhalb des „Config Modus“ und sollte ebenfalls bestätigt werden.

Ausgehend von der am Anfang dieses Kapitels beschriebenen Beispielkonfiguration [► 34] sieht das Ergebnis wie folgt aus:

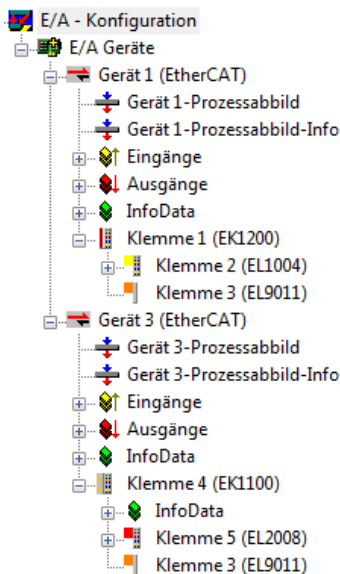


Abb. 30: Abbildung der Konfiguration im TwinCAT 2 Systemmanager

Der gesamte Vorgang setzt sich aus zwei Stufen zusammen, die auch separat ausgeführt werden können (erst das Ermitteln der Geräte, dann das Ermitteln der daran befindlichen Elemente wie Boxen, Klemmen o.ä.). So kann auch durch Markierung von „Gerät ..“ aus dem Kontextmenü eine „Suche“ Funktion (Scan) ausgeführt werden, die hierbei dann lediglich die darunter liegenden (im Aufbau vorliegenden) Elemente einliest:

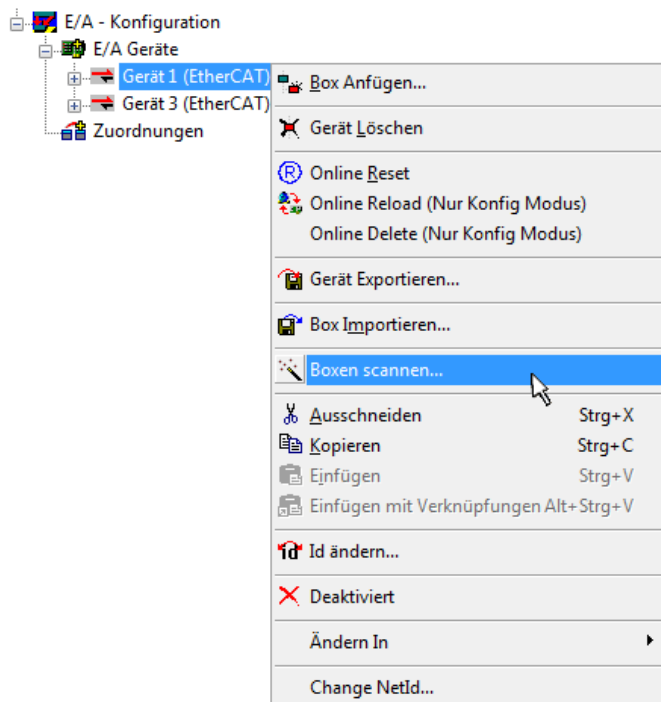


Abb. 31: Einlesen von einzelnen an einem Gerät befindlichen Klemmen

Diese Funktionalität ist nützlich, falls die Konfiguration (d.h. der „reale Aufbau“) kurzfristig geändert wird.

PLC programmieren und integrieren

TwinCAT PLC Control ist die Entwicklungsumgebung zur Erstellung der Steuerung in unterschiedlichen Programmumgebungen: Das TwinCAT PLC Control unterstützt alle in der IEC 61131-3 beschriebenen Sprachen. Es gibt zwei textuelle Sprachen und drei grafische Sprachen.

- **Textuelle Sprachen**
 - Anweisungsliste (AWL, IL)

- Strukturierter Text (ST)
- **Grafische Sprachen**
 - Funktionsplan (FUP, FBD)
 - Kontaktplan (KOP, LD)
 - Freigrafischer Funktionsplaneditor (CFC)
 - Ablaufsprache (AS, SFC)

Für die folgenden Betrachtungen wird lediglich vom strukturierten Text (ST) Gebrauch gemacht.

Nach dem Start von TwinCAT PLC Control wird folgende Benutzeroberfläche für ein initiales Projekt dargestellt:

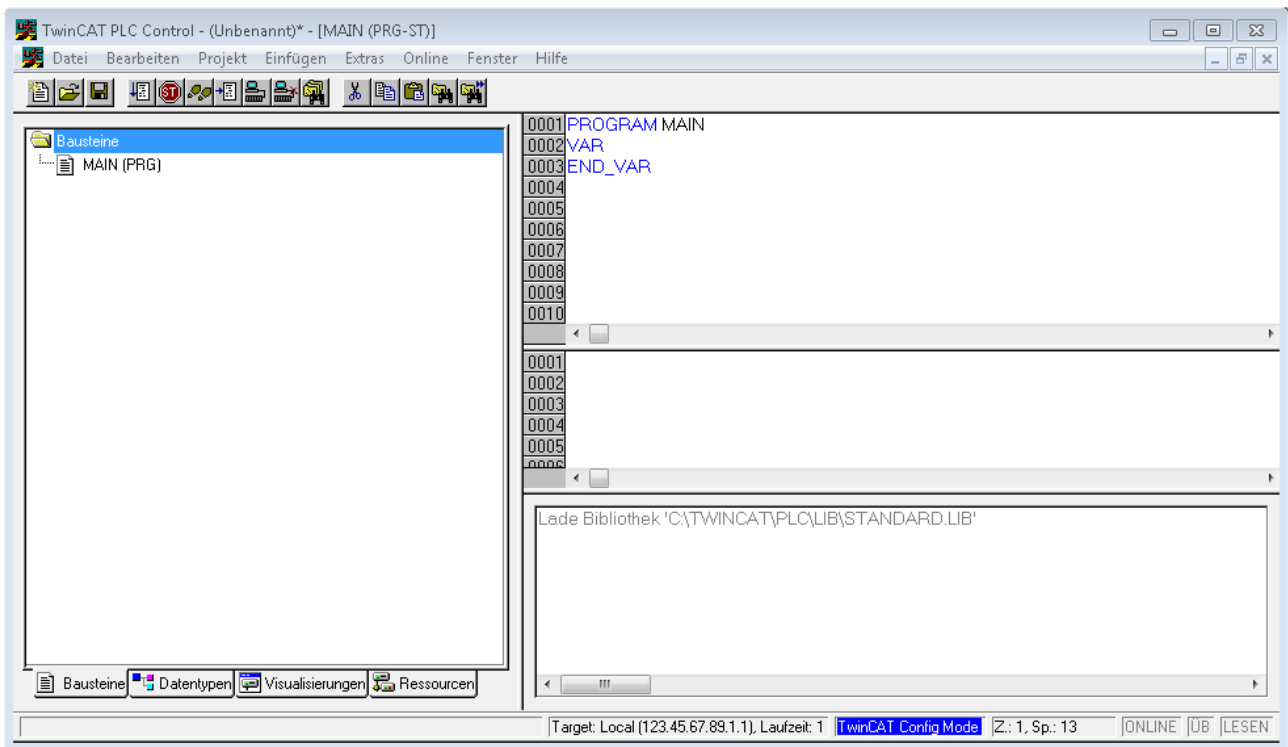


Abb. 32: TwinCAT PLC Control nach dem Start

Nun sind für den weiteren Ablauf Beispielvariablen sowie ein Beispielprogramm erstellt und unter dem Namen „PLC_example.pro“ gespeichert worden:

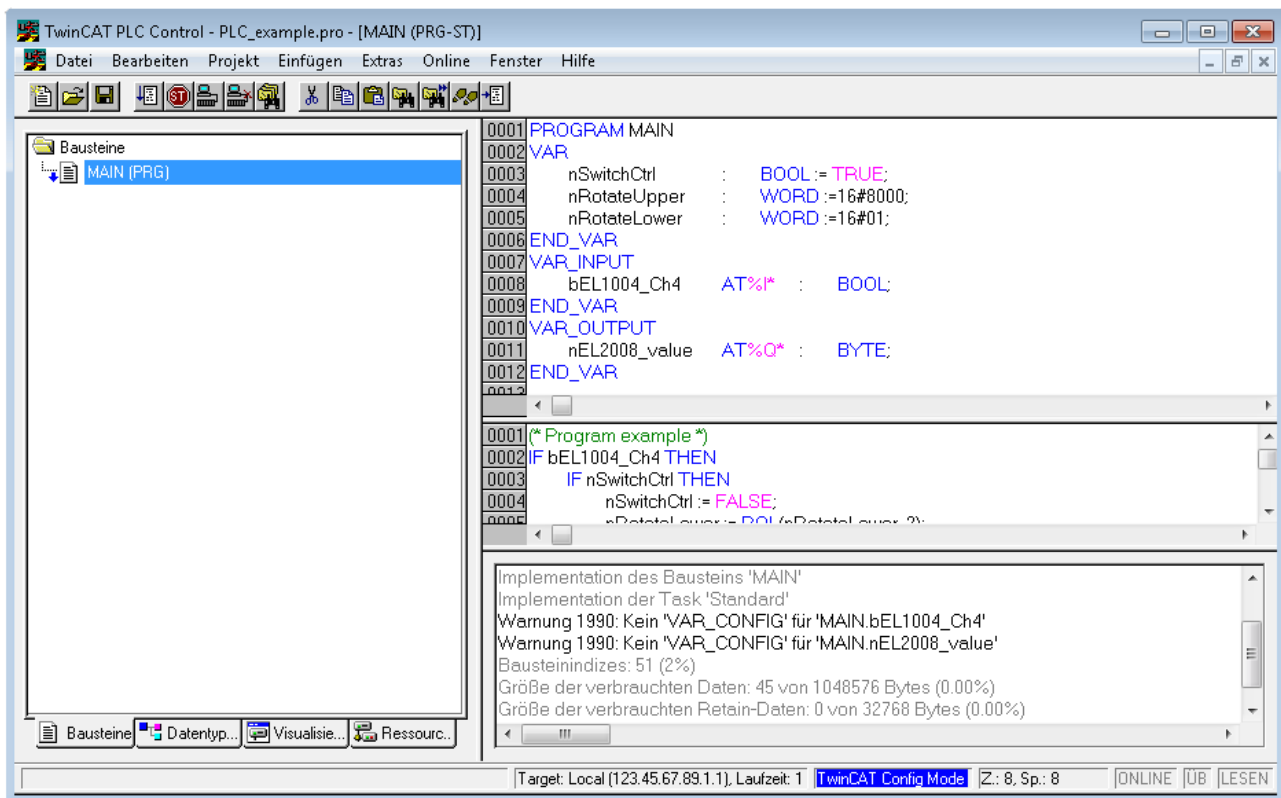


Abb. 33: Beispielprogramm mit Variablen nach einem Kompiliervorgang (ohne Variablenanbindung)

Die Warnung 1990 (fehlende „VAR_CONFIG“) nach einem Kompiliervorgang zeigt auf, dass die als extern definierten Variablen (mit der Kennzeichnung „AT%I*“ bzw. „AT%Q*“) nicht zugeordnet sind. Das TwinCAT PLC Control erzeugt nach erfolgreichem Kompiliervorgang eine „*.tpy“ Datei in dem Verzeichnis in dem das Projekt gespeichert wurde. Diese Datei (*.tpy) enthält u.a. Variablenzuordnungen und ist dem Systemmanager nicht bekannt, was zu dieser Warnung führt. Nach dessen Bekanntgabe kommt es nicht mehr zu dieser Warnung.

Im System Manager ist das Projekt des TwinCAT PLC Control zunächst einzubinden. Dies geschieht über das Kontext Menü der „SPS- Konfiguration“ (rechts-Klick) und der Auswahl „SPS Projekt Anfügen...“:

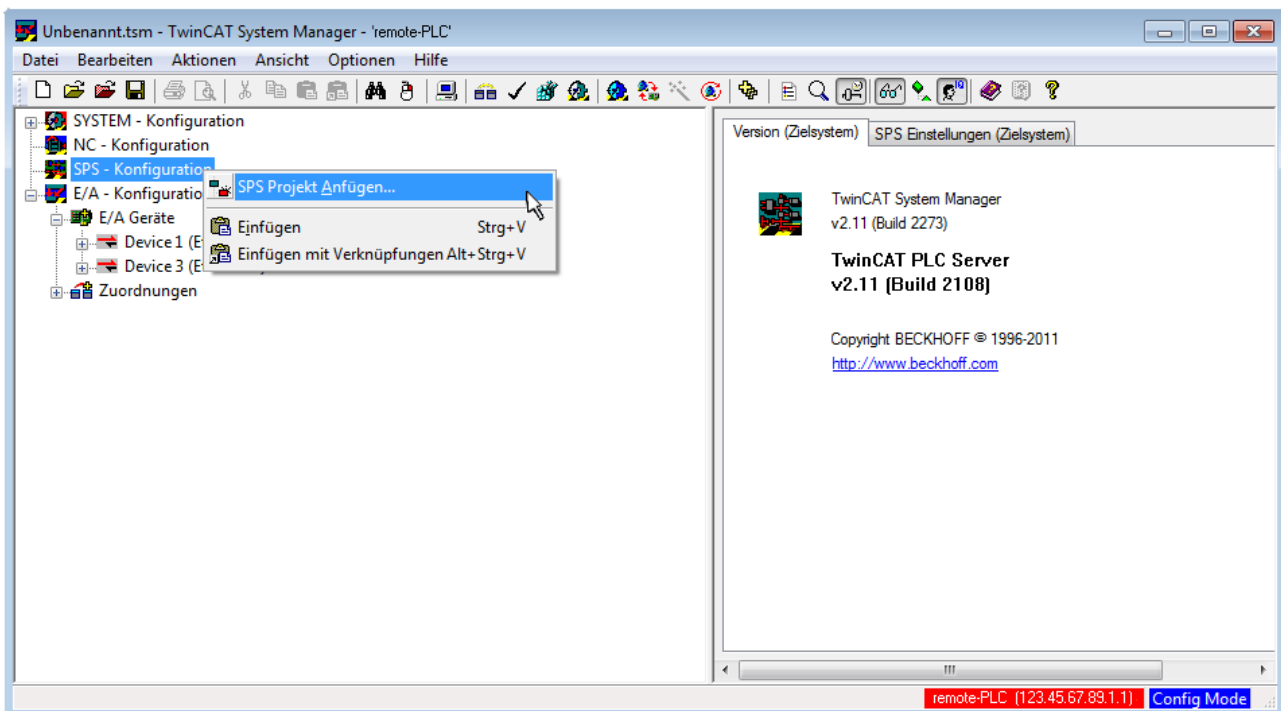


Abb. 34: Hinzufügen des Projektes des TwinCAT PLC Control

Über ein dadurch geöffnetes Browserfenster wird die PLC- Konfiguration „PLC_example.tpy“ ausgewählt. Dann ist in dem Konfigurationsbaum des System Manager das Projekt inklusive der beiden „AT“ – gekennzeichneten Variablen eingebunden:

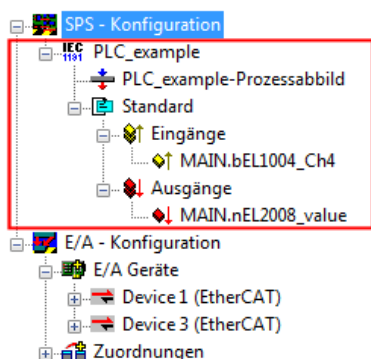


Abb. 35: Eingebundenes PLC Projekt in der SPS- Konfiguration des System Managers

Die beiden Variablen „bEL1004_Ch4“ sowie „nEL2008_value“ können nun bestimmten Prozessobjekten der E/A - Konfiguration zugeordnet werden.

Variablen Zuordnen

Über das Kontextmenü einer Variable des eingebundenen Projekts „PLC_example“ unter „Standard“ wird mittels „Verknüpfung Ändern...“ ein Fenster zur Auswahl eines passenden Prozessobjektes (PDOs) geöffnet:

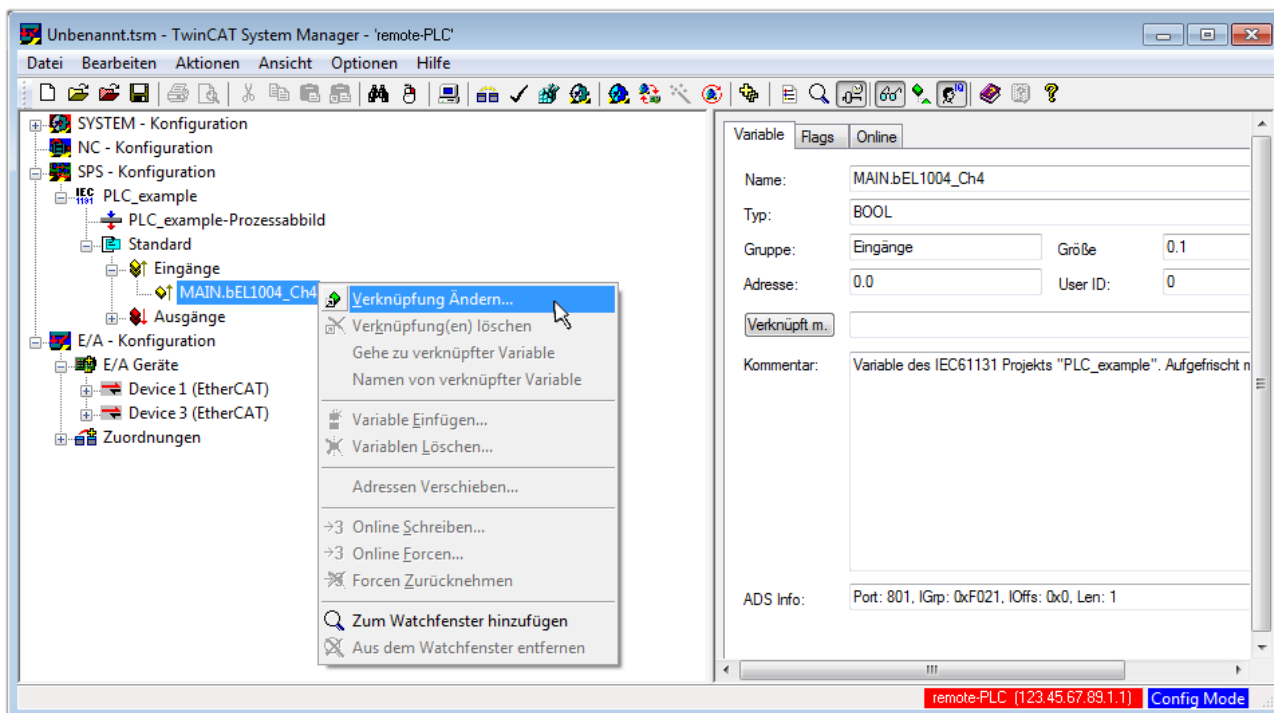


Abb. 36: Erstellen der Verknüpfungen PLC-Variablen zu Prozessobjekten

In dem dadurch geöffneten Fenster kann aus dem SPS-Konfigurationsbaum das Prozessobjekt für die Variable „bEL1004_Ch4“ vom Typ BOOL selektiert werden:

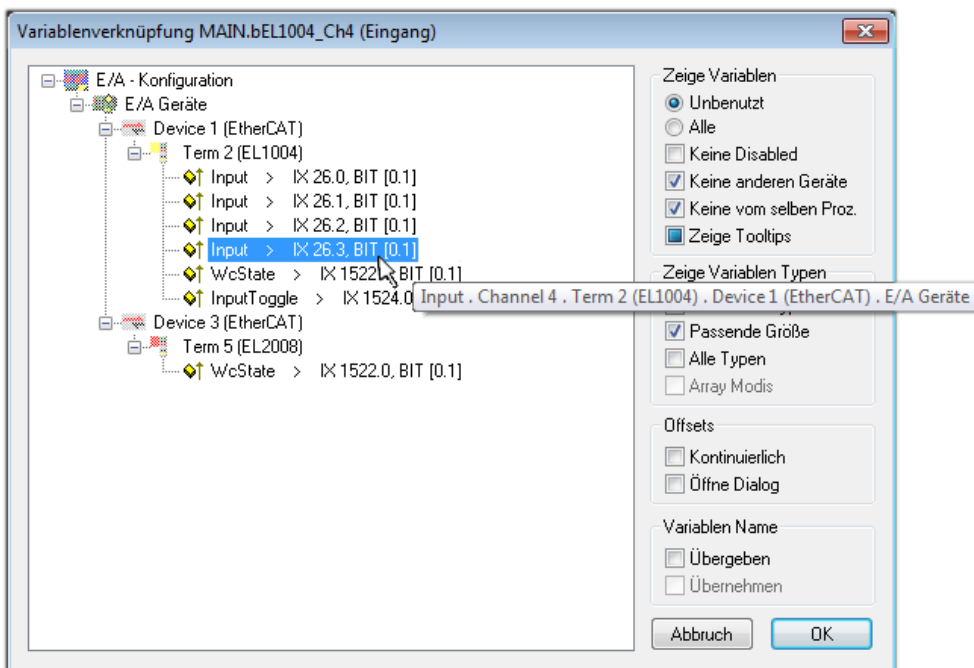


Abb. 37: Auswahl des PDO vom Typ BOOL

Entsprechend der Standarteinstellungen stehen nur bestimmte PDO Objekte zur Auswahl zur Verfügung. In diesem Beispiel wird von der Klemme EL1004 der Eingang von Kanal 4 zur Verknüpfung ausgewählt. Im Gegensatz hierzu muss für das Erstellen der Verknüpfung der Ausgangsvariablen die Checkbox „Alle Typen“ aktiviert werden, um in diesem Fall eine Byte-Variable einen Satz von acht separaten Ausgangsbits zuzuordnen. Die folgende Abbildung zeigt den gesamten Vorgang:

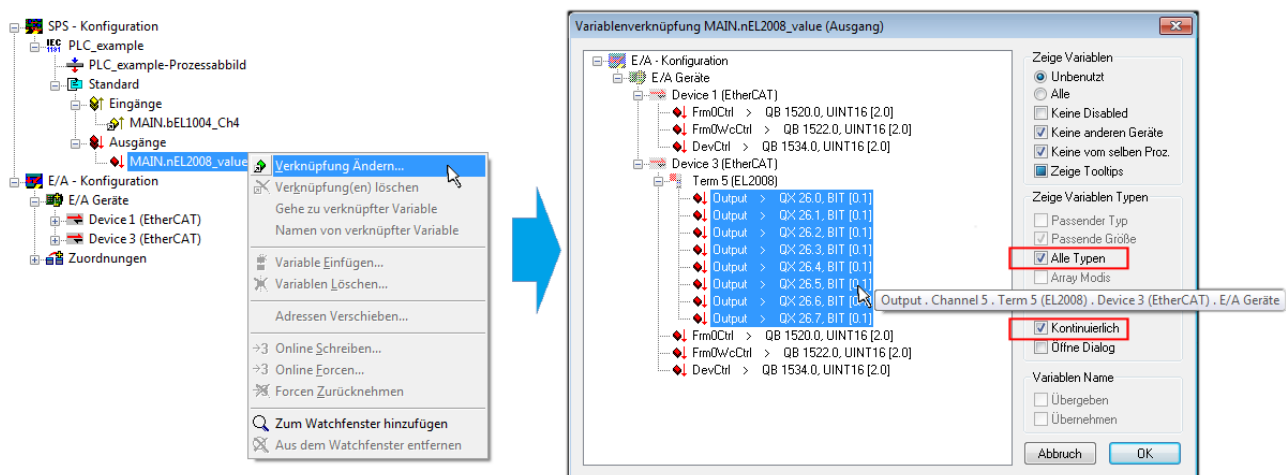



Abb. 38: Auswahl von mehreren PDO gleichzeitig: Aktivierung von "Kontinuierlich" und „Alle Typen“

Zu sehen ist, dass überdies die Checkbox „Kontinuierlich“ aktiviert wurde. Dies ist dafür vorgesehen, dass die in dem Byte der Variablen „nEL2008_value“ enthaltenen Bits allen acht ausgewählten Ausgangsbits der Klemme EL2008 der Reihenfolge nach zugeordnet werden sollen. Damit ist es möglich, alle acht Ausgänge der Klemme mit einem Byte entsprechend Bit 0 für Kanal 1 bis Bit 7 für Kanal 8 von der PLC im Programm

später anzusprechen. Ein spezielles Symbol () an dem gelben bzw. roten Objekt der Variablen zeigt an, dass hierfür eine Verknüpfung existiert. Die Verknüpfungen können z.B. auch überprüft werden, indem „Goto Link Variable“ aus dem Kontextmenü einer Variable ausgewählt wird. Dann wird automatisch das gegenüberliegende verknüpfte Objekt, in diesem Fall das PDO selektiert:

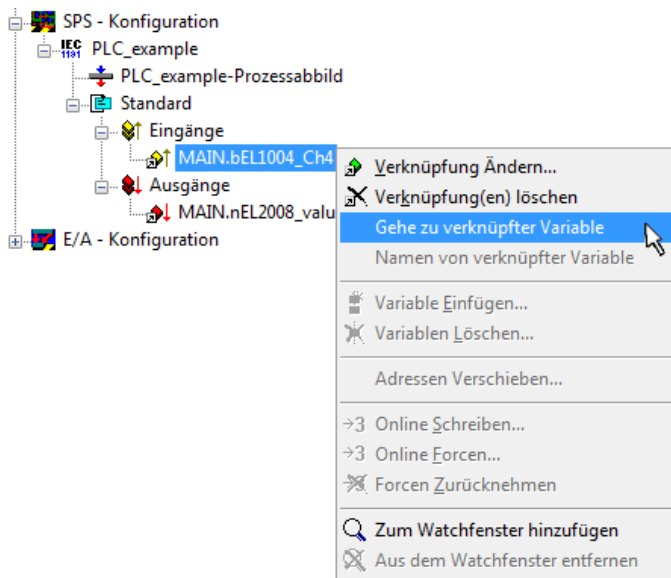
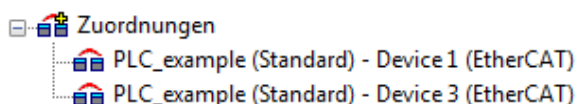


Abb. 39: Anwendung von "Goto Link Variable" am Beispiel von "MAIN.bEL1004_Ch4"

Anschließend wird mittels Menüauswahl „Aktionen“ → „Zuordnung erzeugen...“ oder über der Vorgang des Zuordnens von Variablen zu PDO abgeschlossen.

Dies lässt sich entsprechend in der Konfiguration einsehen:



Der Vorgang zur Erstellung von Verknüpfungen kann auch in umgekehrter Richtung, d.h. von einzelnen PDO ausgehend zu einer Variablen erfolgen. In diesem Beispiel wäre dann allerdings eine komplette Auswahl aller Ausgangsbits der EL2008 nicht möglich, da die Klemme nur einzelne digitale Ausgänge zur Verfügung stellt. Hat eine Klemme einen Byte, Word, Integer oder ein ähnliches PDO, so ist es möglich dies wiederum einen Satz von bit-typisierten Variablen (Typ „BOOL“) zuzuordnen. Auch hier kann ebenso in die andere Richtung ein „Goto Link Variable“ ausgeführt werden, um dann die betreffende Instanz der PLC zu selektieren.

Aktivieren der Konfiguration

Die Zuordnung von PDO zu PLC Variablen hat nun die Verbindung von der Steuerung zu den Ein- und

Ausgängen der Klemmen hergestellt. Nun kann die Konfiguration aktiviert werden. Zuvor kann mittels (oder über „Aktionen“ → „Konfiguration überprüfen...“) die Konfiguration überprüft werden. Falls kein Fehler

vorliegt, kann mit (oder über „Aktionen“ → „Aktiviert Konfiguration...“) die Konfiguration aktiviert werden, um dadurch Einstellungen im System Manager auf das Laufzeitsystem zu übertragen. Die darauf folgenden Meldungen „Alte Konfigurationen werden überschrieben!“ sowie „Neustart TwinCAT System in Run Modus“ werden jeweils mit „OK“ bestätigt.

Einige Sekunden später wird der Realtime Status **Echtzeit 0%** unten rechts im System Manager angezeigt. Das PLC System kann daraufhin wie im Folgenden beschrieben gestartet werden.

Starten der Steuerung

Ausgehend von einem remote System muss nun als erstes auch die PLC Steuerung über „Online“ → „Choose Run-Time System...“ mit dem embedded PC über Ethernet verbunden werden:

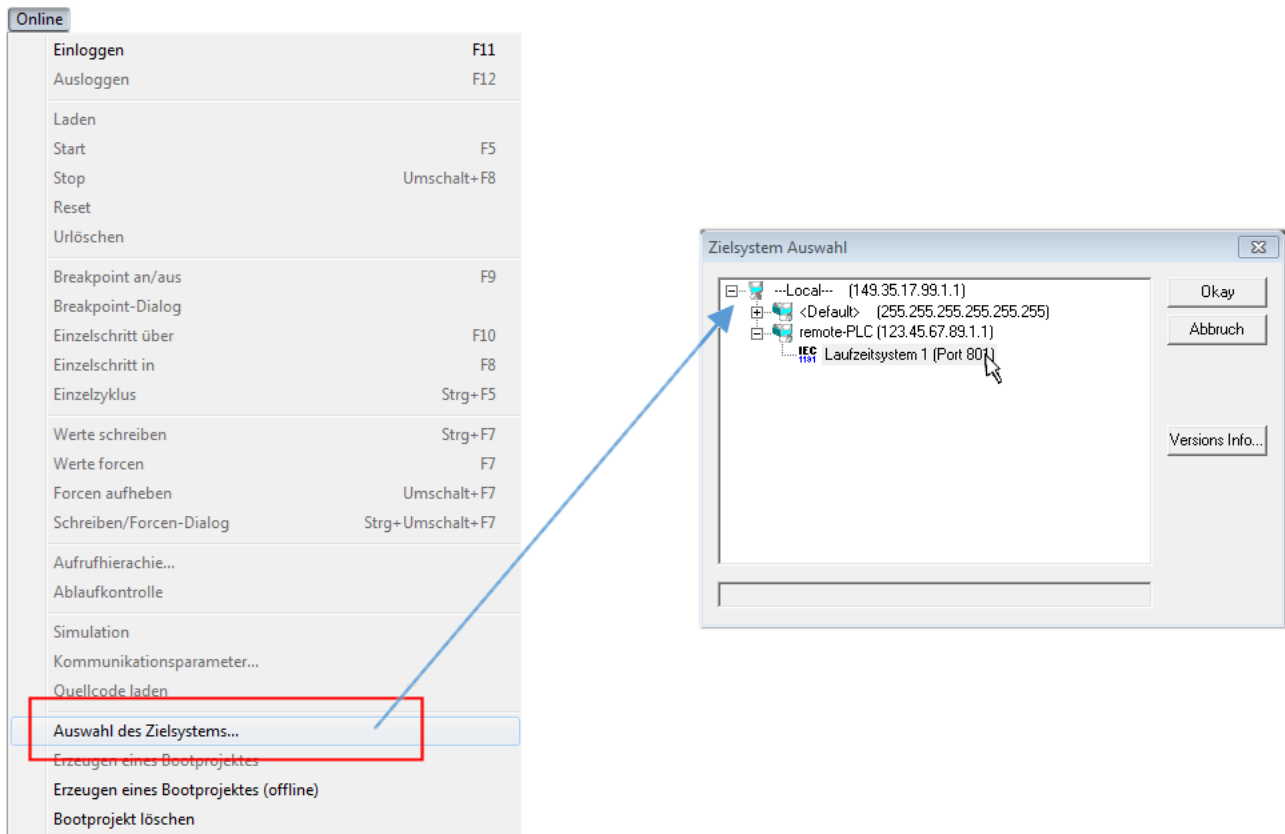



Abb. 40: Auswahl des Zielsystems (remote)

In diesem Beispiel wird das „Laufzeitsystem 1 (Port 801)“ ausgewählt und bestätigt. Mittels Menüauswahl

„Online“ → „Login“, Taste F11 oder per Klick auf  wird auch die PLC mit dem Echtzeitsystem verbunden und nachfolgend das Steuerprogramm geladen, um es ausführen lassen zu können. Dies wird entsprechend mit der Meldung „Kein Programm auf der Steuerung! Soll das neue Programm geladen werden?“ bekannt gemacht und ist mit „Ja“ zu beantworten. Die Laufzeitumgebung ist bereit zum Programmstart:

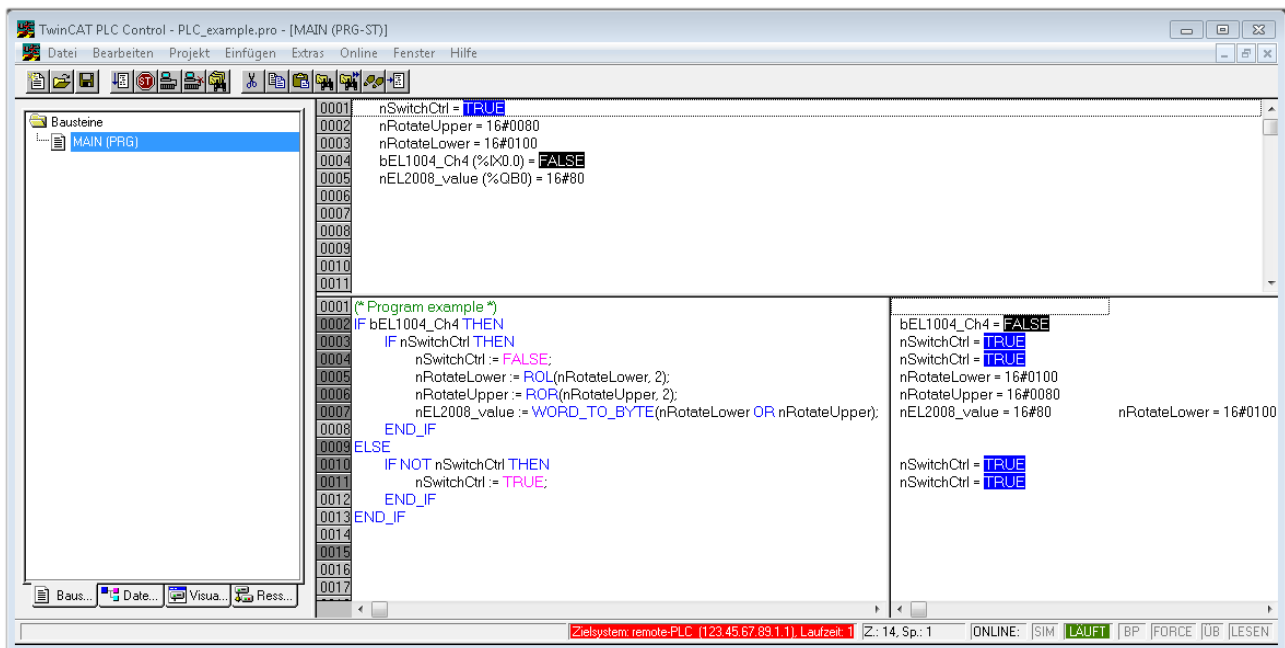


Abb. 41: PLC Control Logged-in, bereit zum Programmstart

Über „Online“ → „Run“, Taste F5 oder  kann nun die PLC gestartet werden.

5.1.2 TwinCAT 3


Startup

TwinCAT 3 stellt die Bereiche der Entwicklungsumgebung durch das Microsoft Visual-Studio gemeinsam zur Verfügung: in den allgemeinen Fensterbereich erscheint nach dem Start linksseitig der Projektmappen-Explorer (vgl. „TwinCAT System Manager“ von TwinCAT 2) zur Kommunikation mit den elektromechanischen Komponenten.

Nach erfolgreicher Installation des TwinCAT-Systems auf den Anwender PC der zur Entwicklung verwendet werden soll, zeigt der TwinCAT 3 (Shell) folgende Benutzeroberfläche nach dem Start:



Abb. 42: Initiale Benutzeroberfläche TwinCAT 3

Zunächst ist die Erstellung eines neues Projekt mittels  **New TwinCAT Project...** (oder unter „Datei“→„Neu“→„Projekt...“) vorzunehmen. In dem darauf folgenden Dialog werden die entsprechenden Einträge vorgenommen (wie in der Abbildung gezeigt):

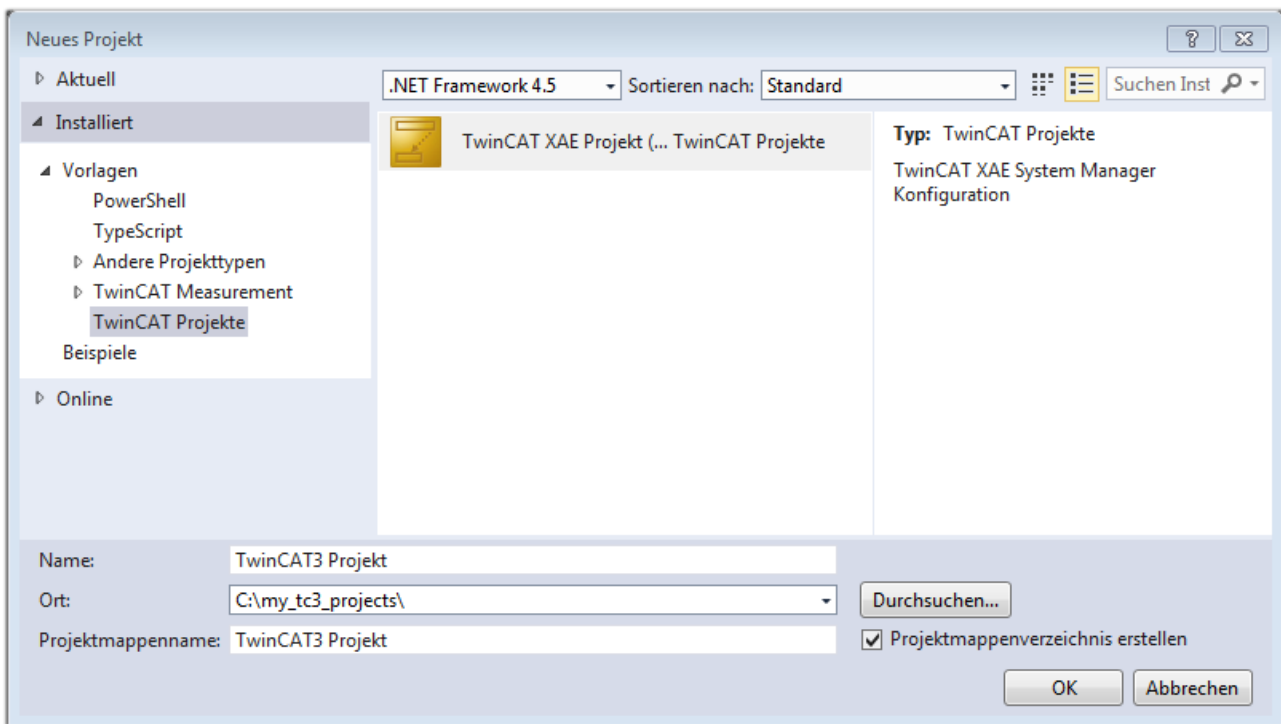


Abb. 43: Neues TwinCAT 3 Projekt erstellen

Im Projektmappen-Explorer liegt sodann das neue Projekt vor:

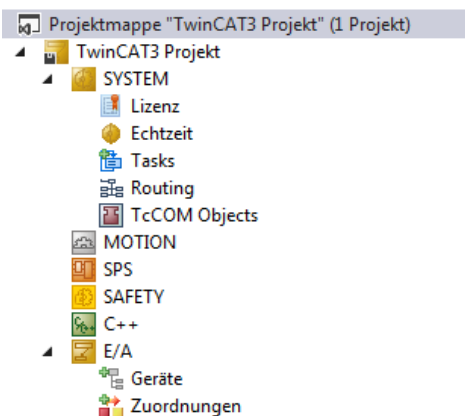
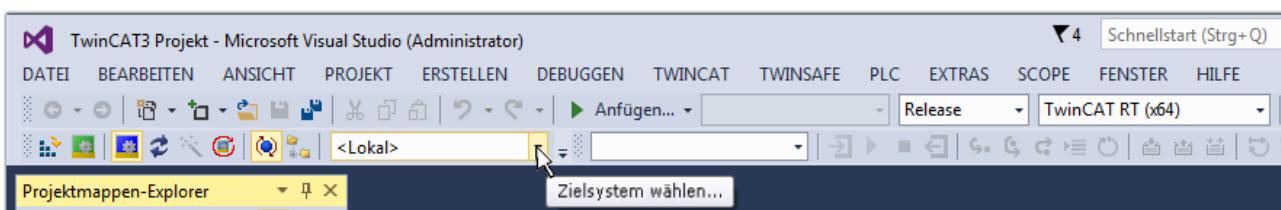


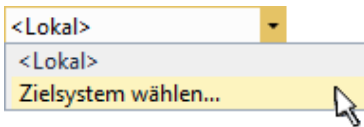
Abb. 44: Neues TwinCAT 3 Projekt im Projektmappen-Explorer

Es besteht generell die Möglichkeit das TwinCAT "lokal" oder per "remote" zu verwenden. Ist das TwinCAT System inkl. Benutzeroberfläche (Standard) auf dem betreffenden PLC (lokal) installiert, kann TwinCAT "lokal" eingesetzt werden und mit Schritt „Geräte einfügen ▶ 48“ fortgesetzt werden.

