



## Dokumentation

# EL6692

## EtherCAT Bridge Klemme

Version: 3.1  
Datum: 24.11.2016

**BECKHOFF**



# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Vorwort</b>	<b>5</b>
1.1	Hinweise zur Dokumentation	5
1.2	Sicherheitshinweise	6
1.3	Ausgabestände der Dokumentation	7
1.4	Versionsidentifikation EtherCAT Geräte	7
<b>2</b>	<b>Produktübersicht</b>	<b>12</b>
2.1	Einführung	12
2.2	Technische Daten	13
2.3	Interne und externe EtherCAT Synchronisierung	14
2.4	Start	19
<b>3</b>	<b>Grundlagen der Kommunikation</b>	<b>20</b>
3.1	EtherCAT Grundlagen	20
3.2	EtherCAT-Verkabelung - Drahtgebunden	20
3.3	Allgemeine Hinweise zur Watchdog-Einstellung	21
3.4	EtherCAT State Machine	23
3.5	CoE-Interface	24
3.6	Distributed Clock	30
<b>4</b>	<b>Montage und Verdrahtung</b>	<b>31</b>
4.1	Empfohlene Tragschienen	31
4.2	Montage und Demontage - Zughebelentriegelung	32
4.3	Montage und Demontage - Frontentriegelung oben	33
4.4	Montage von passiven Klemmen	35
4.5	Einbaulagen	36
4.6	ATEX - Besondere Bedingungen	38
4.7	LEDs und Anschlussbelegung	40
<b>5</b>	<b>Inbetriebnahme</b>	<b>41</b>
5.1	TwinCAT Quickstart	41
5.1.1	TwinCAT 2	43
5.1.2	TwinCAT 3	53
5.2	TwinCAT Entwicklungsumgebung	64
5.2.1	Installation TwinCAT Realtime Treiber	65
5.2.2	Hinweise ESI-Gerätebeschreibung	70
5.2.3	TwinCAT ESI Updater	74
5.2.4	Unterscheidung Online/Offline	74
5.2.5	OFFLINE Konfigurationserstellung	75
5.2.6	ONLINE Konfigurationserstellung	80
5.2.7	EtherCAT Teilnehmerkonfiguration	88
5.3	Allgemeine Inbetriebnahmehinweise des EtherCAT Slaves	98
5.4	Grundlagen zur Funktion und Inbetriebnahme	106
5.5	Erweiterte Funktionen	116
5.6	Externe TwinCAT Synchronisierung	118
5.7	Objektbeschreibung und Parametrierung	125
5.7.1	Objekte für die Inbetriebnahme	126
5.7.2	Objekte für den regulären Betrieb	126

5.7.3	Eingangsdaten .....	126
5.7.4	Ausgangsdaten .....	127
5.7.5	Informations- und Diagnostikdaten .....	127
5.7.6	Standardobjekte (0x1000-0x1FFF) .....	127
<b>6</b>	<b>Anhang .....</b>	<b>134</b>
6.1	UL Hinweise.....	134
6.2	ATEX-Dokumentation .....	135
6.3	EtherCAT AL Status Codes .....	135
6.4	Firmware Kompatibilität .....	135
6.5	Firmware Update EL/ES/EM/EPxxxx.....	136
6.6	Wiederherstellen des Auslieferungszustandes .....	147
6.7	Support und Service .....	148

# 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!

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

## 1.3 Ausgabestände der Dokumentation

Version	Kommentar
3.1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Update Kapitel "Hinweise zur Dokumentation"</li> <li>• Korrektur Technische Daten</li> <li>• Update Kapitel "TwinCAT 2.1x" -&gt; Kapitel "TwinCAT Entwicklungsumgebung" und Kapitel "TwinCAT Quick Start"</li> <li>• Update Revisionsstand</li> </ul>
3.0	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Migration</li> <li>• Update Revisionsstand</li> <li>• Update Struktur</li> </ul>
2.1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Update Struktur</li> <li>• Aktualisierung Kapitel "Technische Daten"</li> </ul>
2.0	• Aktualisierung Kapitel "Grundlagen zur Funktion und Inbetriebnahme"
1.9	• Aktualisierung Kapitel "Externe TwinCAT Synchronisation"
1.8	• Firmware-Kompatibilitätsliste und Technische Daten aktualisiert
1.7	• Firmware-Kompatibilitätsliste und Technische Hinweise eingefügt
1.6	• Firmware-Kompatibilitätsliste und Technische Hinweise eingefügt
1.5	• Beispiel externe Synchronisierung hinzugefügt
1.4	• Kapitel AoE, EoE hinzugefügt
1.3	• Technische Hinweise hinzugefügt
1.2	• Hinweise zur Synchronisation hinzugefügt
1.1	• aktuelle Screenshots hinzugefügt
1.0	• Beschreibung zyklische Protokolle ergänzt, erste Veröffentlichung

## 1.4 Versionsidentifikation EtherCAT Geräte

### 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
CU2008-0000-0000	CU-Gerät	2008 (8 Port FastEthernet Switch)	0000 (Grundtyp)	0000
ES3602-0010-0017	ES-Klemme (12 mm, steckbare Anschlussebene)	3602 (2 kanalige Spannungsmessung)	0010 (Hochpräzise Version)	0017

## 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 06 - Produktionsjahr 2006 3A - Firmware-Stand 02 - Hardware-Stand

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

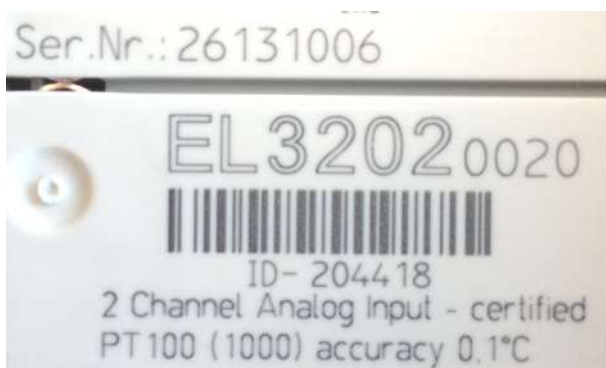


Abb. 4: EL3202-0020 mit Chargennummern 26131006 und eindeutiger ID-Nummer 204418

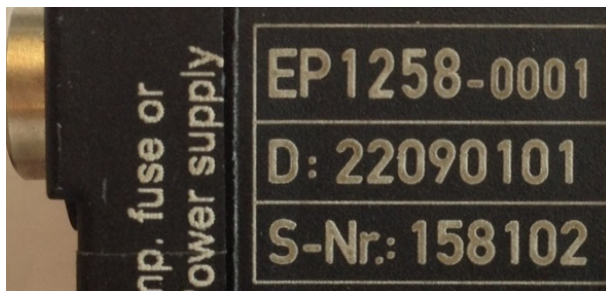


Abb. 5: EP1258-00001 IP67 EtherCAT Box mit Chargennummer 22090101 und eindeutiger Seriennummer 158102

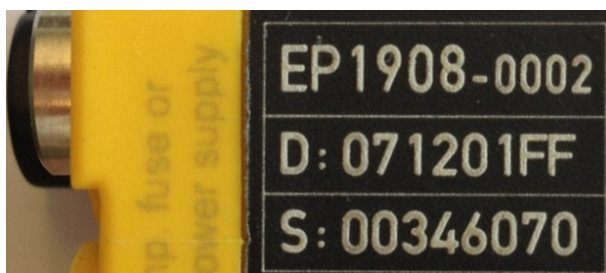


Abb. 6: EP1908-0002 IP76 EtherCAT Safety Box mit Chargennummer 071201FF und eindeutiger Seriennummer 00346070



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

## 2 Produktübersicht

### 2.1 Einführung

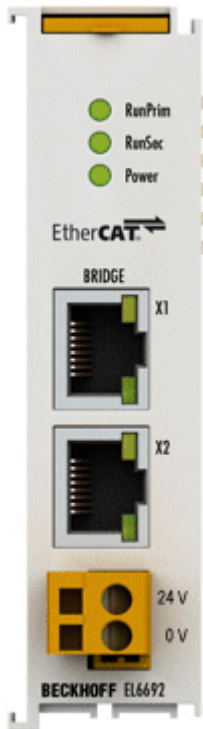


Abb. 8: EL6692

#### EtherCAT Bridge Klemme mit Distributed Clocks Unterstützung

Die EtherCAT-Bridge-Klemme ermöglicht den Datenaustausch zwischen EtherCAT-Strängen und unterschiedlichen Mastern. Daneben können auch die Distributed-Clocks der einzelnen Stränge synchronisiert werden. Die Spannungsversorgung der Primärseite (E-Bus) erfolgt über den E-Bus, die der Sekundärseite (RJ 45) über einen externen Anschluss. Beim Einsatz mehrerer Bridge-Klemmen läuft der Datenverkehr bei Ausfall der Spannungsversorgung eines Teilnehmers weiter. Die volle Funktionalität der Distributed Clocks Synchronisation ist ab TwinCAT -Version 2.11 gegeben.

#### Quick-Links

- [EtherCAT Funktionsgrundlagen](#)
- [Inbetriebnahme \[► 41\]](#)
- [Grundlagen zur Funktion \[► 106\]](#)
- [CoE-Objektbeschreibung \[► 125\]](#)

## 2.2 Technische Daten

Technische Daten	EL6692
Anschluss technik	Primärseite: E-Bus Sekundärseite: RJ45
Breite im Prozessabbild	max. 480 Byte je Richtung
Datentransportzeit von einer EtherCAT-Seite zur gegenüberliegenden	typ. 1..4 ms
Datentransportart	asynchron zum Feldbus
Unterstützte Protokolle	zyklische Prozessdaten, AoE, EoE
<u>Unterstützung Distributed Clocks Synchronisierung</u> <u>[► 106]</u>	ja (ab TwinCAT 2.11)
Spannungsversorgung für Elektronik	über den E-Bus
Stromaufnahme aus dem E-Bus - Versorgung Primärseite	typ. 120 mA
Stromaufnahme 24V - Versorgung Sekundärseite	typ. 60 mA
Potenzialtrennung	500 V (E-Bus/Feldspannung)
Konfiguration	über TwinCAT System Manager
Gewicht	ca. 70 g
zulässiger Umgebungstemperaturbereich im Betrieb	-25°C ... +60°C (erweiterter Temperaturbereich) 0°C ... +55°C (gemäß cULus [► 134] für Kanada und USA) 0°C ... +55°C (gemäß ATEX [► 38], siehe <u>besondere Bedingungen</u> [► 38])
zulässiger Umgebungstemperaturbereich bei Lagerung	-40°C ... +85°C
zulässige relative Luftfeuchtigkeit	95%, keine Betauung
Abmessungen (B x H x T)	ca. 26 mm x 100 mm x 52 mm (angereicht: 23 mm)
Montage (Gehäuse mit <u>Frontentriegelung</u> [► 33] / <u>Zughebel-Entriegelung</u> [► 32])	auf 35 mm Tragschiene nach EN 60715
Vibrations- / Schockfestigkeit	gemäß EN 60068-2-6 / EN 60068-2-27
EMV-Festigkeit / Aussendung	gemäß EN 61000-6-2 / EN 61000-6-4
Schutzart	IP20
Einbaulage	beliebig
Zulassung	CE ATEX [► 38] cULus [► 134] in Vorbereitung

## 2.3 Interne und externe EtherCAT Synchronisierung

In einer Maschinensteuerung mit verteilten Komponenten (I/O, Antrieben, div. Mastern) kann es zweckmäßig sein, dass die Komponenten in engem zeitlichen Bezug zueinander arbeiten. In den Komponenten muss also lokal eine "Uhrzeit" vorhanden sein, auf die die Komponente (z. B. eine I/O-Klemme) jederzeit Zugriff hat.

Solche Anforderungen können sein:

1. Mehrere Ausgänge in einer Steuerung müssen gleichzeitig gesetzt werden, unabhängig davon wann die betreffende Station die Ausgangsdaten bekommt.
2. Antriebe/Achsen in einer Steuerung müssen synchron ihre Achsposition einlesen, unabhängig von der Topologie oder Zykluszeit.

Beide Anforderungen bedeuten, dass ein Synchronisierungsmechanismus zwischen den lokalen Uhrzeiten der Komponenten einer Steuerung besteht.

3. Wenn Eingänge auf die Steuerung einwirken, muss die (absolute) Zeit festgehalten werden - dies kann zur späteren Analyse hilfreich sein, wenn durch Analyse der Abfolge von Ereignissen Wirkungsketten nachvollzogen werden müssen.

Dies bedeutet, dass die in den Komponenten laufende Uhrzeit an eine global gültige Zeit, z. B. die Weltzeit nach Greenwich oder eine Netzwerkuhr, angekoppelt sein muss.

4. Tasks auf verschiedenen Steuerungen sollen synchron und ohne Phasenverschiebung laufen.

Die Begriffe "enger zeitl. Bezug" oder "gleichzeitig" können je nach Anforderung quantitativ umgesetzt werden: für einen "Gleichzeitigkeit" im 10 ms Bereich kann eine serielle Kommunikationsstruktur ausreichend sein, in manchen Bereichen sind hier 100 ns und weniger gefordert.

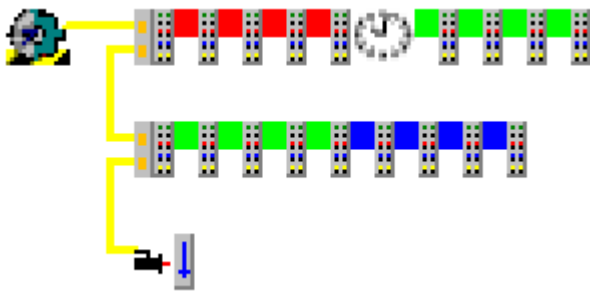


Abb. 9: Einfache I/O-Topologie

In Abb. *Einfache I/O-Topologie* ist eine einfache EtherCAT-Topologie dargestellt, bestehend aus Master, diversen E/A und einer Achse. In verschiedenen Komponenten sollte nun eine lokale Uhrzeit betrieben werden. Die Aufgaben

- Synchronisierung der lokalen Uhren
- Ankopplung an einer übergeordneten Referenzzeit
- Tasksynchronisierung

werden im Folgenden besprochen.