Ist es vorgesehen, die auf einem PLC installierte TwinCAT Laufzeitumgebung von einem anderen System als Entwicklungsumgebung per "remote" anzusprechen, ist das Zielsystem zuvor bekannt zu machen. Über das Symbol in der Menüleiste:



wird das pull-down Menü aufgeklappt:



und folgendes Fenster hierzu geöffnet:

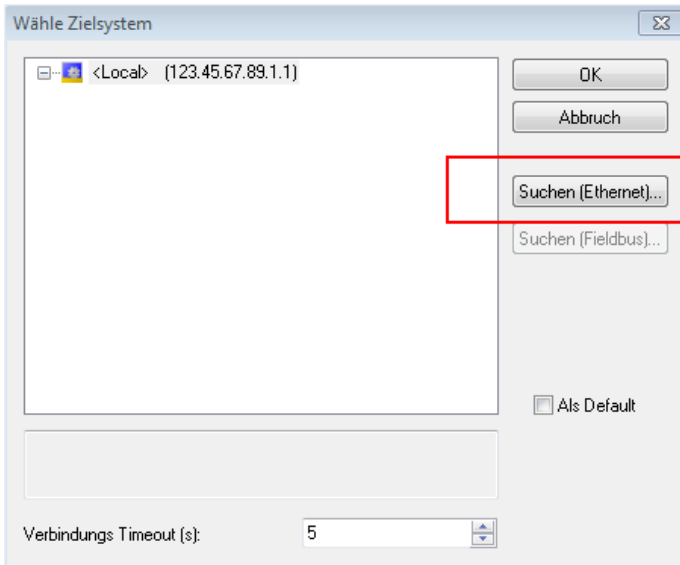


Abb. 45: Auswahldialog: Wähle Zielsystem

Mittels "Suchen (Ethernet)..." wird das Zielsystem eingetragen. Dadurch wird ein weiterer Dialog geöffnet um hier entweder:

- den bekannten Rechnernamen hinter "Enter Host Name / IP:" einzutragen (wie rot gekennzeichnet)
- einen "Broadcast Search" durchzuführen (falls der Rechnernamen nicht genau bekannt)
- die bekannte Rechner - IP oder AmsNetId einzutragen

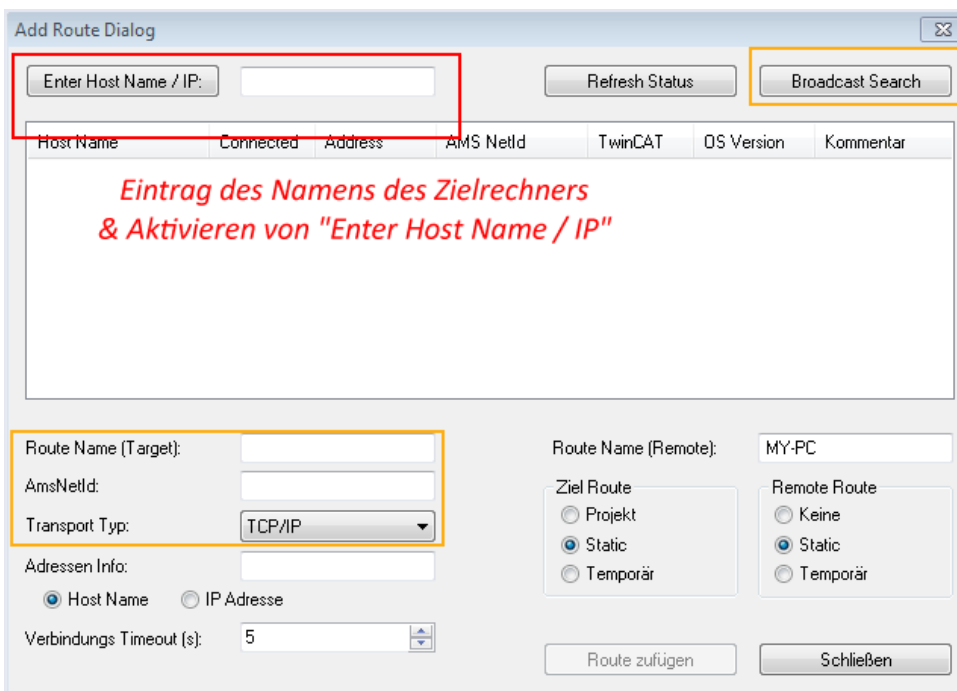
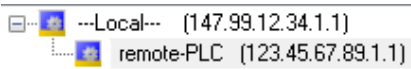


Abb. 46: PLC für den Zugriff des TwinCAT System Managers festlegen: Auswahl des Zielsystems

Ist das Zielsystem eingetragen, steht dieses wie folgt zur Auswahl (ggf. muss zuvor das korrekte Passwort eingetragen werden):



Nach der Auswahl mit „OK“ ist das Zielsystem über das Visual Studio Shell ansprechbar.

Geräte einfügen

In dem linksseitigen Projektmappen-Explorer der Benutzeroberfläche des Visual Studio Shell wird innerhalb des Elementes „E/A“ befindliche „Geräte“ selektiert und sodann entweder über Rechtsklick ein Kontextmenü

geöffnet und „Scan“ ausgewählt oder in der Menüleiste mit  die Aktion gestartet. Ggf. ist zuvor der

TwinCAT System Manager in den „Konfig Modus“ mittels  oder über das Menü „TWINCAT“ → „Restart TwinCAT (Config Mode)“ zu versetzen.

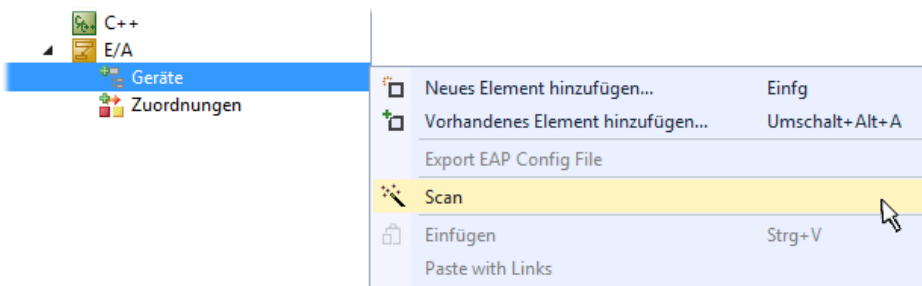


Abb. 47: Auswahl „Scan“

Die darauf folgende Hinweismeldung ist zu bestätigen und in dem Dialog die Geräte „EtherCAT“ zu wählen:

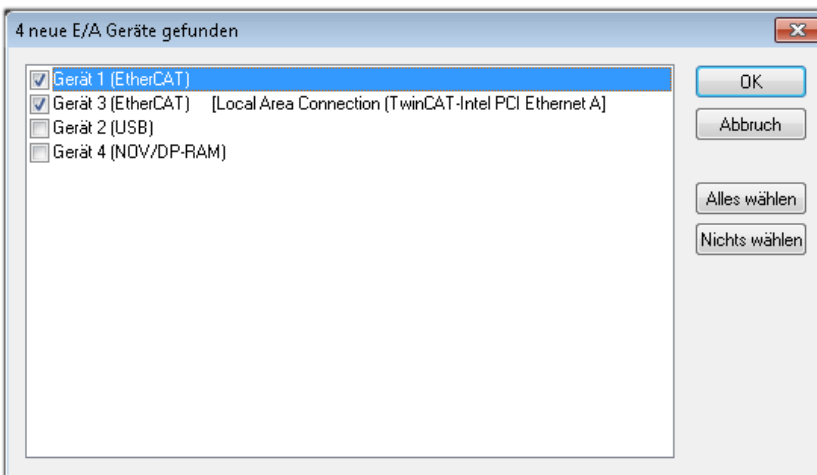


Abb. 48: Automatische Erkennung von E/A Geräten: Auswahl der einzubindenden Geräte

Ebenfalls ist anschließend die Meldung „nach neuen Boxen suchen“ zu bestätigen, um die an den Geräten angeordneten Klemmen zu ermitteln. „Free Run“ erlaubt das Manipulieren von Ein- und Ausgangswerten innerhalb des „Config Modus“ und sollte ebenfalls bestätigt werden.

Ausgehend von der am Anfang dieses Kapitels beschriebenen [Beispielkonfiguration](#) [► 34] sieht das Ergebnis wie folgt aus:

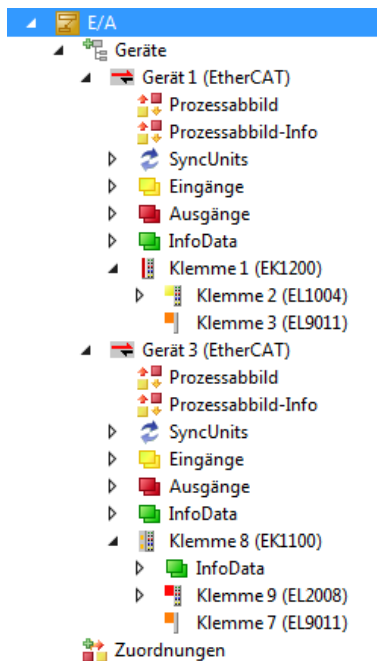


Abb. 49: Abbildung der Konfiguration in VS Shell der TwinCAT 3 Umgebung

Der gesamte Vorgang setzt sich aus zwei Stufen zusammen, die auch separat ausgeführt werden können (erst das Ermitteln der Geräte, dann das Ermitteln der daran befindlichen Elemente wie Boxen, Klemmen o.ä.). So kann auch durch Markierung von „Gerät ..“ aus dem Kontextmenü eine „Suche“ Funktion (Scan) ausgeführt werden, die hierbei dann lediglich die darunter liegenden (im Aufbau vorliegenden) Elemente einliest:

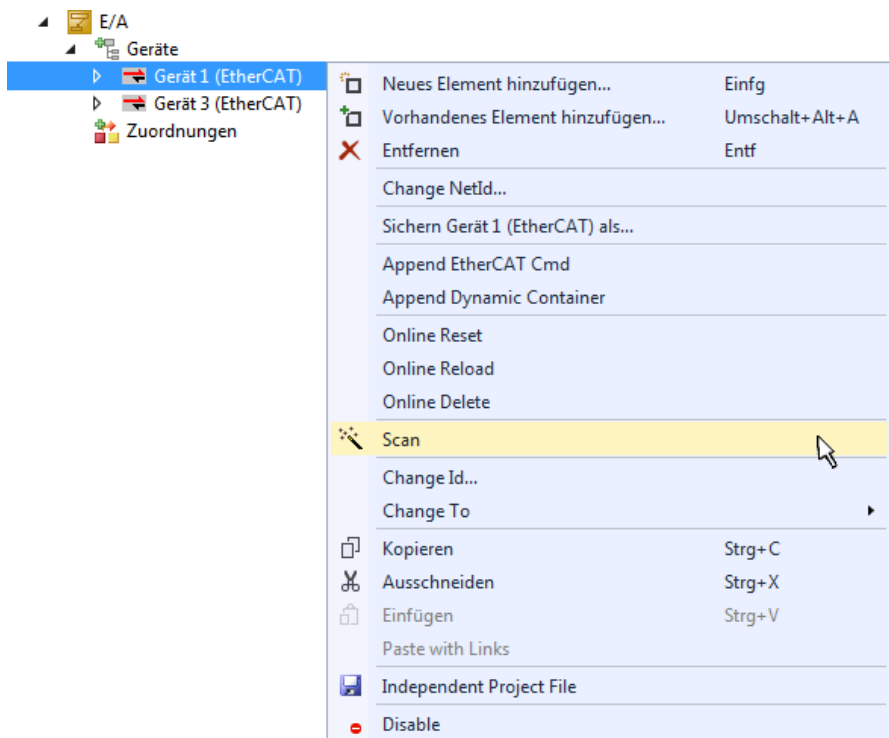


Abb. 50: Einlesen von einzelnen an einem Gerät befindlichen Klemmen

Diese Funktionalität ist nützlich, falls die Konfiguration (d.h. der „reale Aufbau“) kurzfristig geändert wird.

PLC programmieren

TwinCAT PLC Control ist die Entwicklungsumgebung zur Erstellung der Steuerung in unterschiedlichen Programmumgebungen: Das TwinCAT PLC Control unterstützt alle in der IEC 61131-3 beschriebenen Sprachen. Es gibt zwei textuelle Sprachen und drei grafische Sprachen.

- **Textuelle Sprachen**
 - Anweisungsliste (AWL, IL)
 - Strukturierter Text (ST)
- **Grafische Sprachen**
 - Funktionsplan (FUP, FBD)
 - Kontaktplan (KOP, LD)
 - Freigrafischer Funktionsplaneditor (CFC)
 - Ablaufsprache (AS, SFC)

Für die folgenden Betrachtungen wird lediglich vom strukturierten Text (ST) Gebrauch gemacht.

Um eine Programmierungsumgebung zu schaffen, wird dem Beispielprojekt über das Kontextmenü von „SPS“ im Projektmappen-Explorer durch Auswahl von „Neues Element hinzufügen....“ ein PLC Unterprojekt hinzugefügt:

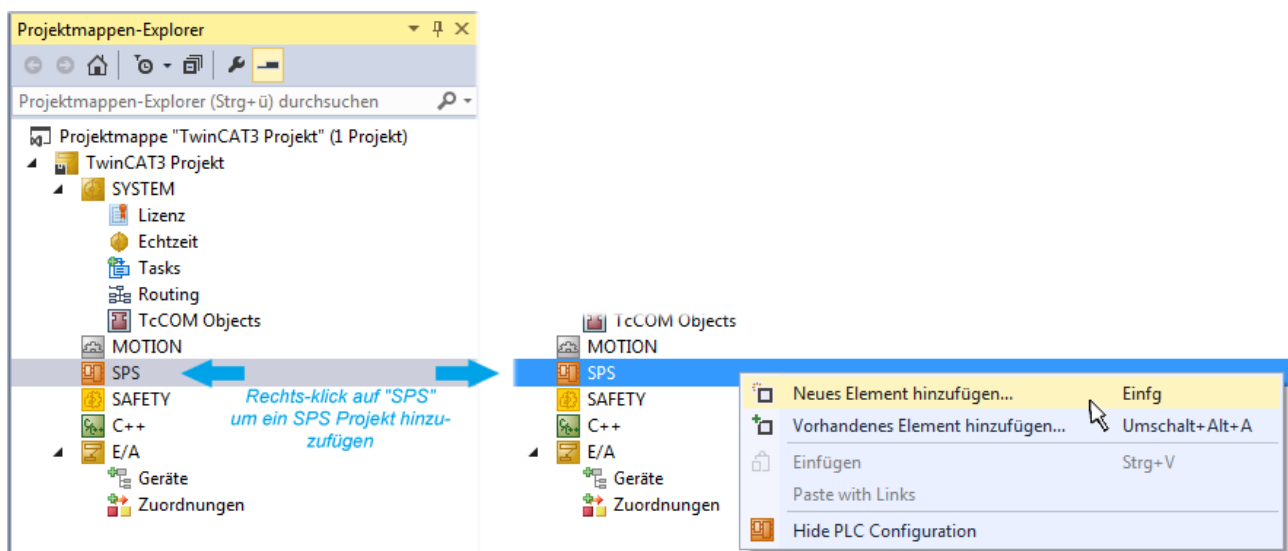


Abb. 51: Einfügen der Programmierungsumgebung in "SPS"

In dem darauf folgenden geöffneten Dialog wird ein „Standard PLC Projekt“ ausgewählt und beispielsweise als Projektname „PLC_example“ vergeben und ein entsprechendes Verzeichnis ausgewählt:

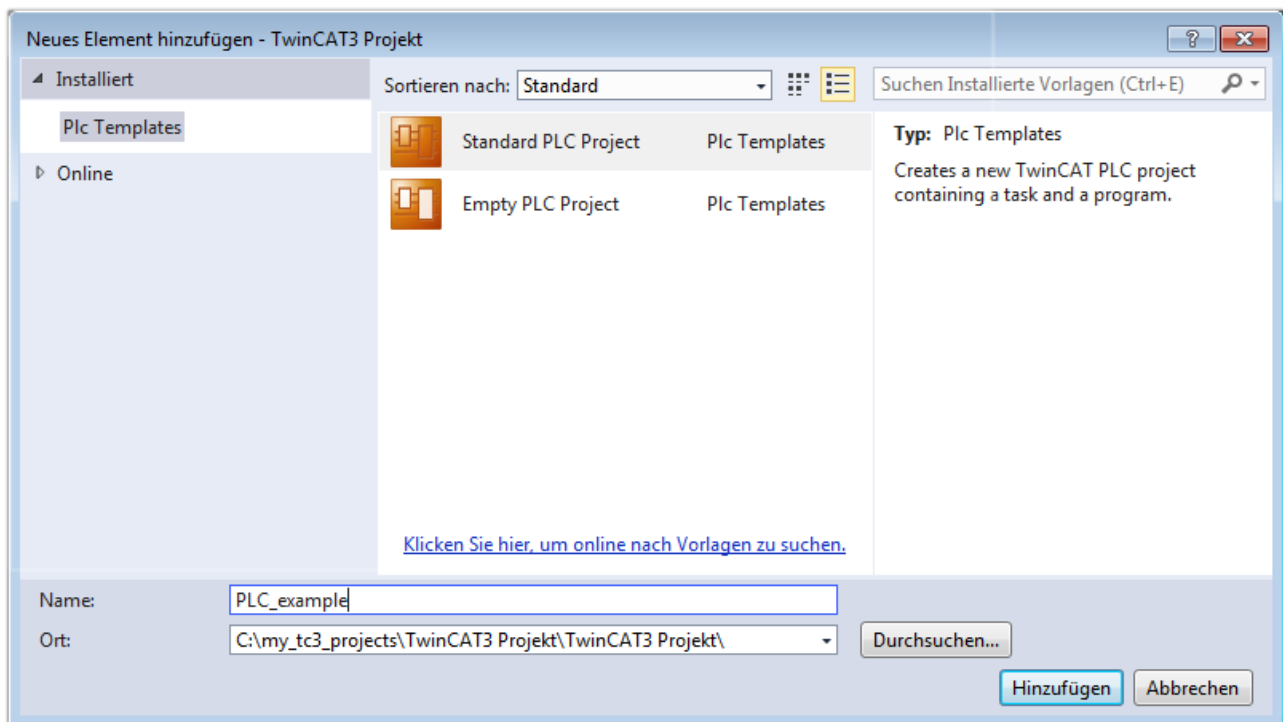


Abb. 52: Festlegen des Namens bzw. Verzeichnisses für die PLC Programmierungsumgebung

Das durch Auswahl von „Standard PLC Projekt“ bereits existierende Programm „Main“ kann über das „PLC_example_Project“ in „POUs“ durch Doppelklick geöffnet werden. Es wird folgende Benutzeroberfläche für ein initiales Projekt dargestellt:

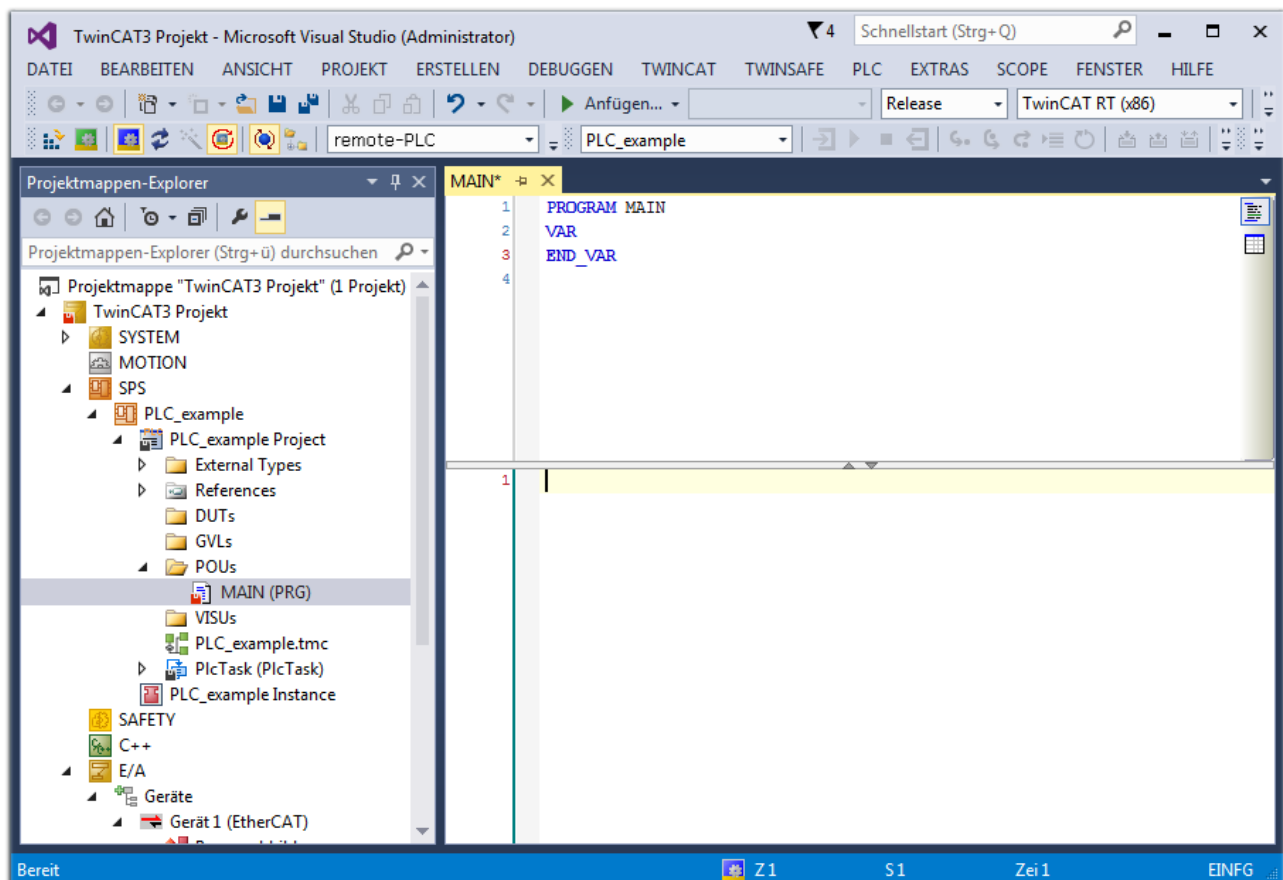


Abb. 53: Initiales Programm "Main" des Standard PLC Projektes

Nun sind für den weiteren Ablauf Beispielvariablen sowie ein Beispielprogramm erstellt worden:

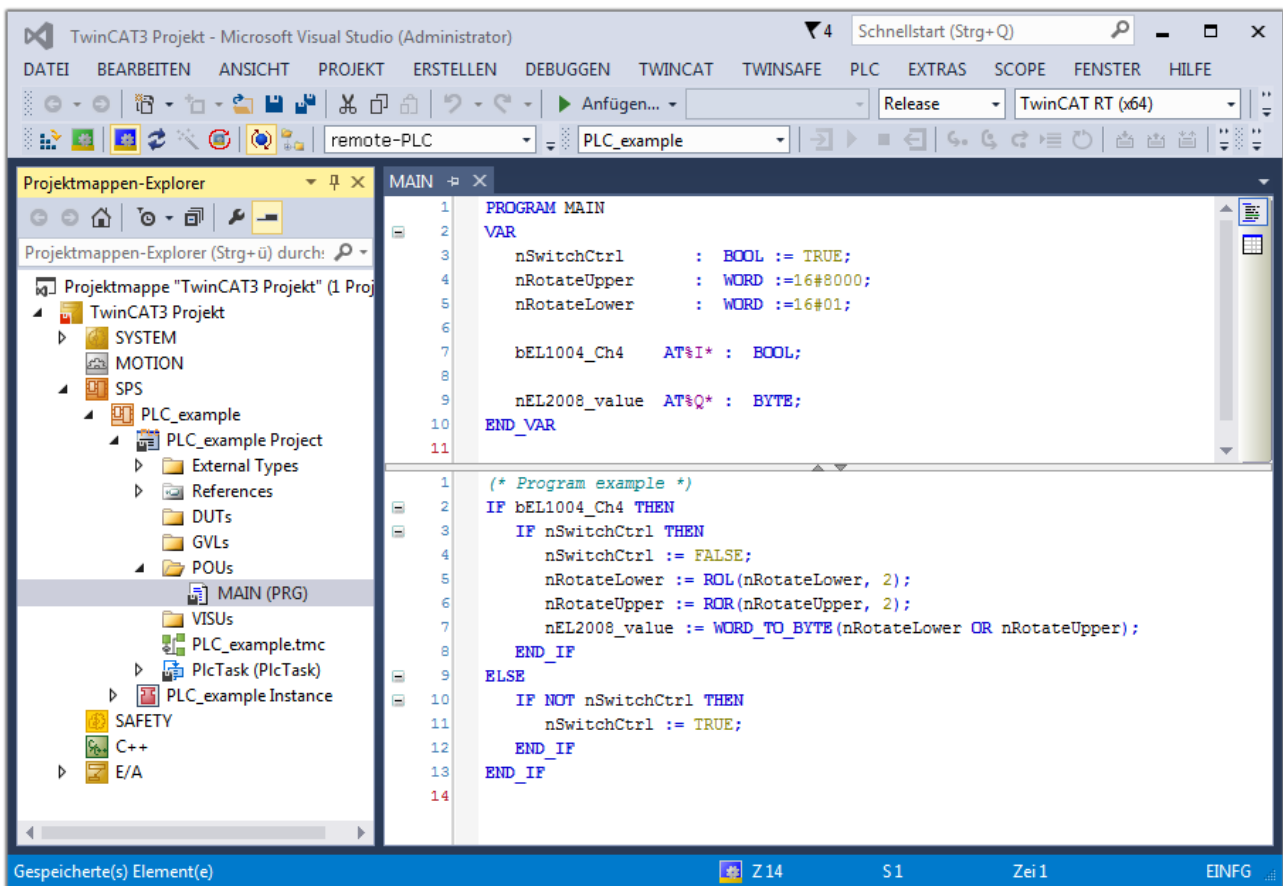


Abb. 54: Beispielprogramm mit Variablen nach einem Kompiliervorgang (ohne Variablenanbindung)

Das Steuerprogramm wird nun als Projektmappe erstellt und damit der Kompiliervorgang vorgenommen:

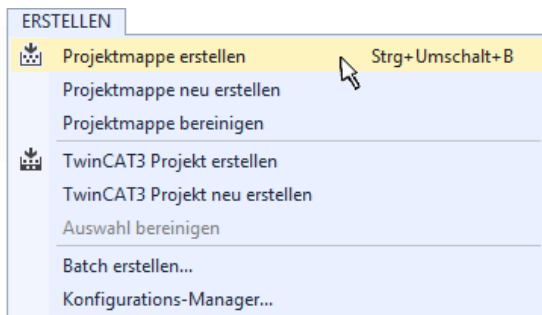
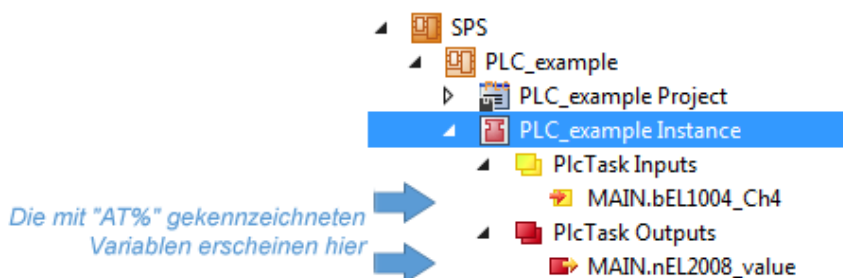


Abb. 55: Kompilierung des Programms starten

Anschließend liegen in den „Zuordnungen“ des Projektmappen-Explorers die folgenden – im ST/ PLC Programm mit „AT%“ gekennzeichneten Variablen vor:



Variablen Zuordnen

Über das Menü einer Instanz – Variablen innerhalb des „SPS“ Kontextes wird mittels „Verknüpfung Ändern...“ ein Fenster zur Auswahl eines passenden Prozessobjektes (PDOs) für dessen Verknüpfung geöffnet:

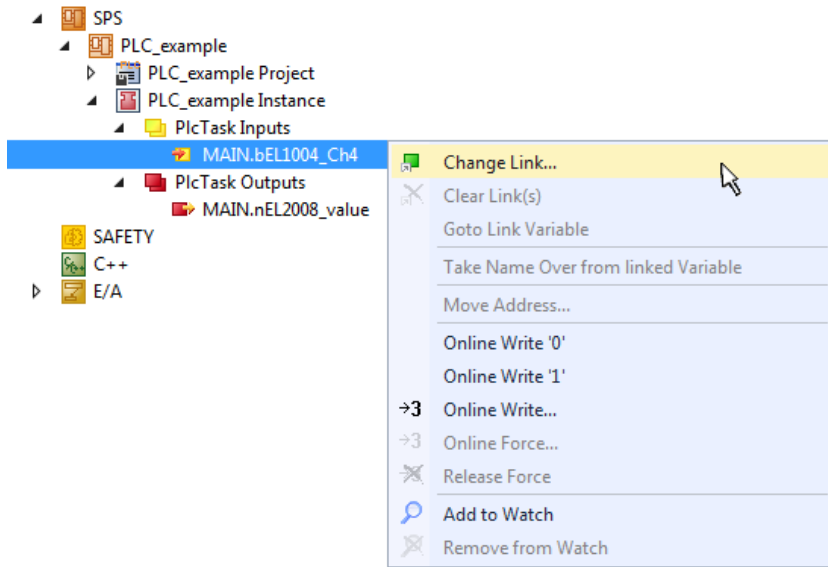


Abb. 56: Erstellen der Verknüpfungen PLC-Variablen zu Prozessobjekten

In dem dadurch geöffneten Fenster kann aus dem SPS-Konfigurationsbaum das Prozessobjekt für die Variable „bEL1004_Ch4“ vom Typ BOOL selektiert werden:

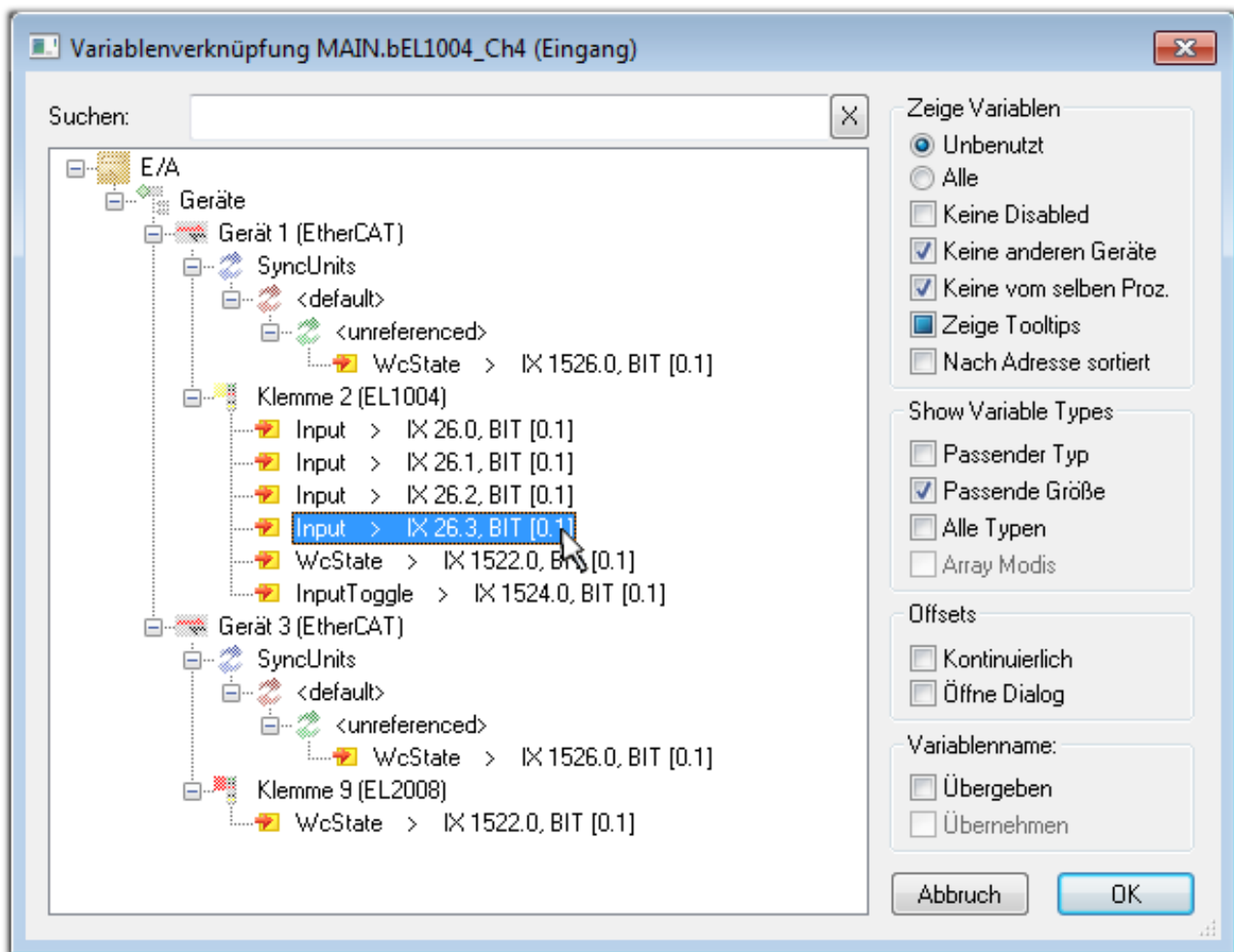


Abb. 57: Auswahl des PDO vom Typ BOOL

Entsprechend der Standarteinstellungen stehen nur bestimmte PDO Objekte zur Auswahl zur Verfügung. In diesem Beispiel wird von der Klemme EL1004 der Eingang von Kanal 4 zur Verknüpfung ausgewählt. Im Gegensatz hierzu muss für das Erstellen der Verknüpfung der Ausgangsvariablen die Checkbox „Alle Typen“ aktiviert werden, um in diesem Fall eine Byte-Variable einen Satz von acht separaten Ausgangsbits zuzuordnen. Die folgende Abbildung zeigt den gesamten Vorgang:

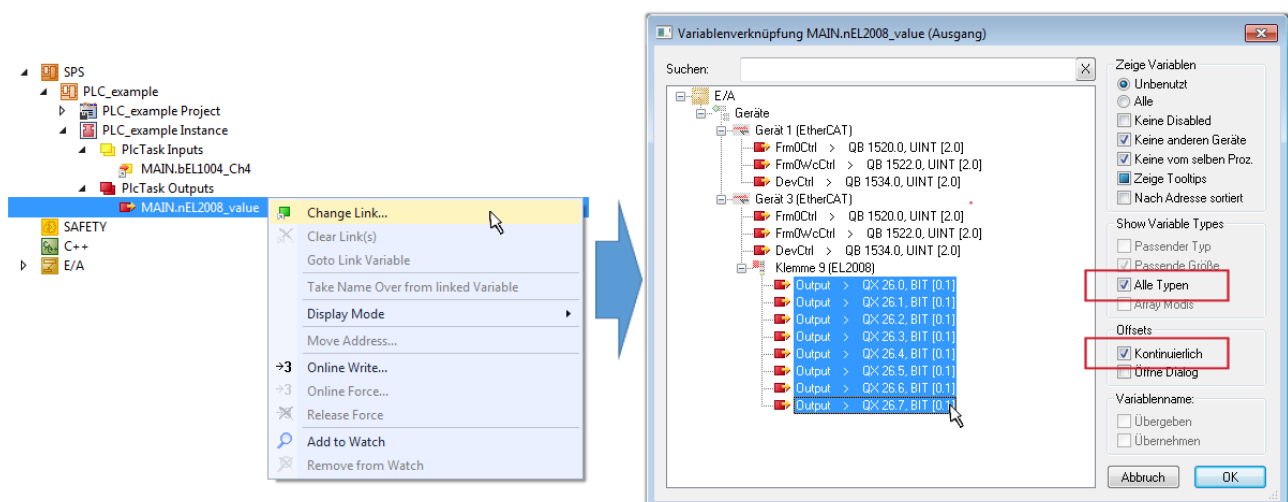



Abb. 58: Auswahl von mehreren PDO gleichzeitig: Aktivierung von "Kontinuierlich" und „Alle Typen“

Zu sehen ist, dass überdies die Checkbox „Kontinuierlich“ aktiviert wurde. Dies ist dafür vorgesehen, dass die in dem Byte der Variablen „nEL2008_value“ enthaltenen Bits allen acht ausgewählten Ausgangsbits der Klemme EL2008 der Reihenfolge nach zugeordnet werden sollen. Damit ist es möglich, alle acht Ausgänge

der Klemme mit einem Byte entsprechend Bit 0 für Kanal 1 bis Bit 7 für Kanal 8 von der PLC im Programm später anzusprechen. Ein spezielles Symbol () an dem gelben bzw. roten Objekt der Variablen zeigt an, dass hierfür eine Verknüpfung existiert. Die Verknüpfungen können z.B. auch überprüft werden, indem „Goto Link Variable“ aus dem Kontextmenü einer Variable ausgewählt wird. Dann wird automatisch das gegenüberliegende verknüpfte Objekt, in diesem Fall das PDO selektiert:

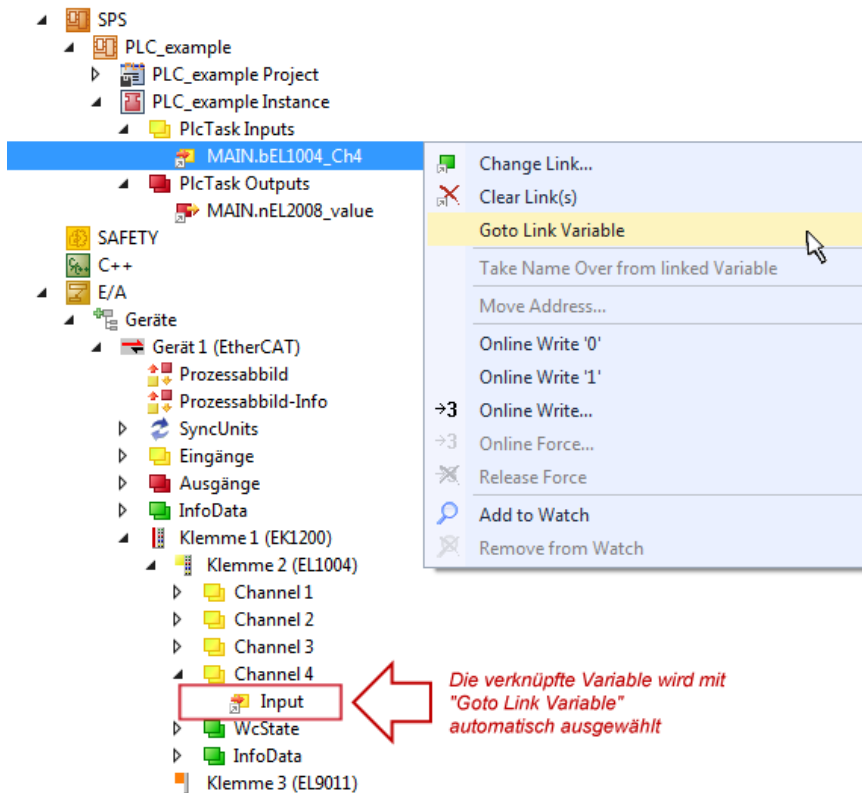



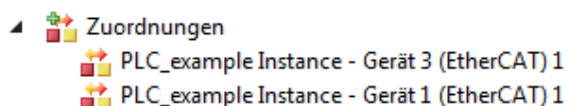
Abb. 59: Anwendung von "Goto Link Variable" am Beispiel von "MAIN.bEL1004_Ch4"


Der Vorgang zur Erstellung von Verknüpfungen kann auch in umgekehrter Richtung, d.h. von einzelnen PDO ausgehend zu einer Variablen erfolgen. In diesem Beispiel wäre dann allerdings eine komplette Auswahl aller Ausgangsbits der EL2008 nicht möglich, da die Klemme nur einzelne digitale Ausgänge zur Verfügung stellt. Hat eine Klemme einen Byte, Word, Integer oder ein ähnliches PDO, so ist es möglich dies wiederum einen Satz von bit-typisierten Variablen (Typ „BOOL“) zuzuordnen. Auch hier kann ebenso in die andere Richtung ein „Goto Link Variable“ ausgeführt werden, um dann die betreffende Instanz der PLC zu selektieren.

Aktivieren der Konfiguration


Die Zuordnung von PDO zu PLC Variablen hat nun die Verbindung von der Steuerung zu den Ein- und


Ausgängen der Klemmen hergestellt. Nun kann die Konfiguration mit  oder über das Menü unter „TWINCAT“ aktiviert werden, um dadurch Einstellungen der Entwicklungsumgebung auf das Laufzeitsystem zu übertragen. Die darauf folgenden Meldungen „Alte Konfigurationen werden überschrieben!“ sowie „Neustart TwinCAT System in Run Modus“ werden jeweils mit „OK“ bestätigt. Die entsprechenden Zuordnungen sind in dem Projektmappen-Explorer einsehbar:



Einige Sekunden später wird der entsprechende Status des Run Modus mit einem rotierenden Symbol  unten rechts in der Entwicklungsumgebung VS Shell angezeigt. Das PLC System kann daraufhin wie im Folgenden beschrieben gestartet werden.