### Anforderung 1 + 2: Synchronisierung

In einem EtherCAT-System wird das Distributed-Clocks-Konzept (DC) zur Synchronisierung der lokalen Uhren in den EtherCAT-Komponenten benutzt. Weitere Angaben dazu siehe die separate Dokumentation.

## Synchronisierung der lokalen EtherCAT-Teilnehmer

Allgemein:

- Auflösung der Uhrzeit 1 ns entsprechend 1 digit, Umfang 64 Bit entsprechend ca. 584 Jahre.
- Der EtherCAT-Master muss mit Synchronisierungsdatagrammen die verteilten Uhren im Rahmen der Systemgenauigkeit (EtherCAT: <100 ns) synchron halten.
- Nicht jeder EtherCAT-Teilnehmer muss dieses Feature unterstützen. Wenn ein Slave dieses Konzept nicht unterstützt, wird er vom Master nicht in die Synchronisierung mit aufgenommen. Wenn der verwendete EtherCAT-Master dieses Feature nicht unterstützt, ist DC auch in allen Slaves wirkungslos.
- Auch im EtherCAT-Master läuft eine solche Uhr, dort softwarebasiert.
- Im System wird *eine* der vorhandenen Clocks als Reference-Clock ausgewählt - auf sie werden alle anderen Clocks synchronisiert. Diese Referenzuhr ist üblicherweise eine der Uhren der EtherCAT-Slaves, nicht die des EtherCAT-Masters. Üblicherweise wird der erste EtherCAT-Slave in der Topologie, der die Distributed-Clocks unterstützt, als Referenzuhr automatisch ausgewählt.
- Es ist im Folgenden also zu unterscheiden zwischen
  - dem EtherCAT-Master (die Software die mit Ethernet-Frames die EtherCAT-Slaves "verwaltet") und den von ihm verwalteten EtherCAT-Slaves.
  - der Reference-Clock die üblicherweise im ersten DC-Slave sitzt und den ihr nachgeregelten Slave-Clocks, einschließlich der Uhr im EtherCAT-Master.

Zum Master:

- Der EtherCAT-Master muss in der Systemstartphase die lokalen Uhr der Reference-Clock und der anderen Slave-Clocks auf die aktuelle Zeit setzen und im Folgenden durch zyklische Synchronisierungsdatagramme die Abweichungen der Uhren untereinander minimieren.
- Bei Topologie Änderungen muss der EtherCAT-Master entsprechend die Uhren neu synchronisieren.
- Nicht jeder EtherCAT-Master unterstützt dieses Verfahren.
- Der EtherCAT-Master in der Beckhoff TwinCAT Automatisierungssuite unterstützt Distributed Clocks in vollem Umfang.

Zum Slave:

- Auf Grund der hohen erforderlichen Exaktheit wird diese lokale Uhr in Hardware (ASIC, FPGA) ausgeführt.
- Distributed Clocks wird im EtherCAT Slave Controller (ESC) in den Registern 0x0900 - 0x09FF verwaltet, konkret läuft in den 8 Byte ab 0x0910 die lokale synchronisierte Uhrzeit.

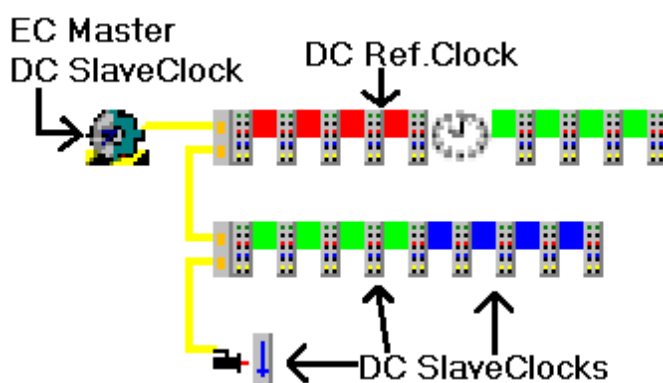


Abb. 10: Abbildung DC auf die Topologie

In Abb. *Abbildung DC auf die Topologie* wurde beispielhaft der 3. EtherCAT-Slave als DC-Reference-Clock ausgewählt - nach dessen lokaler Uhrzeit werden nun alle anderen Ausprägungen der verteilten Uhren nachgeregelt, also alle anderen EtherCAT-Slaves und die Uhr im EtherCAT-Master. Dies geschieht durch Synchronisierungsdatagramme, die der EtherCAT-Master zyklisch verschickt.



Durch dieses Verfahren ist gewährleistet, dass in allen DC-unterstützenden Teilnehmern jederzeit lokal auf eine Uhrzeit zurückgegriffen werden kann, die im Rahmen der DC-Synchronisierungsgenauigkeit in allen Teilnehmern gleich ist.

Das System arbeitet nun auf Basis der Zeitbasis der ausgewählten DC-Reference-Clock bzw. deren lokalem Taktgeber/Quarz mit  $T_{DC}$ . Diese Zeitbasis wird durch Produktions-/Fertigungsschwankungen kaum jemals gleich der amtlichen Sternzeit/koordinierte Weltzeit UTC  $T_{UTC}$  oder einer anderen Referenzzeit sein. Das bedeutet,  $1 \text{ ms}_{UTC}$  entspricht nie exakt  $1 \text{ ms}_{DC}$ ,  $T_{DC} \neq T_{UTC}$ . Über längere Zeiträume können auch Driftvorgänge das Verhältnis verändern. Solange DC für relative Vorgänge innerhalb des EtherCAT-Systems verwendet wird, spielt diese Abweichung von der UTC keine Rolle. Soll die DC-Zeit z. B. für Datenlogging mit globalem Zeitmaßstab verwendet werden, muss die Zeitbasis $_{DC}$  zur Zeitbasis $_{UTC}$  synchronisiert werden. Dies wird im Kapitel der Anforderung 3 beschrieben.

### Anforderung 3: übergeordnete Globalzeit - Absolutzeit

Soll die Zeitbasis  $T_{DC}$  einer übergeordneten Zeitbasis nachgeregelt werden, ist dazu die Zeitbasis und das Verfahren zu wählen. Üblicherweise werden gängige Synchronisationsprotokolle zur Synchronisation verwendet, Zeitquellen und Synchronisationsverfahren können sein

- Quellen: Weltzeit UTC, Netzwerkzeit, benachbarte Steuerung, Funkuhren (in Mitteleuropa: DCF77)
- Verfahren: GPS, Funkuhren, NTP (NetworkTimeProtokoll), SNTP (Simple NTP), PTP (IEEE1588), DistributedClocks DC

Erreichbare Synchronisationsgenauigkeiten liegen dabei (je nach Hardware) bei

- NTP/SNTP: ms-Bereich
- PTP:  $< 1 \mu\text{s}$
- DC:  $< 100 \text{ ns}$

Dabei sind die folgenden beiden Regelungsziele zu erreichen:

- die Frequenz der unterlagerten Zeitbasis ist der übergeordneten nachzuführen.
- ein ggf. bestehender Offset zwischen beiden Absolutzeiten muss nicht unbedingt zu 0 geregelt werden, es reicht ihn bekanntzugeben und konstant zu halten. Der Offset wird max. um  $\pm \frac{1}{2}$  Zykluszeit angepasst.



#### Hinweis

#### Externe EtherCAT-Synchronisation

Externe Synchronisationsquellen (EL6688, EL6692 u.a.) können erst ab TwinCAT 2.11 verwendet werden. In früheren Versionen von TwinCAT haben solche EtherCAT-Slaves keine sinnvolle Funktion.

Wird eine übergeordnete Master-Clock in ein EtherCAT-System eingebunden, wird dazu üblicherweise ein spezieller EtherCAT-Teilnehmer für den physikalischen Anschluss verwendet. Dieser kann, da er beide Zeitbasen beobachtet, die Zeitdifferenz ermitteln.

Bitte informieren Sie sich unter [www.beckhoff.de](http://www.beckhoff.de) über die für diesen Zweck geeigneten aktuell verfügbaren Produkte.



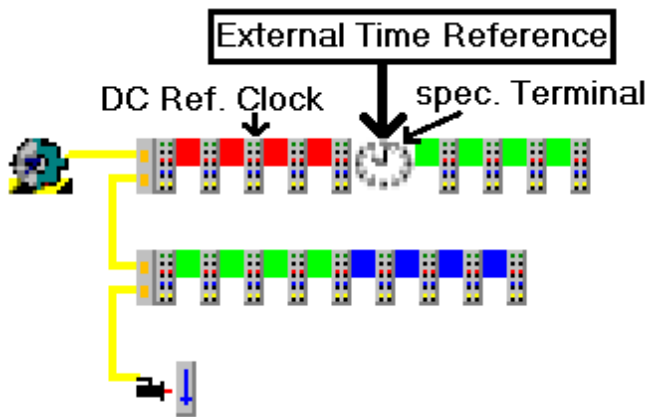


Abb. 11: EtherCAT-Topologie mit externer Referenz-Clock

Die unterschiedlichen Zeitbasen lassen sich hierarchisch anordnen - beim Start des jeweiligen Systems wird die aktuelle absolute Zeit vom jeweils unterlagerten System übernommen, ggf. wird eine Synchronisierung Top-Down wirksam, falls externe Zeitbasis bzw. DC-Komponenten im System vorhanden sind.

## Nachregelung Lokalzeit vs. übergeordnete Absolutzeit

Die lokale DC-Zeit wird im Synchronisierungsfall nicht der übergeordneten Absolutzeit vollständig angeglichen, sondern nur auf einen konstanten Offset nachgeregelt. Dem Anwender wird dieser Offset als Prozessdatum zur Verfügung gestellt. Dabei wird der Offset um  $\pm \frac{1}{2}$  Zykluszeit korrigiert, damit beide Tasks in Phase laufen.

- Wenn TwinCAT den EtherCAT-Master startet, wird umgehend das lokale DC-System in den Slaves in Betrieb genommen und synchronisiert.
- Ein ExternalReference-Slave wie z. B. EL6688 (IEEE1588 PTP) liefert aber erst nach einigen Sekunden eine mit der übergeordneten Uhr abgestimmte Referenzzeit.
- Sobald diese externe Referenzzeit zur Verfügung steht, wird der Offset zur Lokalzeit berechnet, um  $\pm \frac{1}{2}$  Zykluszeit korrigiert, damit beide Tasks in Phase laufen und dem Anwender in den Info-Daten des EtherCAT-Masters zur Verrechnung mit seinen lokalen Zeitwerten zur Verfügung gestellt.
- Ab diesem Zeitpunkt wird dieser Offset je nach gewählter Regelungsrichtung konstant gehalten.

## Systemverhalten TwinCAT

### Ausfall der externen Referenzclock

Fällt das Signal der externen Referenzclock aus, driften naturgemäß beide Zeitbasen wieder auseinander. Setzt das Signal wieder ein, wird auf den bisherigen Offsetwert stetig zurückgeregelt.

TwinCAT kann auch ohne Signal der externen Uhr starten, beim erstmaligen stabilen Empfang der externen Referenzclock wird der Offset wie oben beschrieben berechnet und beibehalten.

### Einstellungen in TwinCAT 2.11

Ab TwinCAT 2.11 wird die externe Synchronisierung über EtherCAT unterstützt. Im entsprechenden Dialog kann die Synchronisierungsrichtung eingestellt werden.

## Einstellungen Distributed Clocks Timing

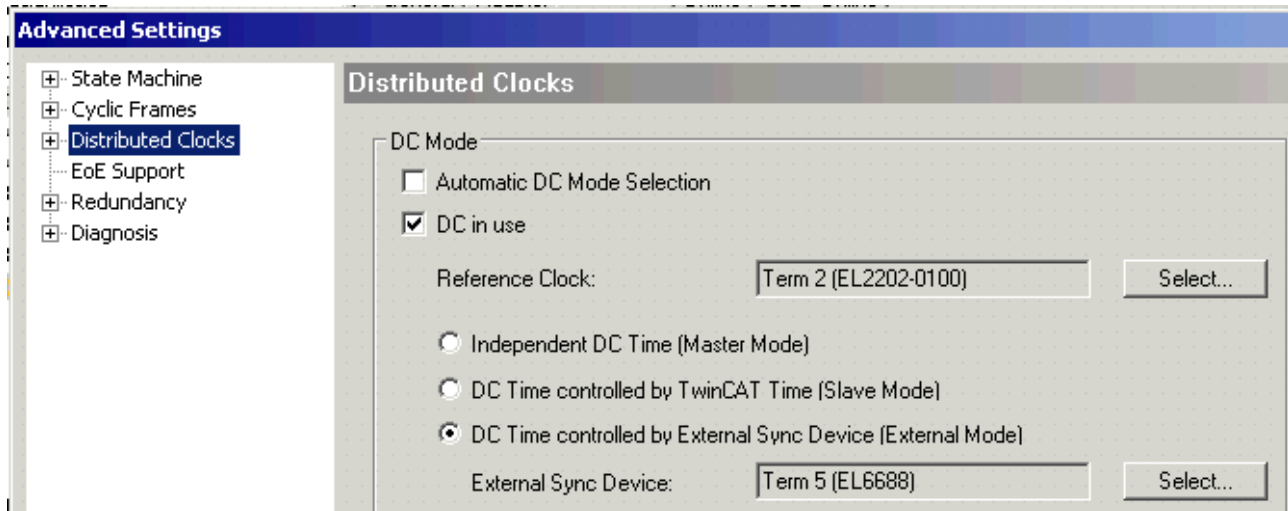


Abb. 12: TwinCAT 2.11 Distributed Clocks Settings - Beispiel für EL6688 im PTP-Slave-Modus als Zeitreferenz für das lokale EtherCAT-System

- **Independent DC Time:** eine der EL Klemmen (üblicherweise die erste DC-unterstützende) ist die Referenzclock, alle anderen DC-Klemmen werden dieser nachgeregelt. Auswahl der Referenzclock im Dialog darüber.
- **DC Time controlled by TwinCAT:** die DC-Referenzclock wird der lokalen TwinCAT-Zeit nachgeregelt.
- **DC Time controlled by External Sync Device:** wenn das EtherCAT-System einer übergeordneten Uhr nachgeregelt werden soll, kann hier das External Sync Device ausgewählt werden.