Starten der Steuerung

Entweder über die Menüauswahl „PLC“ → „Einloggen“ oder per Klick auf  ist die PLC mit dem Echtzeitsystem zu verbinden und nachfolgend das Steuerprogramm zu laden, um es ausführen lassen zu können. Dies wird entsprechend mit der Meldung „Kein Programm auf der Steuerung! Soll das neue Programm geladen werden?“ bekannt gemacht und ist mit „Ja“ zu beantworten. Die Laufzeitumgebung ist

bereit zum Programmstart mit Klick auf das Symbol , Taste „F5“ oder entsprechend auch über „PLC“ im Menü durch Auswahl von „Start“. Die gestartete Programmierungsumgebung zeigt sich mit einer Darstellung der Laufzeitwerte von einzelnen Variablen:

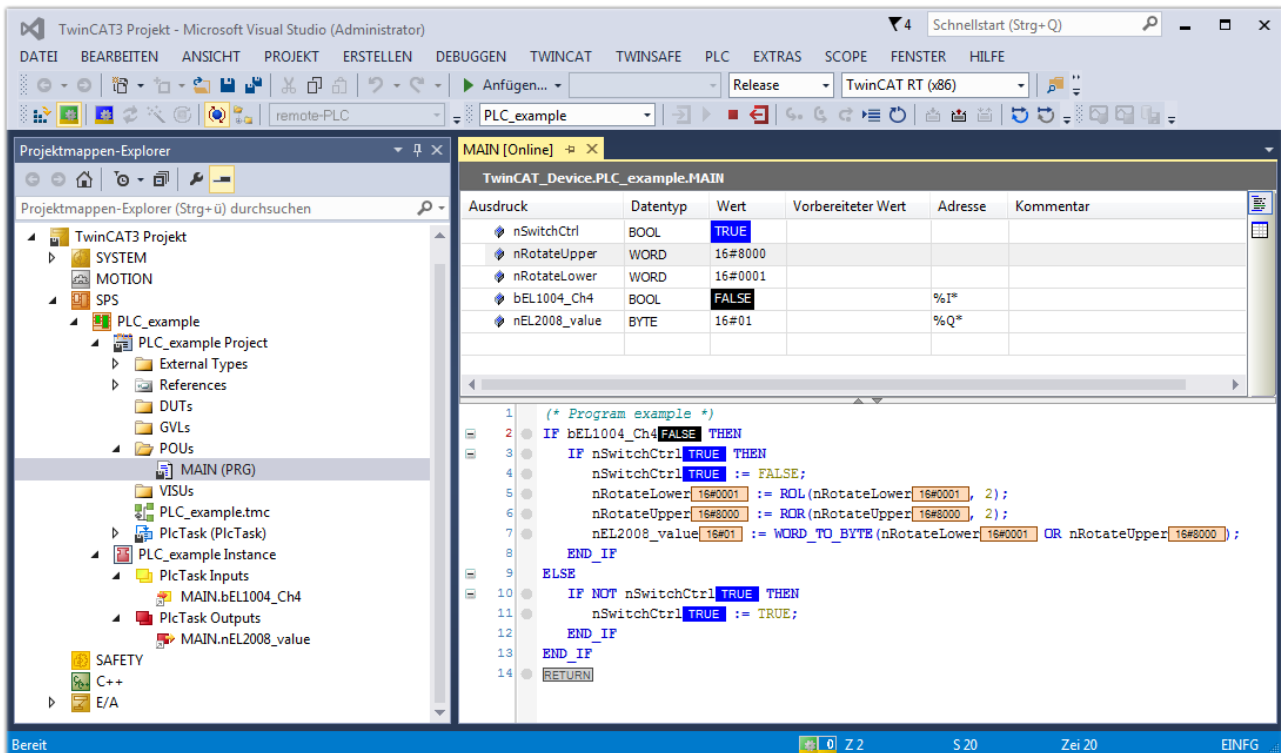




Abb. 60: TwinCAT 3 Entwicklungsumgebung (VS Shell): Logged-in, nach erfolgten Programmstart

Die beiden Bedienelemente zum Stoppen  und Ausloggen  führen je nach Bedarf zu der gewünschten Aktion (entsprechend auch für Stopp „umschalt-Taste + F5“ oder beide Aktionen über das „PLC“ Menü auswählbar).

5.2 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/>.

5.2.1 Installation 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, ein Weg wird hier vorgestellt.

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

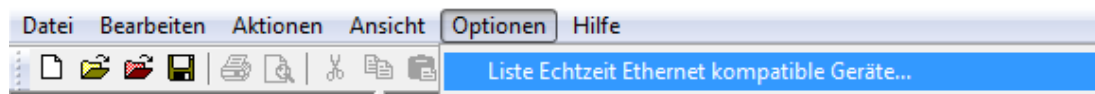


Abb. 61: Aufruf im Systemmanager (TwinCAT 2)

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

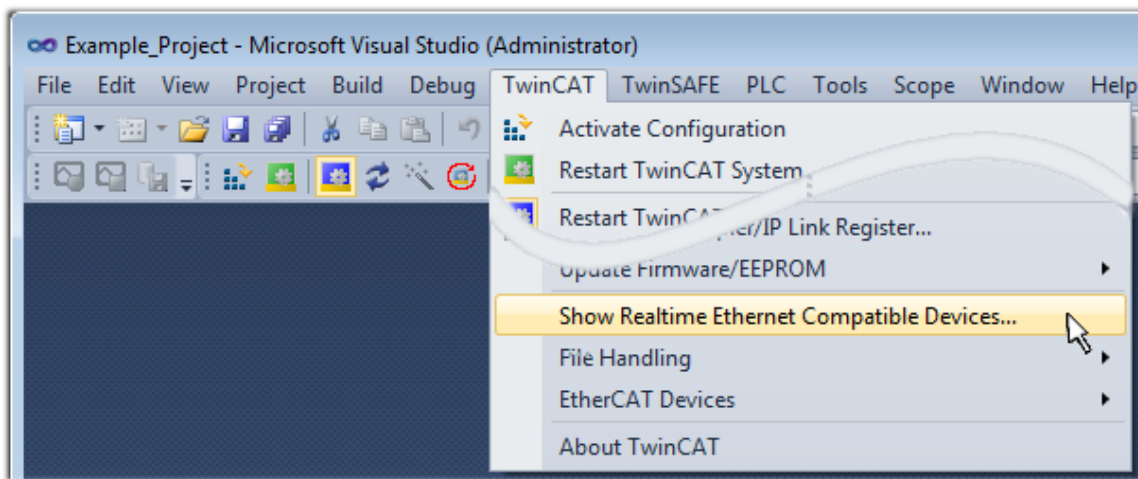


Abb. 62: Aufruf in VS Shell (TwinCAT 3)

Der folgende Dialog erscheint:

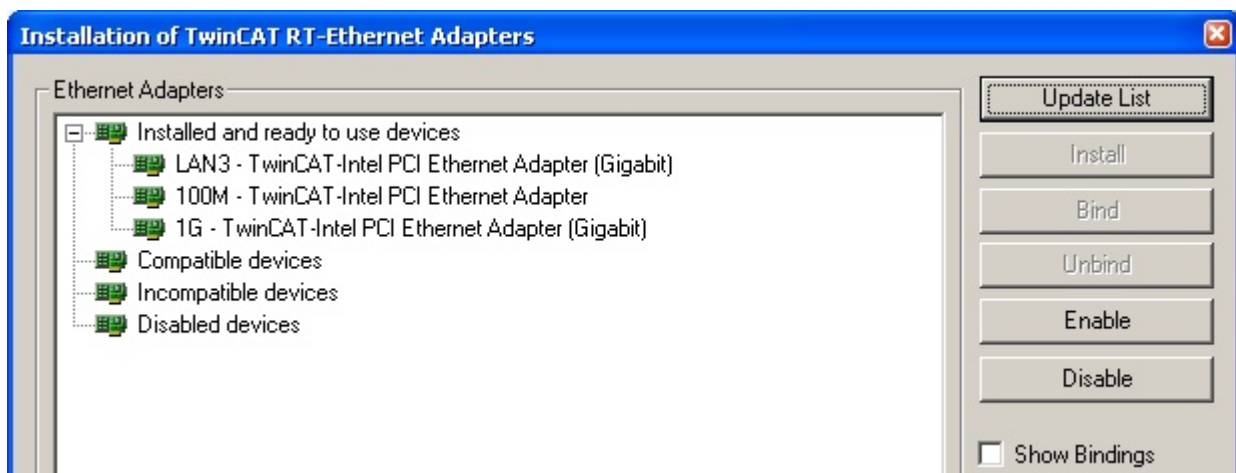


Abb. 63: Übersicht Netzwerkschnittstellen

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“ [► 67] beschrieben, zunächst ein EtherCAT-Gerät eingetragen werden, um dann über dessen Eigenschaften (Karteireiter „Adapter“, Button „Kompatible Geräte...“) die kompatiblen Ethernet Ports einzusehen:

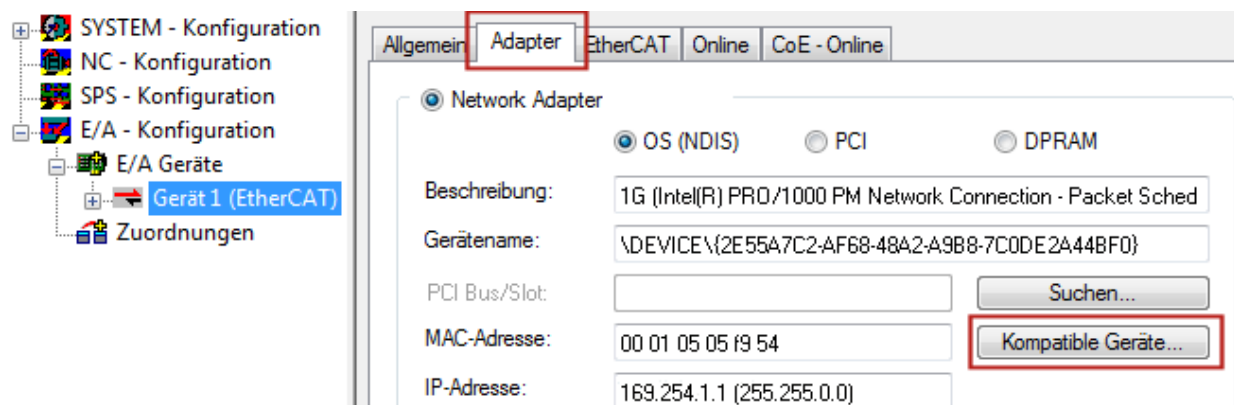
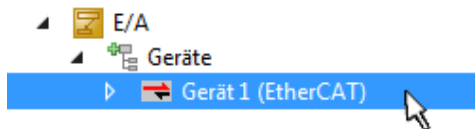


Abb. 64: Eigenschaft von EtherCAT Gerät (TwinCAT 2): Klick auf „Kompatible Geräte...“ von „Adapter“

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)

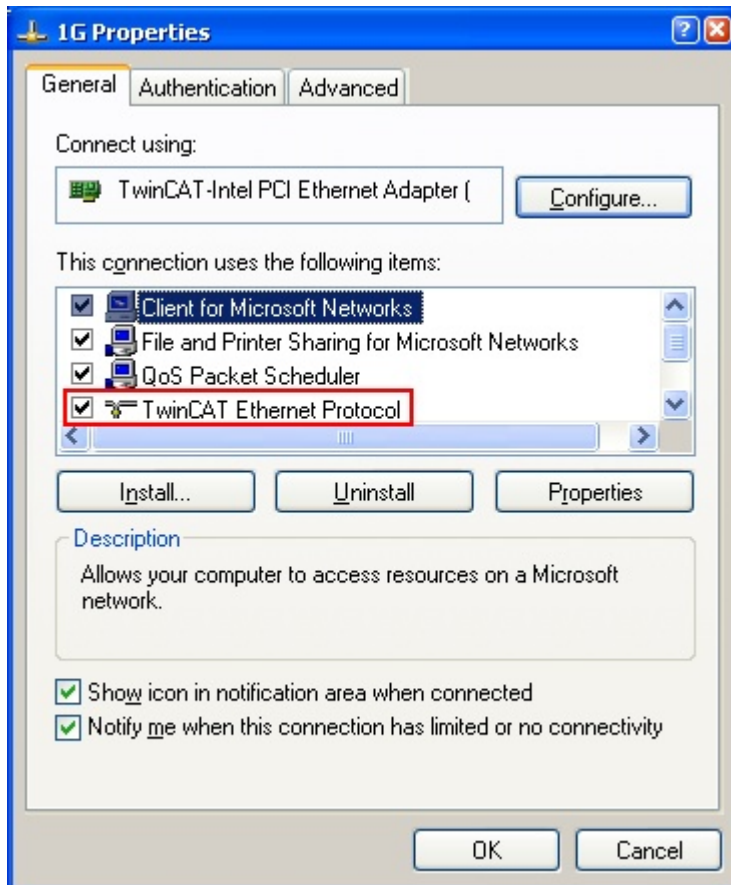


Abb. 65: Windows-Eigenschaften der Netzwerkschnittstelle

Eine korrekte Einstellung des Treibers könnte wie folgt aussehen:

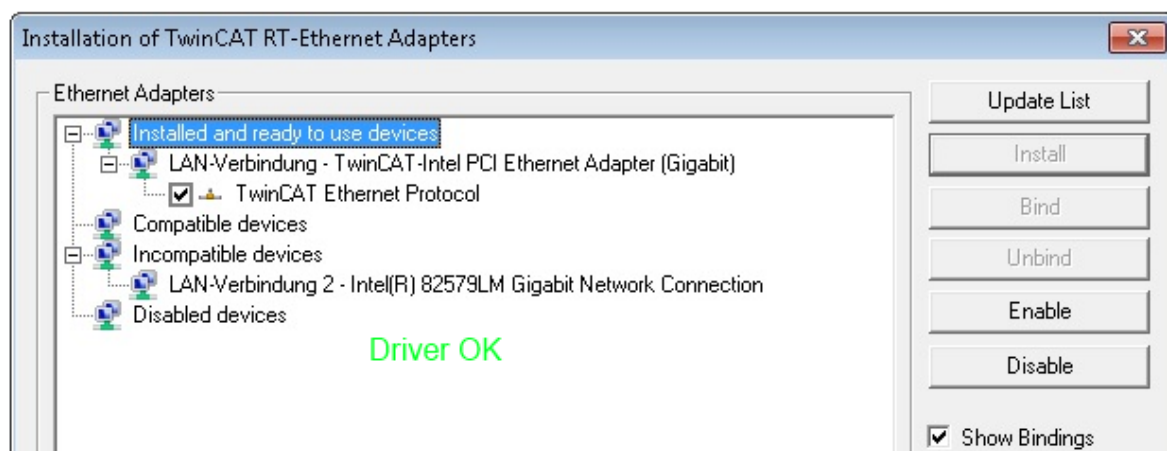


Abb. 66: Beispielhafte korrekte Treiber-Einstellung des Ethernet Ports

Andere mögliche Einstellungen sind zu vermeiden:

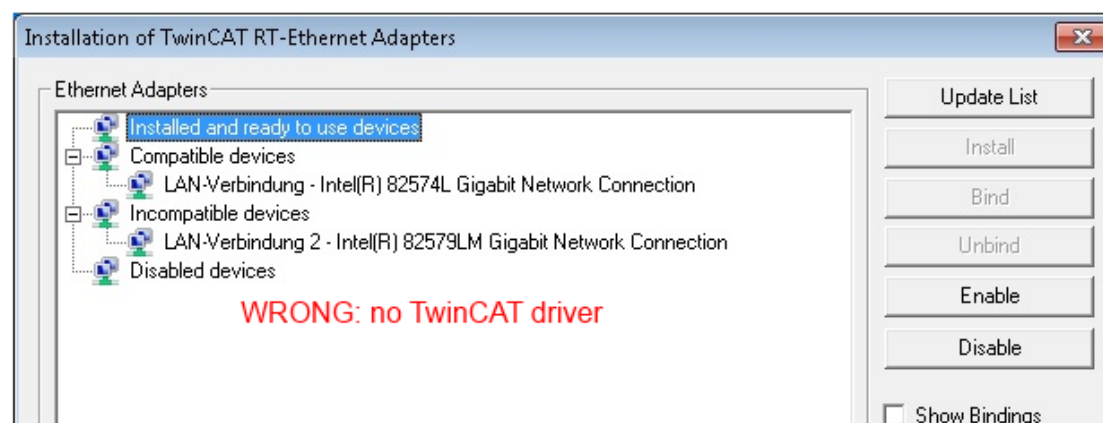
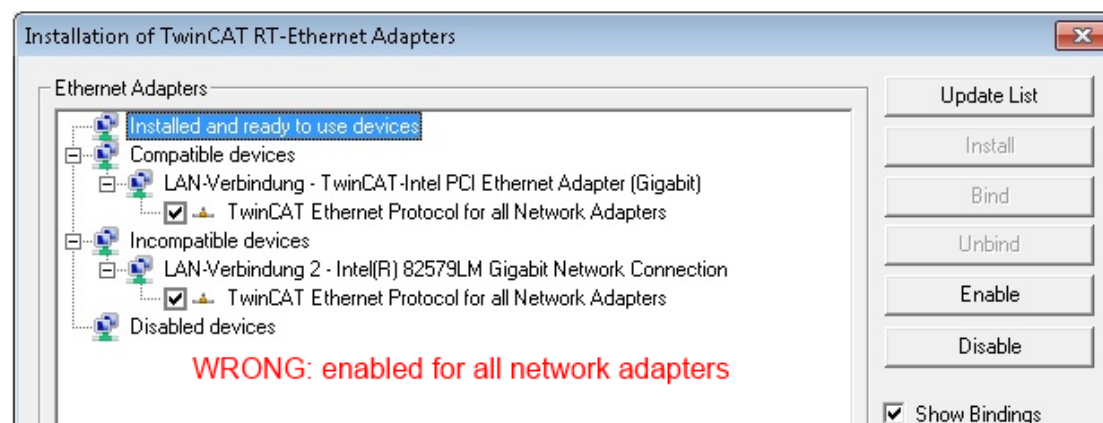
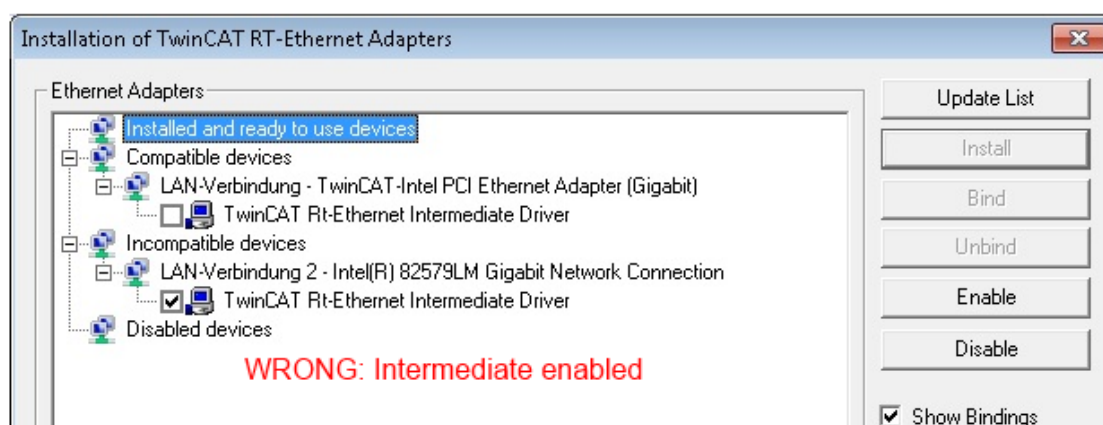
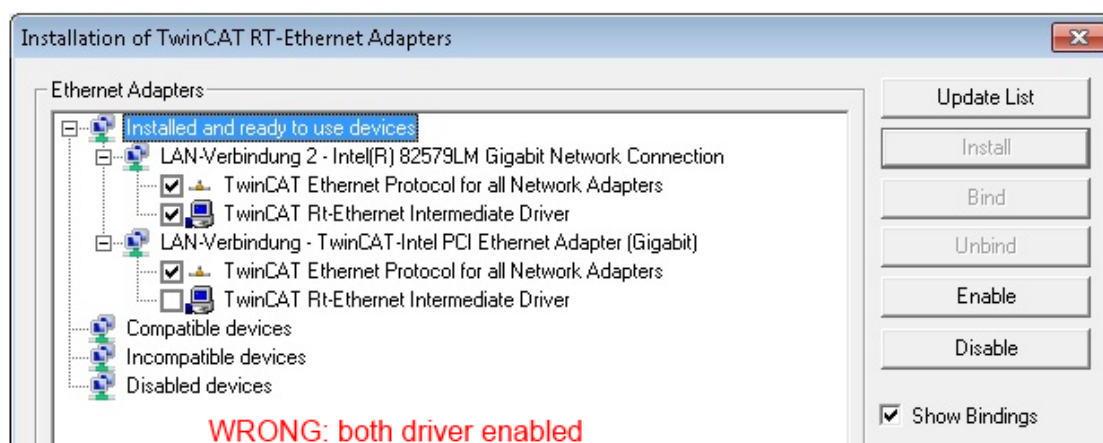


Abb. 67: Fehlerhafte Treiber-Einstellungen des Ethernet Ports

IP-Adresse des verwendeten Ports

**Hinweis****IP Adresse/DHCP**

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.

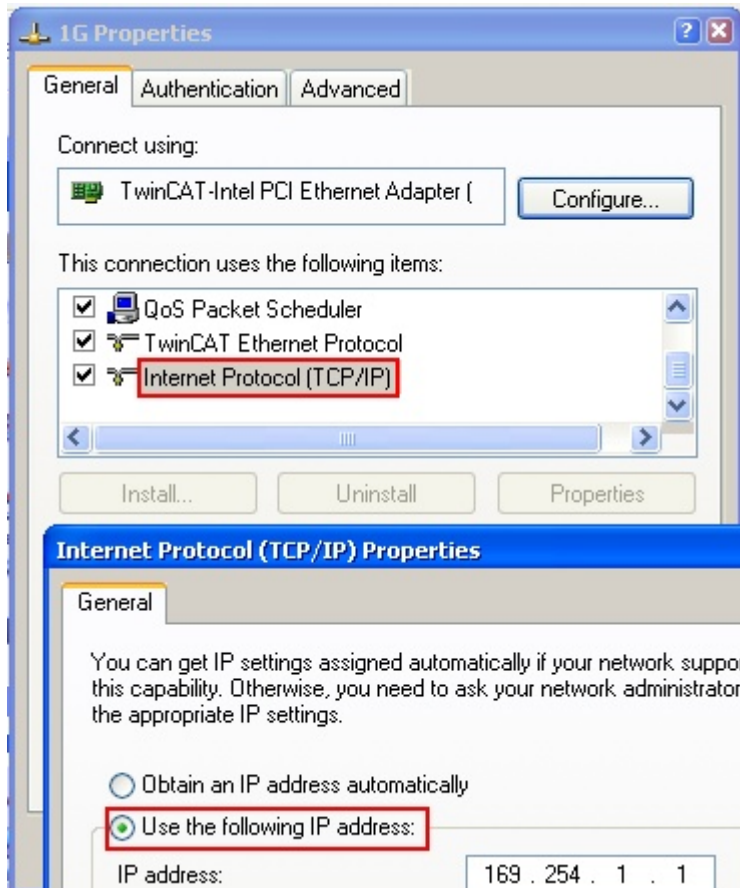


Abb. 68: TCP/IP-Einstellung des Ethernet Ports

5.2.2 Hinweise 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](#) [► 66] zur Verfügung.

	ESI
Hinweis	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 Dateiarten 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"

Name
 (EL2521-0025-1018)
Revision

Abb. 69: 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](#) [► 8].

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.

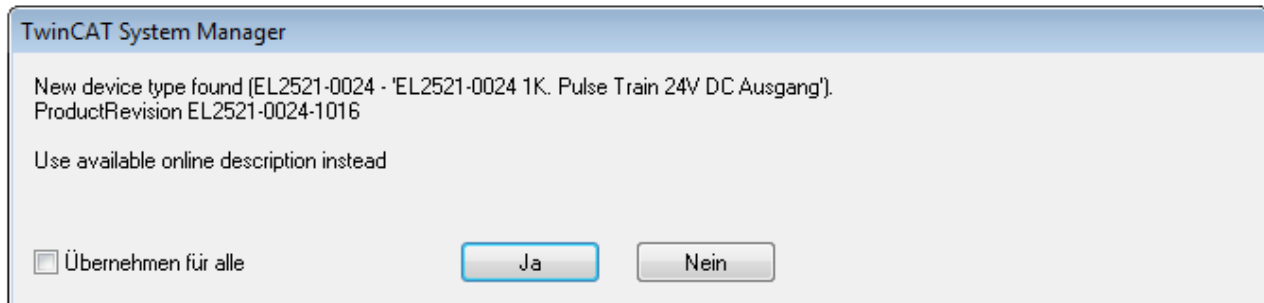


Abb. 70: Hinweisfenster OnlineDescription (TwinCAT 2)

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

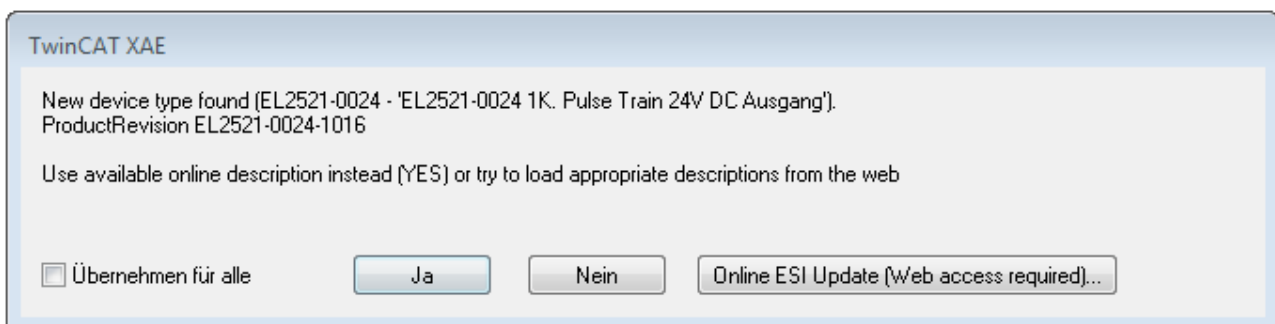


Abb. 71: Hinweisfenster OnlineDescription (TwinCAT 3)

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.



Achtung

Veränderung der "üblichen" Konfiguration durch Scan

- ✓ für den Fall eines durch Scan entdeckten aber TwinCAT noch unbekannten 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 [► 67]“.

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. 72: Vom Systemmanager 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. 73: 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.



Hinweis

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.

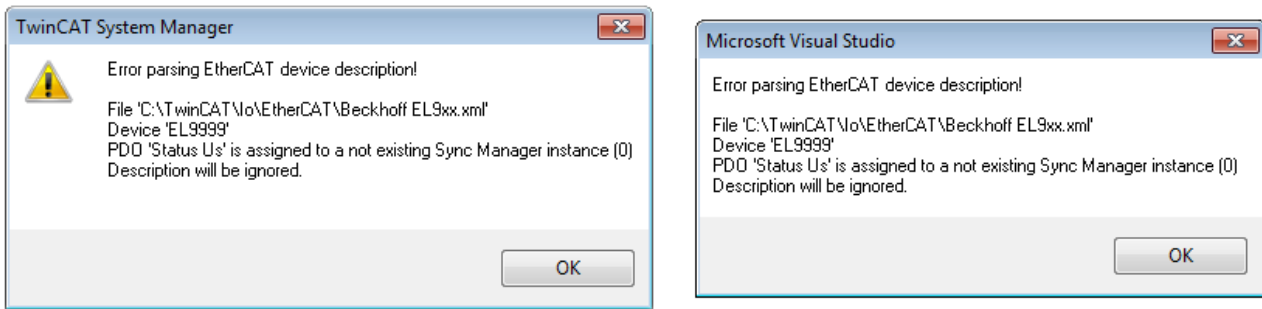


Abb. 74: Hinweisfenster fehlerhafte ESI-Datei (links: TwinCAT 2; rechts: TwinCAT 3)

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

5.2.3 TwinCAT ESI Updater

Ab TwinCAT 2.11 kann der Systemmanager bei Onlinezugang selbst nach aktuellen Beckhoff ESI-Dateien suchen:

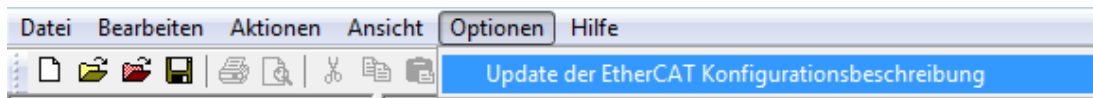


Abb. 75: Anwendung des ESI Updater (>=TwinCAT 2.11)

Der Aufruf erfolgt unter:

„Options“ → „Update EtherCAT Device Descriptions“.

Auswahl bei TwinCAT 3:

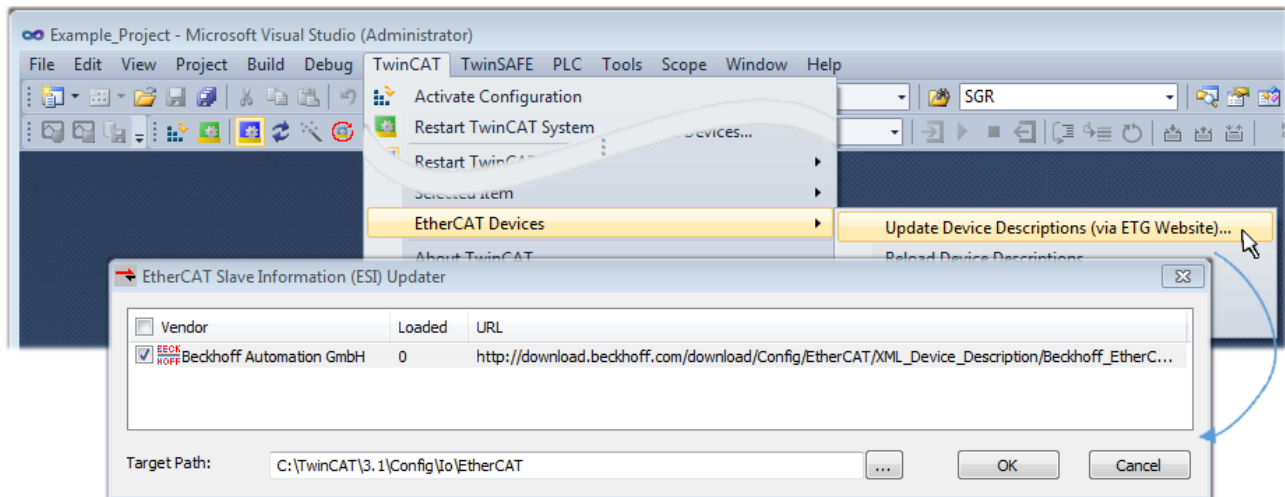


Abb. 76: Anwendung des ESI Updater (TwinCAT 3)

Der ESI Updater ist eine bequeme Möglichkeit, die von den EtherCAT Herstellern bereitgestellten ESIs automatisch über das Internet in das TwinCAT-Verzeichnis zu beziehen (ESI = EtherCAT slave information). Dazu greift TwinCAT auf die bei der ETG hinterlegte zentrale ESI-ULR-Verzeichnisliste zu; die Einträge sind dann unveränderbar im Updater-Dialog zu sehen.

Der Aufruf erfolgt unter:

„TwinCAT“ → „EtherCAT Devices“ → „Update Device Description (via ETG Website)...“.

5.2.4 Unterscheidung Online/Offline

Die Unterscheidung Online/Offline bezieht sich auf das Vorhandensein der tatsächlichen I/O-Umgebung (Antriebe, Klemmen, EJ-Module). Wenn die Konfiguration im Vorfeld der Anlagenerstellung z.B. auf einem Laptop als Programmiersystem erstellt werden soll, ist nur die "Offline-Konfiguration" möglich. Dann müssen alle Komponenten händisch in der Konfiguration z.B. nach Elektro-Planung eingetragen werden.

Ist die vorgesehene Steuerung bereits an das EtherCAT System angeschlossen, alle Komponenten mit Spannung versorgt und die Infrastruktur betriebsbereit, kann die TwinCAT Konfiguration auch vereinfacht durch das so genannte "Scannen" vom Runtime-System aus erzeugt werden. Dies ist der so genannte Online-Vorgang.

In jedem Fall prüft der EtherCAT Master bei jedem realen Hochlauf, ob die vorgefundenen Slaves der Konfiguration entsprechen. Dieser Test kann in den erweiterten Slave-Einstellungen parametrisiert werden. Siehe hierzu den [Hinweis „Installation der neuesten ESI-XML-Device-Description“](#) [► 62].

Zur Konfigurationserstellung

- muss die reale EtherCAT-Hardware (Geräte, Koppler, Antriebe) vorliegen und installiert sein.

- müssen die Geräte/Module über EtherCAT-Kabel bzw. im Klemmenstrang so verbunden sein wie sie später eingesetzt werden sollen.
- müssen die Geräte/Module mit Energie versorgt werden und kommunikationsbereit sein.
- muss TwinCAT auf dem Zielsystem im CONFIG-Modus sein.

Der Online-Scan-Vorgang setzt sich zusammen aus:

- Erkennen des EtherCAT-Gerätes [► 72] (Ethernet-Port am IPC)
- Erkennen der angeschlossenen EtherCAT-Teilnehmer [► 73]. Dieser Schritt kann auch unabhängig vom vorangehenden durchgeführt werden.
- Problembehandlung [► 76]

Auch kann der Scan bei bestehender Konfiguration [► 77] zum Vergleich durchgeführt werden.

5.2.5 OFFLINE Konfigurationserstellung

Anlegen des Geräts EtherCAT

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

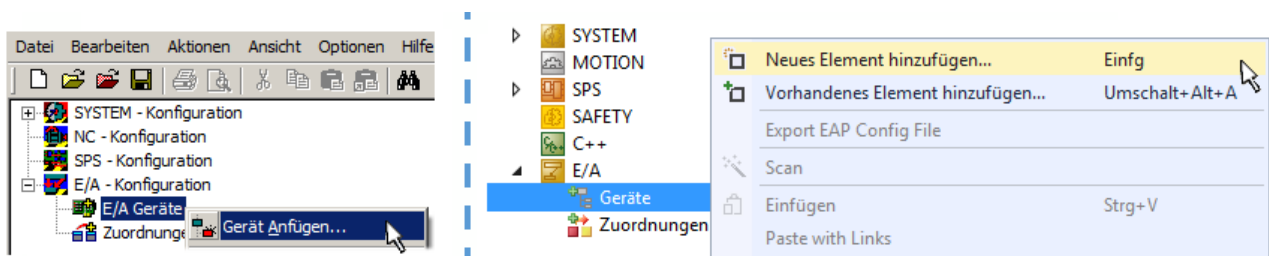


Abb. 77: Anfügen eines EtherCAT Device: links TwinCAT 2; rechts TwinCAT 3

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.

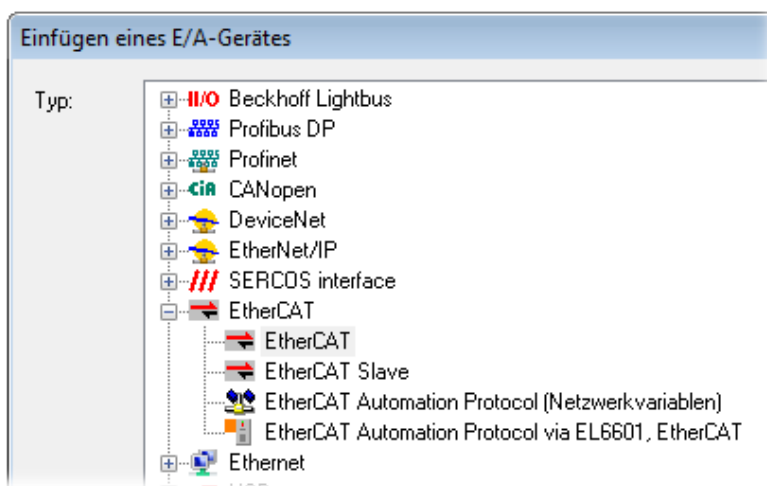


Abb. 78: Auswahl EtherCAT Anschluss (TwinCAT 2.11, TwinCAT 3)

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

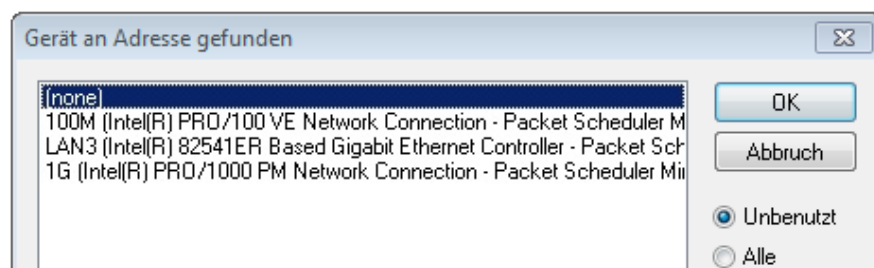


Abb. 79: Auswahl Ethernet Port

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)“.

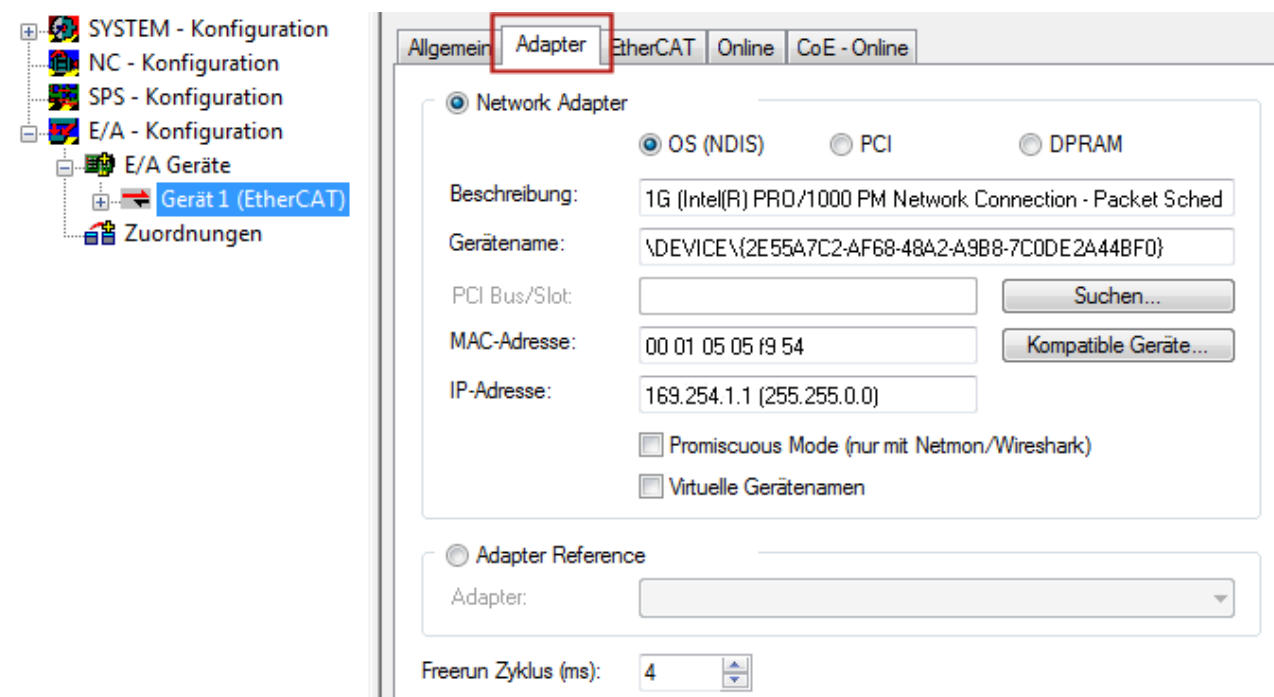
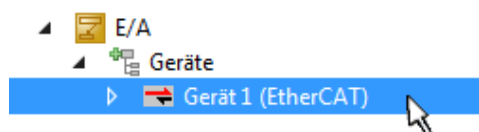


Abb. 80: Eigenschaften EtherCAT Gerät (TwinCAT 2)

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

**Hinweis****Auswahl Ethernet Port**

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](#) [► 57].