## Einstellungen Prozessdaten

TwinCAT 2.11 kann in den EtherCAT-Master-Infodaten die aktuellen Offsets in [ns] anzuzeigen.

- Diese Offsets werden nach dem EtherCAT-Start einmalig berechnet.
- Die Synchronisationsregelung hält diese Offsets konstant.
- Sollen auf dem aufsynchronisierten EtherCAT-System lokale DC-Zeitwerte (z. B. aus Zeitstempelklemmen EL1252) in den absoluten Bezug des übergeordneten EtherCAT-Systems gesetzt werden, muss der Anwender diesen Offset mit jedem lokalen Zeitstempel verrechnen.

Beispiel:  $t_{\text{EL1252 Zeitstempel Kanal 1, Absolute Zeit}} = t_{\text{EL1252 Zeitstempel Kanal 1, lokale DC Zeit}} + t_{\text{ExtToDcOffset}}$

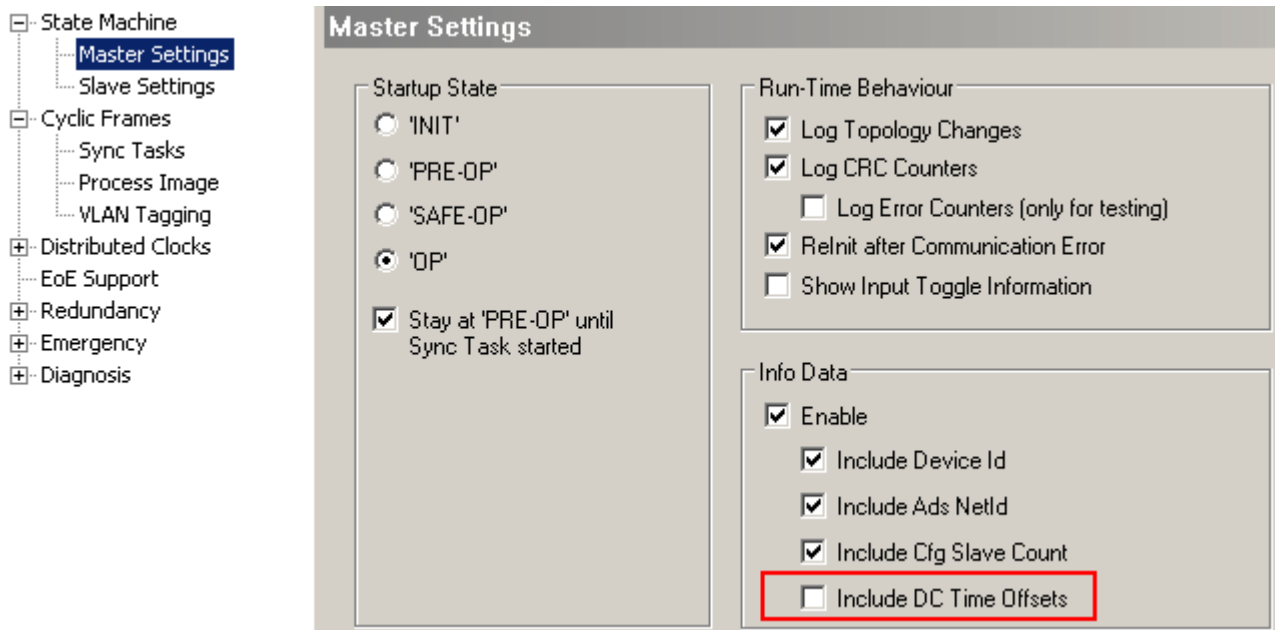


Abb. 13: Anzeige aktueller Offsets

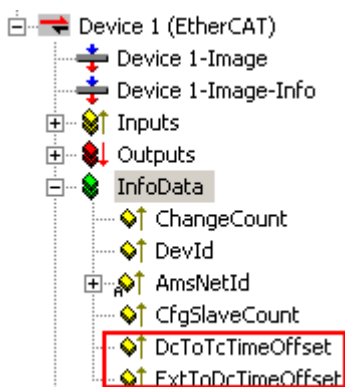


Abb. 14: Aktuelle Offsets

## 2.4 Start

Zur Inbetriebsetzung:

- montieren Sie den EL6692 wie im Kapitel [Montage und Verdrahtung](#) [► 31] beschrieben
- konfigurieren Sie den EL6692 in TwinCAT wie im Kapitel [Inbetriebnahme](#) [► 41] beschrieben.

## 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**

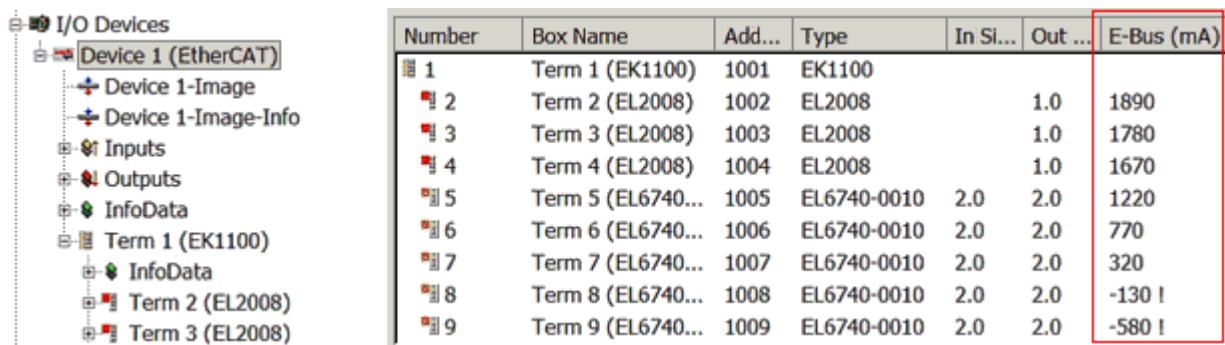
#### Empfohlene Kabel

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.



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. 15: 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:

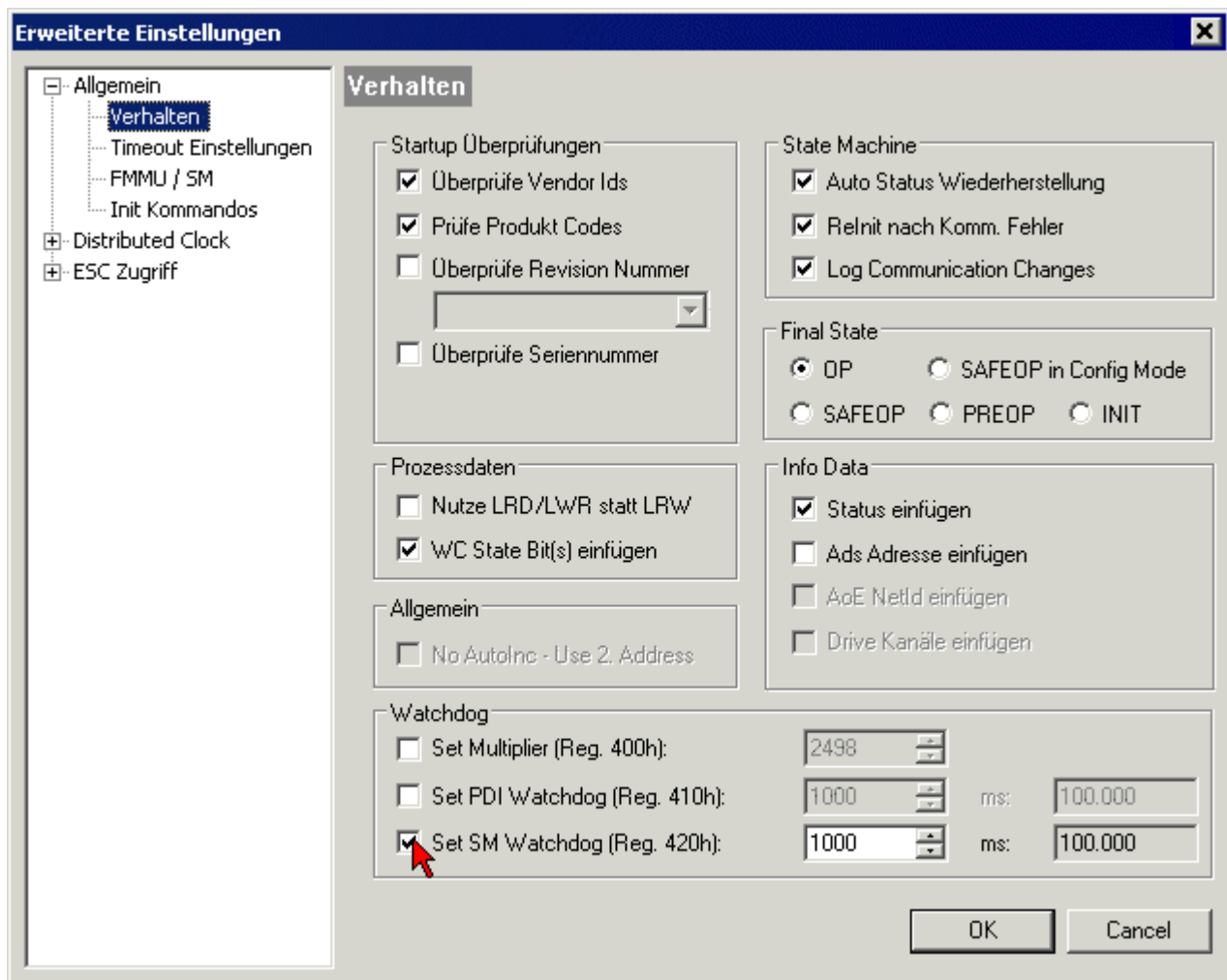


Abb. 16: Karteireiter EtherCAT -> Erweiterte Einstellungen -> Verhalten --> Watchdog

#### 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

 <b>VORSICHT</b>	<b>Ungewolltes Verhalten des Systems möglich!</b> 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.
 <b>VORSICHT</b>	<b>Beschädigung von Geräten und ungewolltes Verhalten des Systems möglich!</b> 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.

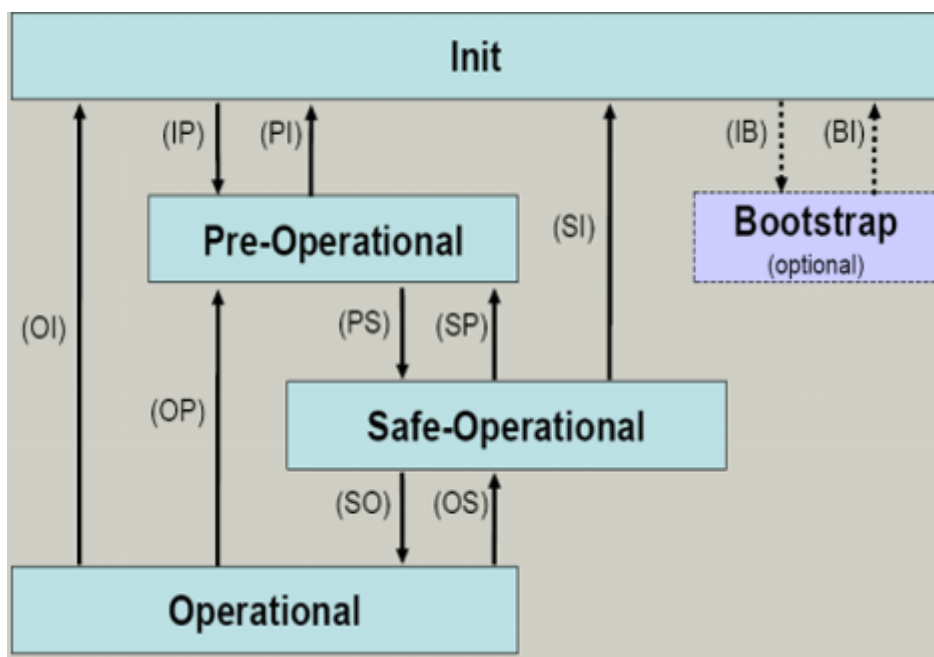


Abb. 17: Zustände der EtherCAT State Machine



## 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](#) [► 21] 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<sub>dez</sub>)
- SubIndex: 0x00...0xFF (0...255<sub>dez</sub>)

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:

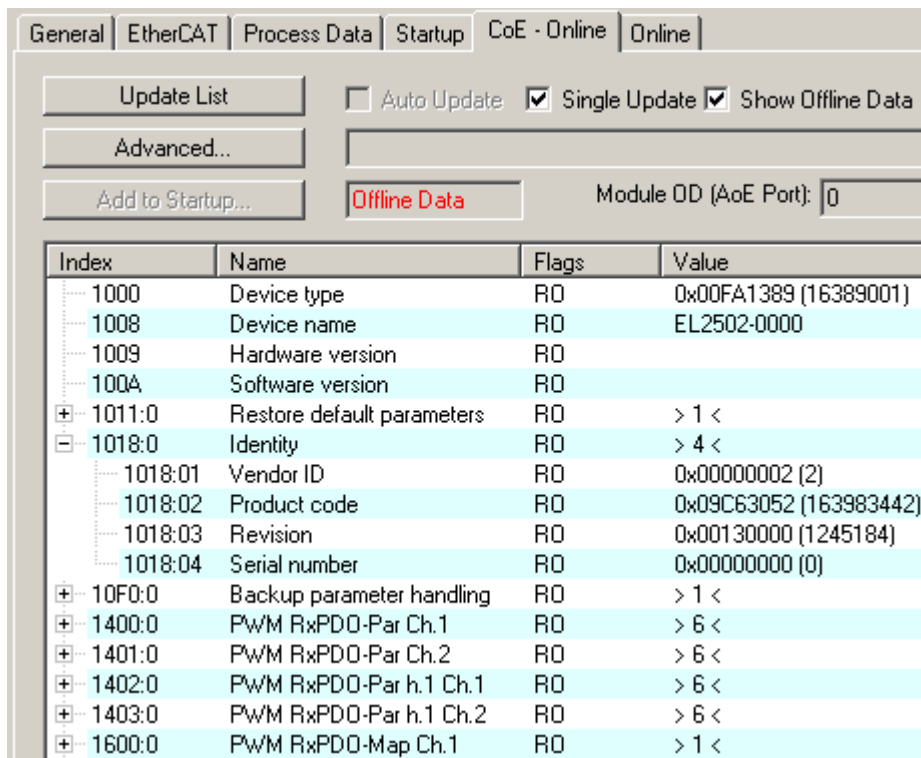


Abb. 18: Karteireiter "CoE-Online"

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 Systemmanager (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 Systemmanager bzw. Bedienpersonal zur Verfügung steht.