Definieren von EtherCAT Slaves

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

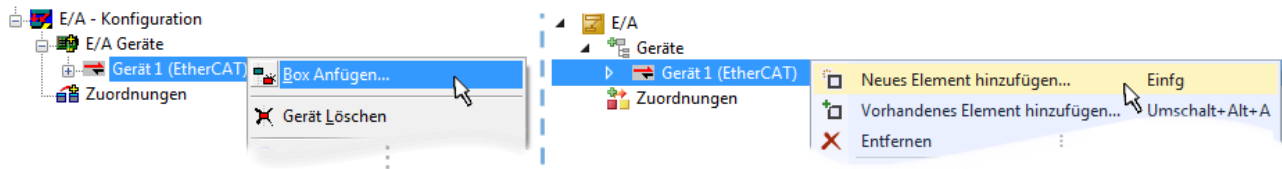


Abb. 81: Anfügen von EtherCAT Geräten (links: TwinCAT 2; rechts: TwinCAT 3)

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 FastEthernet-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: EK-Koppler, EP-Boxen, Geräte mit RJ45/M8/M12-Konnector
- "E-Bus": LVDS "Klemmenbus", „EJ-Module“: EL/ES-Klemmen, diverse anreihbare Module

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

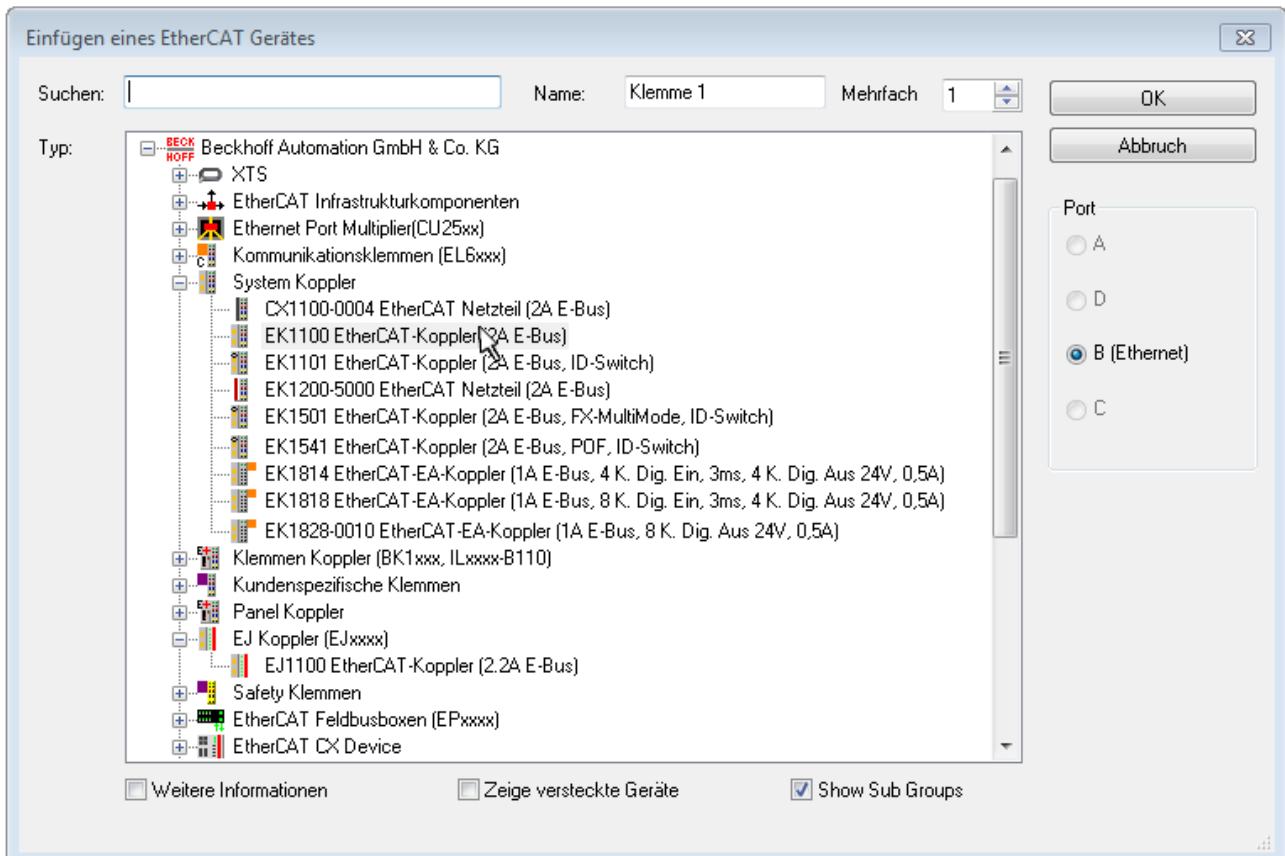


Abb. 82: Auswahldialog neues EtherCAT Gerät

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.

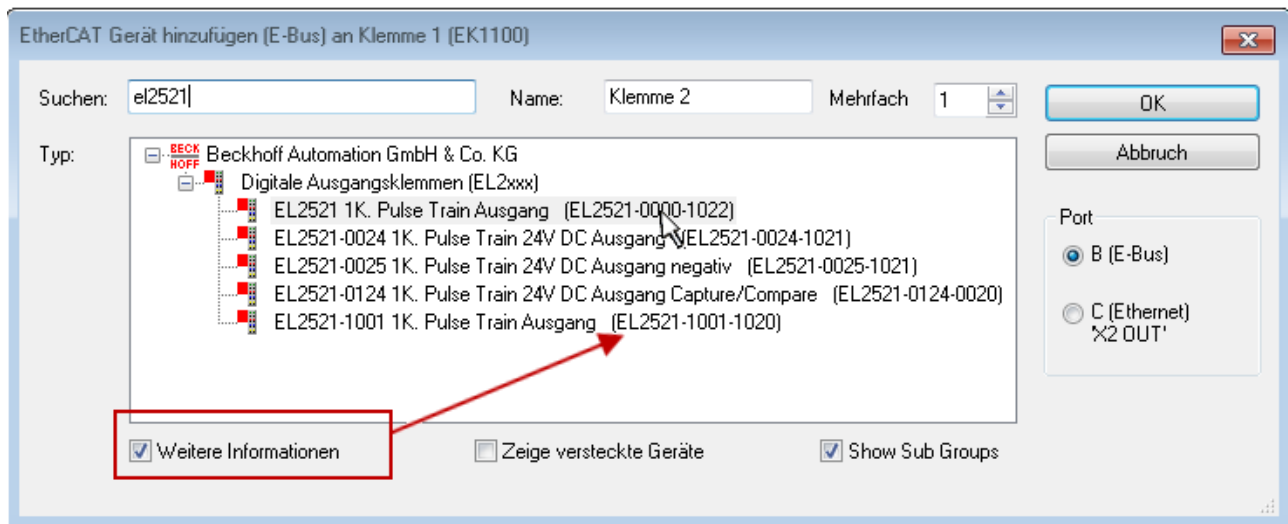


Abb. 83: Anzeige Geräte-Revision

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“.

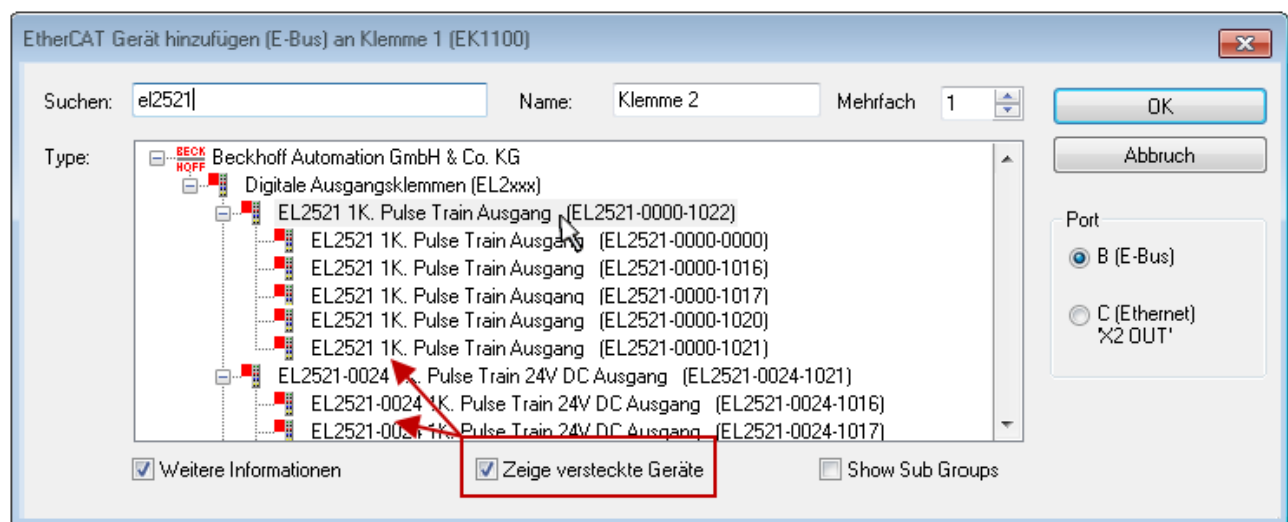


Abb. 84: Anzeige vorhergehender Revisionen

**Hinweis****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. 85: 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 parametrisiert werden: Verlinkung mit der Task, CoE/DC-Einstellungen, PlugIn-Definition, StartUp-Einstellungen, ...

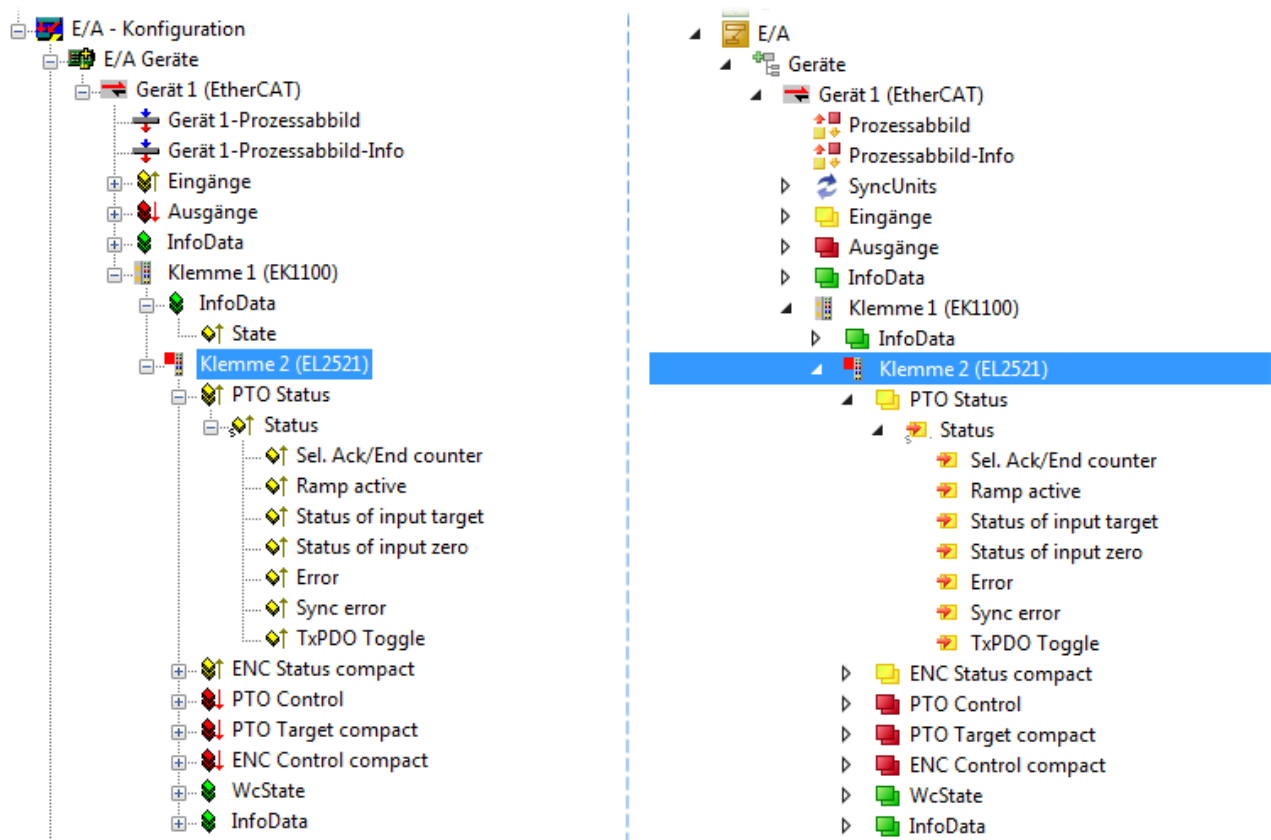




Abb. 86: EtherCAT Klemme im TwinCAT-Baum (links: TwinCAT 2; rechts: TwinCAT 3)



5.2.6 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)“



Hinweis

Online Scannen im Config Mode

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. 87: 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.

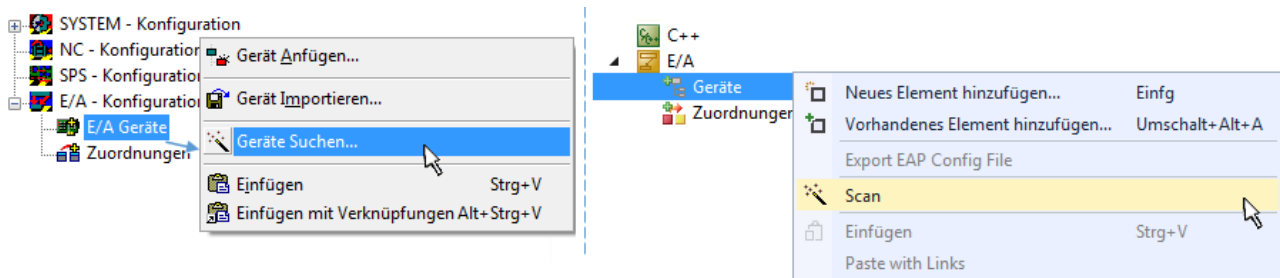


Abb. 88: Scan Devices (links: TwinCAT 2; rechts: TwinCAT 3)

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.

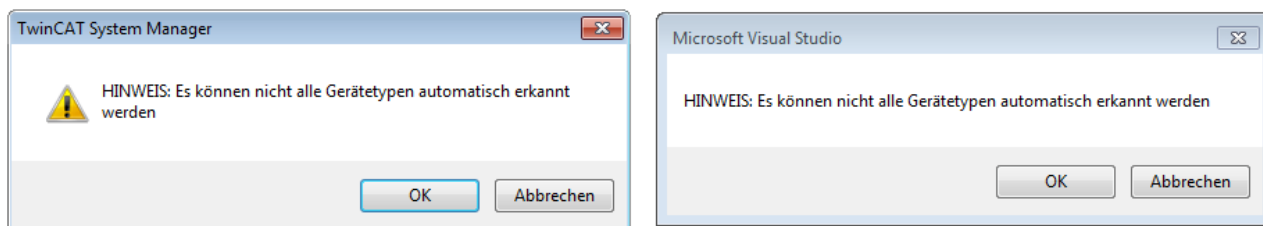


Abb. 89: Hinweis automatischer GeräteScan (links: TwinCAT 2; rechts: TwinCAT 3)

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.

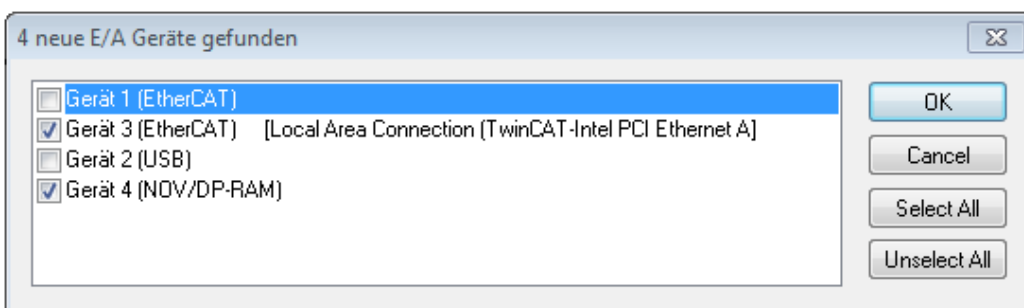


Abb. 90: Erkannte Ethernet-Geräte

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“.



Hinweis

Auswahl Ethernet Port

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](#) [► 57].

Erkennen/Scan der EtherCAT Teilnehmer



Hinweis

Funktionsweise Online Scan

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.

Name
(EL2521-0025-1018)
Revision

Abb. 91: Beispiel Defaultzustand

**Achtung****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 Serienmaschinenaufbau bzw. bei Reproduktion der Anlage sollte die Funktion aber nicht mehr zur Konfigurationserstellung verwendet werden sondern ggf. zum Vergleich [► 77] 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:

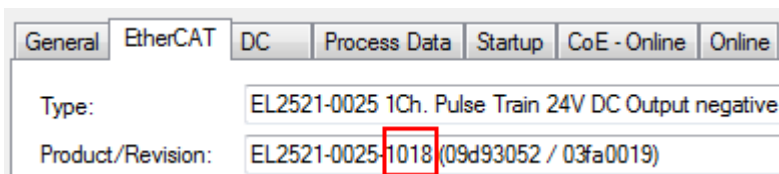


Abb. 92: Einbau EtherCAT-Klemme mit Revision -1018

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 eine 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 [► 77] 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:

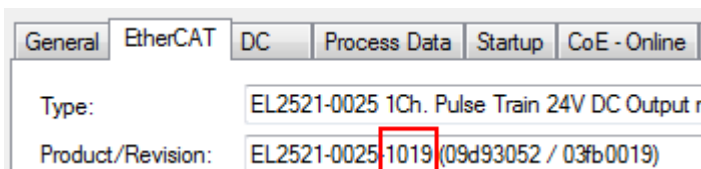


Abb. 93: Erkennen EtherCAT-Klemme mit Revision -1019

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

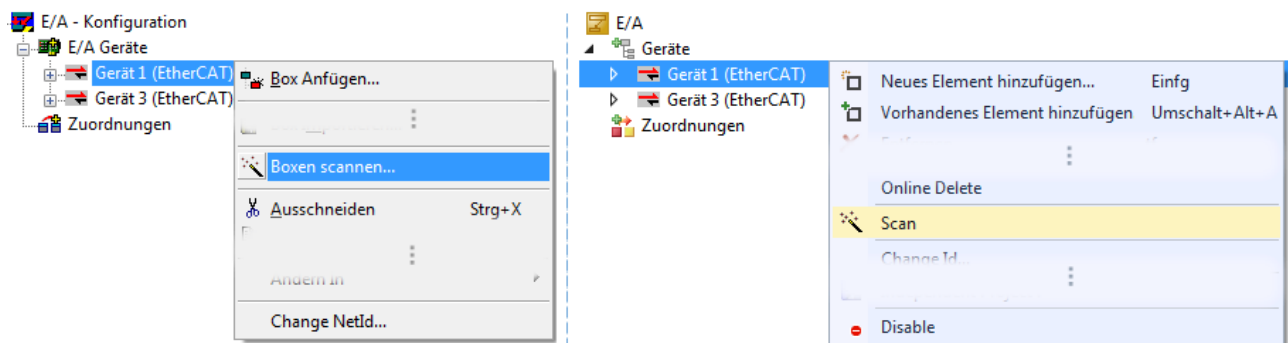


Abb. 95: Manuelles Auslösen des Teilnehmer-Scans auf festgelegtem EtherCAT Device (links: TwinCAT 2; rechts TwinCAT 3)

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



Abb. 96: Scanfortschritt am Beispiel von TwinCAT 2

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

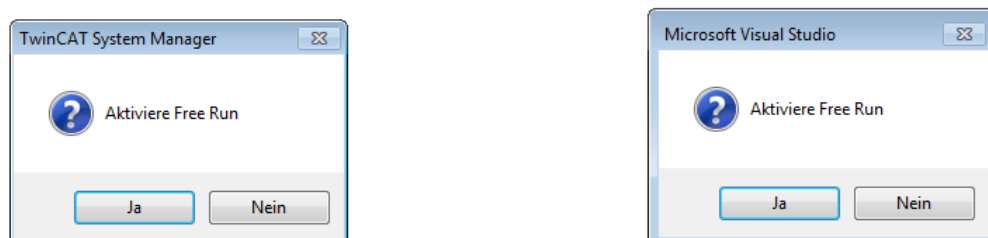


Abb. 97: Abfrage Config/FreeRun (links: TwinCAT 2; rechts TwinCAT 3)

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



Abb. 99: 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.

No	Addr	Name	State	CRC
1	1001	Klemme 1 (EK1100)	OP	0, 0
2	1002	Klemme 2 (EL2008)	OP	0, 0
3	1003	Klemme 3 (EL3751)	SAFEOP	0, 0
4	1004	Klemme 4 (EL2521-0024)	OP	0

Counter	Cyclic	Queued
Send Frames	31713	+ 5645
Frames / sec	500	+ 37
Lost Frames	0	+ 0
Tx/Rx Errors	0	/ 0

Abb. 100: 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](#) [► 67] 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.

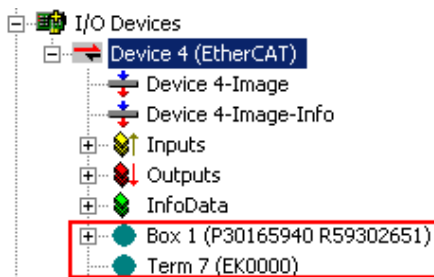



Abb. 101: Fehlerhafte Erkennung

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

Scan über bestehender Konfiguration

 Achtung	<p>Veränderung der Konfiguration nach Vergleich</p> <p>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.</p>
---	---

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.

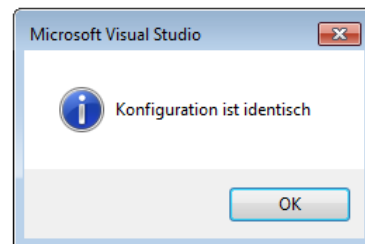
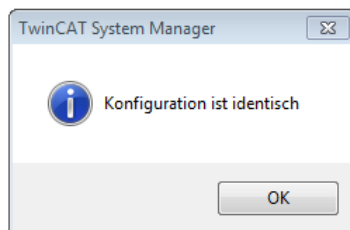


Abb. 102: Identische Konfiguration (links: TwinCAT 2; rechts TwinCAT 3)

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

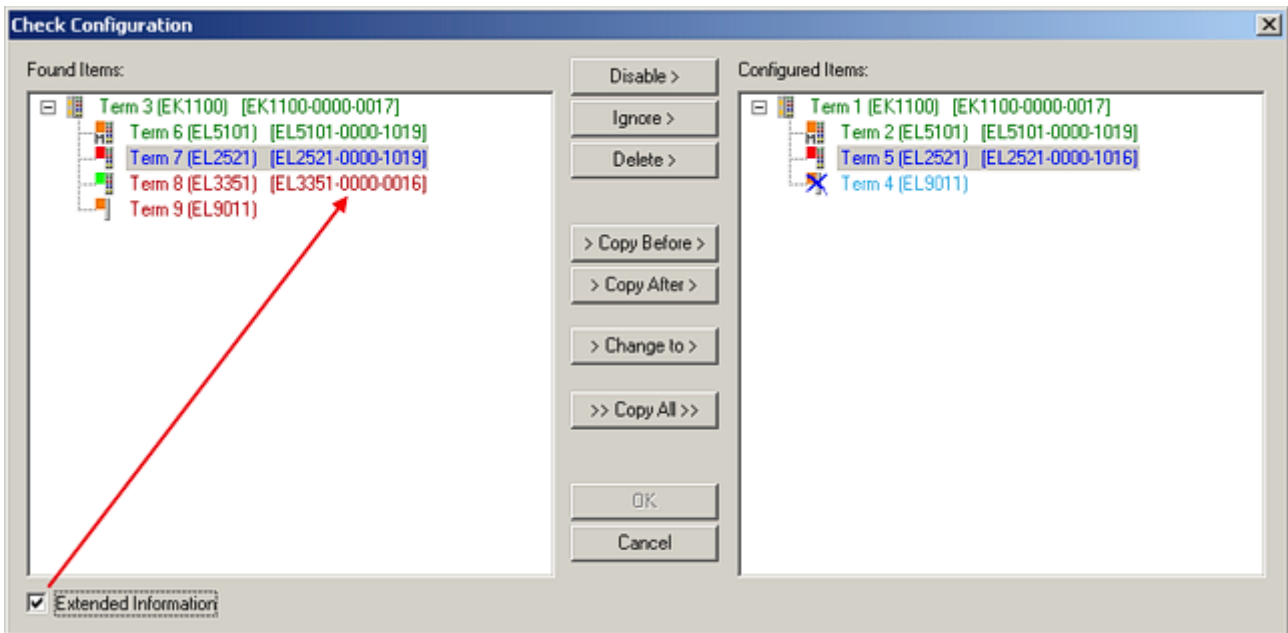


Abb. 103: Korrekturdialog

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>

**Hinweis****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. 104: 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.

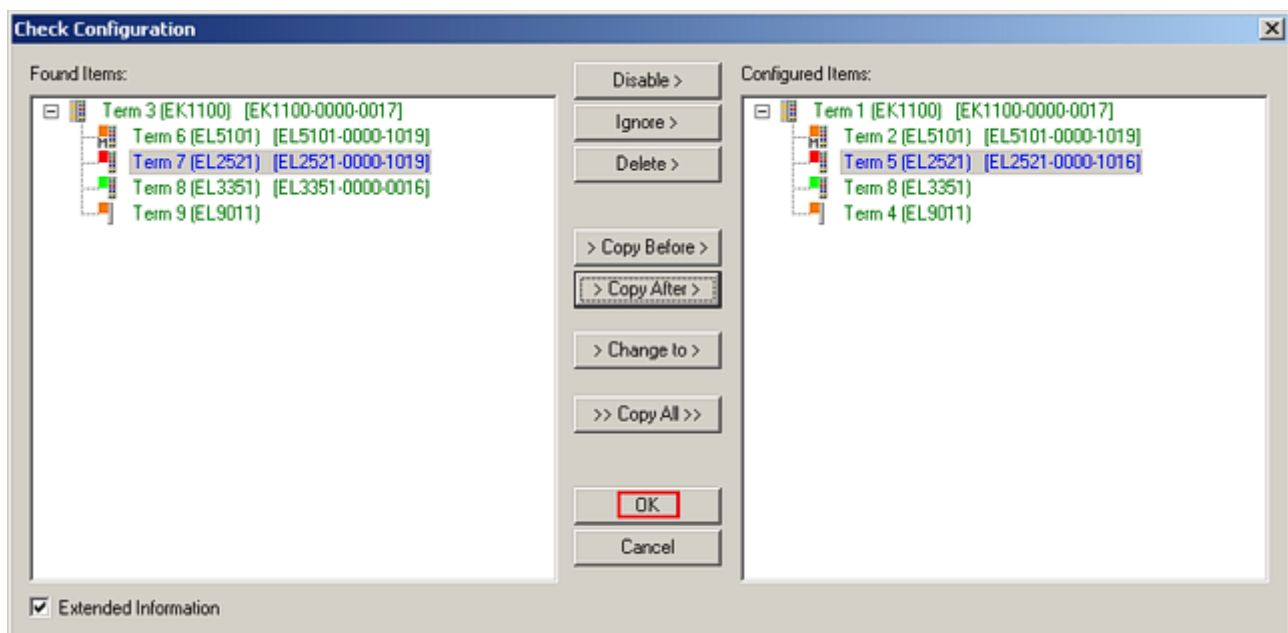


Abb. 105: Korrekturdialog mit Änderungen

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.

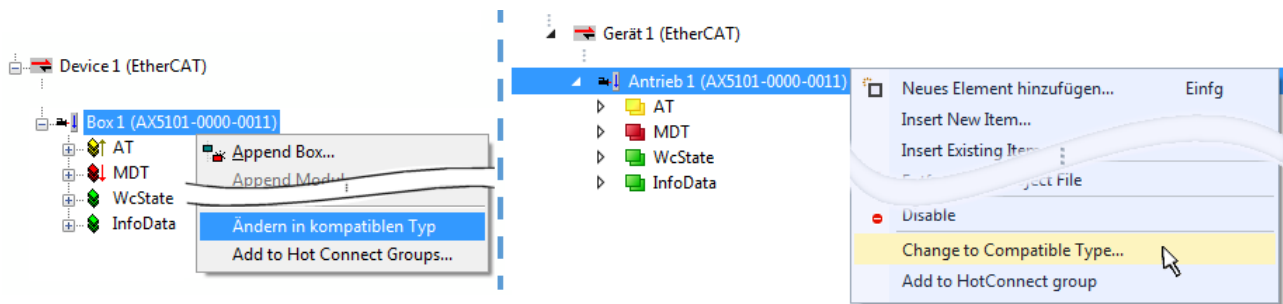


Abb. 106: Dialog "Change to Compatible Type..." (links: TwinCAT 2; rechts TwinCAT 3)

Diese Funktion ist vorzugsweise auf die AX5000-Geräte anzuwenden.

Change to Alternative Type

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

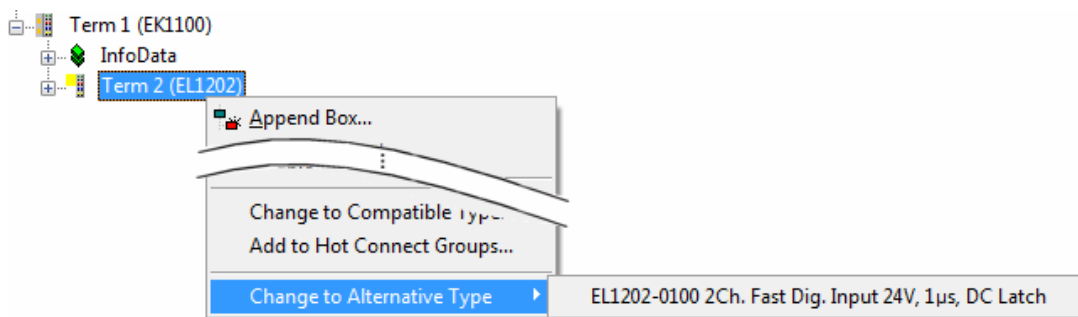


Abb. 107: TwinCAT 2 Dialog Change to Alternative Type

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.

5.2.7 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).

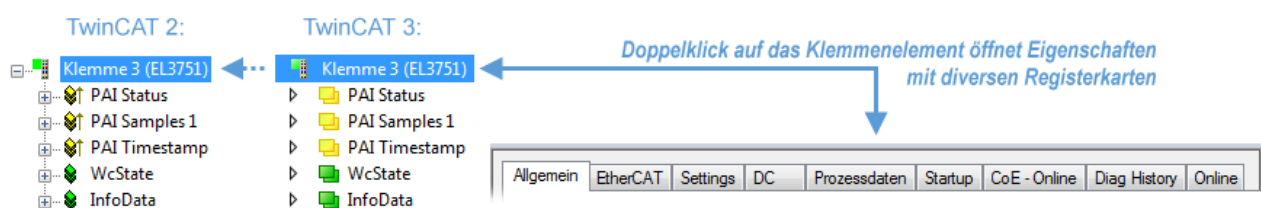


Abb. 108: „Baumzweig“ Element als Klemme EL3751

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“

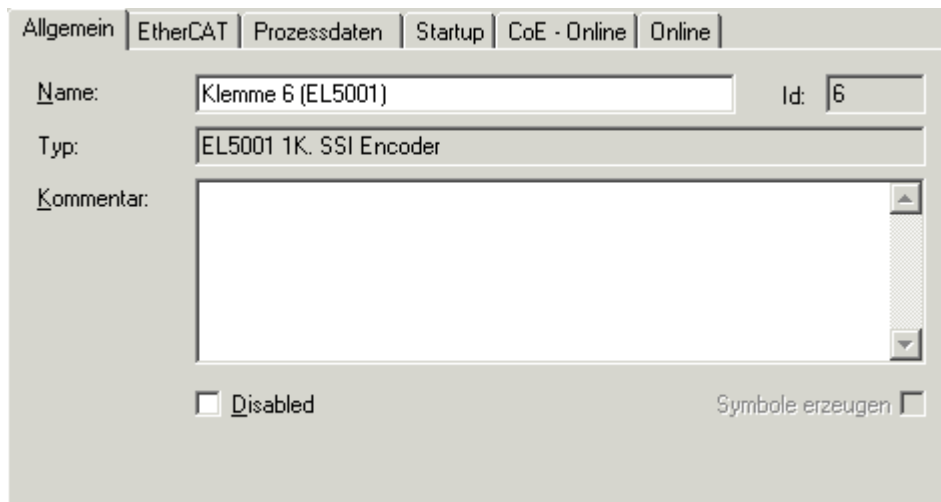


Abb. 109: Karteireiter „Allgemein“

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“

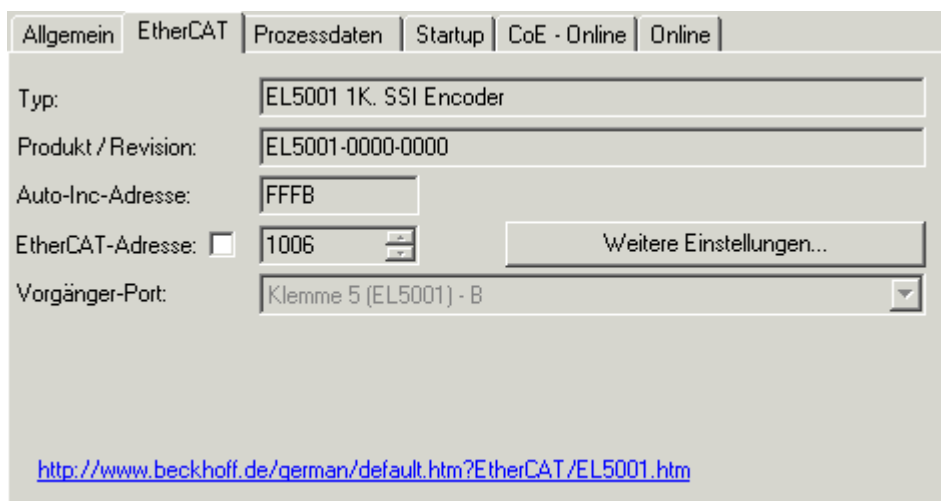


Abb. 110: Karteireiter „EtherCAT“

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.

SM	Size	Type	Flags
0	246	MbxOut	
1	246	MbxIn	
2	0	Outputs	
3	5	Inputs	

Index	Size	Name	Flags	SM	SU
0x1A00	5.0	Channel 1	F	3	0

Download

☒ PDO-Zuordnung

☒ PDO-Konfiguration

Lade PDO-Info aus dem Gerät

Sync-Unit-Zuordnung...

Abb. 111: 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 herstellerseitig definiert. Der TwinCAT EtherCAT Master verwendet die ESI-Beschreibung zur richtigen Konfiguration des Slaves.
- Wenn vorgesehen, können die Prozessdaten im Systemmanager 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 abgeraten, andere als die vorgesehene Prozessdaten zu konfigurieren, denn die Geräte-Firmware (wenn vorhanden) ist auf diese PDO-Kombinationen abgestimmt.

Ist lt. 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: im Reiter "Process Data" in der Input- oder Output-Syncmanager zu wählen (C)
- D: die PDOs können an- bzw. abgewählt werden
- H: die neuen Prozessdaten sind als link-fähige Variablen im Systemmanager 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.

Sync Manager:

SM	Size	Type	Flags
0	246	MbxOut	
1	246	MbxIn	
2	0	Outputs	
3	6	Inputs	

PDO Assignment (0x1C13):

☒ 0x1A00 ☒ 0x1A01 ☐ 0x1A10 (excluded by 0x1A01)

Download:

☒ PDO Assignment ☒ PDO Configuration

PDO List:

Index	Size	Name	Flags	SM	SU
0x1A00	3.0	Channel 1	F		
0x1A01	3.0	Channel 2	F		
0x1A10	4.0	Channels	F		

PDO Content (0x1A00):

Index	Size	Offs	Name
0x3101:01	1.0	0.0	Status
0x3101:02	2.0	1.0	Value
		3.0	

Predefined PDO Assignment: (none)

Status Table:

Name	Online	Type	Size	>Addr...	In/Out	User...
Status	0x00 (0)	BYTE	1.0	39.0	Input	0
Value	0x0003 <0.001>	INT	2.0	40.0	Input	0
Status	0x00 (0)	BYTE	1.0	42.0	Input	0
Value	0x0007 <0.002>	INT	2.0	43.0	Input	0
WcState	0	BOOL	0.1	1522.1	Input	0
State	0x0008 (8)	UINT	2.0	1550.0	Input	0
AdsAddr	C0 A8 00 14 05 01 ...	AMSADDRESS	8.0	1552.0	Input	0

Abb. 112: Konfigurieren der Prozessdaten

**Hinweis****Manuelle Veränderung der Prozessdaten**

In der PDO-Übersicht kann lt. 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 Systemmanager 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 [► 88] 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.

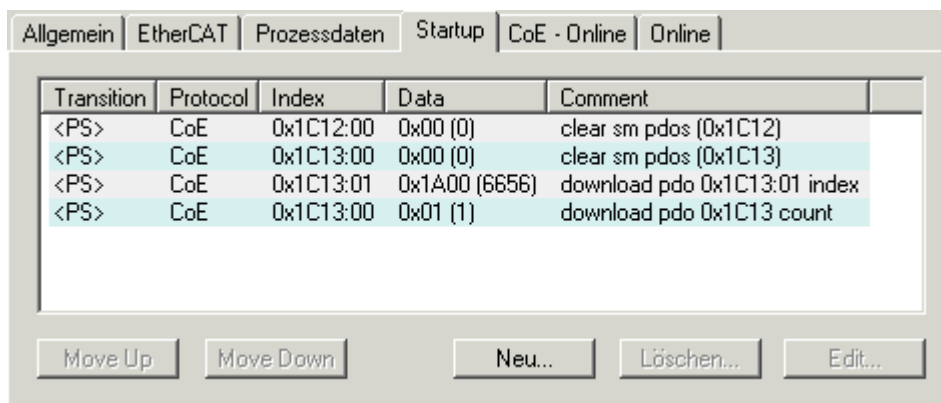


Abb. 113: Karteireiter „Startup“

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.

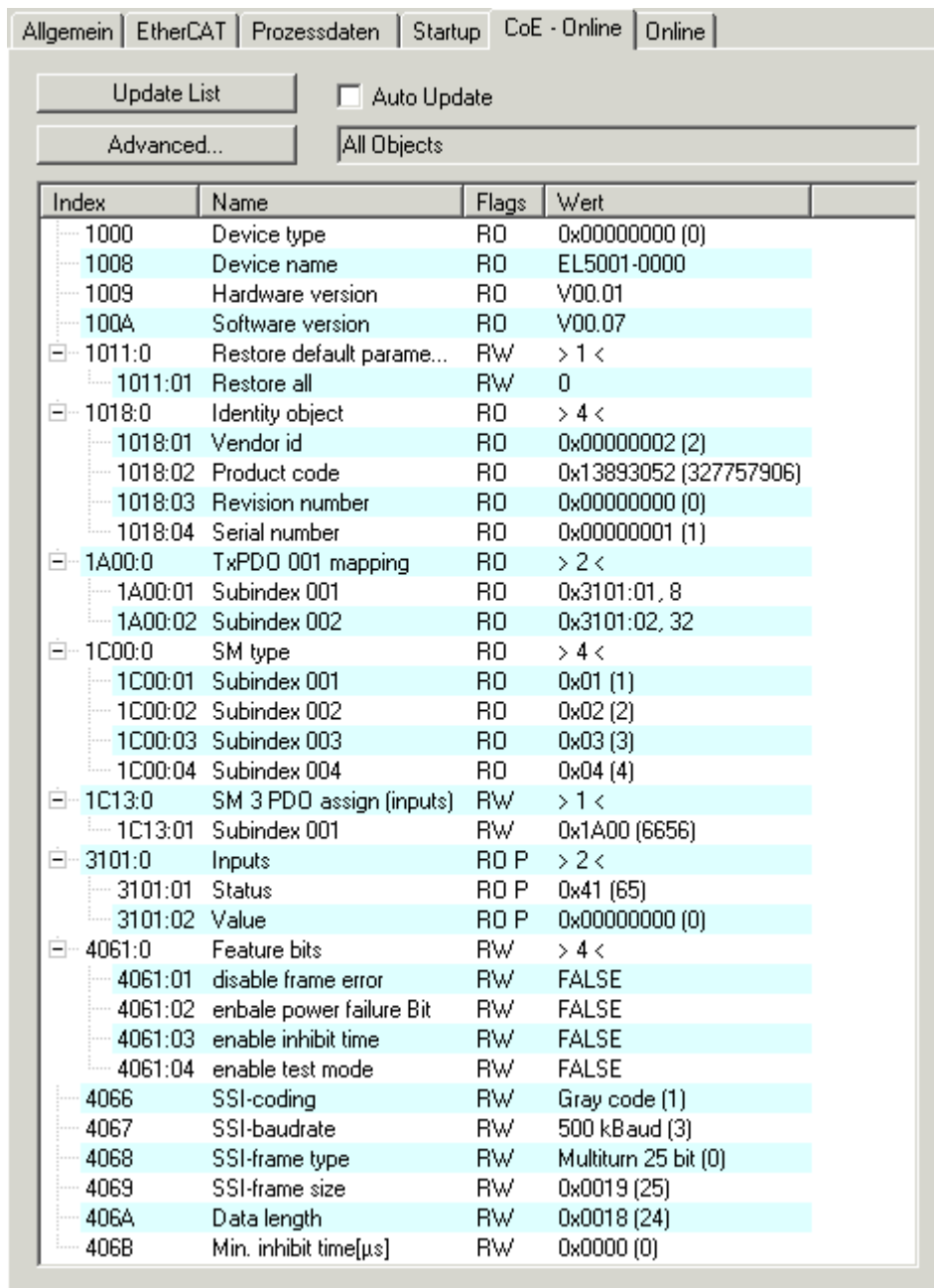


Abb. 114: Karteireiter „CoE – Online“

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.

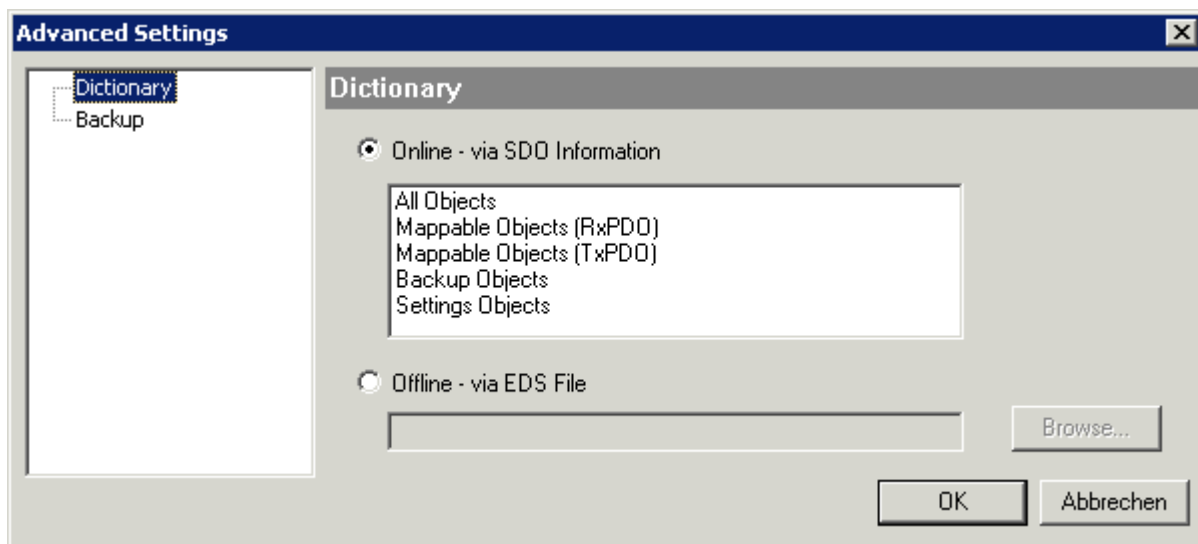


Abb. 115: Dialog „Advanced settings“

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. 116: Karteireiter „Online“

Status Maschine

Init	Diese Schaltfläche versucht das EtherCAT-Gerät auf den Status <i>Init</i> zu setzen.
Pre-Op	Diese Schaltfläche versucht das EtherCAT-Gerät auf den Status <i>Pre-Operational</i> zu setzen.
Op	Diese Schaltfläche versucht das EtherCAT-Gerät auf den Status <i>Operational</i> zu setzen.
Bootstrap	Diese Schaltfläche versucht das EtherCAT-Gerät auf den Status <i>Bootstrap</i> zu setzen.
Safe-Op	Diese Schaltfläche versucht das EtherCAT-Gerät auf den Status <i>Safe-Operational</i> 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 <i>Fehler löschen</i> ist das Fehler-Flag gelöscht und der aktuelle Zustand wird wieder als PREOP angezeigt.
Aktueller Status	Zeigt den aktuellen Status des EtherCAT-Geräts an.
Angeforderter 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-Slave 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)

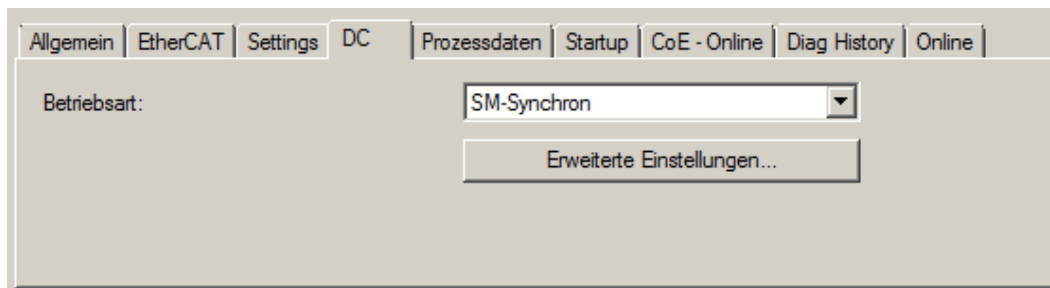


Abb. 117: Karteireiter „DC“ (Distributed Clocks)

- Betriebsart** Auswahlmöglichkeiten (optional):
- 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

5.2.7.1 Detaillierte Beschreibung Karteireiter „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.

 Hinweis	Aktivierung der PDO-Zuordnung <ul style="list-style-type: none"> ✓ Wenn Sie die PDO-Zuordnung geändert haben, muss zur Aktivierung der neuen PDO-Zuordnung <ol style="list-style-type: none"> a) der EtherCAT-Slave einmal den Statusübergang PS (von Pre-Operational zu Safe-Operational) durchlaufen (siehe Karteireiter Online ▶ 87) b) der System-Manager die EtherCAT-Slaves neu laden <p>(Schaltfläche  bei TwinCAT 2 bzw.  bei TwinCAT 3)</p>
---	---

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 ▶ 84](#) 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.

5.3 Grundlagen zur Funktion

EL6652(-0000) EtherNet/IP-Master

Die EtherNet/IP-Master-Klemme EL6652 verfügt über einen geschalteten 2-Port-Ethernet-Anschluss und kann somit in einer Linie mit weiteren EtherNet/IP-Knoten betrieben werden. Die Konfiguration der Prozessdaten erfolgt über einen EtherCAT-Master und erlaubt verschiedene Prozessdaten und Größen. Die EL6652 unterstützt Multicast- sowie Unicast-Verbindungen. Es können bis zu 16 einfache EtherNet/IP-Slave-Geräte über einen Generic Node eingebunden werden. Optional ist die EL6652 auch in Slave-Ausführung erhältlich.

Konfiguration

Die Konfiguration wird in mehreren Schritten durchgeführt. Die Klemme muss im EtherCAT-Master (z.B. TwinCAT) als EL6652 im EtherCAT-Baum enthalten sein. Des Weiteren muss ein zusätzliches Device angelegt sein, um diese Klemme mit den Parametern und mit den Konfigurationsdaten zu versorgen ([siehe Konfiguration \[► 94\]](#) und [siehe EDS Datei \[► 102\]](#)).

EL6652-0010 EtherNet/IP-Slave

Die Ethernet/IP-Slave-Klemme ermöglicht den Datenaustausch zu einem Ethernet/IP-Scanner oder Master. Es wird sowohl Multicast wie auch Broadcast unterstützt. Die Klemme besitzt außerdem die Möglichkeit, sich wie zwei Ethernet/IP-Slave-Geräte zu verhalten. Der zweite Slave ist ein virtueller Slave. Dadurch ist es möglich, zwei Master oder einen Master mit zwei Slaves zu verbinden, um zum Beispiel mehr Daten zu transportieren oder mit unterschiedlichen Pollzeiten auf dem Master zu fahren. Die Prozessdaten sind in beide Richtungen maximal 1 kByte.

Die EL6652-0010 ist ein Gateway von EtherCAT zu einem EtherNet/IP-Netzwerk. Die Klemme ist ein EtherCAT-Slave Teilnehmer und wird über den EtherCAT Master konfiguriert. Hierbei werden die IP-Einstellungen sowie die Anzahl und Art der Daten festgelegt. Auf der EtherNet/IP Seite verhält sich die Klemme als Slave Teilnehmer im EtherNet/IP Netzwerk. Über den EtherNet/IP Master ist keine weitere Konfiguration notwendig.

Auf der EtherNet/IP-Master-Seite müssen diese Daten dann genauso eingestellt werden, damit eine Verbindung aufgebaut werden kann. Eine Verbindung kann nur dann erfolgreich aufgebaut werden, wenn der EtherCAT-Master läuft und im Datenaustausch ist; erst dann kann der EtherNet/IP-Master ebenfalls die Verbindung aufbauen.

Konfiguration

Die Konfiguration erfolgt in mehreren Schritten. Die Klemme muss im EtherCAT-Master (z.B. TwinCAT) als EL6652-0010 im EtherCAT-Baum enthalten sein. Des Weiteren muss dann ein zusätzliches Device angelegt sein, um diese Klemme mit den Parametern und mit den Konfigurationsdaten zu versorgen ([siehe Konfiguration \[► 108\]](#) und [Parameter \[► 114\]](#)). Ist dies abgeschlossen und der EtherCAT Master ist im Datenaustausch, erfolgt die Konfiguration im EtherNet/IP-Master/Scanner.



Hinweis

EtherCAT XML Device Description und Konfigurationsdateien

Es wird empfohlen, die aktuellste [EtherCAT Device Description](#) im Download-Bereich auf der Beckhoff Website herunterzuladen und entsprechend der Installationsanweisungen zu installieren.

Das Prozessabbild kann frei konfiguriert werden. So ist es möglich, die Prozessdaten für die eigene Anwendung auf ein Minimum zu reduzieren.

5.4 EtherNet/IP Setting verändern

Bei folgenden Produkten können die Einstellungen auch per ADS verändert werden.

- TS6280-xxxx | TwinCAT EtherNet/IP-Slave (ausgenommen Legacy Device), ab TwinCAT Build 2249
- TS6281-xxxx | TwinCAT EtherNet/IP-Master, ab TwinCAT Build 2249
- EL6652 | EtherNet/IP-Master-Klemme (ab Software Version 01V0.36)
- EL6652-0010 | EtherNet/IP-Slave-Klemme (ab Software Version 01V0.36)

Für die Einstellung muss im System Manager die **Store Category** festgelegt werden. Diese wird bei allen EtherNet/IP-Geräten im Objekt 0xF800:2B "Advanced Options" beim Scanner eingetragen und 0x8000:2B beim Slave Interface, bzw. 0x8010:2B für den optionalen zweiten Slave.

Ist das entsprechende Flag gesetzt, wird die IP-Adresse aus dem Speicher verwendet, ist dort nichts eingetragen, wird das Flag ignoriert und es wird mit den Parametern aus dem System Manager gearbeitet.

EtherNet/IP Slave Configuration			
Index	Name	Flags	Value
[-] F800:0	Master Settings	M RO	> 43 <
[-] F800:01	Number	M RO	0x0002 (2)
[-] F800:03	Product Name	M RW	Device 2 (EtherNet/IP Scanner)
[-] F800:04	Device Type	M RO	0x000C (12)
[-] F800:05	Vendor ID	M RO	0x006C (108)
[-] F800:06	Product Code	M RO	0xAF12 (44818)
[-] F800:07	Revision	M RO	1.1
[-] F800:08	Serial Number	M RO	0x00000000 (0)
[-] F800:20	MAC Address	M RO	02 1B 21 65 0B 6A
[-] F800:21	IP Address	M RW	192.254.20.100
[-] F800:22	Network Mask	M RW	255.255.255.0
[-] F800:23	Gateway Address	M RW	0.0.0.0
[-] F800:24	DHCP Max Retries	M RW	0
[-] F800:25	TCP/IP TTL	M RW	128
[-] F800:26	TCP/IP UDP Checksum	M RW	TRUE
[-] F800:27	TCP/IP TCP Timeout	M RW	300 Seconds
[-] F800:28	MultiCast TTL	M RW	1
[-] F800:29	MultiCast UDP Checksum	M RW	FALSE
[-] F800:2A	Forward Class3 to PLC	M RW	FALSE
[-] F800:2B	Advanced Options	M RW	0x0100 (256)
[+] F900:0	Master Info	RO	> 43 <

Abb. 118: Objekt 0xF800, Master Settings

ADS-Write Kommando

AMSNetId:

Bei der EL6652(-0010) ist diese gleich der EtherCAT-AmsNetId, beim Supplement ist die AMSNetId dem System Manager zu entnehmen.

Port:

Die Port-Nummer ist bei Verwendung der EL6652(-0010) die entsprechende EtherCAT Slave Adresse der Klemme. Beim EtherNet/IP-Supplement ist die Port-Nummer fest auf 0xFFFF einzustellen.

Slave:

IDXGRP: 0x0001F480

IDXOFFS: 0x00000000

Nach dem Einstellen der Settings ist beim Supplement ein TwinCAT Restart durchzuführen, sowie bei der EL6652 einmal in den *PreOp* –Modus zu schalten. Mit dem Übergang zum *OP* –Modus werden dann die neuen Settings übernommen.

Einstellung zum Setzen (4 Byte + Objektgröße(256 Byte))

Byte Offset 0: 0x45

Byte Offset 1: 0x23

Byte Offset 2: ObjIndex LoByte (z. Bsp. 0x8000 für Slave 1 und 0x8010 für Slave 2 und 0xF800 für den Master)

Byte Offset 3: ObjIndex HiByte

Byte Offset 4-260: Daten des Objects (Siehe Objektbeschreibung unten)

Einstellung zum Zurücksetzen (4 Byte)

Byte Offset 0: 0x00

Byte Offset 1: 0x00

Byte Offset 2: ObjIndex LoByte (z. Bsp. 0x8000 für Slave 1 und 0x8010 für Slave 2 und 0xF800 für den Master)

Byte Offset 3: ObjIndex HiByte

Objektbeschreibung

Offset	Name	Data Type	SubIndex	Store Category	
				1	2
0x00..0x01	Id	UINT16	1		
0x02..0x03	Reserved	UINT16	-		
0x04..0x23	Product Name	BYTE[32], STRING(31)	3		X
0x24..0x27	Device Type	UINT32	4		
0x28..0x2B	Vendor ID	UINT32	5		
0x2C..0x2F	Product Code	UINT32	6		X
0x30..0x33	Revision	UINT32	7		
0x34..0x37	Serial Number	UINT32	8		
0x38..0x7D	Reserved	BYTE[70]	-		
0x7E..0x83	MAC Address	BYTE[6]	32		
0x84..0x87	IP Address	UINT32	33	X	
0x88..0x8B	Network Mask	UINT32	34	X	
0x8C..0x8F	Gateway Address	UINT32	35	X	
0x90..0x91	DHCP Max Retries	UINT16	36		
0x92..0x93	TCP/IP TTL	UINT16	37		
0x94..0x95	TCP/IP UDP Checksum	UINT16	38		
0x96..0x97	TCP/IP TCP Ti- meout	UINT16	39		
0x98..0x99	Multicast TTL	UINT16	40		
0x9A..0x9B	Multicast Checksum	UINT16	41		
0x9C..0x9D	Forward Class3 to PLC	UINT16	42		
0x9E..0x9F	Flags	UINT16	43		
0xA0..0xFF	Reserved	Byte[96]	-		

Store Category

Die "Store Category" legt fest, welche *.tsm-Einstellungen mit Einstellungen aus dem remanenten Speicher überschrieben werden sollen. Dazu müssen im System Manager Projekt unter „Flags“ die Bits Bit9 - Bit8 entsprechend gesetzt werden. Um beides zu ändern, müssen beide Bits gesetzt sein. (Bit9=Cat2, Bit8=Cat1)

ADS-Read Kommando

AMSNetId:

Bei der EL6652(-0010) ist diese gleich der EtherCAT-AmsNetId, beim Supplement ist die AMSNetId dem System Manager zu entnehmen.

Port:

Die Port-Nummer ist bei Verwendung der EL6652(-0010) die entsprechende EtherCAT Slave Adresse der

Klemme. Beim EtherNet/IP-Supplement ist die Port-Nummer fest auf 0xFFFF einzustellen.

Slave:

IDXGRP: 0x44818000

IDXOFFS: Id des Slaves Interface

LEN: 256

Die ID des Slave Interface entnimmt man der Einstellung im System Manager, die ID wird vom System festgelegt und kann nur gelesen werden.

Index	Name	Flags	Wert	Einheit
8000:0	Slave Settings (Box 4)	M RO	> 43 <	
8000:01	Slave Number	M RO	0x0004 (4)	
8000:03	Product Name	M RW	Box 1 (TC EtherNet/IP Slave)	
8000:04	Device Type	M RO	0x000C (12)	
8000:05	Vendor ID	M RO	0x006C (108)	
8000:06	Product Code	M RO	0x7FFE (32766)	
8000:07	Revision	M RO	1.1	
8000:08	Serial Number	M RO	0x00000000 (0)	
8000:20	MAC Address	M RO	02 00 04 00 00 00	
8000:21	IP Address	M RW	0.0.0.0	
8000:22	Network Mask	M RW	0.0.0.0	
8000:23	Gateway Address	M RW	0.0.0.0	
8000:24	DHCP Max Retries	M RW	0	
8000:25	TCP/IP TTL	M RW	128	
8000:26	TCP/IP UDP Checksum	M RW	TRUE	
8000:27	TCP/IP TCP Timeout	M RW	300 Seconds	
8000:28	MultiCast TTL	M RW	1	

Abb. 119: Objekt 0x8000: Slave Settings

Master:

IDXGRP: 0x4481F800

IDXOFFS: 0x00000000

LEN: 256

Die Daten werden wie oben beschrieben in dem Datenarray abgelegt.

Beispiel für TwinCAT 2.11 R3 und EL6652 oder EL6652-0010 lesen und schreiben der IP Einstellung:



<https://infosys.beckhoff.com/content/1031/el6652/Resources/zip/1405400587.zip>

5.5 EL6652-0000 Master (Scanner)

5.5.1 EL6652-0000 - Konfiguration

Die EL6652 EtherCAT Klemme ist ein einfacher Ethernet/IP-Master und unterstützt den Prozessdatenaustausch ohne Konfigurationsdaten. Es können nur Ethernet/IP-Slaves verwendet werden, die keine Konfiguration benötigen. Das Feature entspricht dem "Generic Node" bei Rockwell. Es ist vor dem Einsatz der EL6652 zu prüfen, ob der Slave ohne Konfiguration in den Prozessdatenaustausch gehen kann.

Aktuell wird der Import einer EDS-Datei nicht unterstützt. Das Kapitel [EDS-Datei \[► 102\]](#) soll zeigen, wie die Daten aus der EDS-Datei zu interpretieren sind und wie man manuell der EDS-Datei die entsprechenden Werte für die Konfiguration des Slaves zu entnehmen hat.

Inbetriebnahme: Einfügen der EL6652-0000

Fügen Sie die EL6652 in Ihr EtherCAT-System ein. Sie können wie gewohnt den Online Scan durchführen oder die Klemme manuell anfügen.

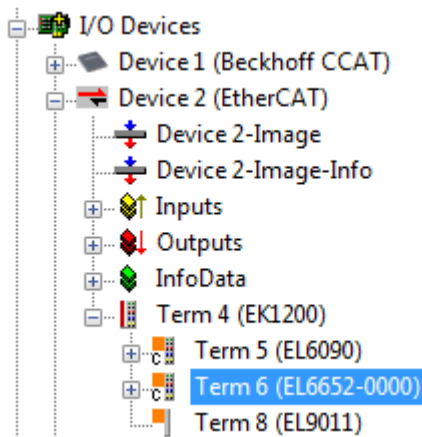


Abb. 120: Einfügen der EL6652-0000 in TwinCAT 2.1x

Sobald Sie die Klemme angefügt haben, müssen Sie noch das Device „EtherNet/IP“ im System Manager anlegen. Gehen Sie auf „I/O Geräte“ und fügen Sie ein weiteres Gerät an.

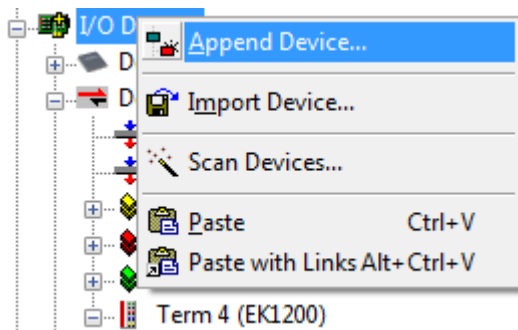


Abb. 121: Einfügen eines Geräts „EtherNet/IP“ in „I/O Geräte“

Unter „EtherNet/IP“ finden Sie den Adapter "EtherNet/IP Adapter (EL6652)". Wählen Sie diesen aus.

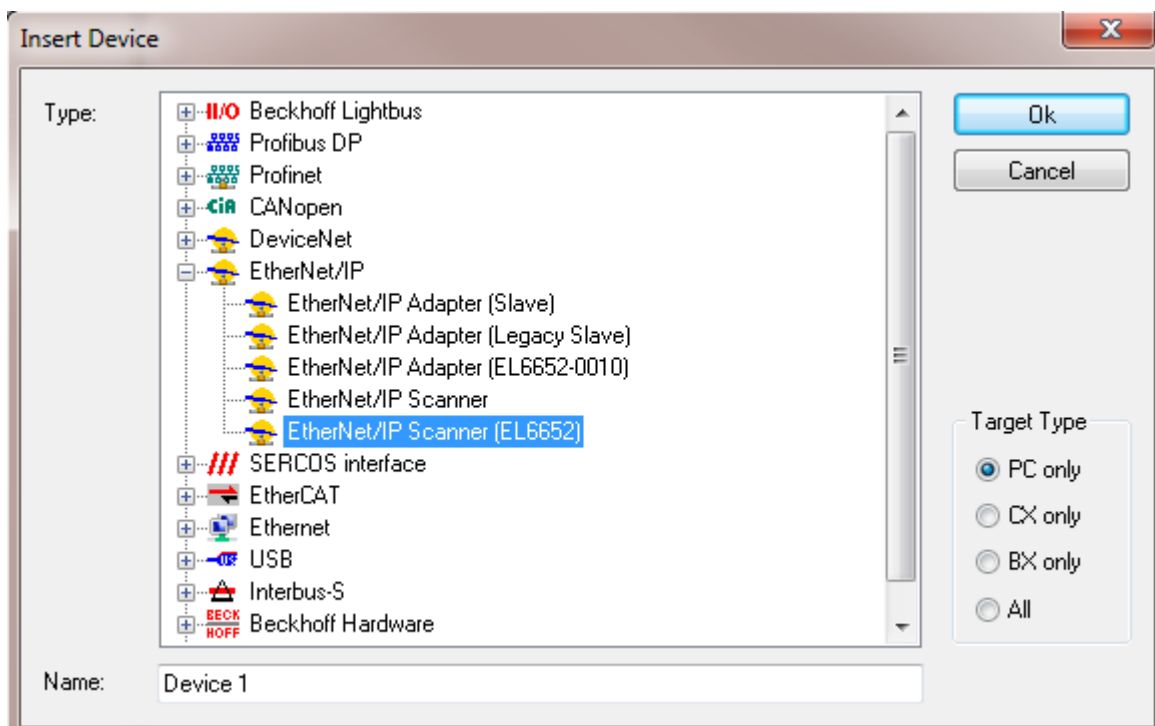


Abb. 122: Auswahl Adapter „EtherNet/IP Scanner (EL6652)“

Sollten Sie nur eine EL6652 in Ihrem System haben, verknüpft der System Manager diese automatisch. Dies sollte jedoch einmal überprüft werden (siehe Bild „Suchen der Klemme EL6652“, in dem Sie auf das „EtherNet/IP Device“ (1) gehen, "Adapter" (2) und dann im "Device Name" die Klemme finden. Sollte das nicht der Fall sein gehen Sie auf "Search" (3) und wählen Sie dann die richtige Klemme aus (4).

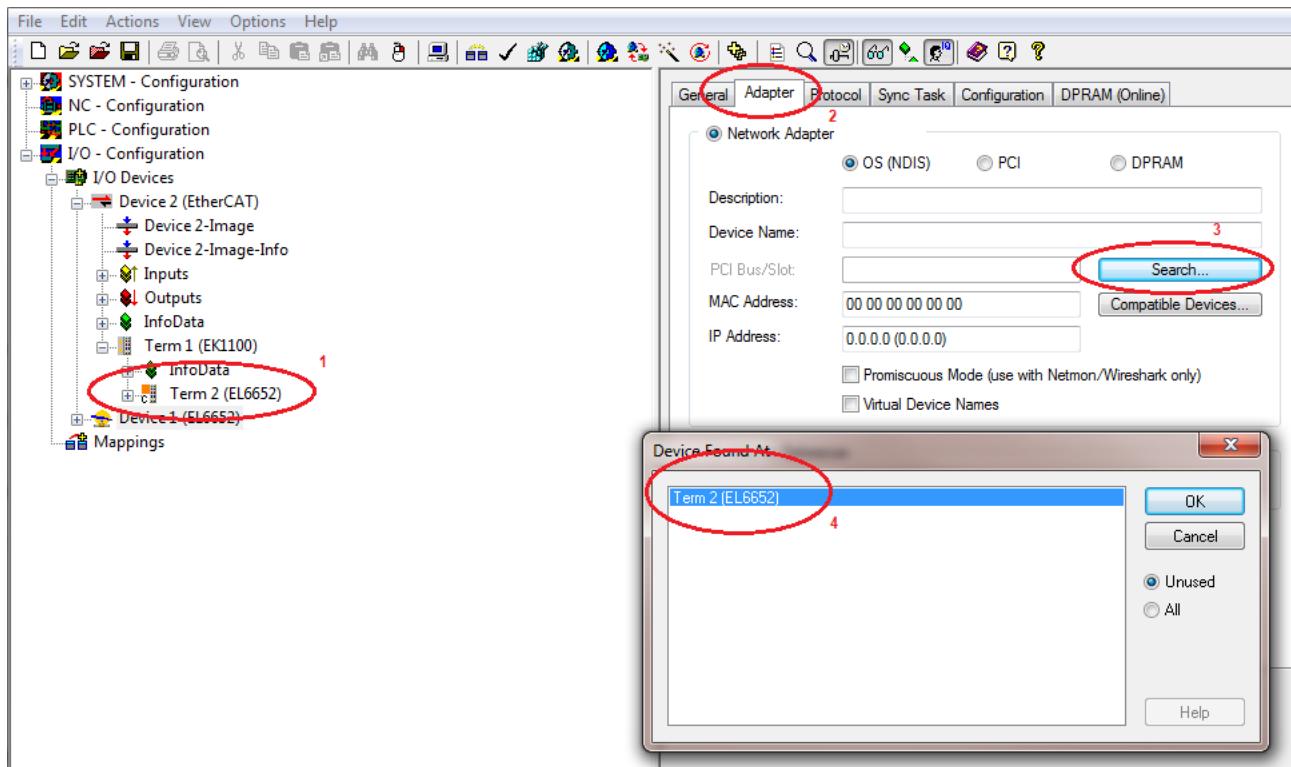


Abb. 123: Suchen der Klemme EL6652

Die MAC-Adresse und IP-Adresse wird in diesem Dialogfeld nicht aktualisiert. Diese finden Sie auf der EtherNet/IP-Box unter "Konfiguration".

Konfiguration

Erstellen Sie nun eine Konfiguration; der Master muss mit einer IP-Adresse, SubNetMask und optional mit einem Gateway konfiguriert werden.

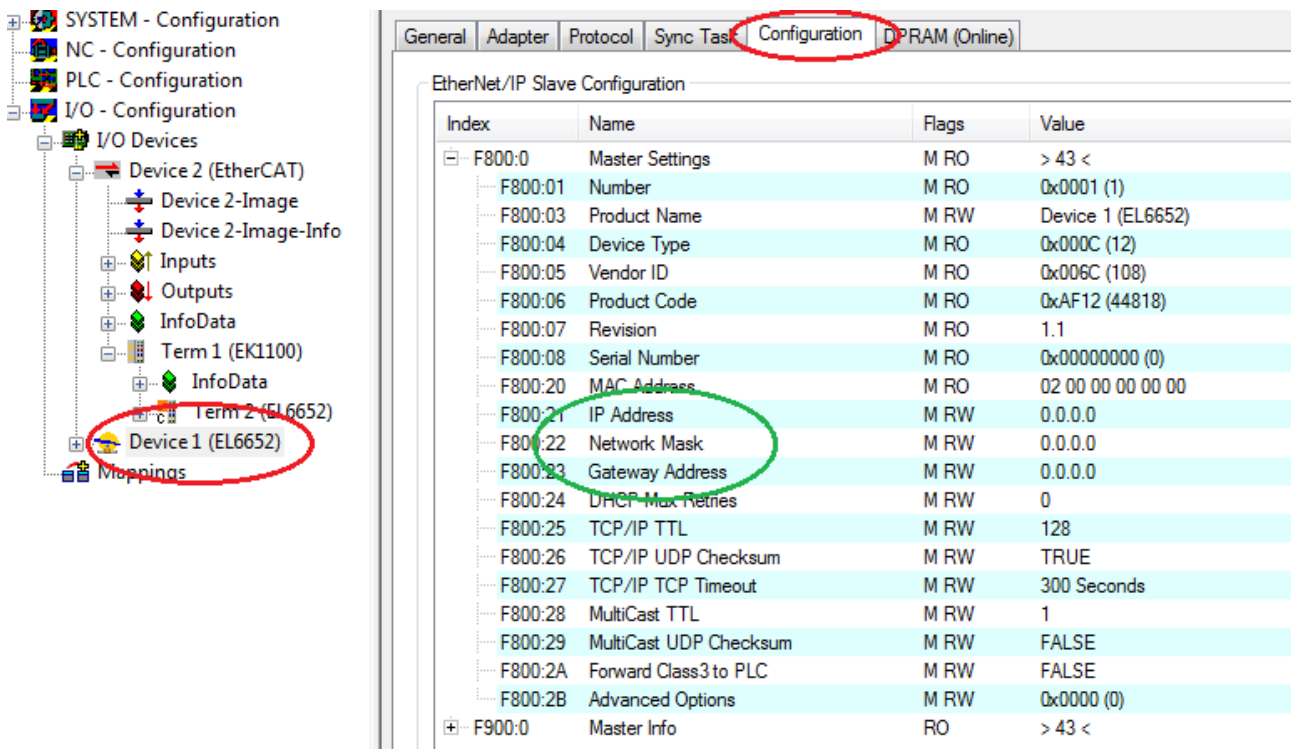


Abb. 124: Konfiguration der IP-Adresse, Netzwerk-Maske und Gateway-Adresse

Klicken Sie jetzt auf das „Device1 (EL6652)“, rechte Maustaste und fügen Sie einen "Generic Ethernet/IP Adapter" hinzu. Alternativ können Sie auch nach Ethernet/IP-Geräten suchen lassen (Scan Boxes...).

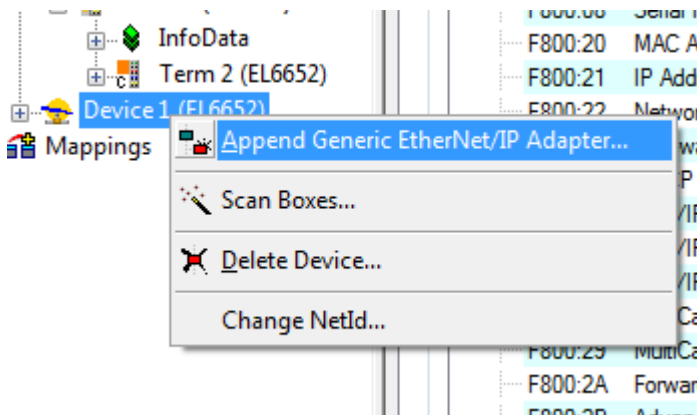


Abb. 125: Hinzufügen „Generic Ethernet/IP Adapter“

Sie werden nun aufgefordert die IP-Adresse anzugeben. Danach können Sie eine "Connection" anfügen (das "Message Object" wird aktuell nicht unterstützt).

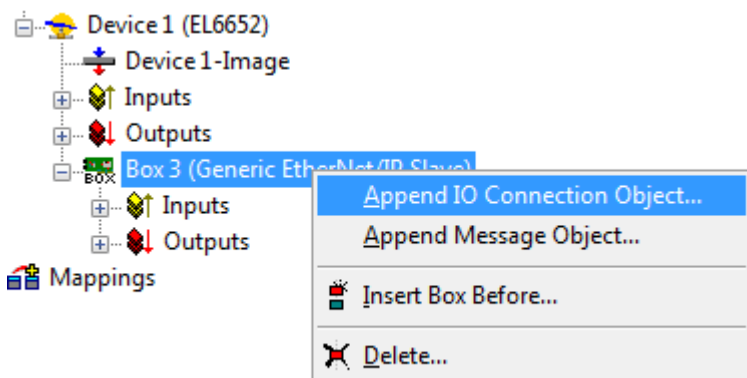


Abb. 126: Anfügen „Connection Object“

Es folgt folgender Dialog (die Einstellung hierzu entnehmen sie dem [Kapitel EDS-Datei](#) [► 102]).

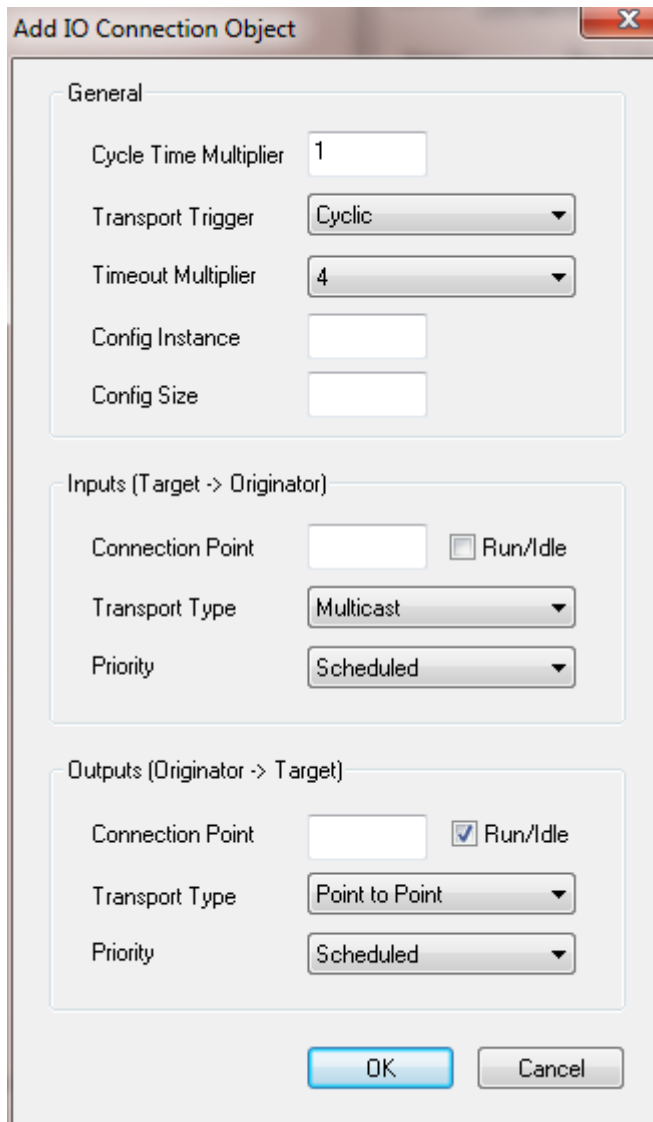


Abb. 127: Dialog „Add I/O Connection Object“

Fügen Sie nun die Variablen an, die Sie für den zyklischen Datenaustausch verwenden wollen (diese müssen von der Art nicht mit der EDS-Datei übereinstimmen, wichtig ist hier nur die Gesamtlänge der Daten).

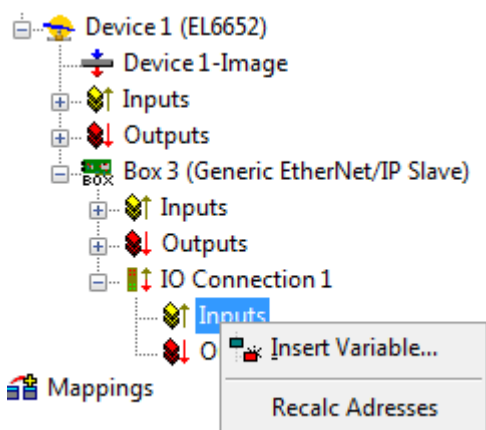


Abb. 128: Anfügen von Variablen

Task Zeit

Die Zeit mit der das EtherNet/IP arbeiten soll, wird mit der SyncTask angegeben. Hier stehen zwei Methoden zur Verfügung:

SyncTask via Mapping – Hierbei wird die Task verwendet, mit der die Variablen verknüpft werden. Das ist in der Regel die SPS-Task. Sollte aber die SPS zum Beispiel durch Breakpoints angehalten werden, wird die Task nicht mehr bearbeitet. Das hat zur Folge, dass auch das EtherNet/IP nicht mehr getriggert wird und der EtherNet/IP-Master in den Fehlerzustand geht.

SyncTask via Special Sync Task - Hier wird eine zusätzliche Task verwendet, die automatisch mit TwinCAT gestartet wird. Diese läuft in ihrem eigenen Zyklus und ist auch daher unabhängig von anderen Tasks, die mit den Variablen verknüpft sind.

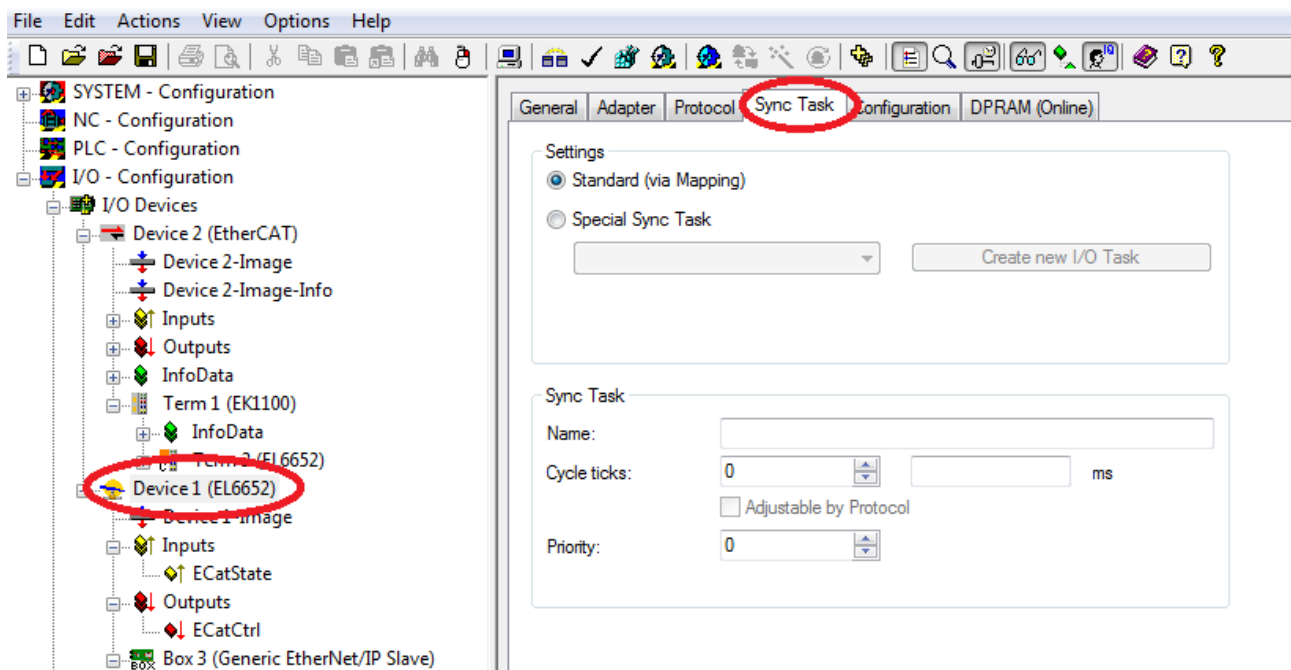


Abb. 129: Auswahl der Task Zeit

Diagnose

Für die Diagnose sind zwei Schritte notwendig, zum Einen die Überwachung des EtherCAT-Zustandes mit "ECatState" (rot), der gleich „0“ sein muss. Des Weiteren die Überwachung des Ethernet/IP Zustandes im State (grün). State = 0x8000 ist ein Konfigurationsfehler, hierbei ist die I/O-Connection zu überprüfen. Bei State = 0x0001 ist es zu einem Fehler im Ethernet/IP Datenaustausch gekommen. War der Wert schon mal „0“, handelt es sich in der Regel um einen Watchdog-Fehler. Das bedeutet, dass die Daten nicht innerhalb der eingestellten Watchdog-Zeit beim Ethernet/IP-Master eingetroffen sind. Kommt dieser Fehler häufiger vor, so sollte man die Ethernet/IP-Zykluszeit höher setzen. Ist der State schon beim Starten der Kommunikation = 0x0001, so sollten Sie die „DiagHistory“ (Kartreiter auf der EL6652) überprüfen und auslesen (siehe Kapitel Diagnose-History [► 127]).

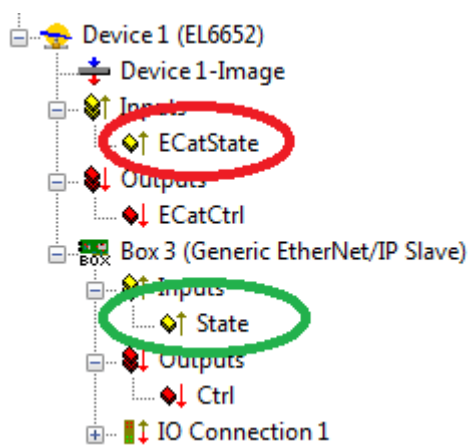


Abb. 130: Diagnose über „ECatState“ und „State“

5.5.2 EL6652-0000 - Konfigurations-Parameter

Index 0xF800 Scanner Settings

Index	Name	Zugriff	Bedeutung
F800:0	Master Settings		
F800:1	Number	RO	Box Id
F800:3	Product Name	RW	Name des Gerätes
F800:4	Device Type	RO	Geräte Typ
F800:5	Vendor ID	RO	Hersteller Nummer
F800:6	Product Code	RO	Produkt Code
F800:7	Revision	RO	Version
F800:8	Serial Number	RO	Serien Nummer (siehe Objekt 0xF900)
F800:20	MAC Address	RO	MAC Adresse (siehe Objekt 0xF900)
F800:21	IP Address	RW	= 0 means DHCP enabled, any other value results in fixed IP Address
F800:22	Network Mask	RW	= 0 means DHCP enabled, any other value results in fixed SubNetMask
F800:23	Gateway Adress	RW	= 0 means DHCP enabled, any other value results in fixed Gateway Address
F800:24	DHCP Max Retries	RW	0-infinite (number of dhcp retries (actually only infinite retries implemented))
F800:25	TCP/IP TTL	RW	Time to live for Unicast TCP/UDP Communication
F800:26	TCP/IP UDP Checksum	RW	0-UDP Checksum disabled, 1-UDP Checksum enabled
F800:27	TCP/IP TCP Timeout	RW	Tcp Idle Timeout in seconds (0-Timeout disabled)
F800:28	MultiCast TTL	RW	Time to live for Multicast UDP Communication
F800:29	MultiCast UDP Checksum	RW	0-UDP Checksum disabled, 1-UDP Checksum enabled
F800:2A	Forward Class3 to PLC	RW	Forward Explicit Messaging to PLC (actually not implemented)
F800:2B	Advanced Slave Options	RW	Store Category (Bit9=Cat2, Bit8=Cat1) siehe IP-Adresse aus der SPS beschreiben [► 92]

Index 0xF900 Scanner Info

Hier werden die aktuellen Einstellungen die gültig sind angezeigt, diese können vom Objekt 0xF800 abweichen. Das Objekt 0xF900 zeigt Ihnen die aktiven Parameter an.