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

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

**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 parametrierbar.

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.

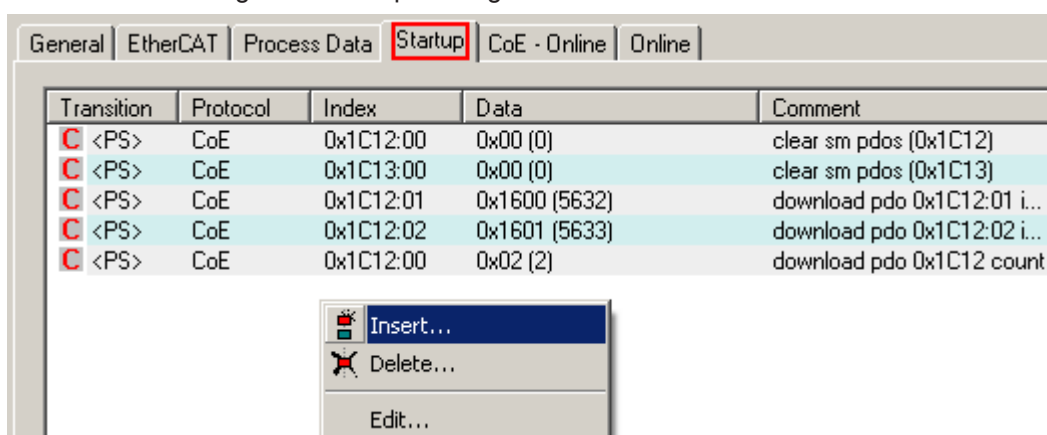


Abb. 19: StartUp-Liste im TwinCAT System Manager

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

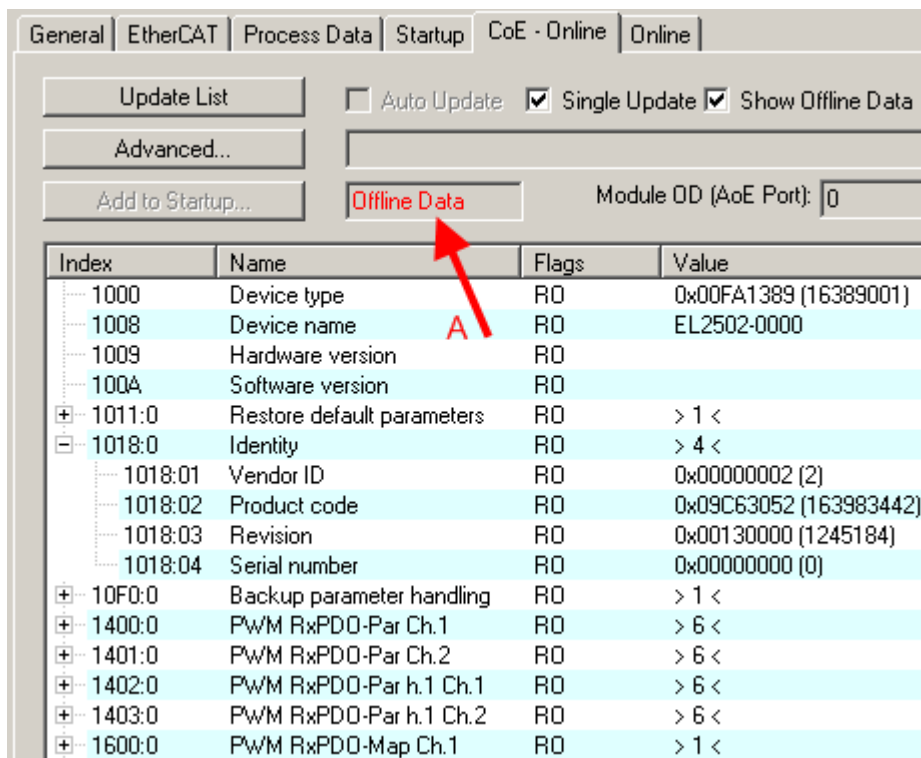


Abb. 20: Offline-Verzeichnis

- 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

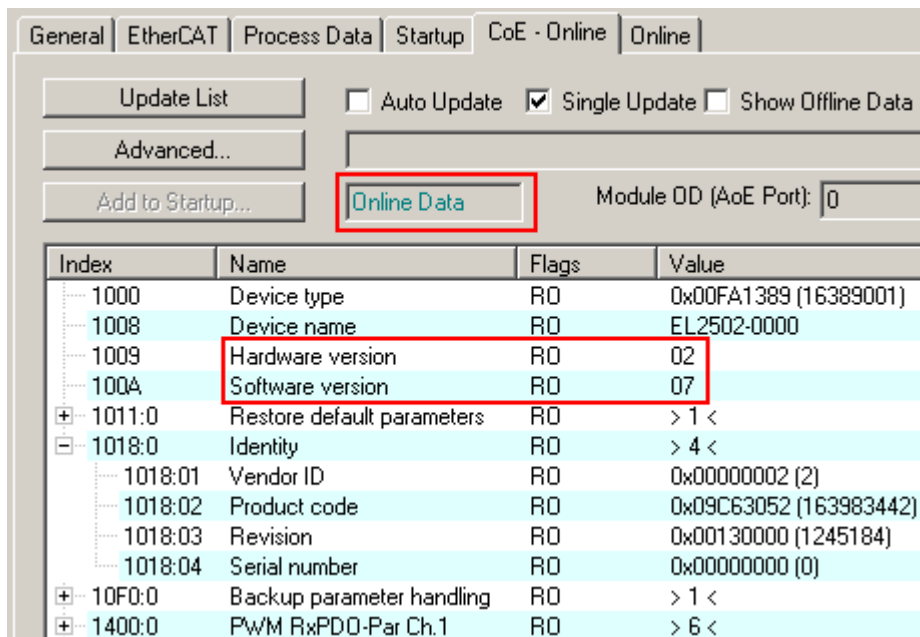


Abb. 21: Online-Verzeichnis

## 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 Montage und Verdrahtung

### 4.1 Empfohlene Tragschienen

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

Hutschiene TH 35-7.5 mit 1 mm Materialstärke (nach EN 60715)

Hutschiene TH 35-15 mit 1,5 mm Materialstärke



Hinweis

#### Materialstärke der Hutschiene beachten

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

## 4.2 Montage und Demontage - Zughebelentriegelung

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.



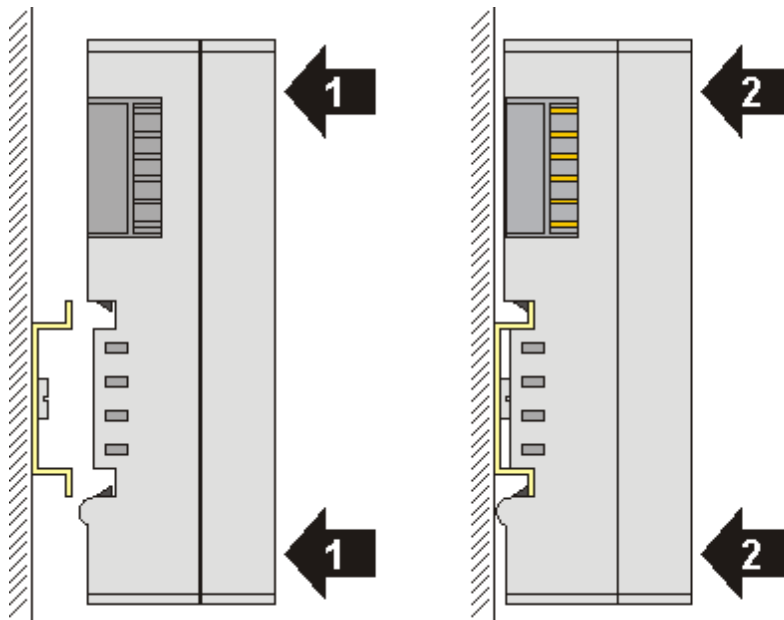
### WARNUNG

#### 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



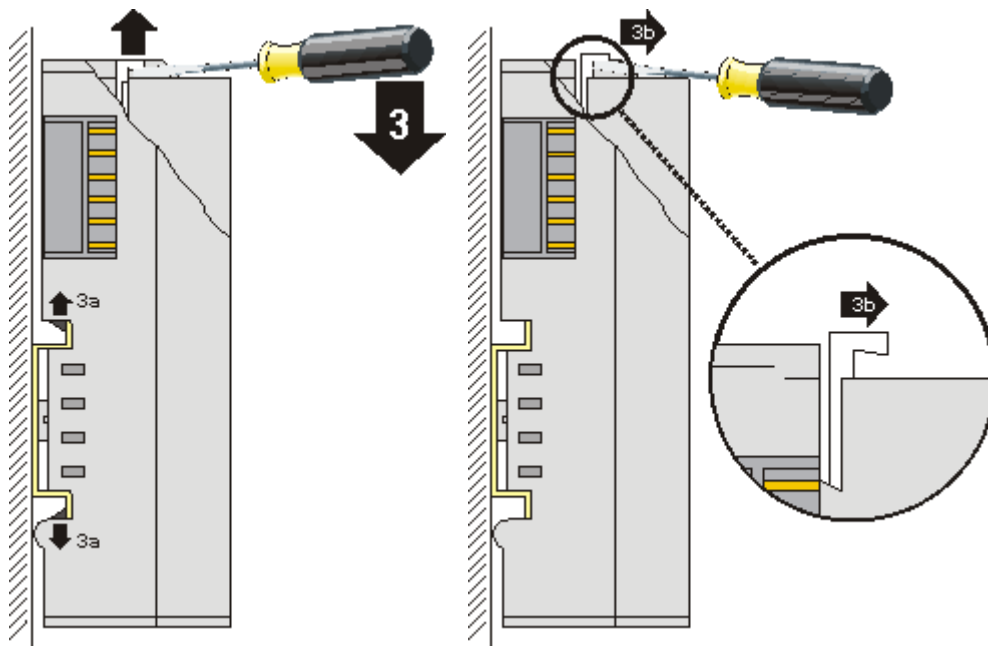
und drücken Sie (1) das Klemmenmodul gegen die Tragschiene, bis es auf der Tragschiene Einrastet (2).

- Schließen Sie die Leitungen an.

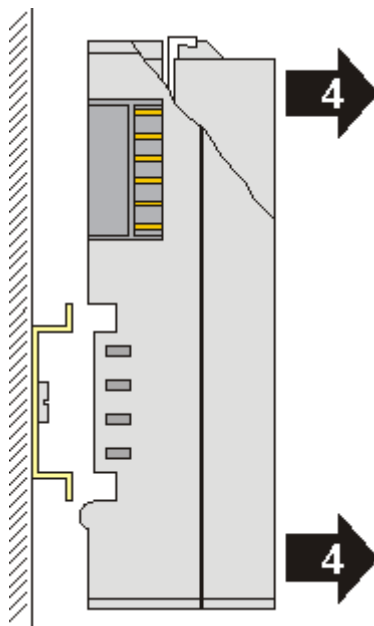
### Demontage

- Entfernen Sie alle Leitungen. Dank der KM/EM-Steckverbinder müssen Sie hierzu nicht alle Leitungen einzeln entfernen, sondern pro KM/EM-Steckverbinder nur 2 Schrauben lösen um diese abziehen zu können (stehende Verdrahtung)!
- Hebeln Sie auf der linken Seite des Klemmenmoduls mit einem Schraubendreher (3) den Entriegelungshaken nach oben. Dabei
  - ziehen sich über einen internen Mechanismus die beiden Rastnasen (3a) an der Hutschiene ins Klemmenmodul zurück,
  - bewegt sich der Entriegelungshaken nach vorne (3b) und rastet ein





- Bei 32- und 64-kanaligen Klemmenmodulen (KMxxx4 und KMxxx8 bzw. EMxxx4 und EMxxx8) hebeln Sie nun den zweiten Entriegelungshaken auf der rechten Seite des Klemmenmoduls auf die gleiche Weise nach oben.
- Ziehen Sie (4) das Klemmenmodul von der Montagefläche weg.