5.5.3 EL6652-0000 - EDS-Datei

Folgendes Kapitel soll Ihnen anhand von einem Beispiel erläutern, wie man eine EDS-Datei interpretiert und wie man diese Informationen für die Konfiguration des Slaves im System Manager verwenden kann.

Das Beispiel verwendet eine EDS-Datei von Endress+Hauser Typ: Promass 100 EDS

 <https://infosys.beckhoff.com/content/1031/el6652/Resources/zip/1405402763.zip>

Auswahl einer „Connection“

In der EDS-Datei gibt es in der Regel mehrere „Connection“-Möglichkeiten, in der gelben Zeile kann man erkennen, dass der Slave bei der „Connection1“ 398 Byte Konfigurationsdaten benötigt. Da die EL6652 dies nicht unterstützt, kann diese Connection nicht verwendet werden.

```
[Connection Manager]
Connection1 =
Param10000,,Assem102, $ O->T RPI, size, format
Param10000,,Assem100, $ T->O RPI, size, format
,, $ proxy config size, format
398,Assem104, $ target config size, format
"Fix Input/Output + Config Assembly", $ Connection Name
"Fix Input/Output + Config Assembly", $ help string
"20 04 24 68 2C 66 2C 64"; $ Path
```

In der EDS stehen noch weitere „Connection“-Möglichkeiten, hier die Connection 7. In dieser Connection stehen die Konfigurationsdaten auf "0". Diese kann für die Kommunikation mit der EL6652 verwendet werden.

```
Connection7 =
Param10000,,Assem102, $ O->T RPI, size, format
Param10000,,Assem101, $ T->O RPI, size, format
,, $ proxy config size, format
0,, $ target config size, format
"Configurable Input + Fix Output", $ Connection Name
"Configurable Input + Fix Output", $ help string
"20 04 24 69 2C 66 2C 65"; $ Path
```

Config, Input und Output Instance

Nun müssen die Config-, die Input- und die Output-Instance ausgelesen werden.

```
Connection7 =
Param10000,,Assem102, $ O->T RPI, size, format
Param10000,,Assem101, $ T->O RPI, size, format
,, $ proxy config size, format
0,, $ target config size, format
"Configurable Input + Fix Output", $ Connection Name
"Configurable Input + Fix Output", $ help string
"20 04 24 69 2C 66 2C 65"; $ Path
```

Blau entspricht der Config Instance, Rot der Output Instance und Gelb der Input Instance; diese werden in der EDS-Datei in der Regel als Hex-Wert dargestellt und müssen im System Manager als Dezimalzahl eingetragen werden.

```
69hex -> 105dec Config
66hex -> 102dec Output
65hex -> 101dec Input
```

Abb. 131: Eintragen der Werte im „Add IO Connection Object“ Dialog

Tragen Sie die Werte entsprechend der EDS-Datei im System Manager ein.

Cycle Time Multiplier

Die EL6652 arbeitet intern immer mit 1 Millisekunde Zykluszeit. Einige Etherne/IP-Slaves sind für diese Zeit nicht ausgelegt. Der „Cycle Time Multiplier“ kann die Zeit erhöhen. Überprüfen Sie in der EDS-Datei, welchen Wert Ihr Slave minimal beherrscht. Sollte der Slave die Zykluszeit von 1 ms nicht verarbeiten können, muss die Zeit mit einem Faktor über den Multiplier erhöht werden.

Connection7 =

Param10000,Assem102, \$ O->T RPI, size, format

Param10000,Assem101, \$ T->O RPI, size, format

„ \$ proxy config size, format

0,„ \$ target config size, format

"Configurable Input + Fix Output", \$ Connection Name

"Configurable Input + Fix Output", \$ help string

"20 04 24 69 2C 66 2C 65"; \$ Path

Theoretisch kann man für die Sende- und Empfangsrichtung unterschiedliche RPI-Zeiten vornehmen, die EL6652 benutzt aber für beide Richtungen immer die gleiche Zeit. In dieser EDS-Datei stehen die Parameter für die RPI im Param10000.

```

Param10000 =
0,      $ reserved, shall equal 0
,,      $ Link Path Size, Link Path
0x0000, $ Descriptor
0xC8,   $ Data Type (UDINT / UINT32)
4, $ Data Size in bytes
"RPI Range", $ Name
,, $ units
,, $ help string
5000,10000000,20000, $ min, max, default data values
,,, $ mult, div, base, offset scaling
,,, $ mult, div, base, offset links
; $ decimal places

```

Dieser Ethernet/IP Slave kann minimal 5 ms (5000 µs), der Hersteller gibt einen Default-Wert von 20 ms an. Es empfiehlt sich, die Angabe des Herstellers zu berücksichtigen und die 20 ms zu verwenden. Das bedeutet, es ist ein "Cycle Time Multiplier" von 20 einzutragen (1 ms * 20 = 20 ms).

Datenlänge festlegen

Als letzten Schritt ist die Datenlänge einzutragen, auch hier werden die Werte der EDS-Datei entnommen.

```

Connection7 =
Param10000,,Assem102, $ O->T RPI, size, format
Param10000,,Assem101, $ T->O RPI, size, format
,, $ proxy config size, format
0,, $ target config size, format
"Configurable Input + Fix Output", $ Connection Name
"Configurable Input + Fix Output", $ help string
"20 04 24 69 2C 66 2C 65"; $ Path

```

Assem102 entspricht den Output-Daten, in der EDS-Datei mit 64 Byte, die grünen Daten entsprechen den Bits, in Summe dann wieder 64 Byte. Diese Werte können im System Manager als Grundlage genommen werden, um die Daten genauso wie sie in der EDS-Datei dargestellt sind, zu verwenden. Ebenso kann auch ein Byte Array von 64 Byte verwendet werden, dessen Daten in der SPS zerlegt werden.


```

Assem102 =
"Output Assembly Fix", $ Assembly Name
"20 04 24 66 30 03", $ Path
64, $ Size in bytes
0x0000, $ Descriptor, default = 0
,, $ reserved fields
1.Param20600, $ - / Totalizer Control 1 Activation
1.Param20601, $ - / Totalizer Control 2 Activation
1.Param20602, $ - / Totalizer Control 3 Activation
1.Param20603, $ - / Pressure Compensation Activation
1.Param20604, $ - / Reference Density Compensation Activation
1.Param20605, $ - / Temperature Compensation Activation
1.Param20606, $ - / Verification Activation
1,
8,
8,
8,
16.Param93, $ TIC_Control_1 / Control Totalizer 1
16,
16.Param94, $ TIC_Control_2 / Control Totalizer 2
16,
16.Param95, $ TIC_Control_3 / Control Totalizer 3
16,
32 Param121, $ C4W_InputPressure_1 / External pressure
16.Param85, $ SU_Pressure_1 / Pressure unit
16,
32 Param122, $ C4W_InputRefDensity_1 / External reference density
16.Param86, $ SU_RefDensity_1 / Reference density unit
16,
32 Param123, $ C4W_InputTemperature_1 / External temperature
16.Param87, $ SU_Temperature_1 / Temperature unit
16,
16.Param40, $ HBT_PerformVerification_1 / Start verification
16,
32,
32,
32,
32,
32,
32,

```

Nachfolgend sind die Output-Daten im System Manager dargestellt; zuerst werden 8 Bits eingefügt, als nächstes 3 x Byte, 6 x INT, 1 x DWord, 2 x INT,...usw. bis die Länge 64 Byte entspricht.

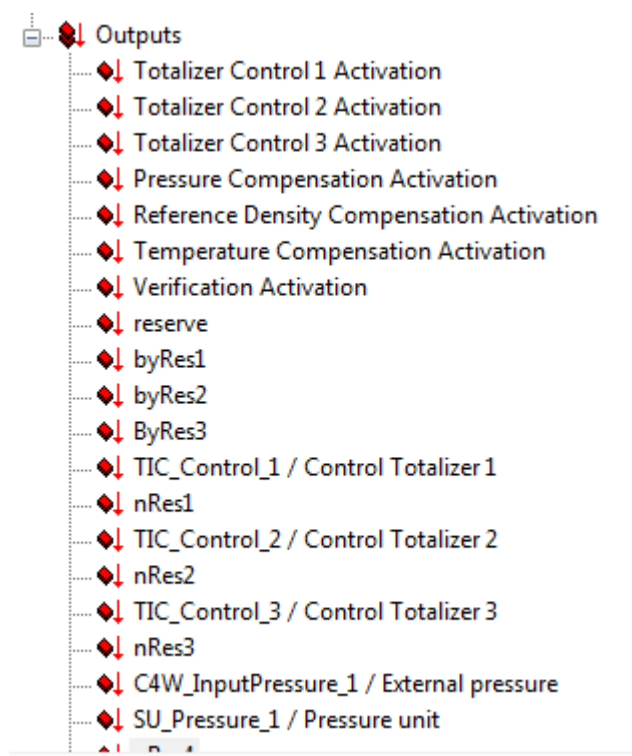


Abb. 132: Output-Daten im System Manager

Analog werden die Inputs Assem101 behandelt:

Assem101 =

"Input Assembly Configurable", \$ Assembly Name

"20 04 24 65 30 03", \$ Path

88, \$ Size in bytes

0x0000, \$ Descriptor, default = 0

„, \$ reserved fields

32, \$ Header

32, \$ Device status (16) / Diagnostic (8) / PadByte (8)

32 Param20000

32 Param20001

32 Param20002

32 Param20003

32 Param20004

32 Param20005

32 Param20006

32 Param20007

32 Param20008

32 Param20009

32 Param20010

32 Param20011

32 Param20012

32 Param20013

32 Param20014

32 Param20015

32 Param20016

32 Param20017

32 Param20018

32 Param20019

Nach Abschluss muss die Konfiguration folgendermaßen aussehen:

General IO Connection Object

General

Cycle Time Multiplier 20

Transport Trigger Cyclic

Timeout Multiplier 4

Config Instance 105

Config Size 0

Inputs (Data Length: 88 Byte)

Connection Point 101 ☐ Run/Idle

Transport Type Multicast

Priority Scheduled

Outputs (Data Length: 64 Byte)

Connection Point 102 ☒ Run/Idle

Transport Type Point to Point

Priority Scheduled

Abb. 133: Konfiguration „IO Connection Object“

Zusammenfassung:

Grün: Zyklus Zeit des Slaves

Blau: Config Parameter (Size immer 0) Config Instance 105

Gelb: Input Instance Len 88 Connection Point 101

Rot: Output Instance Len 64 Connection Point 102

5.6 EL6652-0010 Slave

5.6.1 EL6652-0010 - Konfiguration

Die wichtigsten Einstellungen für einen Verbindungsaufbau mit einem EtherNet/IP- Master oder auch Scanner sind IP-Adresse, die Assembly-Instance-Nummer und damit die Länge der Daten und die richtige Task-Zykluszeit.

Die IP-Adresse kann frei vergeben werden und wird auf die Klemme während des Starts vom EtherCAT übertragen. Die Assembly-Instanznummern sind fest vergeben und müssen im Master richtig eingestellt sein. Dazu gehört auch immer die Anzahl der Daten bzw. die Größe des Prozessabbildes. Die maximale Länge der Daten kann von Master zu Master unterschiedlich sein. Diese Informationen erfragen Sie sich bei dem Master-Hersteller. Die Task-Zeit mit dem das EtherNet/IP betrieben werden soll, muss auf der EtherCAT-Klemme mindestens genauso groß sein wie auf der Master-Seite. Sie kann aber auch ein Vielfaches kleiner sein. Zum Beispiel können Sie auf der Master Seite 10 ms einstellen. Dann darf die Task des EtherNet/IP- Slaves zum Beispiel 10, 5, 2, und 1 ms groß sein.

Kommunikationstechnisch kann auf der Master Seite "Unicast" oder "Multicast" verwendet werden, die EL6652-0010 unterstützt beide Betriebsarten. Achten Sie bei Multicast auf die dadurch entstehende hohe Netzwerklast gerade in Systemen mit vielen oder kurzen Zykluszeiten. Eine hohe Netzwerklast kann unter Umständen die Kommunikation beeinträchtigen.

Es sind keine Konfigurationsdaten für die EL6652-0010 notwendig; es muss in der Regel die Konfiguration angegeben werden, aber die Länge der Konfigurationsdaten ist auf "null" zu setzen.

Inbetriebnahme: Einfügen der EL6652-0010

Fügen Sie die EL6652-0010 in Ihr EtherCAT System ein. Sie können wie gewohnt den Online Scan durchführen oder die Klemme manuell anfügen.

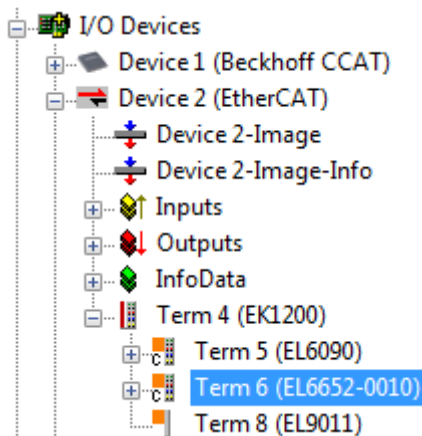


Abb. 134: Einfügen der EL6652-0010 in TwinCAT 2.1x

Sobald Sie die Klemme angefügt haben müssen Sie noch das Device „EtherNet/IP“ im System Manager anlegen. Gehen Sie auf „I/O Geräte“ und fügen Sie ein weiteres Gerät an.

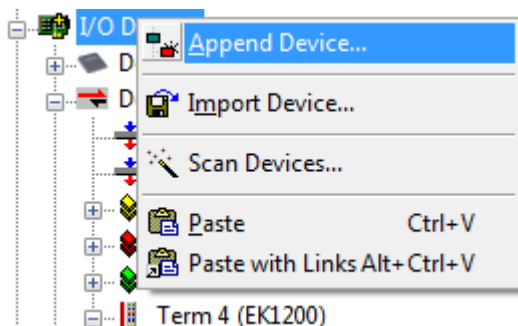


Abb. 135: Einfügen eines Geräts „EtherNet/IP“ in „I/O Geräte“

Unter „EtherNet/IP“ finden Sie den Adapter "EtherNet/IP Adapter (EL6652-0010)". Wählen Sie diesen aus.

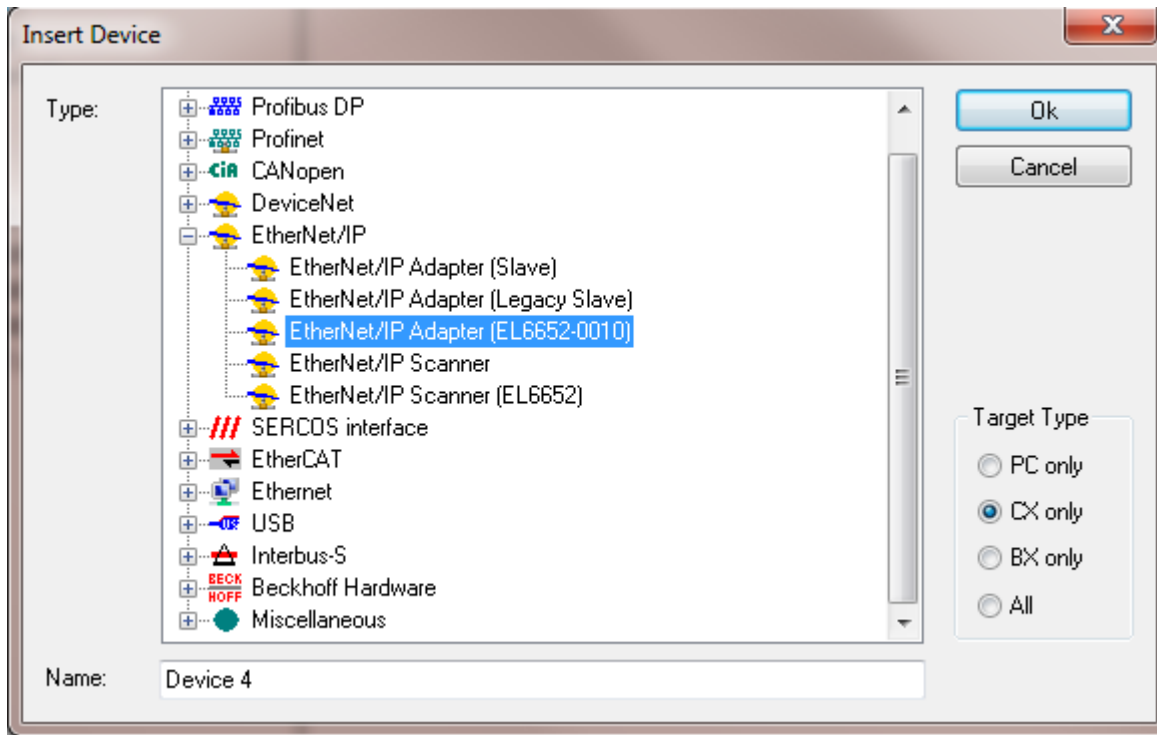


Abb. 136: Auswahl Adapter „EtherNet/IP Adapter (EL6652-0010)“

Sollten Sie nur eine EL6652-0010 in Ihrem System haben, verknüpft der System Manager diese automatisch.

Dies sollte jedoch einmal überprüft werden (siehe Bild „Suchen der Klemme EL6652-0010“, in dem Sie auf das „EtherNet/IP Device“ (1) gehen, "Adapter" (2) und dann im "Device Name" die Klemme finden. Sollte das nicht der Fall sein gehen Sie auf "Search" (3) und wählen Sie dann die richtige Klemme aus (4).

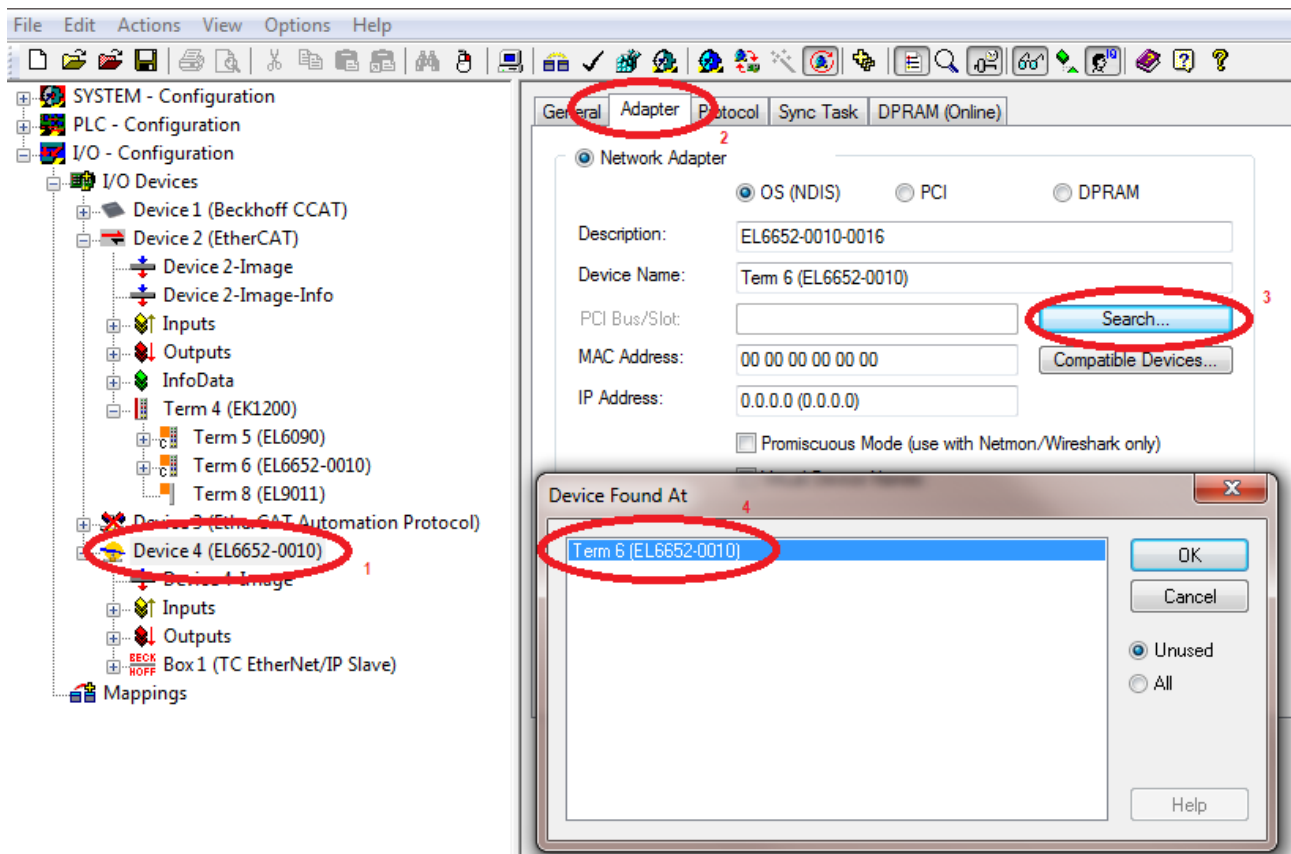


Abb. 137: Suchen der Klemme EL6652-0010

Die MAC-Adresse und IP-Adresse wird in diesem Dialogfeld nicht aktualisiert. Diese finden Sie auf der EtherNet/IP Box unter "Konfiguration".

Konfiguration

Erstellen Sie nun eine Konfiguration; der Master muss mit einer IP-Adresse, SubNetMask und die Daten, die mit dem EtherNet/IP Master ausgetauscht werden sollen.

Wählen Sie die Box aus und tragen Sie die IP-Adresse (0x8000:21) und SubNetMask (0x8000:22) ein (grüne Markierung), die sie am Slave verwenden wollen.

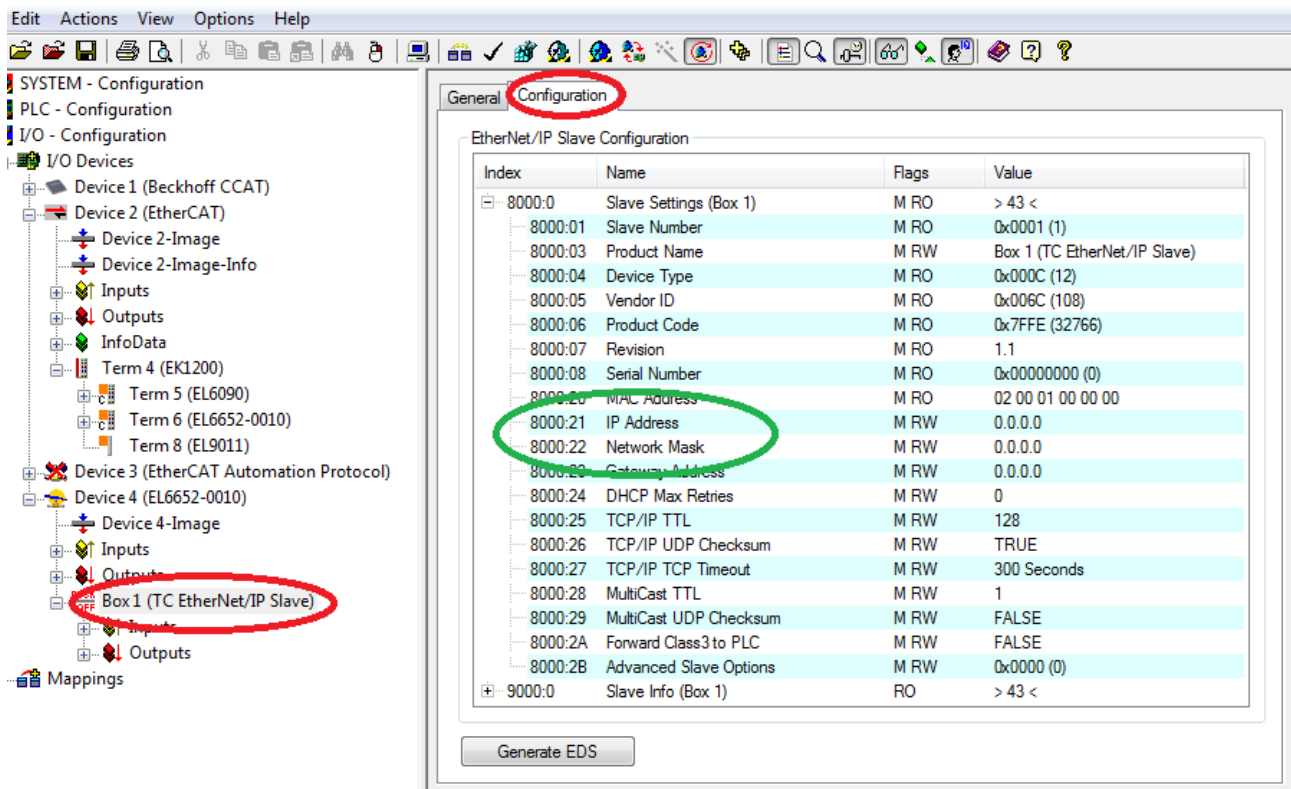


Abb. 138: Konfiguration der IP-Adresse, Netzwerk-Maske

Danach fügen Sie die IO Connection an.

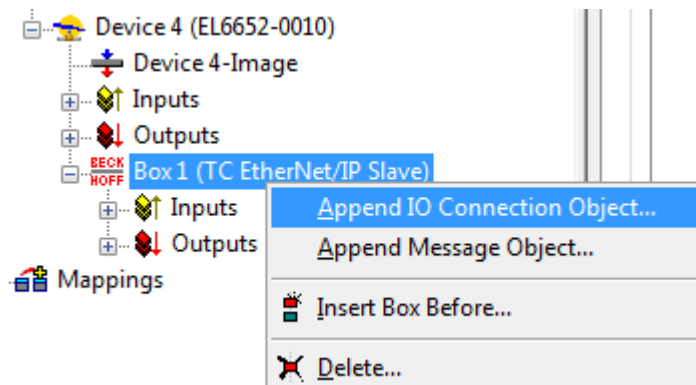


Abb. 139: Anfügen „Connection Object“

Die IO Assembly hat schon Inputs und Outputs, hier fügen Sie beliebige Datentypen und deren Anzahl ein. Diese werden dann mit der SPS oder der Task verknüpft. Fügen Sie als nächsten Schritt unter den *Inputs* (Rechtsklick auf *Inputs*) ein Datenwort (2 Bytes) ein und bei den *Outputs* (Rechtsklick auf *Outputs*) auch ein Datenwort (2 Bytes) an.

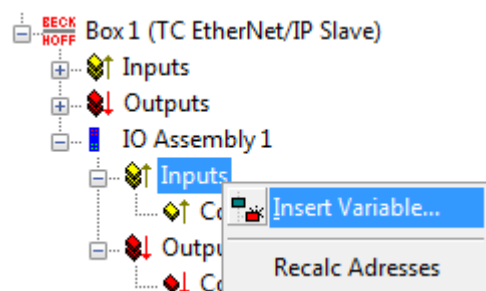


Abb. 140: Anfügen Variablen

In der Konfiguration ist nun eine IO Assembly (0x8001) vorhanden. Für den Eintrag im Master sind die Instance-Nummern zu beachten.

- Value 128 für die Konfiguration, wie schon erwähnt ist diese immer mit "null" Bytes zu verwenden.
- Value 129 für die Input Daten, die Länge ist 6 Byte (4 Byte die automatisch im System angelegt werden und 2 Byte für das Wort, was vom User angelegt wurde)
- Value 130 für die Output-Daten, die Länge ist 6 Byte (4 Byte die automatisch im System angelegt werden und 2 Byte für das Wort, was vom User angelegt wurde)

General

Configuration

EtherNet/IP Slave Configuration

Index	Name	Flags	Value
+ 8000:0	Slave Settings (Box 1)	M RO	> 43 <
- 8001:0	IO Assembly 1 Settings	M RO	> 12 <
8001:01	Assembly Number	M RO	0x0001 (1)
8001:02	Configuration Instance	M RO	128
8001:03	Configuration Size	M RO	0 Byte
8001:04	Input Instance (T->O)	M RO	129
8001:05	Input Size (T->O)	M RO	6 Byte
8001:06	Output Instance (O->T)	M RO	130
8001:07	Output Size (O->T)	M RO	6 Byte
8001:08	Heartbeat Instance (Listen Only)	M RO	136
8001:09	Heartbeat Size (Listen Only)	M RO	0 Byte
8001:0A	Heartbeat Instance (Input Only)	M RO	137
8001:0B	Heartbeat Size (Input Only)	M RO	0 Byte
8001:0C	Advanced Assembly Options	M RW	0x0000 (0)
+ 9000:0	Slave Info (Box 1)	RO	> 43 <
+ 9001:0	IO Assembly 1 Info	RO	> 12 <

Abb. 141: Konfiguration Slave Settings

Task Zeit

Die Zeit mit der das EtherNet/IP arbeiten soll, wird mit der SyncTask angegeben. Hier stehen zwei Methoden zur Verfügung:

SyncTask via Mapping – Hierbei wird die Task verwendet, mit der die Variablen verknüpft werden. Das ist in der Regel die SPS-Task. Sollte aber die SPS zum Beispiel durch Breakpoints angehalten werden, wird die Task nicht mehr bearbeitet. Das hat zur Folge, dass auch das EtherNet/IP nicht mehr getriggert wird und der EtherNet/IP-Master in den Fehlerzustand geht.

SyncTask via Special Sync Task - Hier wird eine zusätzliche Task verwendet, die automatisch mit TwinCAT gestartet wird. Diese läuft in ihrem eigenen Zyklus und ist auch daher unabhängig von anderen Tasks, die mit den Variablen verknüpft sind.

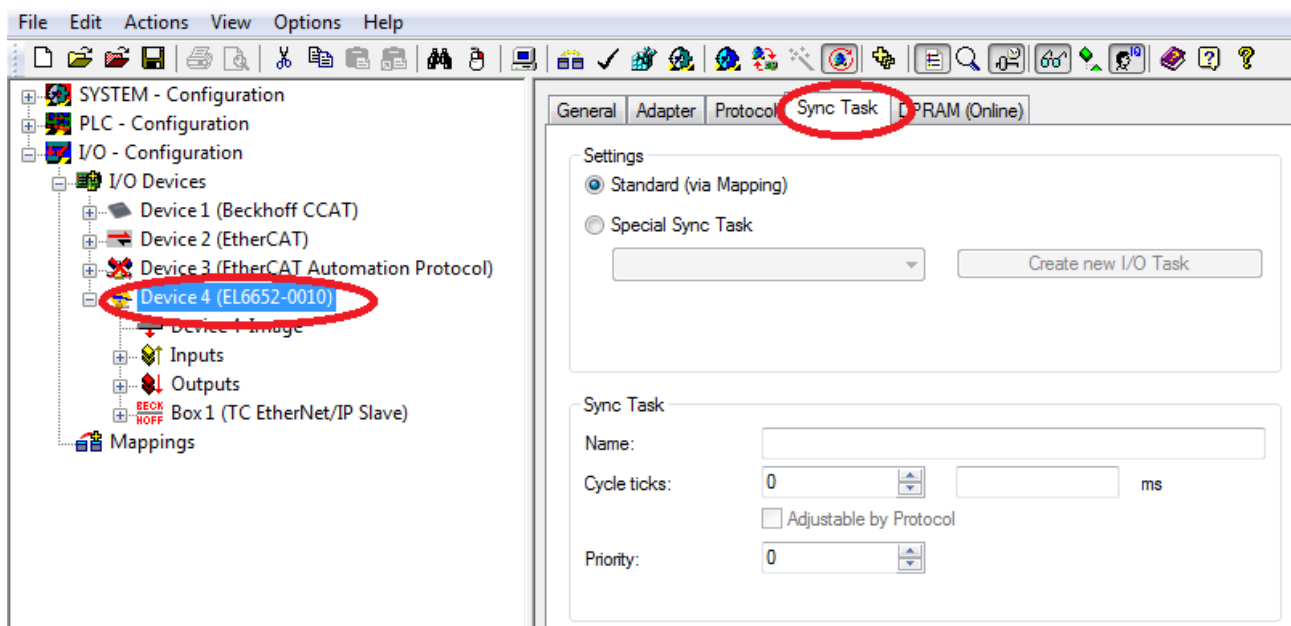


Abb. 142: Auswahl der Task Zeit

Virtueller Slave

Die EL6652-0010 bietet als Besonderheit die Möglichkeit einen 2. Slave mit einer eigenen MAC-Adresse und IP-Adresse anzulegen, der als virtueller Slave bezeichnet wird. Hierbei ist zu beachten, dass sich die virtuelle Schnittstelle die maximalen Prozessdaten mit dem realen Slave teilen muss. Der Vorteil ist, dass man mit dieser Möglichkeit 2 EtherNet/IP-Steuerungen einfach verbinden kann bzw. dass man Limitierungen bei der Buskommunikation mit dem Slave umgeht, ohne eine zusätzliche Klemme zu verwenden.

Im System Manager wird eine zweite Box angelegt und es wird genauso verfahren, wie bei der Konfiguration eines realen Slaves.

Die Status-LEDs werden in diesem Fall wie folgt interpretiert: hat einer der zwei Slaves (real oder virtuell) einen Fehler, wird dieser angezeigt, auch wenn der andere Slave ohne Fehler ist. Haben beide Slaves einen Fehler wird immer der Fehler des echten Slaves angezeigt.

5.6.2 EL6652-0010 - Konfigurations-Parameter

Index 0x8000 Slave Settings

Index	Name	Bedeutung
8000:0	Slave Settings	
8000:1	Slave Number	Slave Box ID
8000:3	Product Name	Name des Gerätes
8000:4	Device Type	Geräte Typ
8000:5	Vendor ID	Hersteller-Nummer
8000:6	Product Code	Produkt Code
8000:7	Revision	Version
8000:8	Serial Number	Serien-Nummer (siehe Objekt 0x9000)
8000:20	MAC Address	MAC Adresse (siehe Objekt 0x9000)
8000:21	IP Address	= 0 means DHCP enabled, any other value results in fixed IP Address
8000:22	Network Mask	= 0 means DHCP enabled, any other value results in fixed SubNetMask
8000:23	Gateway Adress	= 0 means DHCP enabled, any other value results in fixed Gateway Address
8000:24	DHCP Max Retries	0-infinite (number of dhcp retries (actually only infinite retries implemented))
8000:25	TCP/IP TTL	Time to live for Unicast TCP/UDP Communication
8000:26	TCP/IP UDP Checksum	0-UDP Checksum disabled, 1-UDP Checksum enabled
8000:27	TCP/IP TCP Timeout	Tcp Idle Timeout in seconds (0-Timeout disabled)
8000:28	MultiCast TTL	Time to live for Multicast UDP Communication
8000:29	MultiCast UDP Checksum	0-UDP Checksum disabled, 1-UDP Checksum enabled
8000:2A	Forward Class3 to PLC	Forward Explicit Messaging to PLC (actually not implemented)
8000:2B	Advanced Slave Options	Store Category (Bit9=Cat2, Bit8=Cat1) siehe IP-Adresse aus der SPS beschreiben [► 92]

Index 0x8001 IO Assembly Settings

Index	Name	Bedeutung
8001:0	IO Assembly Settings	
8001:1	Assembly Number	Assembly Id
8001:1	Configuration Instance	Config Instance
8001:3	Configuration Size	Config Size (always 0)
8001:4	Input Instance (T->O)	Connection Point for Input Data (Target->Originator)
8001:5	Input Size (T->O)	Size of Input Data (in Bytes)
8001:6	Output Instance (O->T)	Connection Point for Output Data (Originator->Target)
8001:7	Output Size (O-T)	Size of Output Data (in Bytes)
8001:8	Heartbeat Instance (Listen Only)*	Heartbeat Connection Point for Listen Only Connections
8001:9	Heartbeat Size (Listen Only)*	Always 0
8001:A	Heartbeat Instance (Input Only)**	Heartbeat Connection Point for Input Only Connections
8001:B	Heartbeat Size (Input Only)**	Always 0
8001:C	Advanced Assembly Options	Bit 14: 0x4000 hex 0 = default 1 = disable Mapping of "ConnCtrl" and „ConnState“ to EtherNet/IP IO Connection All other bits always 0 (reserve)

* Heartbeat Instance (Listen Only): Erlaubt das Mithören der Eingangsdaten (bei der EL6652-0010 sind das die Ausgangsdaten) wenn eine Verbindung besteht. Die "Listen Only" Verbindung wird mit beenden der normalen Verbindung auch beendet.

** Heartbeat Instance (Input Only): Erlaubt das Mitlesen der Eingangsdaten (bei der EL6652-0010 sind das die Ausgangsdaten). Diese Verbindung ist unabhängig von der eigentlichen Kommunikation.

Der Heartbeat ist für beide Verbindungstypen (Listen-Only und Input-Only) zur Überwachung der Verbindung notwendig.

Index 0x9000 Slave Info

Hier werden die aktuellen gültigen Einstellungen angezeigt, diese können vom Objekt 0x8000 abweichen. Das Objekt 0x9000 zeigt die aktiven Parameter an.

Index 0x9001 IO Assembly Info

Hier werden die aktuellen gültigen Assembly-Einstellungen angezeigt, diese können vom Objekt 0x8001 abweichen. Das Objekt 0x9001 zeigt die aktiven Parameter an.

5.6.3 Master (Scanner) Konfiguration

5.6.3.1 EL6652-0010 - Konfiguration an einer RSLogix5000

Beispiel einer EtherNet/IP-Master/Scanner-Konfiguration

Öffnen Sie die RSLogix und erstellen Sie ein neues Projekt. In diesem Beispiel wird eine CompactLogix (L32E) verwendet.



New Controller

Vendor: Allen-Bradley

Type: 1769-L32E CompactLogix5332E Controller

Revision: 15

☐ Redundancy Enabled

Name: TEST

Description:

Chassis Type: <none>

Slot: 0 Safety Partner Slot:

Create In: c:\RSLogix 5000\Projects

OK Cancel Help

Browse...

Abb. 143: Erstellen eines neuen Controlllers

Fügen Sie ein neues Modul an.

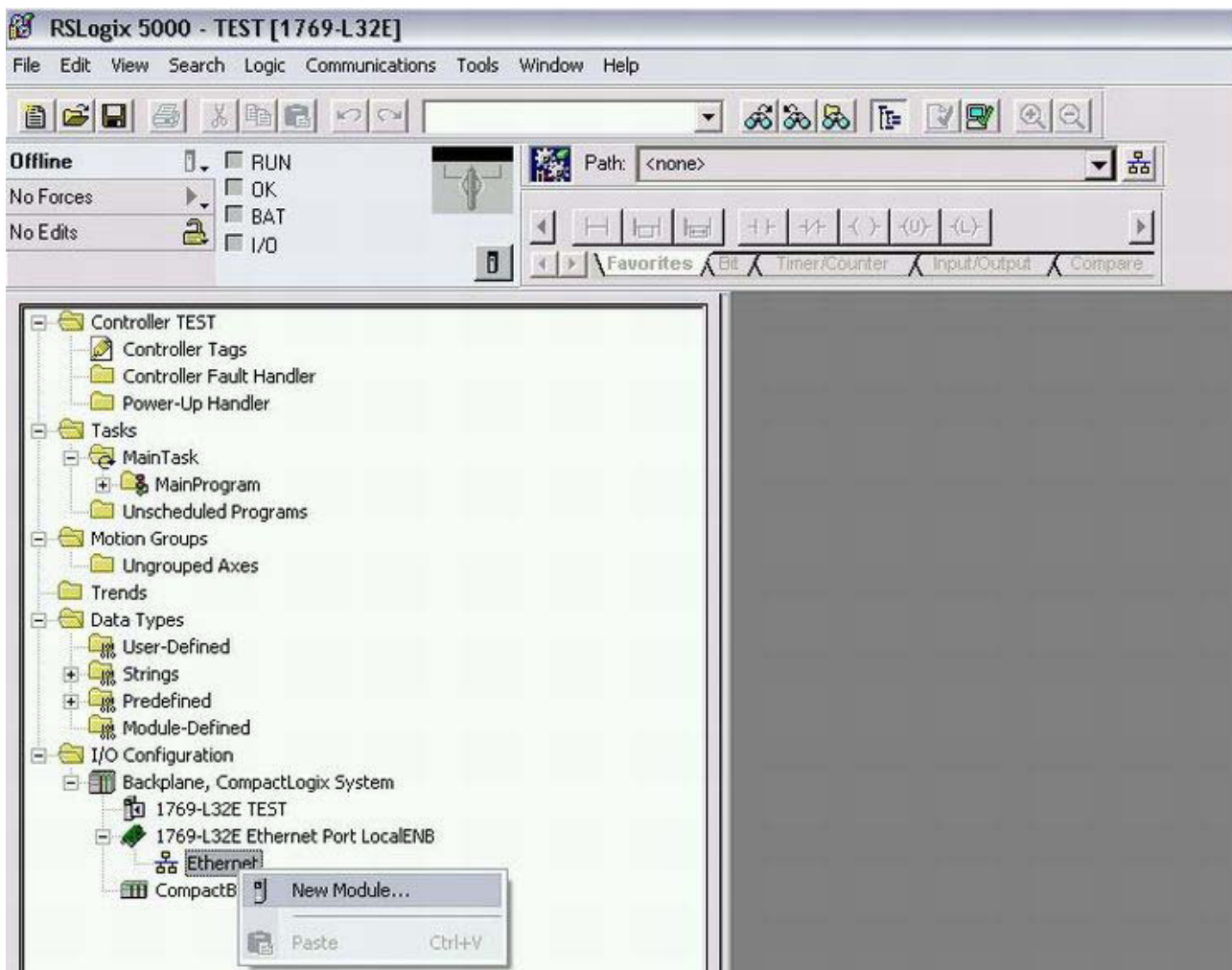


Abb. 144: Anfügen eines neuen MODuls

Wählen Sie ETHERNET-MODULE "Generic Ethernet Module" an.