### 4.3 Montage und Demontage - Frontentriegelung 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.

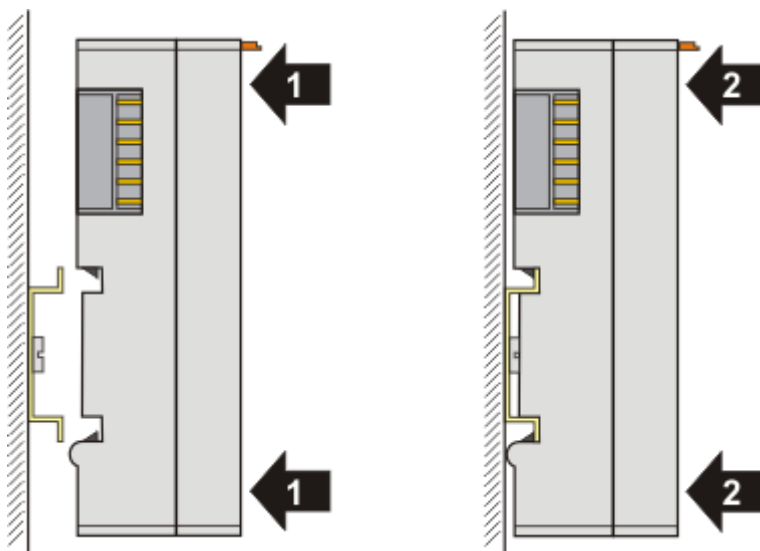
**WARNUNG**

**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

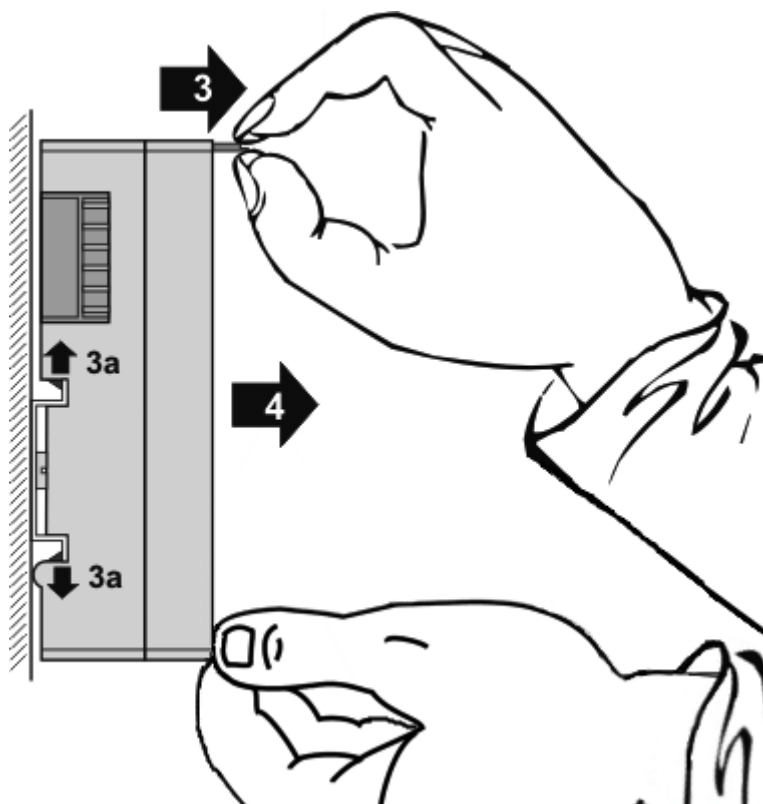


und drücken Sie (1) das Klemmenmodul gegen die Tragschiene, bis es auf der Tragschiene einrastet (2).

- 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-Busklemmen (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)

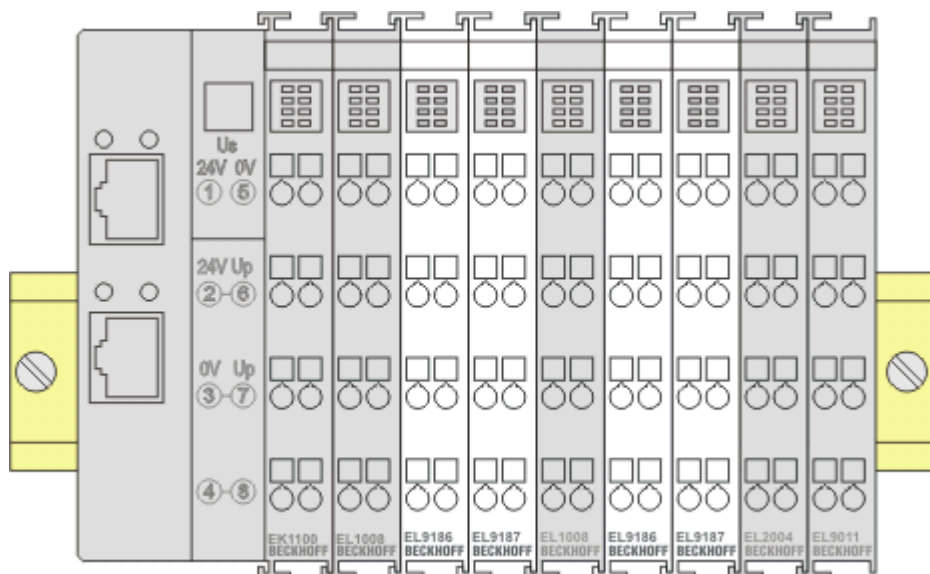


Abb. 22: Korrekte Konfiguration

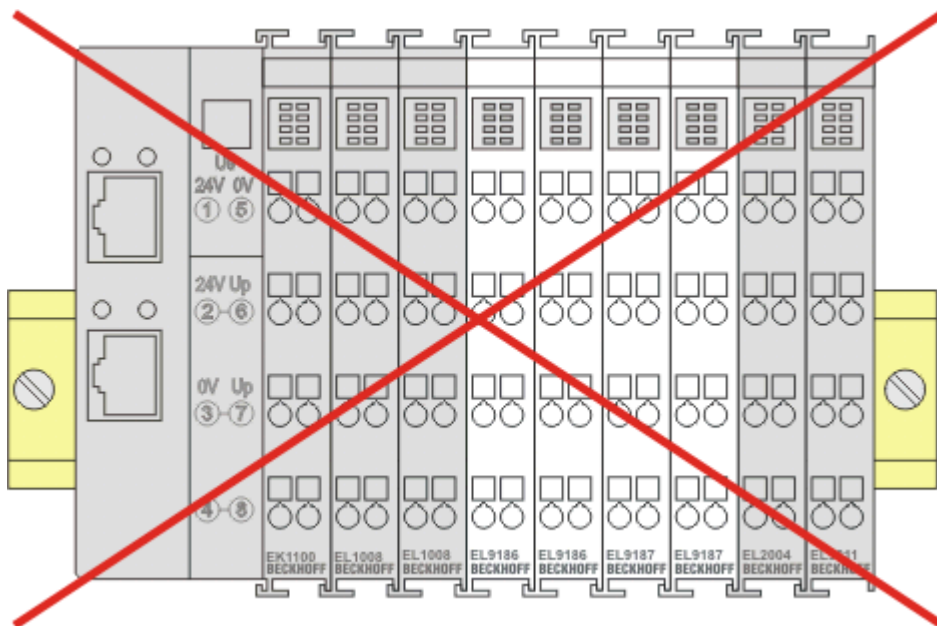


Abb. 23: Inkorrekte Konfiguration

## 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.

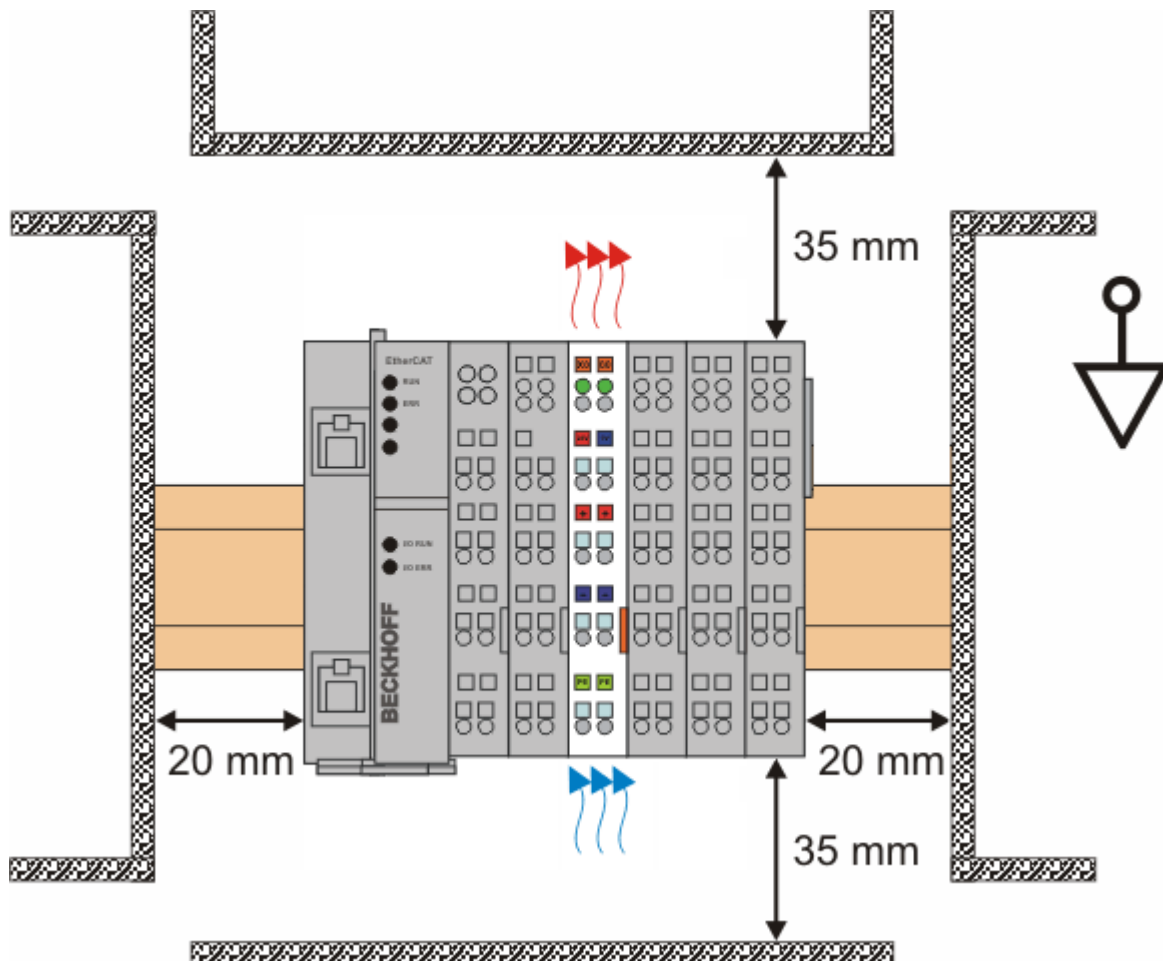


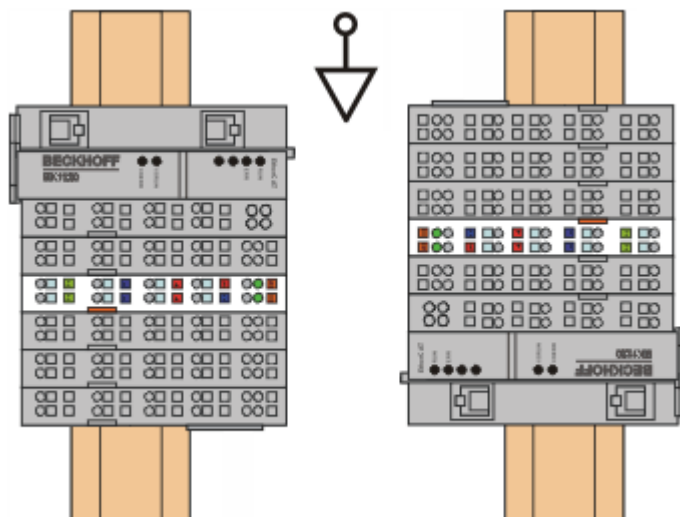
Abb. 24: Empfohlene Abstände bei Standard Einbaulage

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

## Weitere Einbaulagen

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

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



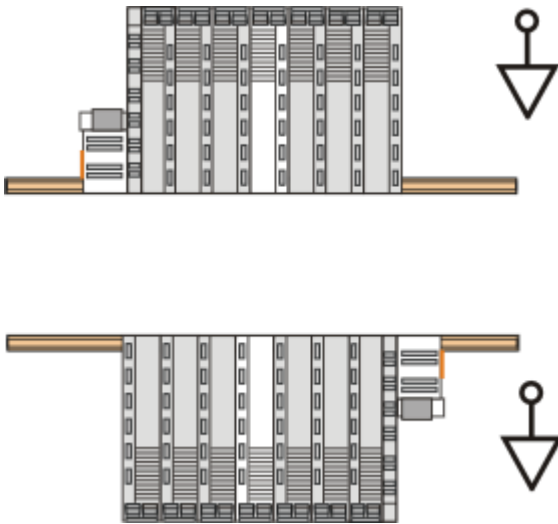


Abb. 25: Weitere Einbaulagen

## 4.6 ATEX - Besondere Bedingungen



### WARNUNG

**Beachten Sie die besonderen Bedingungen für die bestimmungsgemäße Verwendung von Beckhoff-Feldbuskomponenten in explosionsgefährdeten Bereichen (Richtlinie 94/9/EG)!**

- Die zertifizierten Komponenten sind in ein geeignetes Gehäuse zu errichten, das eine Schutzart von mindestens IP54 gemäß EN 60529 gewährleistet! Dabei sind die Umgebungsbedingungen bei der Verwendung zu berücksichtigen!
- Wenn die Temperaturen bei Nennbetrieb an den Einführungsstellen der Kabel, Leitungen oder Rohrleitungen höher als 70°C oder an den Aderverzweigungsstellen höher als 80°C ist, so müssen Kabel ausgewählt werden, deren Temperaturdaten den tatsächlich gemessenen Temperaturwerten entsprechen!
- Beachten Sie beim Einsatz von Beckhoff-Feldbuskomponenten in explosionsgefährdeten Bereichen den zulässigen Umgebungstemperaturbereich von 0 bis 55°C!
- Es müssen Maßnahmen zum Schutz gegen Überschreitung der Nennbetriebsspannung durch kurzzeitige Störspannungen um mehr als 40% getroffen werden!
- Die einzelnen Klemmen dürfen nur aus dem Busklemmensystem gezogen oder entfernt werden, wenn die Versorgungsspannung abgeschaltet wurde bzw. bei Sicherstellung einer nicht-explosionsfähigen Atmosphäre!
- Die Anschlüsse der zertifizierten Komponenten dürfen nur verbunden oder unterbrochen werden, wenn die Versorgungsspannung abgeschaltet wurde bzw. bei Sicherstellung einer nicht-explosionsfähigen Atmosphäre!
- Die Sicherung der Einspeiseklemmen KL92xx/EL92xx dürfen nur gewechselt werden, wenn die Versorgungsspannung abgeschaltet wurde bzw. bei Sicherstellung einer nicht-explosionsfähigen Atmosphäre!
- Adresswahlschalter und ID-Switche dürfen nur eingestellt werden, wenn die Versorgungsspannung abgeschaltet wurde bzw. bei Sicherstellung einer nicht-explosionsfähigen Atmosphäre!