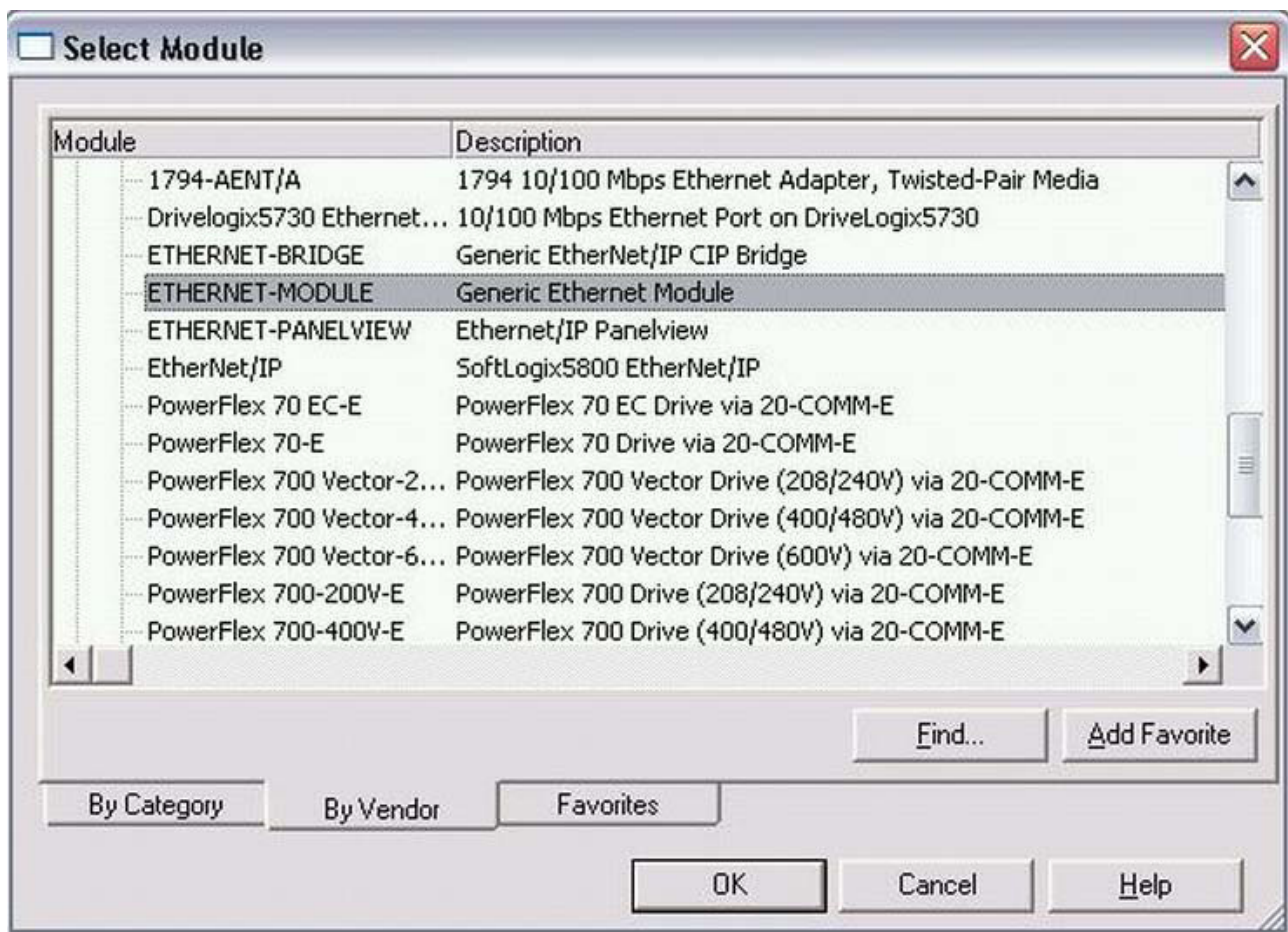


Abb. 145: Auswahl ETHERNET-MODULE "Generic Ethernet Module"

Tragen Sie die IP-Adresse aus Objekt 0x8000:21 ein. Die Input Instance ist mit 129_{dez}, die Output Instance 130_{dez} und die Config Instance 128_{dez} einzutragen. Die Datenlänge steht in Abhängigkeit des Comm Formats. In der Abbildung „Übertragen der Parameter in die „New Module“-Maske“ wurde INT gewählt also müssen die Anzahl der Daten aus Objekt 0x8001:05 und 0x8001:07 noch mal durch 2 geteilt werden, da diese in TwinCAT in Byte angegeben werden und auf der RSLogix in Word-Länge (INT). Wird eine ungerade Anzahl der Bytes angelegt muss aufgerundet werden, das gilt auch wenn das Comm Format auf DINT gestellt wird, dann muss auf die nächste ganzzahlige Zahl aufgerundet werden.

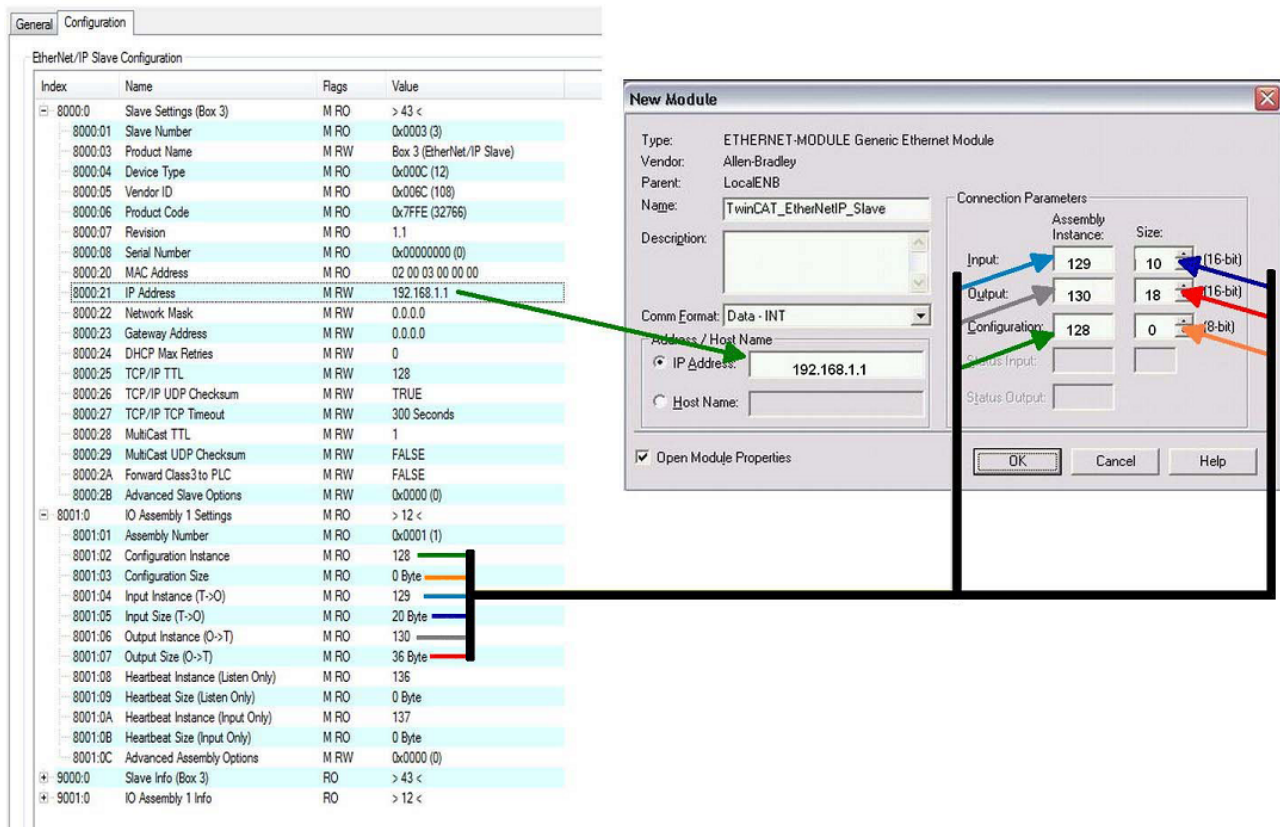


Abb. 146: Übertragen der Parameter in die „New Module“-Maske

6 Konfiguration mit dem TwinCAT System Manager

6.1 Objektbeschreibung und Parametrierung



Hinweis

EtherCAT XML Device Description und Konfigurationsdateien

Es wird empfohlen, die aktuellste [EtherCAT Device Description](#) im Download-Bereich auf der Beckhoff Website herunterzuladen und entsprechend der Installationsanweisungen zu installieren.



Hinweis

Parametrierung

Die Parametrierung der Klemme wird über den CoE - Online Reiter (mit Doppelklick auf das entsprechende Objekt, s.u.) vorgenommen.

Einführung

Alle Objekte die für die Inbetriebnahme der EL6652, EL6652-0010 notwendig sind, werden vom TwinCAT-System konfiguriert. Es muss in den Objekten nichts eingestellt oder verändert werden.

Objekte für die Inbetriebnahme

Index 1011 Restore default parameters

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
1011:0	Restore default parameters	Herstellen der Defaulteinstellungen	UINT8	RO	0x01 (1 _{dez})
1011:01	SubIndex 001	Wenn Sie dieses Objekt im Set Value Dialog auf "0x64616F6C" setzen, werden alle Backup Objekte wieder in den Auslieferungszustand gesetzt.	UINT32	RW	0x00000000 (0 _{dez})

Vollständige Übersicht

Standardobjekte

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 (5001). Das Hi-Word enthält das Modul Profil entsprechend des Modular Device Profile.	UINT32	RO	0x00001389 (5001 _{dez})

Index 1008 Device name

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
1008:0	Device name	Geräte-Name des EtherCAT-Slave	STRING	RO	EL6652

Index 1009 Hardware version

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

Index 100A Software version

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

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	0x19FC3052 (43597842 _{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	0x00000000 (0 _{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	variable

Index 10F0 Backup parameter handling

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
10F0:0	Backup parameter handling	Informationen zum standardisierten Laden und Speichern der Backup Entries	UINT8	RO	0x01 (1 _{dez})
10F0:01	Checksum	Checksumme über alle Backup-Entries des EtherCAT-Slaves	UINT32	RO	variable

Index 1600 IO RxPDO-Map

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
1600:0	IO RxPDOPDO-Map	PDO Mapping RxPDO 1	UINT8	RO	0x02 (2 _{dez})
1600:01	SubIndex 001	1. PDO Mapping entry (16 bits align)	UINT32	RO	0x7000:11, 16

Index 1C13 TxPDO assign

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
1C13:0	TxPDO assign	PDO Assign Inputs	UINT8	RW	0x05 (5 _{dez})
1C13:01	SubIndex 001	1. zugeordnete TxPDO (enthält den Index des zugehörigen TxPDO Mapping Objekts)	UINT16	RW	0x1A00 (6656 _{dez})

Index 1C32 SM output parameter

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
1C32:0	SM output parameter	Synchronisierungsparameter der Outputs	UINT8	RO	0x20 (32 _{dez})
1C32:01	Sync mode	Aktuelle Synchronisierungsbetriebsart: <ul style="list-style-type: none"> 0: Free Run 1: Synchron with SM 2 Event 2: DC-Mode - Synchron with SYNC0 Event 3: DC-Mode - Synchron with SYNC1 Event 	UINT16	RW	0x0000 (0 _{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	0x000186A0 (100000 _{dez})
1C32:03	Shift time	Zeit zwischen SYNC0 Event und Ausgabe der Outputs (in ns, nur DC-Mode)	UINT32	RO	0x00000000 (0 _{dez})
1C32:04	Sync modes supported	Unterstützte Synchronisierungsbetriebsarten: <ul style="list-style-type: none"> Bit 0 = 1: Free Run wird unterstützt Bit 1 = 1: Synchron with SM 2 Event wird unterstützt Bit 2-3 = 01: DC-Mode wird unterstützt Bit 4-5 = 10: Output Shift mit SYNC1 Event (nur DC-Mode) Bit 14 = 1: dynamische Zeiten (Messen durch Beschreiben von 0x1C32:08 [► 122]) 	UINT16	RO	0xC007 (49159 _{dez})
1C32:05	Minimum cycle time	Minimale Zykluszeit (in ns)	UINT32	RO	0x000186A0 (100000 _{dez})
1C32:06	Calc and copy time	Minimale Zeit zwischen SYNC0 und SYNC1 Event (in ns, nur DC-Mode)	UINT32	RO	0x00000000 (0 _{dez})
1C32:08	Command	<ul style="list-style-type: none"> 0: Messung der lokalen Zykluszeit wird gestoppt 1: Messung der lokalen Zykluszeit wird gestartet <p>Die Entries 0x1C32:03 [► 122], 0x1C32:05 [► 122], 0x1C32:06 [► 122], 0x1C32:09 [► 122], 0x1C33:03 [► 123], 0x1C33:06 [► 122], 0x1C33:09 [► 123] werden mit den maximal gemessenen Werten aktualisiert. Wenn erneut gemessen wird, werden die Messwerte zurückgesetzt</p>	UINT16	RW	0x0000 (0 _{dez})
1C32:09	Delay time	Zeit zwischen SYNC1 Event und Ausgabe der Outputs (in ns, nur DC-Mode)	UINT32	RO	0x00000000 (0 _{dez})
1C32:0B	SM event missed counter	Anzahl der ausgefallenen SM-Events im OPERATIONAL (nur im DC Mode)	UINT16	RO	0x0000 (0 _{dez})
1C32:0C	Cycle exceeded counter	Anzahl der Zykluszeitverletzungen im OPERATIONAL (Zyklus wurde nicht rechtzeitig fertig bzw. der nächste Zyklus kam zu früh)	UINT16	RO	0x0000 (0 _{dez})
1C32:0D	Shift too short counter	Anzahl der zu kurzen Abstände zwischen SYNC0 und SYNC1 Event (nur im DC Mode)	UINT16	RO	0x0000 (0 _{dez})
1C32:20	Sync error	Im letzten Zyklus war die Synchronisierung nicht korrekt (Ausgänge wurden zu spät ausgegeben, nur im DC Mode)	BOOLEAN	RO	0x00 (0 _{dez})

Index 1C33 SM input parameter

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
1C33:0	SM input parameter	Synchronisierungsparameter der Inputs	UINT8	RO	0x20 (32 _{dez})
1C33:01	Sync mode	Aktuelle Synchronisierungsbetriebsart: <ul style="list-style-type: none"> 0: Free Run 1: Synchron with SM 3 Event (keine Outputs vorhanden) 2: DC - Synchron with SYNC0 Event 3: DC - Synchron with SYNC1 Event 34: Synchron with SM 2 Event (Outputs vorhanden) 	UINT16	RW	0x0000 (0 _{dez})
1C33:02	Cycle time	wie 0x1C32:02 ► 122]	UINT32	RW	0x000186A0 (100000 _{dez})
1C33:03	Shift time	Zeit zwischen SYNC0-Event und Einlesen der Inputs (in ns, nur DC-Mode)	UINT32	RO	0x00000000 (0 _{dez})
1C33:04	Sync modes supported	Unterstützte Synchronisierungsbetriebsarten: <ul style="list-style-type: none"> Bit 0: Free Run wird unterstützt Bit 1: Synchron with SM 2 Event wird unterstützt (Outputs vorhanden) Bit 1: Synchron with SM 3 Event wird unterstützt (keine Outputs vorhanden) Bit 2-3 = 01: DC-Mode wird unterstützt Bit 4-5 = 01: Input Shift durch lokales Ereignis (Outputs vorhanden) Bit 4-5 = 10: Input Shift mit SYNC1 Event (keine Outputs vorhanden) Bit 14 = 1: dynamische Zeiten (Messen durch Beschreiben von 0x1C32:08 ► 122] oder 0x1C33:08 ► 123]) 	UINT16	RO	0xC007 (49159 _{dez})
1C33:05	Minimum cycle time	wie 0x1C32:05 ► 122]	UINT32	RO	0x000186A0 (100000 _{dez})
1C33:06	Calc and copy time	Zeit zwischen Einlesen der Eingänge und Verfügbarkeit der Eingänge für den Master (in ns, nur DC-Mode)	UINT32	RO	0x00000000 (0 _{dez})
1C33:08	Command	wie 0x1C32:08 ► 122]	UINT16	RW	0x0000 (0 _{dez})
1C33:09	Delay time	Zeit zwischen SYNC1-Event und Einlesen der Eingänge (in ns, nur DC-Mode)	UINT32	RO	0x00000000 (0 _{dez})
1C33:0B	SM event missed counter	wie 0x1C32:11 ► 122]	UINT16	RO	0x0000 (0 _{dez})
1C33:0C	Cycle exceeded counter	wie 0x1C32:12 ► 122]	UINT16	RO	0x0000 (0 _{dez})
1C33:0D	Shift too short counter	wie 0x1C32:13 ► 122]	UINT16	RO	0x0000 (0 _{dez})
1C33:20	Sync error	wie 0x1C32:32 ► 122]	BOOLEAN	RO	0x00 (0 _{dez})

Profilspezifische Objekte

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

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	0x02 (2 _{dez})
F000:01	Module index distance	Indexabstand der Objekte der einzelnen Kanäle	UINT16	RO	0x0010 (16 _{dez})
F000:02	Maximum number of modules	Anzahl der Kanäle	UINT16	RO	0x0005 (5 _{dez})

Index F008 Code word

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
F008:0	Code word	reserviert	UINT32	RW	0x00000000 (0 _{dez})

Index F010 Module list

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
F010:0	Module list	Max. Subindex	UINT8	RW	0x05 (5 _{dez})
F010:01	SubIndex 001	-	UINT32	RW	0x00000320 (0800 _{dez})

7 Diagnose

7.1 EL6652-0010 - LEDs

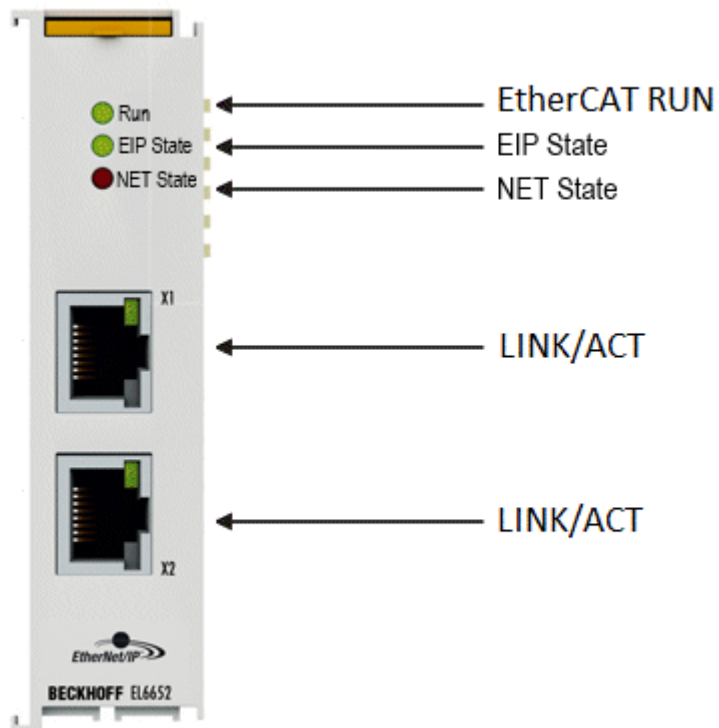


Abb. 147: EL6652 LEDs

LEDs zur EtherCAT-Diagnose

LED		Anzeige	Beschreibung
RUN	grün	aus	Zustand der EtherCAT State Machine: INIT = Initialisierung der Klemme; BOOTSTRAP = Funktion für Firmware-Updates der Klemme
		blinkt (200 ms)	Zustand der EtherCAT State Machine: PREOP = Funktion für Mailbox-Kommunikation und abweichende Standard-Einstellungen gesetzt
		aus (1 s) an (200 ms)	Zustand der EtherCAT State Machine: SAFEOP = Überprüfung der Kanäle des Sync-Managers und der Distributed Clocks. Ausgänge bleiben im sicheren Zustand
		an	Zustand der EtherCAT State Machine: OP = normaler Betriebszustand; Mailbox- und Prozessdatenkommunikation ist möglich

LED EIP State

Farbe grün	Farbe rot	Bedeutung
aus	aus	keine EtherNet/IP-Slave-Konfiguration auf der EL6652-0010
an	aus	Alle konfigurierten IO Assemblies sind im Datenaustausch mit dem EtherNet/IP-Master. Alle Verbindungen sind im Run State (cyclic exchange of valid process data)
aus (1 s) an (200 ms)	aus	EtherNet/IP-Slave und IO Assembly sind richtig parametrier
blinkt (400 ms)	aus	Einer der EtherNet/IP-Slaves hat keine gültige IO-Assembly-Konfiguration
aus	aus (1 s) an (200 ms)	Es hat sich ein genereller Fehler mit dem EtherNet/IP-Slave ereignet
aus	an	Internet Fehler. Tauschen Sie die EtherCAT-Klemme

LED NET State

Farbe grün	Farbe rot	Bedeutung
aus	aus	Kein Link erkannt
an	aus	EL-Klemme hat einen Link erkannt und wurde richtig konfiguriert
blinkt (400 ms)	aus	Mindestens ein Ethernet Port hat einen aktiven Link und eine konfigurierte EtherNet/IP-Slave-Schnittstelle hat keine gültige IP-Adresse konfiguriert
aus (1 s) an (200 ms)	aus	Alle konfigurierten EtherNet/I- Slaves haben eine gültige IP-Adresskonfiguration. UDP und TCP Layer wurde Initialisiert
aus	an	Internet Fehler. Tauschen Sie die EtherCAT Klemme
aus	aus (1 s) an (200 ms)	Es hat sich ein genereller Fehler mit dem EtherNet/IP-Slave ereignet

LEDs im Hochlauf

Run	EIP State	NET State	Bedeutung
aus	aus	aus	Keine Spannung am E-Bus angeschlossen. Sollten EtherCAT-Klemmen dahinter funktionieren, muss die EL6652-0010 getauscht werden.
aus	aus	rot an	EL-Klemme läuft hoch, nach ca. 10 s sollte die LED ausgehen, ist das nicht der Fall, muss das EL6652-0010 Modul getauscht werden.
an	an	rot an	EL-Klemme läuft hoch, nach ca. 2..3 s sollte die Klemme bereit sein, Hochlauf ist abgeschlossen sobald die rote "NET State" LED aus ist.

7.2 EL6652-0000, EL6652-0010 - Diagnose History

Die Diagnose History ist ein Hilfsmittel, um den Status des EtherNet/IP Interface, den Status der Klemme und des Ethernet Ports zu überwachen und im Klartext die Diagnose-Meldungen mit Zeitstempel anzuzeigen.

Des Weiteren werden Informationen/Fehler, die in der Vergangenheit oder nur kurz auftreten sind, mitgeloggt, um auch später eine genaue Fehlerursache festzustellen zu können.

Die Diagnose History ist ein Bestandteil im System Manager und ist dort unter der EL6652 im Karteireiter "Diag History" zu finden.

The screenshot shows the Beckhoff System Manager interface. On the left, the 'I/O Devices' tree is expanded, showing 'Device 2 (EtherCAT)' and its sub-components. 'Term 6 (EL6652-0010)' is highlighted. The main window displays the 'Diag History' tab, which contains a table of diagnostic messages.

Type	Flags	Timestamp	Message
Info	N	22.4.2014 10:40:11 82...	(0x1012) EtherCAT state change Init - PreOp
Info	N	22.4.2014 10:40:09 19...	(0x1021) EtherCAT state change PreOp - Init
Info	N	22.4.2014 10:40:09 19...	(0x1042) EtherCAT state change SafeOp - PreOp
Info	N	22.4.2014 10:40:09 17...	(0x1084) EtherCAT state change Op - SafeOp
Info	N	22.4.2014 09:08:41 74...	(0x4001) Box 1 (TC EtherNet/IP Slave): EO Connection Open (IN:129 OUT:130 API:2ms) from 1.1.1....
Info	N	22.4.2014 09:08:38 20...	(0x4003) Box 1 (TC EtherNet/IP Slave): EO Connection (IN:129 OUT:130) with 1.1.1.4 timed out
Info	N	15.4.2014 00:00:36 93...	(0x4001) Box 1 (TC EtherNet/IP Slave): EO Connection Open (IN:129 OUT:130 API:2ms) from 1.1.1....
Info	N	15.4.2014 00:00:35 73...	(0x4003) Box 1 (TC EtherNet/IP Slave): EO Connection (IN:129 OUT:130) with 1.1.1.4 timed out
Info	N	9.4.2014 16:11:56 888...	(0x4001) Box 1 (TC EtherNet/IP Slave): EO Connection Open (IN:129 OUT:130 API:2ms) from 1.1.1....
Info	N	9.4.2014 16:11:45 657...	(0x2002) : Network link detected
Info	N	9.4.2014 16:11:44 743...	(0x1048) EtherCAT state change SafeOp - Op
Info	N	9.4.2014 16:11:44 731...	(0x2008) Box 1 (TC EtherNet/IP Slave): TCP handler initialized
Info	N	9.4.2014 16:11:44 731...	(0x2007) Box 1 (TC EtherNet/IP Slave): UDP handler initialized
Info	N	9.4.2014 16:11:44 659...	(0x1024) EtherCAT state change PreOp - SafeOp
Info	N	9.4.2014 16:11:44 562...	(0x2001) : Network link lost
Info	N	9.4.2014 16:11:44 543...	(0x1012) EtherCAT state change Init - PreOp
Info	N	9.4.2014 16:11:41 193...	(0x2003) Box 1 (TC EtherNet/IP Slave): no valid IP Configuration - Dhcp client started

Abb. 148: Karteireiter „Diag History“

Error Codes EL6652

Error	Code	Beschreibung	Abhilfe
CN_ORC_ALREADY_USED	0x100 hex / 256 dec	Connection already in use	Die Verbindung besteht bereits, verwenden Sie eine andere Verbindung oder Schließen Sie diese
CN_ORC_BAD_TRANSPORT	0x103 hex / 259 dec	Transport type not supported	
CN_ORC_OWNER_CONFLICT	0x106 hex / 262 dec	More than one guy configuring	
CN_ORC_BAD_CONNECTION	0x107 hex / 263 dec	Trying to close inactive conn	
CN_ORC_BAD_CONNECTION_TYPE	0x108 hex / 264 dec	Unsupported connection type	Der Connection Typ wird nicht unterstützt, kontrollieren sie ihre Einstellung
CN_ORC_BAD_CONNECTION_SIZE	0x109 hex / 265 dec	Connection size mismatch	Die Connection Größe passt nicht, kontrollieren sie ihre Einstellung
CN_ORC_CONN_UNCONFIGURED	0x110 hex / 272 dec	Connection unconfigured	
CN_ORC_BAD_RPI	0x111 hex / 273 dec	Unsupportable RPI	In der Regel passt die Task Zeit nicht, achten Sie darauf das die EL6652 mit 1 ms intern arbeitet und Sie dies mit dem Cycle Time Multiplier einstellen können. Sonst passen Sie die Task Zeit an.
CN_ORC_NO_CM_RESOURCES	0x113 hex / 275 dec	Conn Mgr out of connections	
CN_ORC_BAD_VENDOR_PRODUCT	0x114 hex / 276 dec	Mismatch in electronic key	
CN_ORC_BAD_DEVICE_TYPE	0x115 hex / 277 dec	Mismatch in electronic key	
CN_ORC_BAD_REVISION	0x116 hex / 278 dec	Mismatch in electronic key	
CN_ORC_BAD_CONNECTION_POINT	0x117 hex / 279 dec	Nonexistent instance number	
CN_ORC_BAD_CONFIGURATION	0x118 hex / 280 dec	Bad config instance number	
CN_ORC_CONN_REQUEST_FAILS	0x119 hex / 281 dec	No controlling connection open	
CN_ORC_NO_APP_RESOURCES	0x11A hex / 282 dec	App out of connections	Keine freien Connection mehr zur Verfügung

Sollten Sie die Fehler nicht selbstständig lösen können, benötigt der Support folgende Informationen:

EDS-Datei des Slaves, TwinCAT Build, Firmware Version der EL6652 und eine Wireshark Aufzeichnung (bitte machen Sie diese mit einem Switch mit Port Spiegelung oder einem Hub).

8 Anhang

8.1 Firmware Update EL/ES/EM/EPxxxx

In diesem Kapitel wird das Geräteupdate für Beckhoff EtherCAT Slaves der Serien EL/ES, EM, EK und EP beschrieben. Ein FW-Update sollte nur nach Rücksprache mit dem Beckhoff Support durchgeführt werden.

Speicherorte

In einem EtherCAT-Slave werden an bis zu 3 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 3 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

**Achtung****Beschädigung des Gerätes möglich!**

Beim Herunterladen von neuen Geratedateien ist zu beachten

- Das Herunterladen der Firmware auf ein EtherCAT-Gerät darf nicht unterbrochen werden
- Eine einwandfreie EtherCAT-Kommunikation muss sichergestellt sein, CRC-Fehler oder LostFrames dürfen nicht auftreten.
- 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!

8.1.1 Gerätebeschreibung ESI-File/XML

**Achtung****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 Systemmanager konfigurierte Slave zeigt seine Kennung im EtherCAT-Reiter:

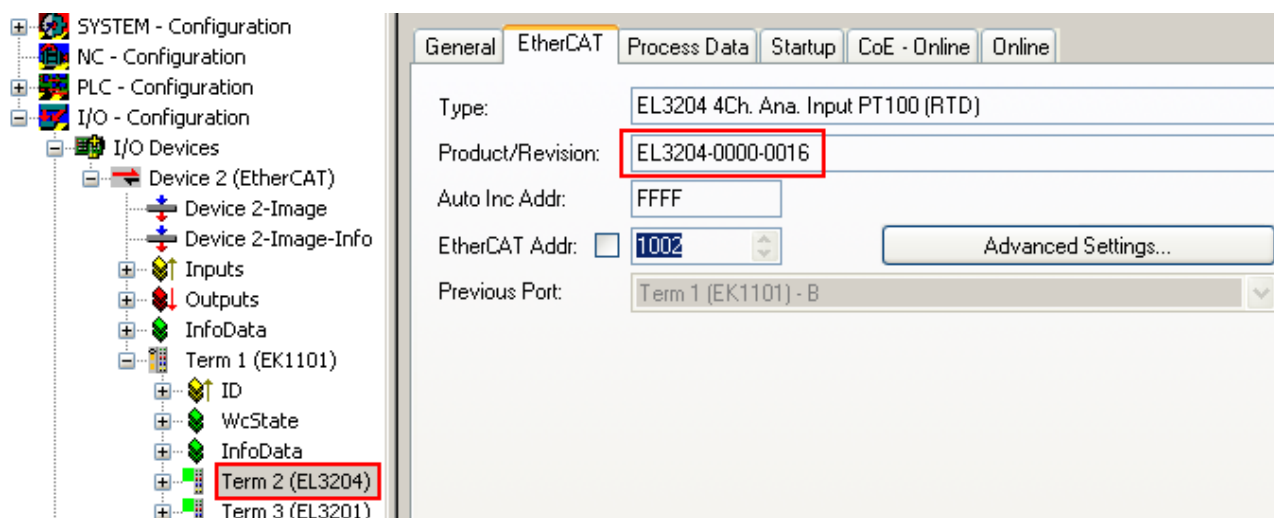


Abb. 149: Geräteerkennung aus Name EL3204-0000 und Revision -0016

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](#).

**Hinweis****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:

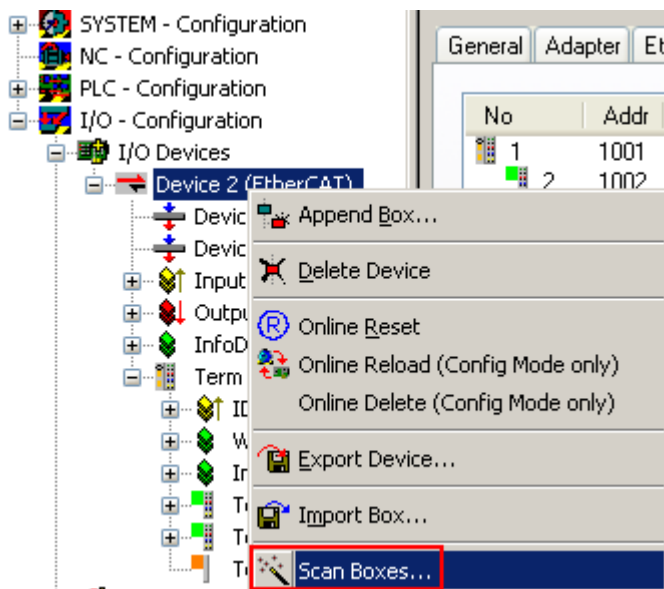


Abb. 150: Rechtsklick auf das EtherCAT Gerät bewirkt im Config/FreeRun-Mode das Scannen des unterlagerten Feldes

Wenn das gefundene Feld mit dem konfigurierten übereinstimmt, erscheint



Abb. 151: Konfiguration identisch

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

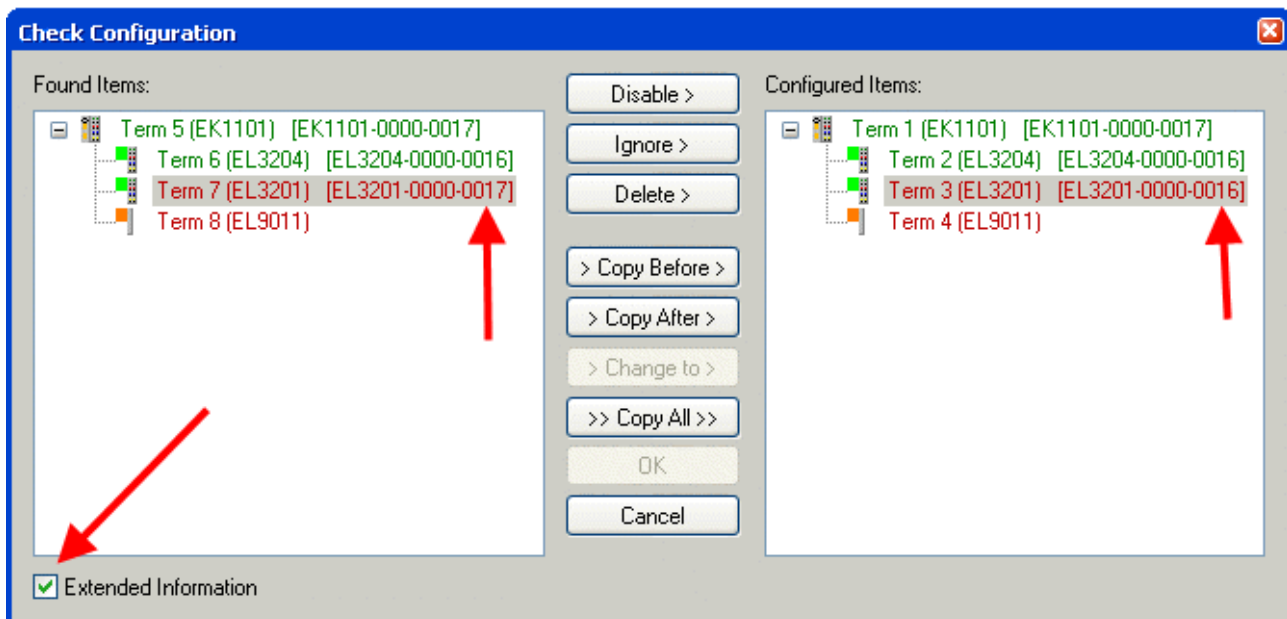


Abb. 152: Änderungsdialog

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*

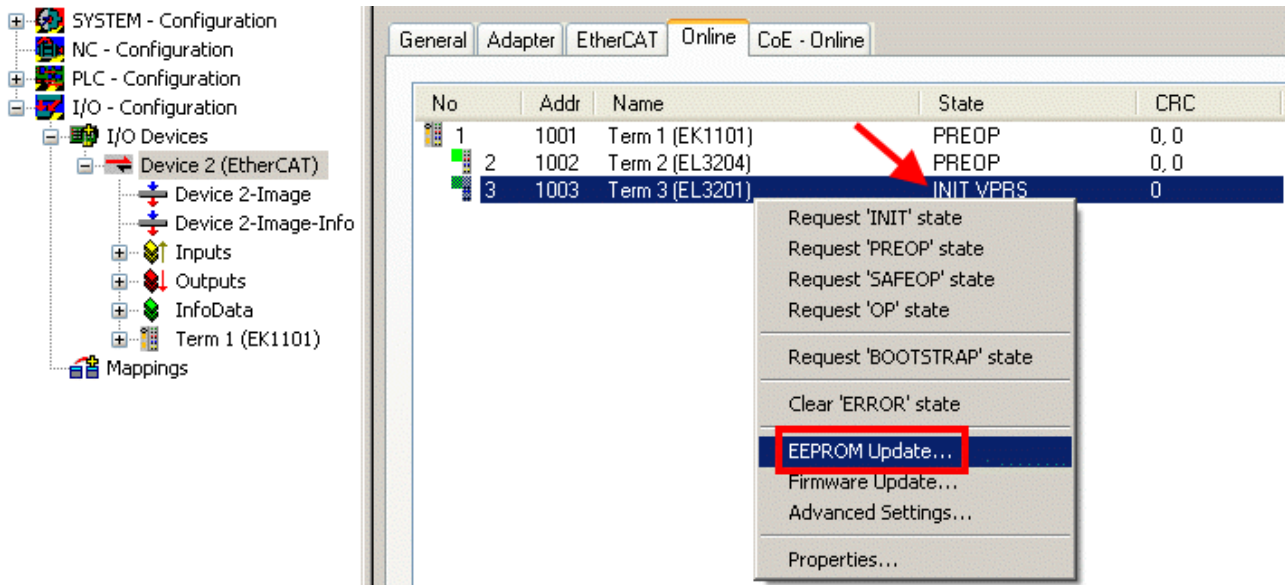


Abb. 153: EEPROM Update

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.

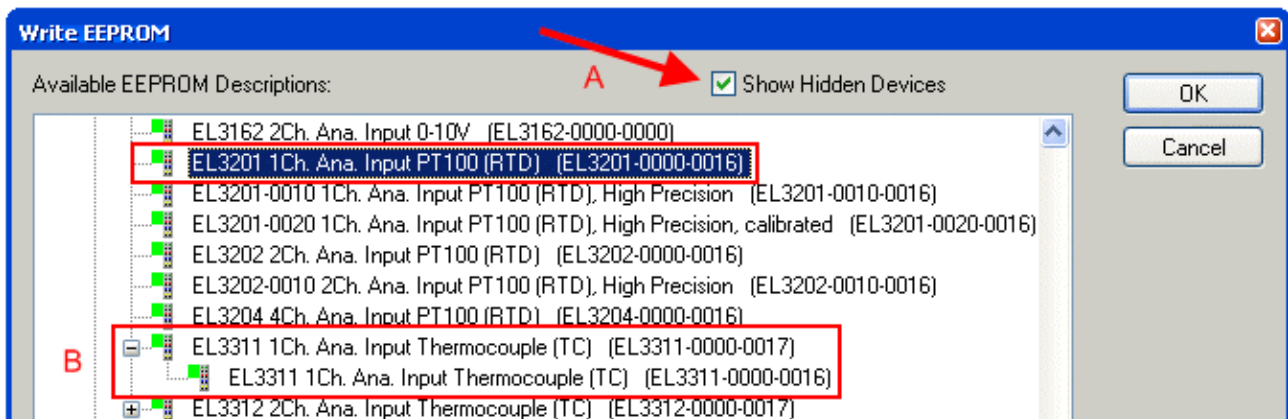


Abb. 154: Auswahl des neuen ESI

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



Hinweis

Änderung erst nach Neustart wirksam

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.

8.1.2 Erläuterungen zur Firmware

Versionsbestimmung der Firmware

Versionsbestimmung nach Laseraufdruck

Auf einem Beckhoff EtherCAT Slave ist eine Seriennummer aufgelasert. Der Aufbau der Seriennummer lautet: **KK YY FF HH**

KK - Produktionswoche (Kalenderwoche)

YY - Produktionsjahr

FF - Firmware-Stand

HH - Hardware-Stand

Beispiel mit Ser. Nr.: 12 10 03 02:

12 - Produktionswoche 12

10 - Produktionsjahr 2010

03 - Firmware-Stand 03

02 - Hardware-Stand 02

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).