## Normen

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

- EN 60079-0: 2006
- EN 60079-15: 2005

## Kennzeichnung

Die für den explosionsgefährdeten Bereich zertifizierten Beckhoff-Feldbuskomponenten tragen eine der folgenden Kennzeichnungen:



**II 3 G Ex nA II T4 KEMA 10ATEX0075 X Ta: 0 - 55°C**

oder



**II 3 G Ex nA nC IIC T4 KEMA 10ATEX0075 X Ta: 0 - 55°C**

## 4.7 LEDs und Anschlussbelegung

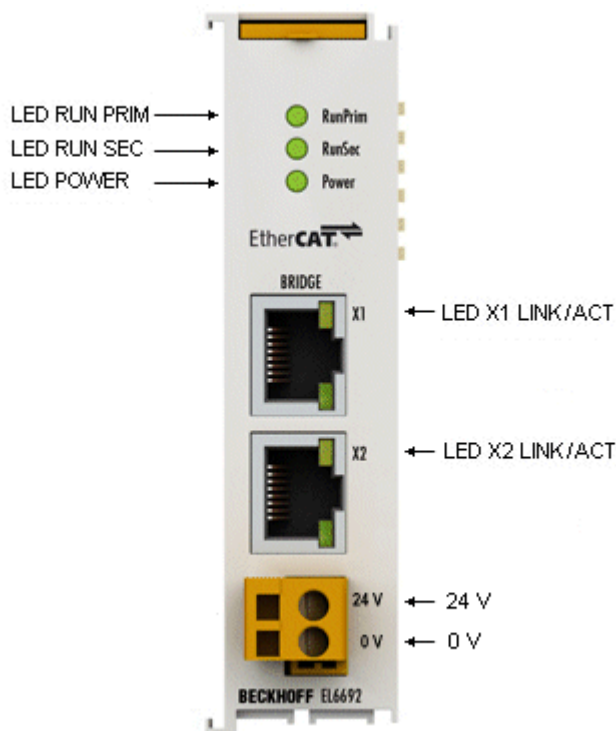


Abb. 26: EL6692 LEDs

### LEDs

LED	Farbe	Bedeutung
RUN PRIM	grün	LED zur Darstellung des Betriebszustandes des <b>primären</b> EtherCAT-Stranges (Klemme):
		aus Zustand der <u>EtherCAT State Machine</u> [► 88]: <b>INIT</b> = Initialisierung der Klemme
		blinkend Zustand der EtherCAT State Machine: <b>PREOP</b> = Funktion für Mailbox-Kommunikation und abweichende Standard-Einstellungen gesetzt
		Einzelblitz Zustand der EtherCAT State Machine: <b>SAFEOP</b> = Überprüfung der Kanäle des <u>Sync-Managers</u> [► 90] und der Distributed Clocks. Ausgänge bleiben im sicheren Zustand
		an Zustand der EtherCAT State Machine: <b>OP</b> = normaler Betriebszustand; Mailbox- und Prozessdatenkommunikation ist möglich
		flimmernd Zustand der EtherCAT State Machine: <b>BOOTSTRAP</b> = Funktion für Firmware-Updates der Klemme
RUN SEC	grün	LED zur Darstellung des Betriebszustandes des <b>sekundären</b> EtherCAT-Stranges:
		aus Zustand der <u>EtherCAT State Machine</u> [► 88]: <b>INIT</b> = Initialisierung der Klemme
		blinkend Zustand der EtherCAT State Machine: <b>PREOP</b> = Funktion für Mailbox-Kommunikation und abweichende Standard-Einstellungen gesetzt
		Einzelblitz Zustand der EtherCAT State Machine: <b>SAFEOP</b> = Überprüfung der Kanäle des <u>Sync-Managers</u> [► 90] und der Distributed Clocks. Ausgänge bleiben im sicheren Zustand
		an Zustand der EtherCAT State Machine: <b>OP</b> = normaler Betriebszustand; Mailbox- und Prozessdatenkommunikation ist möglich
		flimmernd Zustand der EtherCAT State Machine: <b>BOOTSTRAP</b> = Funktion für Firmware-Updates der Klemme
X1/X2	grün	aus keine Verbindung zum EtherCAT-Netzwerk
		an Verbindung zum EtherCAT-Netzwerk aufgebaut (LINK)
		flimmernd Datenaustausch mit Teilnehmern im EtherCAT-Netzwerk (ACT)

### Anschlüsse

2 x RJ45 mit 10BASE-T/100BASE-TX Ethernet

2 poliger Buchsenklemmenanschluss (24 V<sub>DC</sub>), Stromversorgung Sekundärseite



## 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 Switches → 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 Switches → FC900x – PCI-Karten für Ethernet → Installation → Geräte suchen

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

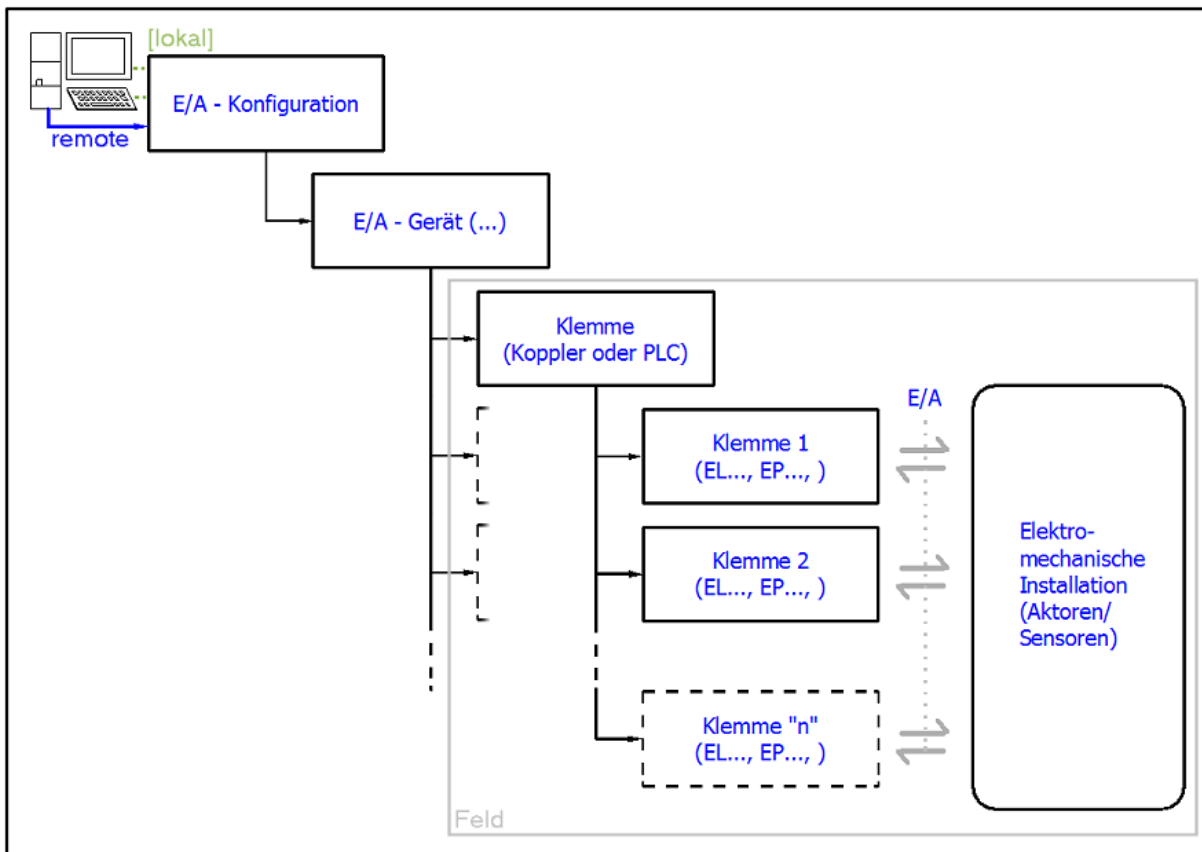


Abb. 27: Bezug von der Anwender Seite (Inbetriebnahme) zur Installation

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)

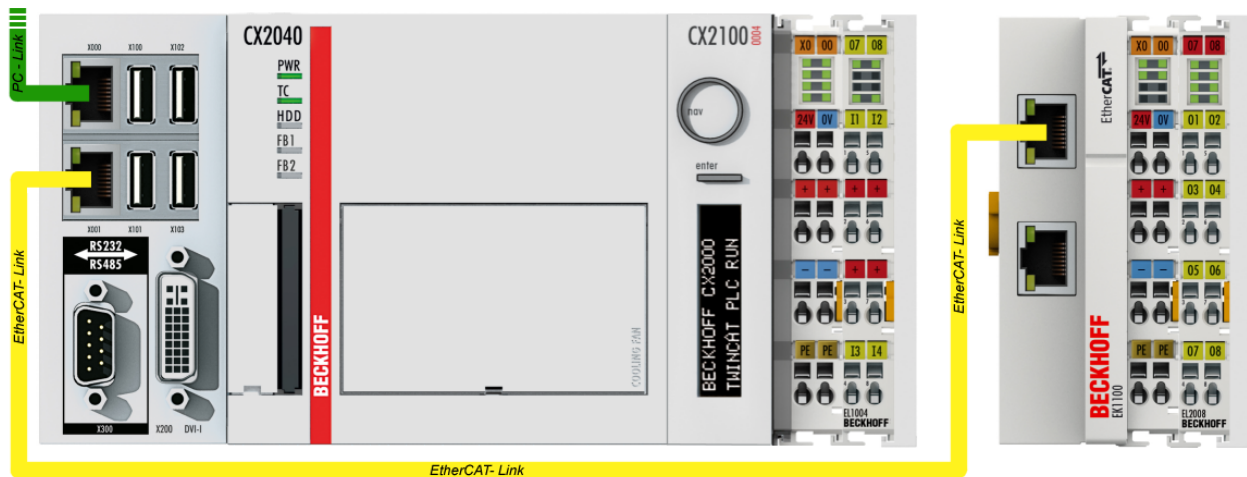


Abb. 28: Aufbau der Steuerung mit einem embedded PC und Eingabe (EL1004) und Ausgabe (EL2008)

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:

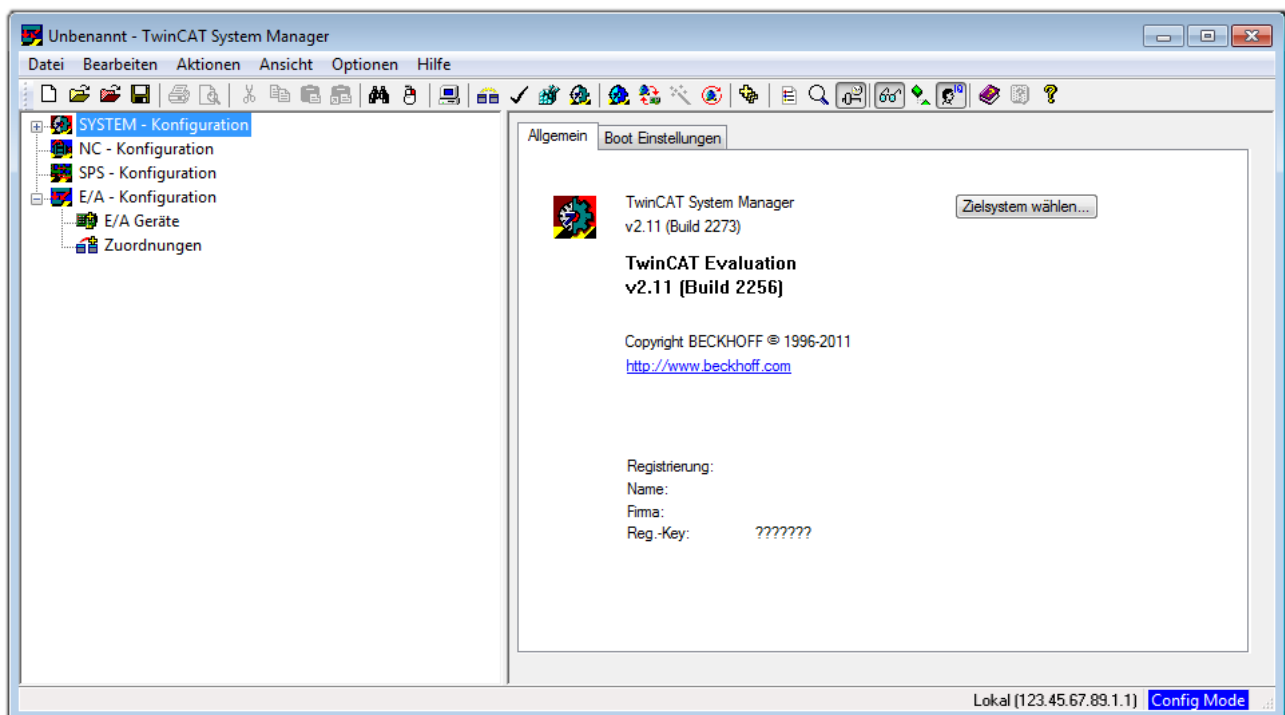



Abb. 29: Initiale Benutzeroberfläche TwinCAT 2

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 [► 45]“ 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:

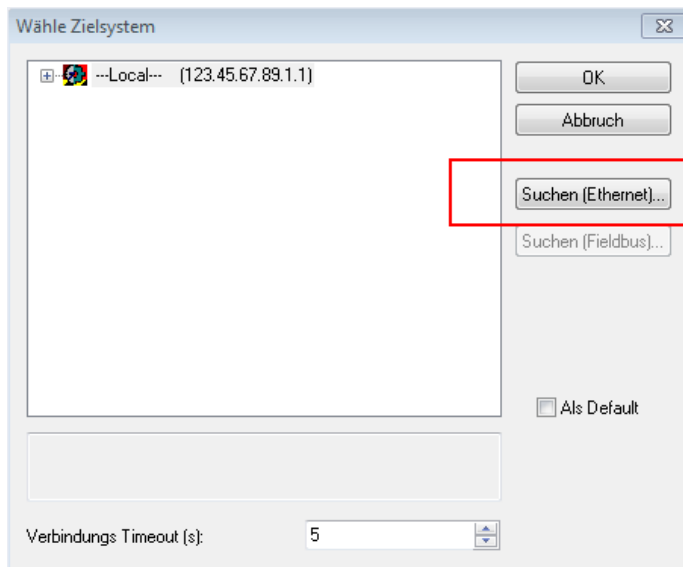


Abb. 30: Wähle Zielsystem

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 Rechnername nicht genau bekannt)
- die bekannte Rechner - IP oder AmsNetId einzutragen

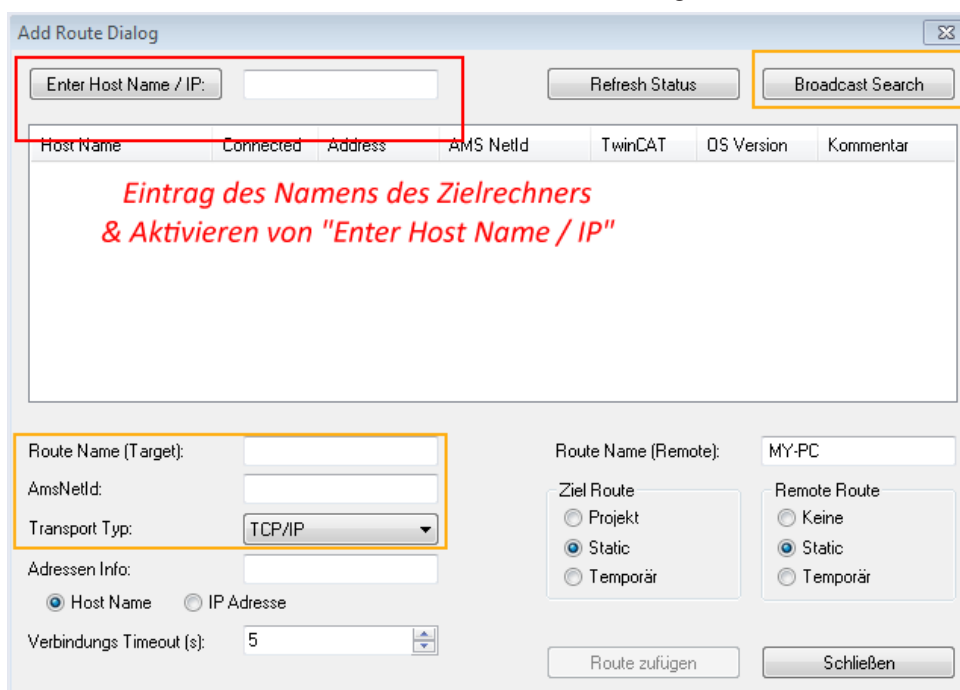
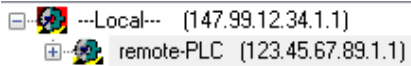


Abb. 31: PLC für den Zugriff des TwinCAT System Managers festlegen: Auswahl des Zielsystems

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.

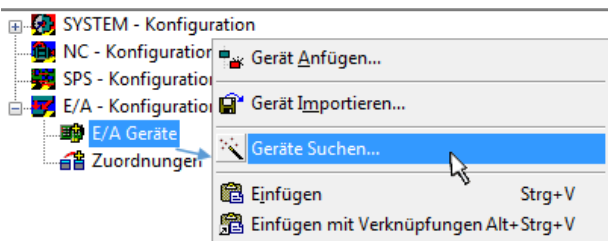


Abb. 32: Auswahl "Gerät Suchen..."

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

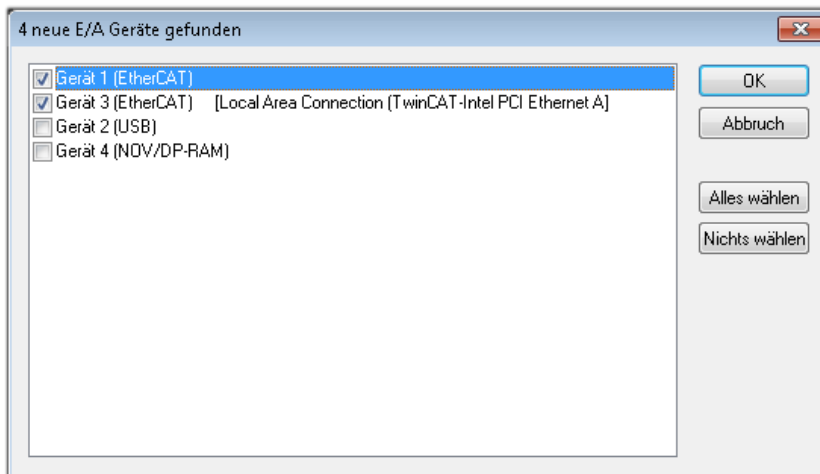


Abb. 33: Automatische Erkennung von E/A Geräten: Auswahl der einzubindenden Geräte

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](#) [► 42] sieht das Ergebnis wie folgt aus:

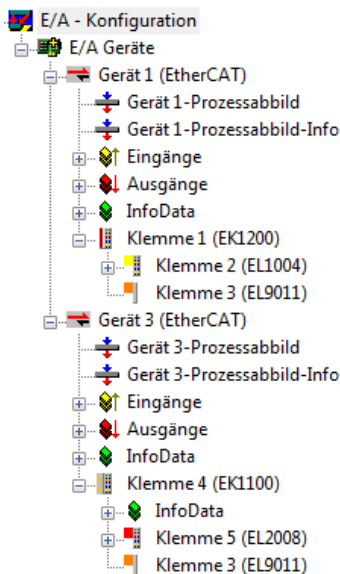


Abb. 34: Abbildung der Konfiguration im TwinCAT 2 Systemmanager

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:

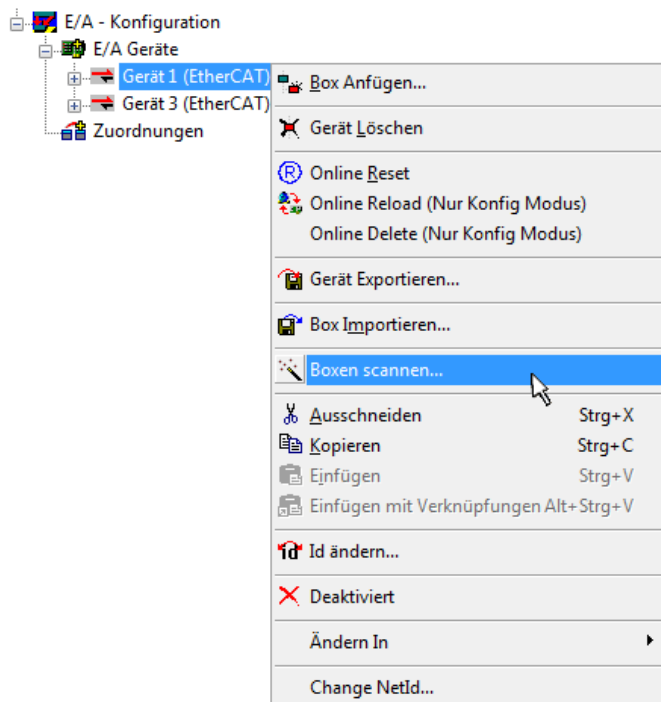


Abb. 35: Einlesen von einzelnen an einem Gerät befindlichen Klemmen

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:

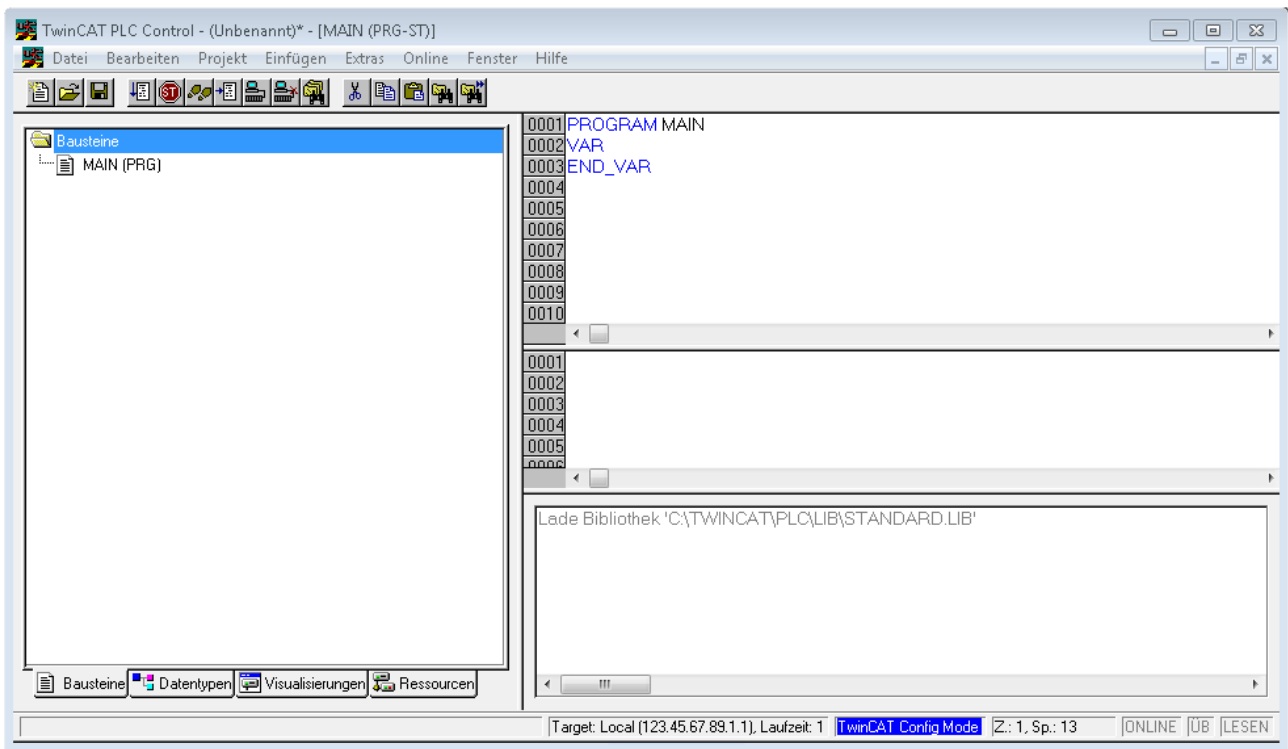


Abb. 36: TwinCAT PLC Control nach dem Start

Nun sind für den weiteren Ablauf Beispielvariablen sowie ein Beispielpogramm erstellt und unter dem Namen „PLC\_example.pro“ gespeichert worden:

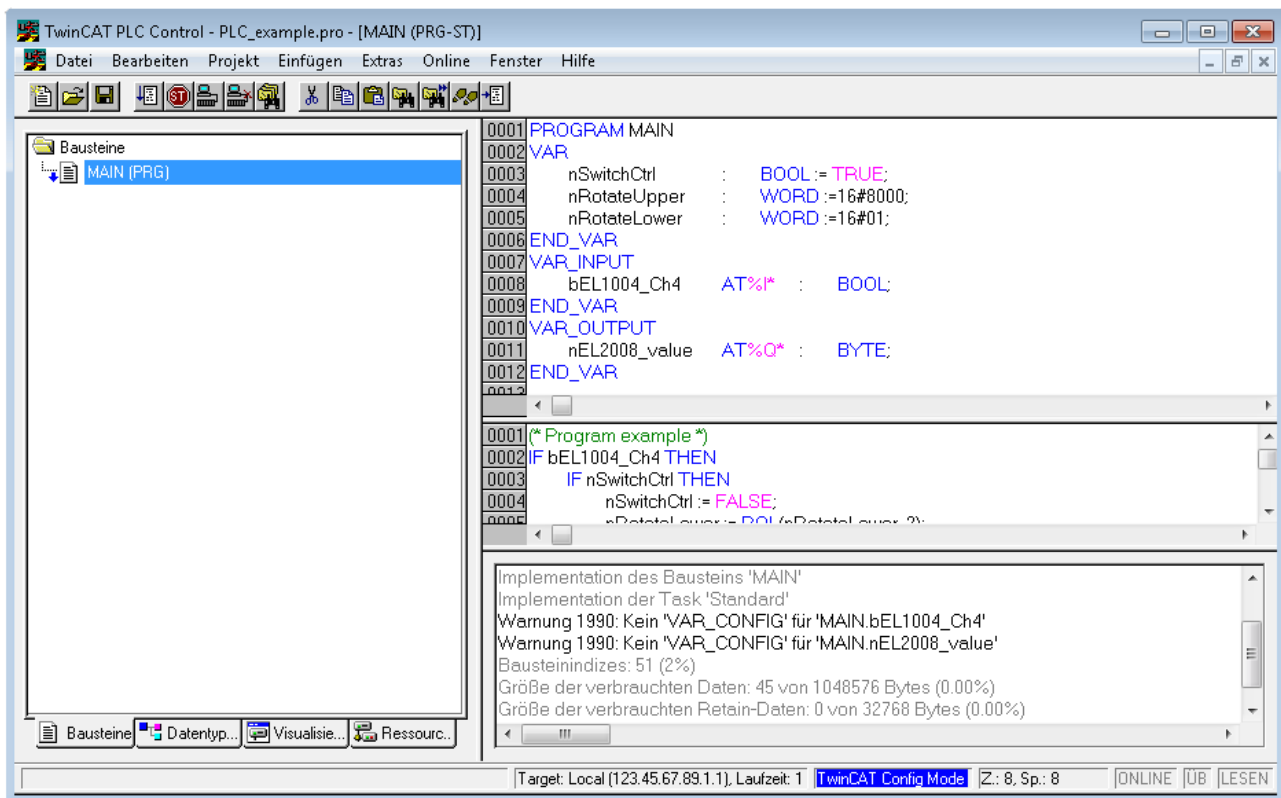


Abb. 37: Beispielprogramm mit Variablen nach einem Kompiliervorgang (ohne Variablenanbindung)