Hinweis

CoE-Online und Offline-CoE

Es existieren 2 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.

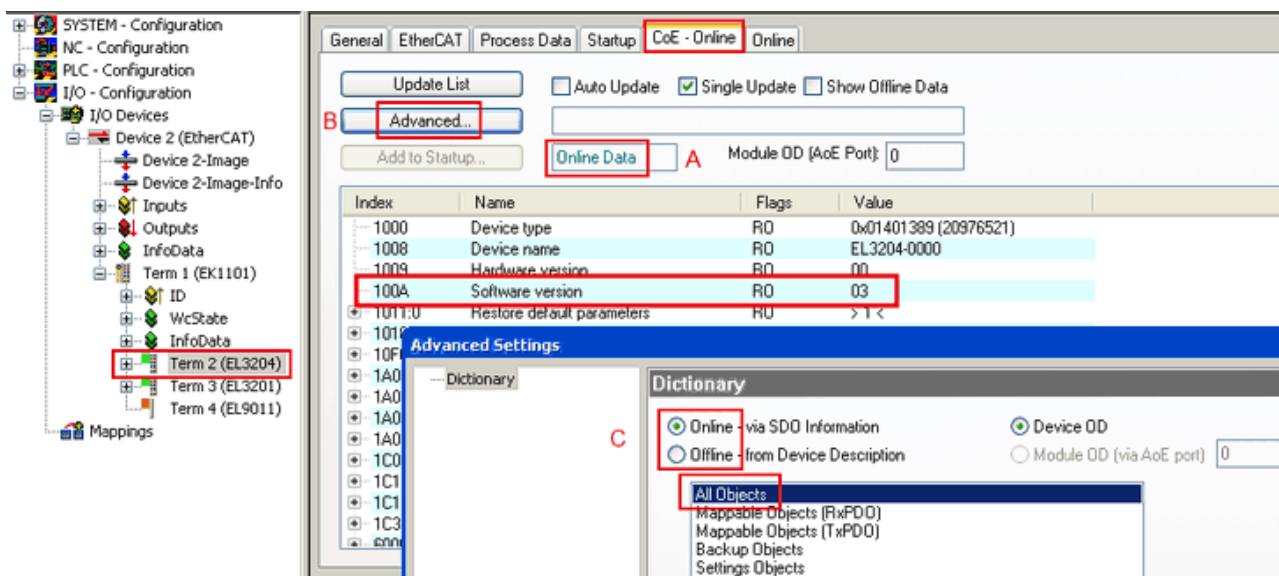


Abb. 155: Anzeige FW-Stand EL3204

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.

8.1.3 Update Controller-Firmware *.efw



Hinweis

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*.

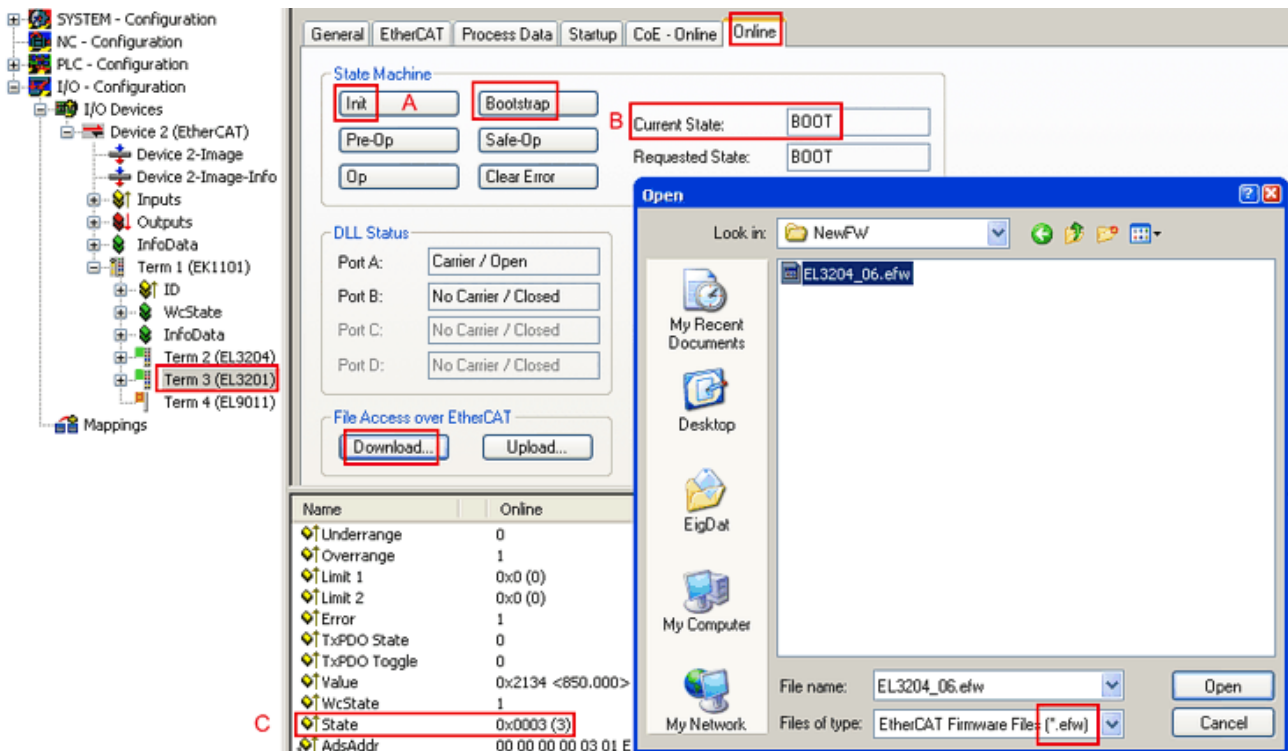
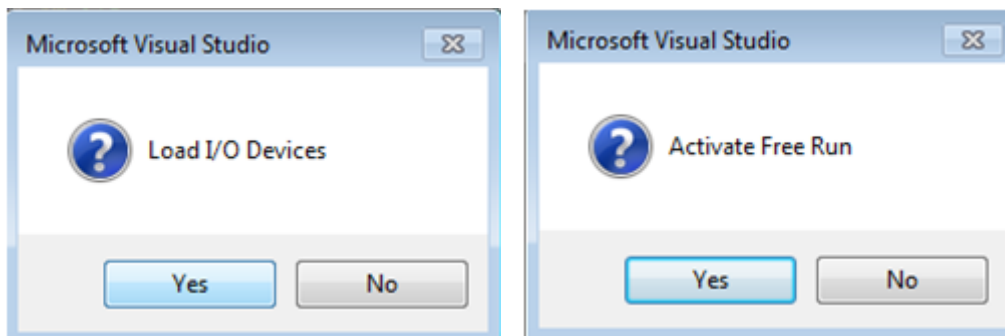


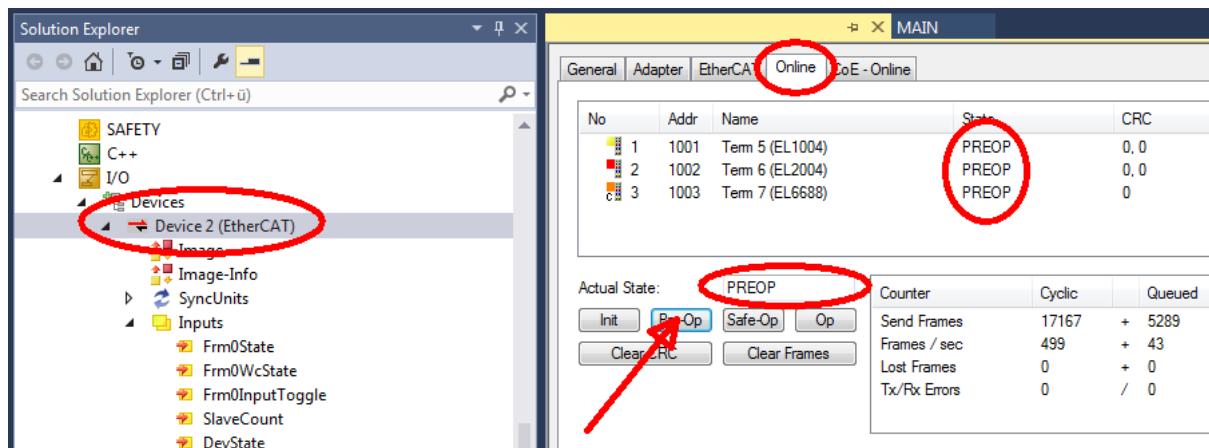
Abb. 156: Firmware Update

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.

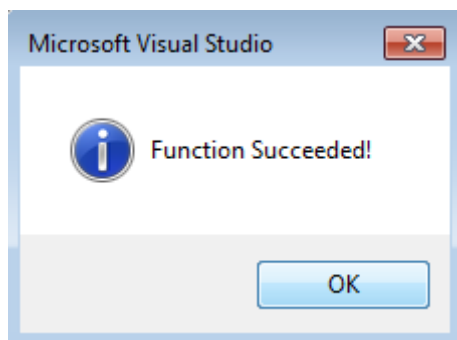
- TwinCAT System in ConfigMode/FreeRun mit Zykluszeit ≥ 1 ms schalten (default sind im ConfigMode 4 ms). Ein FW-Update während Echtzeitbetrieb ist nicht zu empfehlen.



- 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.

8.1.4 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.

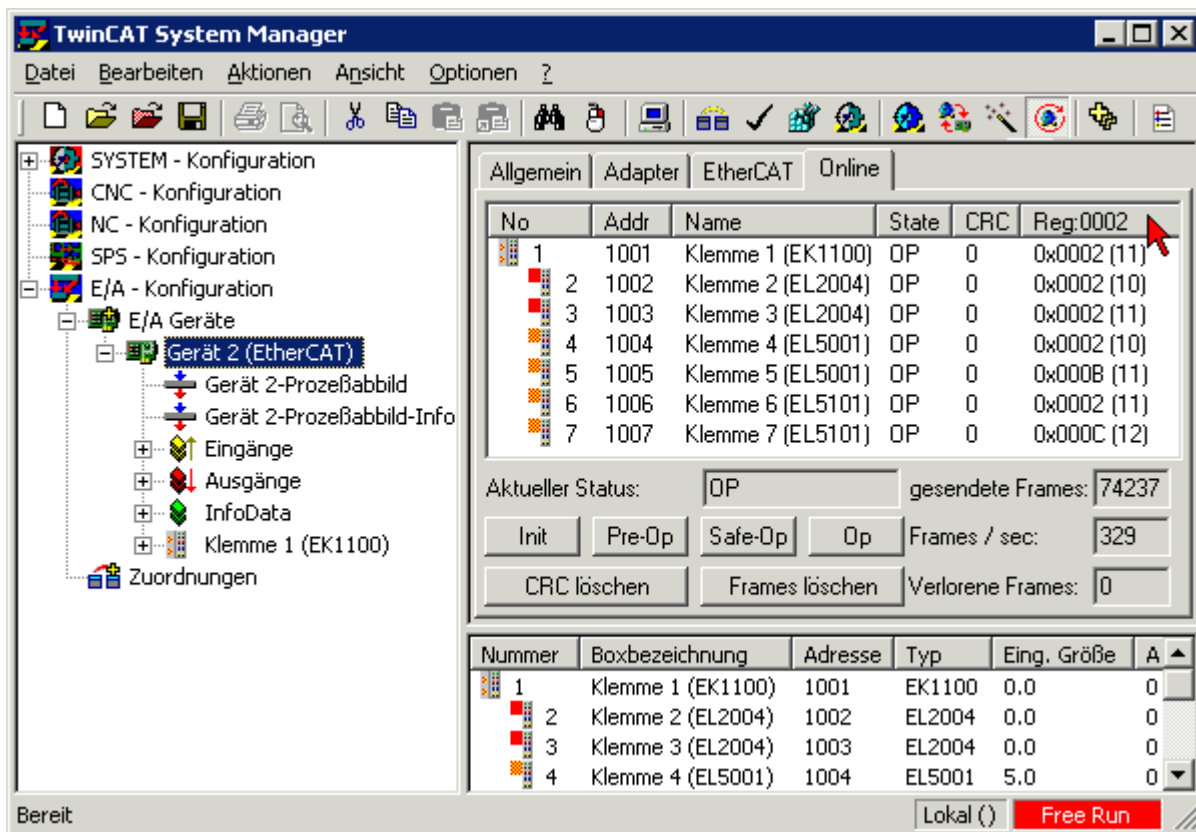
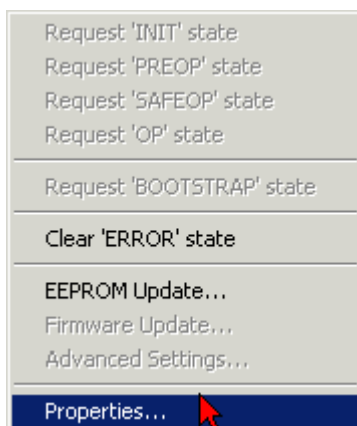


Abb. 157: Versionsbestimmung FPGA-Firmware

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. 158: 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.

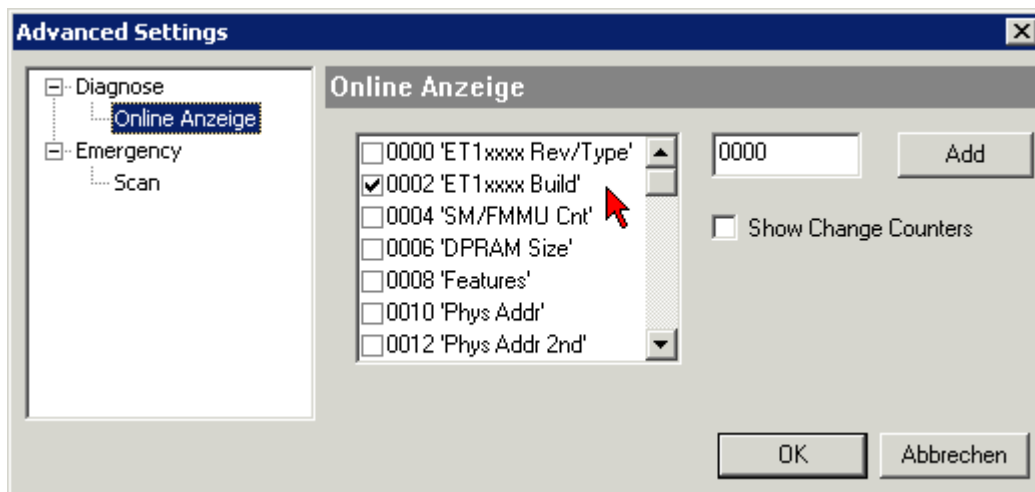


Abb. 159: Dialog *Advanced settings*

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.

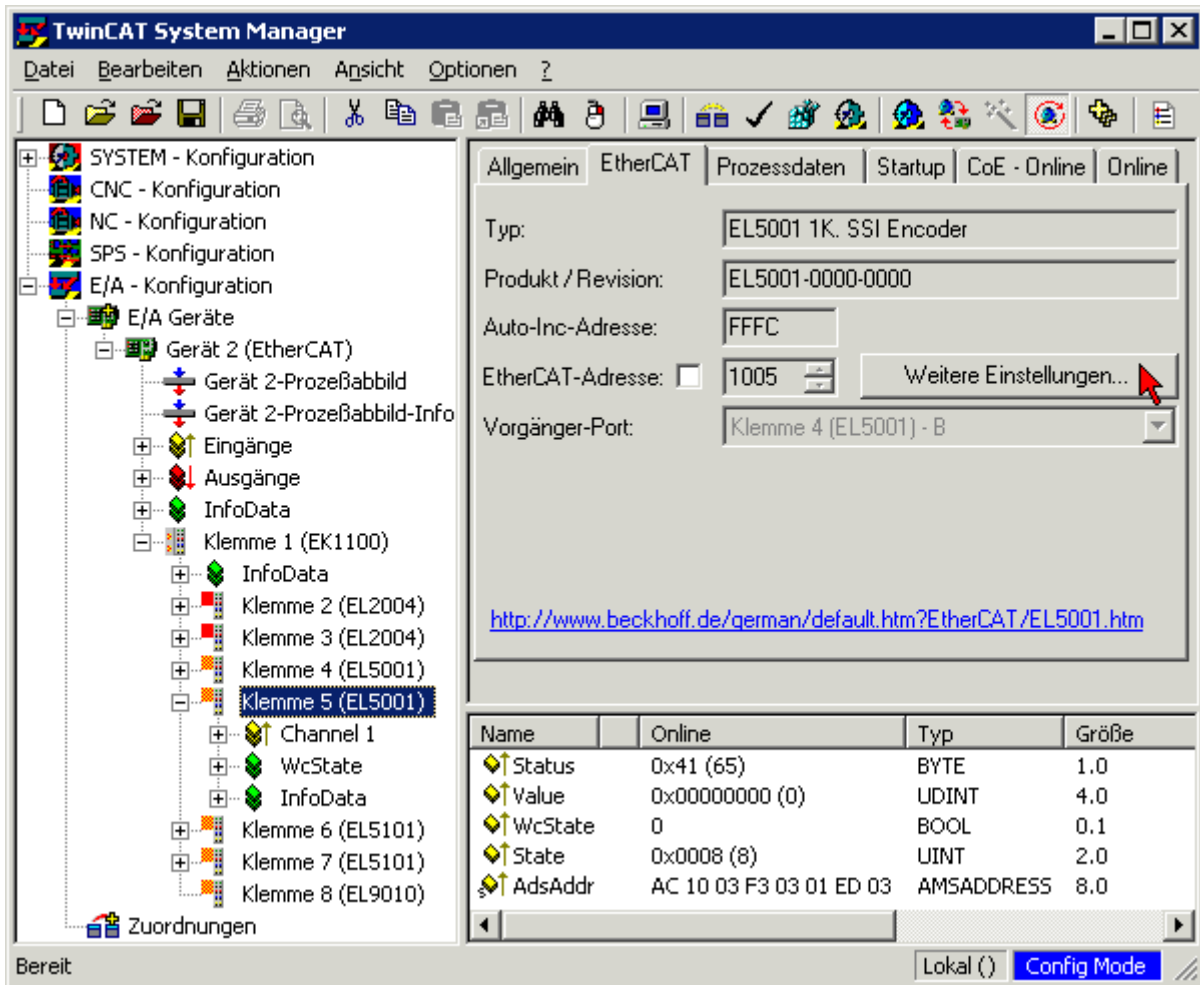
Ältere Firmware-Stände können nur vom Hersteller aktualisiert werden!

Update eines EtherCAT-Geräts

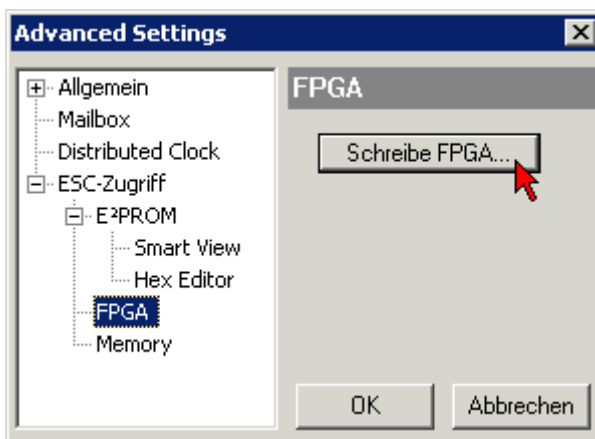
Es ist folgender Ablauf einzuhalten, wenn keine anderen Angaben z.B. durch den Beckhoff Support vorliegen:

- 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.

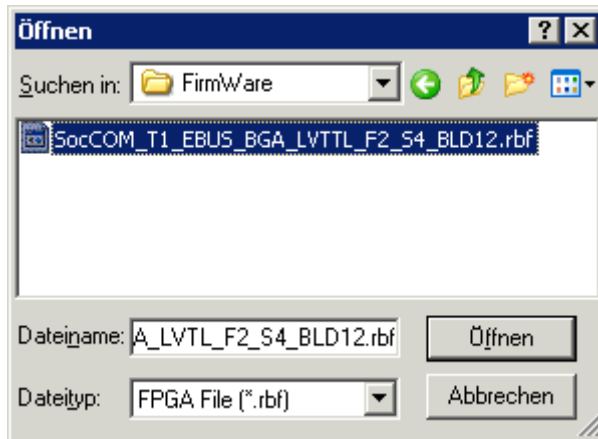
- Wählen Sie im TwinCAT System-Manager die Klemme an, deren FPGA-Firmware Sie aktualisieren möchten (im Beispiel: Klemme 5: EL5001) und klicken Sie auf dem Karteireiter *EtherCAT* auf die Schaltfläche *Weitere Einstellungen*:



- 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



Achtung

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!

8.1.5 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.

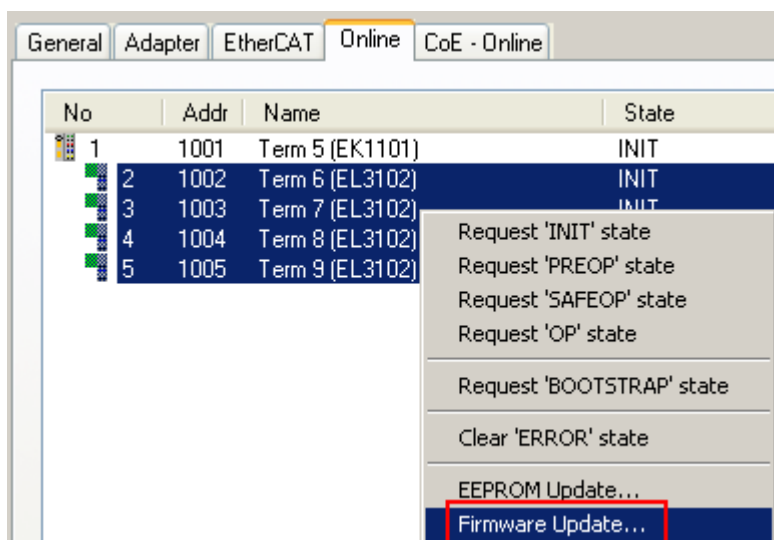


Abb. 160: Mehrfache Selektion und FW-Update

Wählen Sie dazu die betreffenden Slaves aus und führen Sie das Firmware-Update im BOOTSTRAP Modus wie o.a. aus.

8.2 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.



Achtung

Beschädigung des Gerätes möglich!

Beachten Sie die Hinweise zum Firmware Update auf der gesonderten Seite. 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!

EL6652-0000

Hardware (HW)	Firmware (FW)	Revision Nr.	Releasedatum
10 – 13*	01*	EL6652-0000-0017	2015/04

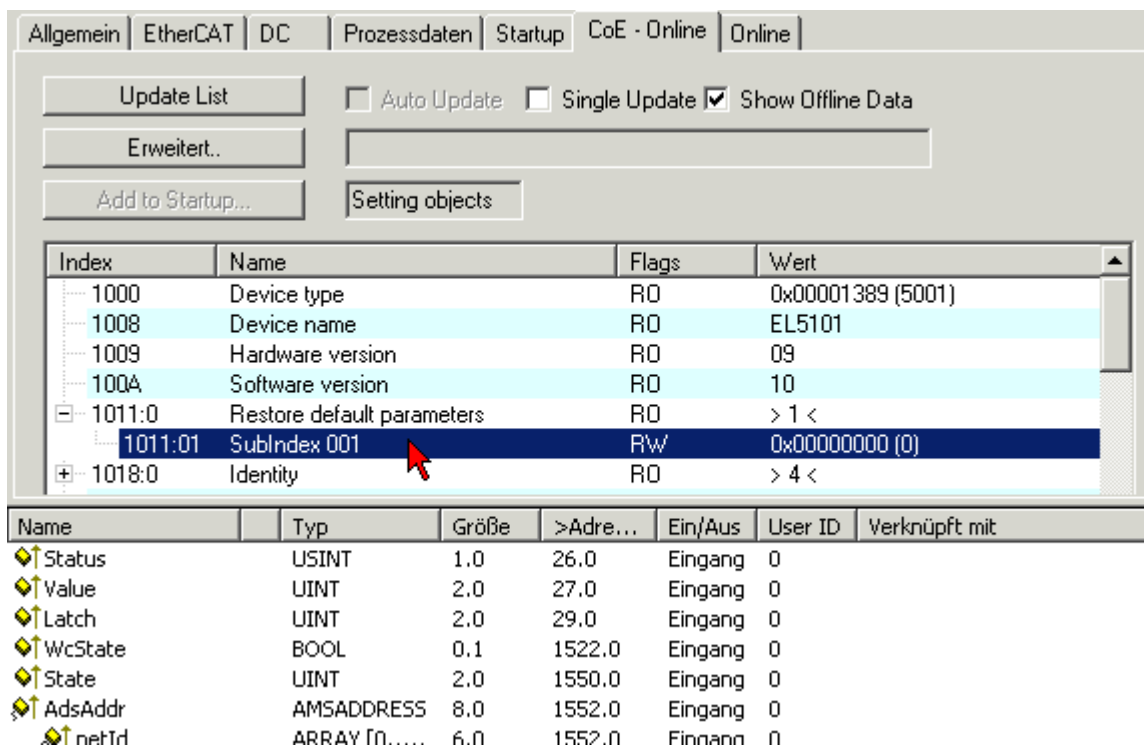
EL6652-0010

Hardware (HW)	Firmware (FW)	Revision Nr.	Releasedatum
10 – 13*	01*	EL6652-0010-0017	2015/04

*) 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.

8.3 Wiederherstellen des Auslieferungszustandes

Um den Auslieferungszustand der Backup-Objekte bei den ELxxxx-Klemmen wiederherzustellen, kann im TwinCAT System Manager (Config-Modus) das CoE-Objekt *Restore default parameters*, Subindex 001 ausgewählt werden (s. Abb. *Auswahl des PDO, Restore default parameters*)

Abb. 161: 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.

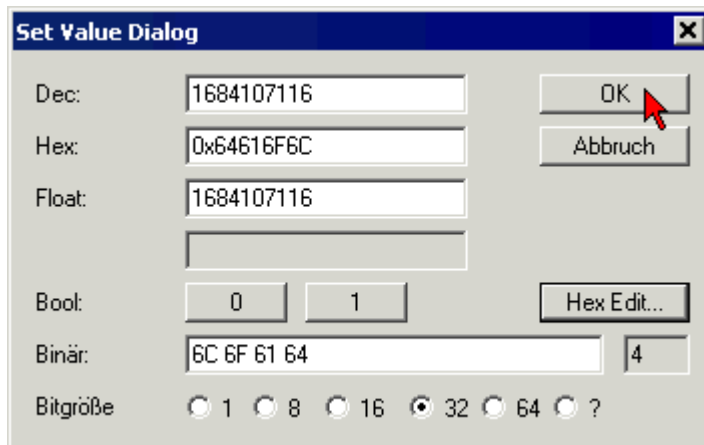


Abb. 162: Eingabe des Restore-Wertes im Set Value Dialog

**Hinweis****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!

8.4 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 Support

Der 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(0)5246/963-157
Fax:	+49(0)5246/963-9157
E-Mail:	support@beckhoff.com

Beckhoff Service

Das Beckhoff Service-Center unterstützt Sie rund um den After-Sales-Service:

- Vor-Ort-Service
- Reparaturservice
- Ersatzteilservice
- Hotline-Service

Hotline:	+49(0)5246/963-460
Fax:	+49(0)5246/963-479
E-Mail:	service@beckhoff.com

Weitere Support- und Serviceadressen finden Sie auf unseren Internetseiten unter <http://www.beckhoff.de>.

Beckhoff Firmenzentrale

Beckhoff Automation GmbH & Co. KG

Hülshorstweg 20
33415 Verl
Deutschland

Telefon:	+49(0)5246/963-0
Fax:	+49(0)5246/963-198
E-Mail:	info@beckhoff.com

Die Adressen der weltweiten Beckhoff Niederlassungen und Vertretungen entnehmen Sie bitte unseren Internetseiten:

<http://www.beckhoff.de>

Dort finden Sie auch weitere Dokumentationen zu Beckhoff Komponenten.

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1	EL5021 EL-Klemme, Standard IP20-IO-Gerät mit Chargennummer und Revisionskennzeichnung (seit 2014/01)	9
Abb. 2	EK1100 EtherCAT Koppler, Standard IP20-IO-Gerät mit Chargennummer	10
Abb. 3	CU2016 Switch mit Chargennummer	10
Abb. 4	EL3202-0020 mit Chargennummern 26131006 und eindeutiger ID-Nummer 204418	10
Abb. 5	EP1258-00001 IP67 EtherCAT Box mit Chargennummer 22090101 und eindeutiger Seriennummer 158102	11
Abb. 6	EP1908-0002 IP67 EtherCAT Safety Box mit Chargennummer 071201FF und eindeutiger Seriennummer 00346070	11
Abb. 7	EL2904 IP20 Safety Klemme mit Chargennummer/DateCode 50110302 und eindeutiger Seriennummer 00331701	11
Abb. 8	ELM3604-0002 Klemme mit ID-Nummer (QR Code) 100001051 und eindeutiger Seriennummer 44160201	11
Abb. 9	EL6652-0000	12
Abb. 10	EL6652-0010	13
Abb. 11	Systemmanager Stromberechnung	16
Abb. 12	Karteireiter EtherCAT -> Erweiterte Einstellungen -> Verhalten --> Watchdog	17
Abb. 13	Zustände der EtherCAT State Machine	18
Abb. 14	Karteireiter "CoE-Online"	21
Abb. 15	StartUp-Liste im TwinCAT System Manager	22
Abb. 16	Offline-Verzeichnis	23
Abb. 17	Online-Verzeichnis	24
Abb. 18	Federkontakte der Beckhoff I/O-Komponenten	26
Abb. 19	Korrekte Konfiguration	29
Abb. 20	Inkorrekte Konfiguration	29
Abb. 21	Empfohlene Abstände bei Standard Einbaulage	30
Abb. 22	Weitere Einbaulagen	31
Abb. 23	Bezug von der Anwender Seite (Inbetriebnahme) zur Installation	34
Abb. 24	Aufbau der Steuerung mit Embedded-PC, Eingabe (EL1004) und Ausgabe (EL2008)	35
Abb. 25	Initiale Benutzeroberfläche TwinCAT 2	35
Abb. 26	Wähle Zielsystem	36
Abb. 27	PLC für den Zugriff des TwinCAT System Managers festlegen: Auswahl des Zielsystems	36
Abb. 28	Auswahl "Gerät Suchen..."	37
Abb. 29	Automatische Erkennung von E/A Geräten: Auswahl der einzubindenden Geräte	37
Abb. 30	Abbildung der Konfiguration im TwinCAT 2 Systemmanager	38
Abb. 31	Einlesen von einzelnen an einem Gerät befindlichen Klemmen	38
Abb. 32	TwinCAT PLC Control nach dem Start	39
Abb. 33	Beispielprogramm mit Variablen nach einem Kompiliervorgang (ohne Variablenanbindung)	40
Abb. 34	Hinzufügen des Projektes des TwinCAT PLC Control	40
Abb. 35	Eingebundenes PLC Projekt in der SPS- Konfiguration des System Managers	41
Abb. 36	Erstellen der Verknüpfungen PLC-Variablen zu Prozessobjekten	41
Abb. 37	Auswahl des PDO vom Typ BOOL	42
Abb. 38	Auswahl von mehreren PDO gleichzeitig: Aktivierung von "Kontinuierlich" und „Alle Typen“	42
Abb. 39	Anwendung von "Goto Link Variable" am Beispiel von "MAIN.bEL1004_Ch4"	43
Abb. 40	Auswahl des Zielsystems (remote)	44
Abb. 41	PLC Control Logged-in, bereit zum Programmstart	44

Abb. 42	Initiale Benutzeroberfläche TwinCAT 3	45
Abb. 43	Neues TwinCAT 3 Projekt erstellen	46
Abb. 44	Neues TwinCAT 3 Projekt im Projektmappen-Explorer	46
Abb. 45	Auswahldialog: Wähle Zielsystem	47
Abb. 46	PLC für den Zugriff des TwinCAT System Managers festlegen: Auswahl des Zielsystems	47
Abb. 47	Auswahl „Scan“	48
Abb. 48	Automatische Erkennung von E/A Geräten: Auswahl der einzubindenden Geräte	48
Abb. 49	Abbildung der Konfiguration in VS Shell der TwinCAT 3 Umgebung	49
Abb. 50	Einlesen von einzelnen an einem Gerät befindlichen Klemmen	49
Abb. 51	Einfügen der Programmierungsumgebung in "SPS"	50
Abb. 52	Festlegen des Namens bzw. Verzeichnisses für die PLC Programmierungsumgebung	51
Abb. 53	Initiales Programm "Main" des Standard PLC Projektes	51
Abb. 54	Beispielprogramm mit Variablen nach einem Kompiliervorgang (ohne Variablenanbindung)	52
Abb. 55	Kompilierung des Programms starten	52
Abb. 56	Erstellen der Verknüpfungen PLC-Variablen zu Prozessobjekten	53
Abb. 57	Auswahl des PDO vom Typ BOOL	54
Abb. 58	Auswahl von mehreren PDO gleichzeitig: Aktivierung von "Kontinuierlich" und „Alle Typen“	54
Abb. 59	Anwendung von "Goto Link Variable" am Beispiel von "MAIN.bEL1004_Ch4"	55
Abb. 60	TwinCAT 3 Entwicklungsumgebung (VS Shell): Logged-in, nach erfolgten Programmstart	56
Abb. 61	Aufruf im Systemmanager (TwinCAT 2)	57
Abb. 62	Aufruf in VS Shell (TwinCAT 3)	58
Abb. 63	Übersicht Netzwerkschnittstellen	58
Abb. 64	Eigenschaft von EtherCAT Gerät (TwinCAT 2): Klick auf „Kompatible Geräte...“ von „Adapter“	58
Abb. 65	Windows-Eigenschaften der Netzwerkschnittstelle	59
Abb. 66	Beispielhafte korrekte Treiber-Einstellung des Ethernet Ports	59
Abb. 67	Fehlerhafte Treiber-Einstellungen des Ethernet Ports	60
Abb. 68	TCP/IP-Einstellung des Ethernet Ports	61
Abb. 69	Gerätebezeichnung: Struktur	62
Abb. 70	Hinweisfenster OnlineDescription (TwinCAT 2)	63
Abb. 71	Hinweisfenster OnlineDescription (TwinCAT 3)	63
Abb. 72	Vom Systemmanager angelegt OnlineDescription.xml	64
Abb. 73	Kennzeichnung einer online erfassten ESI am Beispiel EL2521	64
Abb. 74	Hinweisfenster fehlerhafte ESI-Datei (links: TwinCAT 2; rechts: TwinCAT 3)	65
Abb. 75	Anwendung des ESI Updater (>=TwinCAT 2.11)	66
Abb. 76	Anwendung des ESI Updater (TwinCAT 3)	66
Abb. 77	Anfügen eines EtherCAT Device: links TwinCAT 2; rechts TwinCAT 3	67
Abb. 78	Auswahl EtherCAT Anschluss (TwinCAT 2.11, TwinCAT 3)	67
Abb. 79	Auswahl Ethernet Port	68
Abb. 80	Eigenschaften EtherCAT Gerät (TwinCAT 2)	68
Abb. 81	Anfügen von EtherCAT Geräten (links: TwinCAT 2; rechts: TwinCAT 3)	69
Abb. 82	Auswahldialog neues EtherCAT Gerät	69
Abb. 83	Anzeige Geräte-Revision	70
Abb. 84	Anzeige vorhergehender Revisionen	70
Abb. 85	Name/Revision Klemme	71
Abb. 86	EtherCAT Klemme im TwinCAT-Baum (links: TwinCAT 2; rechts: TwinCAT 3)	71
Abb. 87	Unterscheidung Lokalsystem/ Zielsystem (links: TwinCAT 2; rechts: TwinCAT 3)	72

Abb. 88	Scan Devices (links: TwinCAT 2; rechts: TwinCAT 3).....	72
Abb. 89	Hinweis automatischer GeräteScan (links: TwinCAT 2; rechts: TwinCAT 3)	73
Abb. 90	Erkannte Ethernet-Geräte	73
Abb. 91	Beispiel Defaultzustand	73
Abb. 92	Einbau EtherCAT-Klemme mit Revision -1018.....	74
Abb. 93	Erkennen EtherCAT-Klemme mit Revision -1019	74
Abb. 94	Scan-Abfrage nach dem automatischen Anlegen eines EtherCAT Gerätes (links: TwinCAT 2; rechts TwinCAT 3).....	75
Abb. 95	Manuelles Auslösen des Teilnehmer-Scans auf festgelegtem EtherCAT Device (links: TwinCAT 2; rechts TwinCAT 3).....	75
Abb. 96	Scanfortschritt am Beispiel von TwinCAT 2	75
Abb. 97	Abfrage Config/FreeRun (links: TwinCAT 2; rechts TwinCAT 3).....	75
Abb. 98	Anzeige des Wechsels zwischen „Free Run“ und „Config Mode“ unten rechts in der Statusleiste	76
Abb. 99	TwinCAT kann auch durch einen Button in diesen Zustand versetzt werden (links: TwinCAT 2; rechts TwinCAT 3).....	76
Abb. 100	Beispielhafte Online-Anzeige	76
Abb. 101	Fehlerhafte Erkennung	77
Abb. 102	Identische Konfiguration (links: TwinCAT 2; rechts TwinCAT 3)	77
Abb. 103	Korrekturdialog	78
Abb. 104	Name/Revision Klemme	79
Abb. 105	Korrekturdialog mit Änderungen	79
Abb. 106	Dialog „Change to Compatible Type...” (links: TwinCAT 2; rechts TwinCAT 3).....	80
Abb. 107	TwinCAT 2 Dialog Change to Alternative Type	80
Abb. 108	„Baumzweig“ Element als Klemme EL3751	80
Abb. 109	Karteireiter „Allgemein“	81
Abb. 110	Karteireiter „EtherCAT“	81
Abb. 111	Karteireiter „Prozessdaten“	82
Abb. 112	Konfigurieren der Prozessdaten	83
Abb. 113	Karteireiter „Startup“	84
Abb. 114	Karteireiter „CoE – Online“	85
Abb. 115	Dialog „Advanced settings“	86
Abb. 116	Karteireiter „Online“	87
Abb. 117	Karteireiter „DC“ (Distributed Clocks)	88
Abb. 118	Objekt 0xF800, Master Settings	92
Abb. 119	Objekt 0x8000: Slave Settings.....	94
Abb. 120	Einfügen der EL6652-0000 in TwinCAT 2.1x	95
Abb. 121	Einfügen eines Geräts „EtherNet/IP“ in „I/O Geräte“	95
Abb. 122	Auswahl Adapter „EtherNet/IP Scanner (EL6652).....	95
Abb. 123	Suchen der Klemme EL6652.....	96
Abb. 124	Konfiguration der IP-Adresse, Netzwerk-Maske und Gateway-Adresse	97
Abb. 125	Hinzufügen „Generic EtherNet/IP Adapter“	97
Abb. 126	Anfügen „Connection Object“	97
Abb. 127	Dialog „Add I/O Connection Object“	98
Abb. 128	Anfügen von Variablen	98
Abb. 129	Auswahl der Task Zeit	99
Abb. 130	Diagnose über „ECatState“ und „State“	100

Abb. 131 Eintragen der Werte im „Add IO Connection Object“ Dialog	103
Abb. 132 Output-Daten im System Manager	106
Abb. 133 Konfiguration „IO Connection Object“	107
Abb. 134 Einfügen der EL6652-0010 in TwinCAT 2.1x	108
Abb. 135 Einfügen eines Geräts „EtherNet/IP“ in „I/O Geräte“	108
Abb. 136 Auswahl Adapter „EtherNet/IP Adapter (EL6652-0010)“	109
Abb. 137 Suchen der Klemme EL6652-0010.....	110
Abb. 138 Konfiguration der IP-Adresse, Netzwerk-Maske	111
Abb. 139 Anfügen „Connection Object“	111
Abb. 140 Anfügen Variablen	111
Abb. 141 Konfiguration Slave Settings.....	112
Abb. 142 Auswahl der Task Zeit	113
Abb. 143 Erstellen eines neuen Controlllers	116
Abb. 144 Anfügen eines neuen Moduls	117
Abb. 145 Auswahl ETHERNET-MODULE "Generic Ethernet Module".....	118
Abb. 146 Übertragen der Parameter in die „New Module“ -Maske	119
Abb. 147 EL6652 LEDs.....	125
Abb. 148 Karteireiter „Diag History“	127
Abb. 149 Gerätekennung aus Name EL3204-0000 und Revision -0016	130
Abb. 150 Rechtsklick auf das EtherCAT Gerät bewirkt im Config/FreeRun-Mode das Scannen des unterlagerten Feldes	131
Abb. 151 Konfiguration identisch	131
Abb. 152 Änderungsdialog	131
Abb. 153 EEPROM Update.....	132
Abb. 154 Auswahl des neuen ESI.....	132
Abb. 155 Anzeige FW-Stand EL3204	133
Abb. 156 Firmware Update	134
Abb. 157 Versionsbestimmung FPGA-Firmware	136
Abb. 158 Kontextmenu Eigenschaften (Properties)	136
Abb. 159 Dialog Advanced settings	137
Abb. 160 Mehrfache Selektion und FW-Update	139
Abb. 161 Auswahl des PDO Restore default parameters	141
Abb. 162 Eingabe des Restore-Wertes im Set Value Dialog	141