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...“:

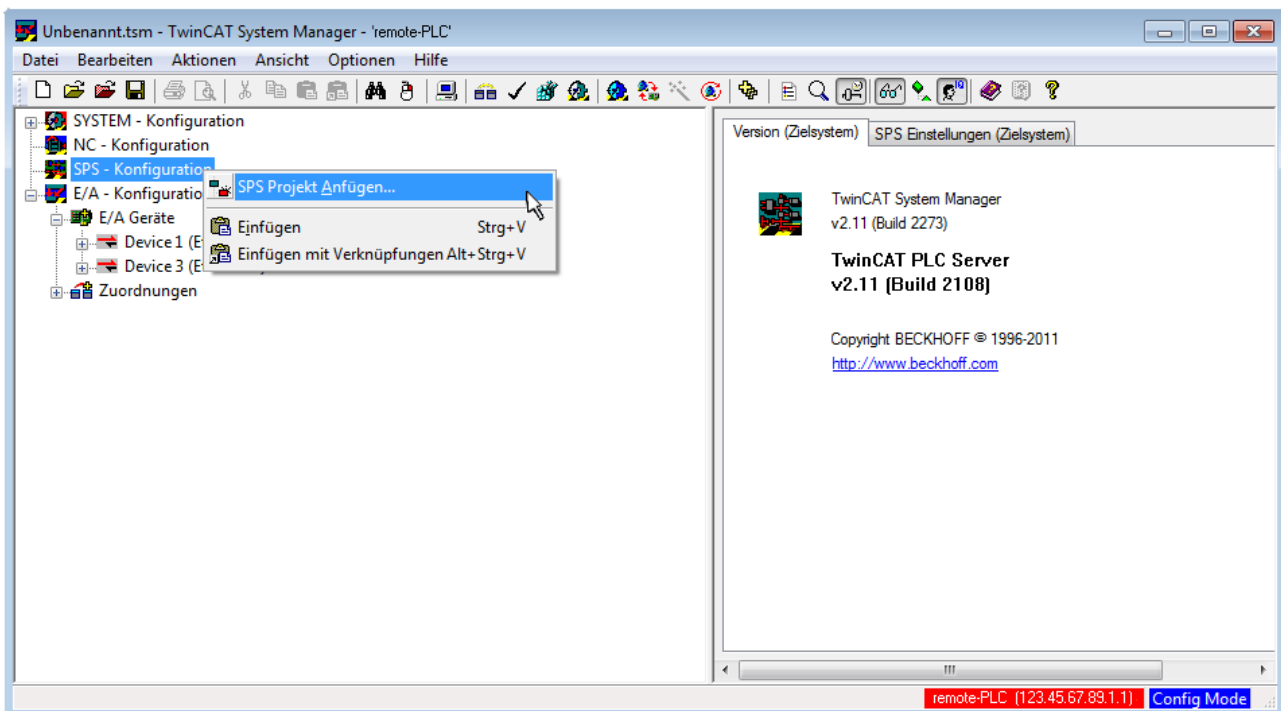


Abb. 38: Hinzufügen des Projektes des TwinCAT PLC Control



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:

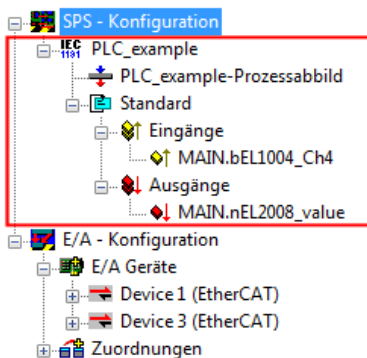


Abb. 39: Eingebundenes PLC Projekt in der SPS- Konfiguration des System Managers

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:

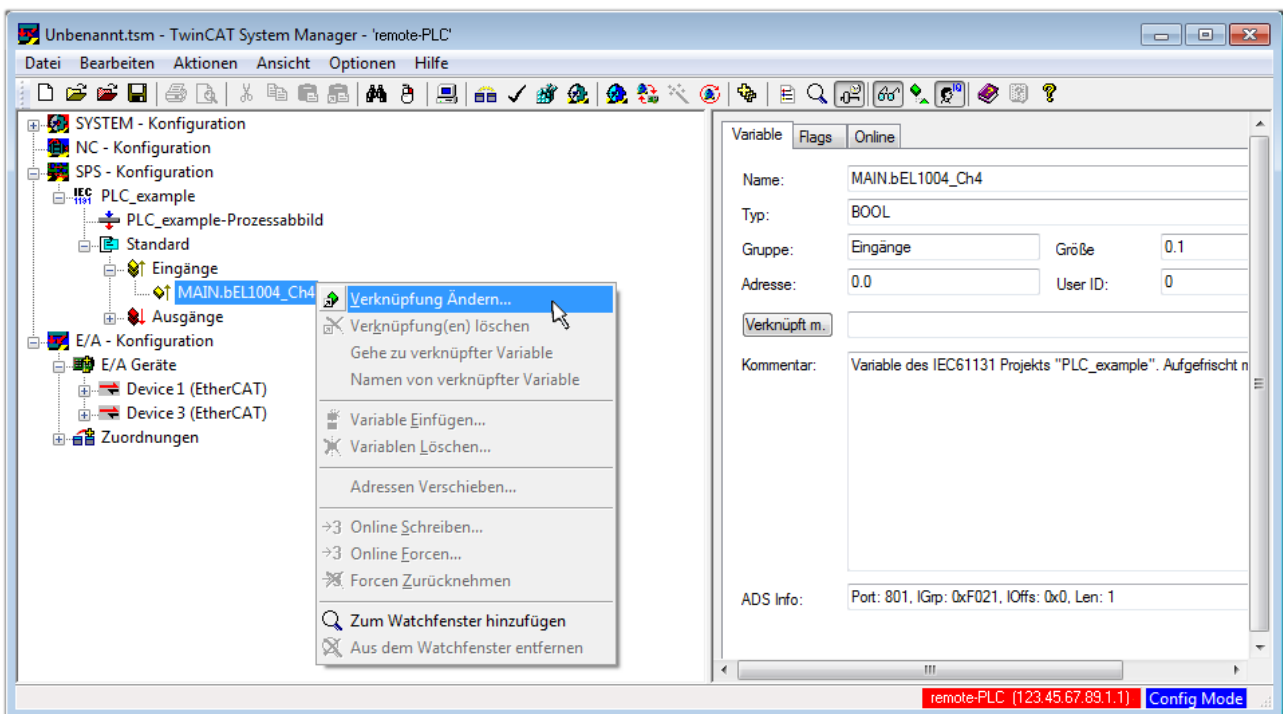


Abb. 40: Erstellen der Verknüpfungen PLC-Variablen zu Prozessobjekten

In dem dadurch geöffneten Fenster kann aus dem SPS-Konfigurationsbaum das Prozessobjekt für die Variable „bEL1004\_Ch4“ vom Typ BOOL selektiert werden:

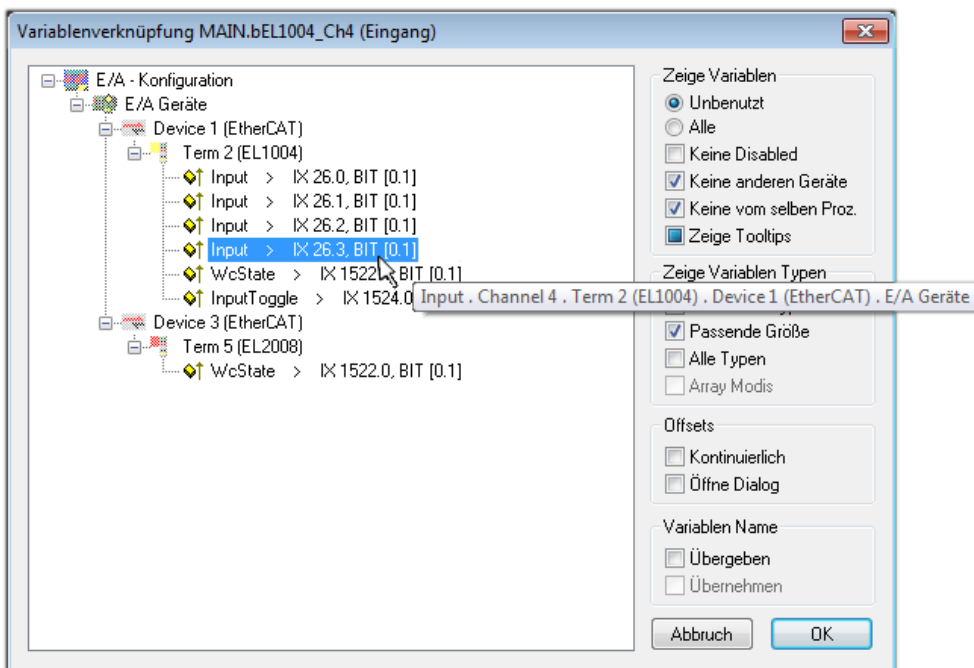


Abb. 41: Auswahl des PDO vom Typ BOOL

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:

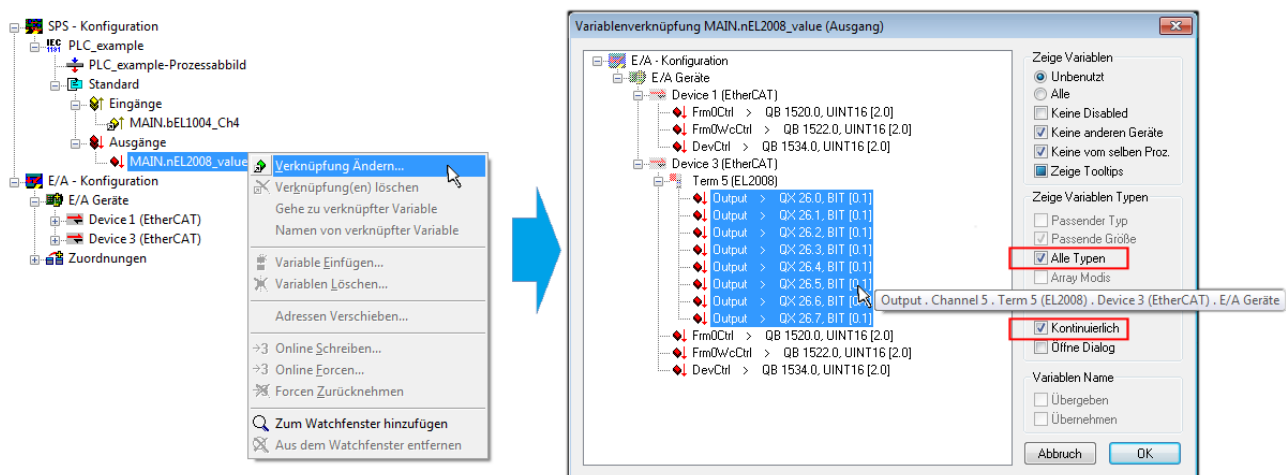



Abb. 42: Auswahl von mehreren PDO gleichzeitig: Aktivierung von "Kontinuierlich" und „Alle Typen“

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:

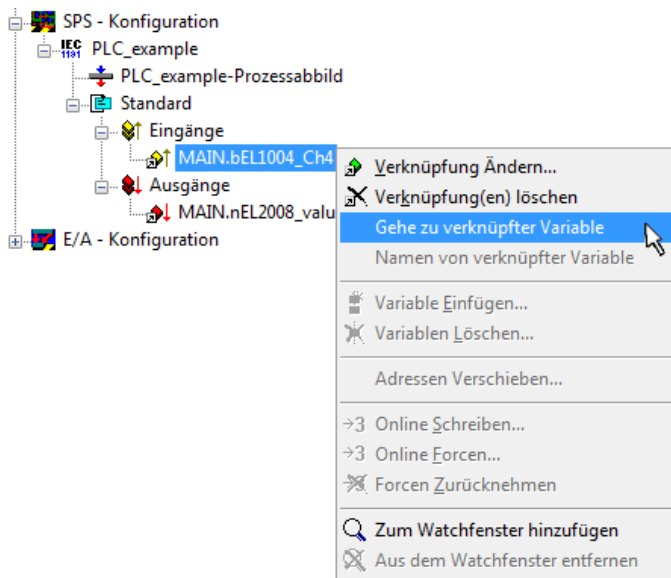

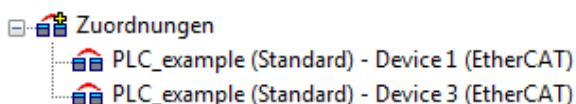


Abb. 43: Anwendung von "Goto Link Variable" am Beispiel von "MAIN.bEL1004\_Ch4"

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:

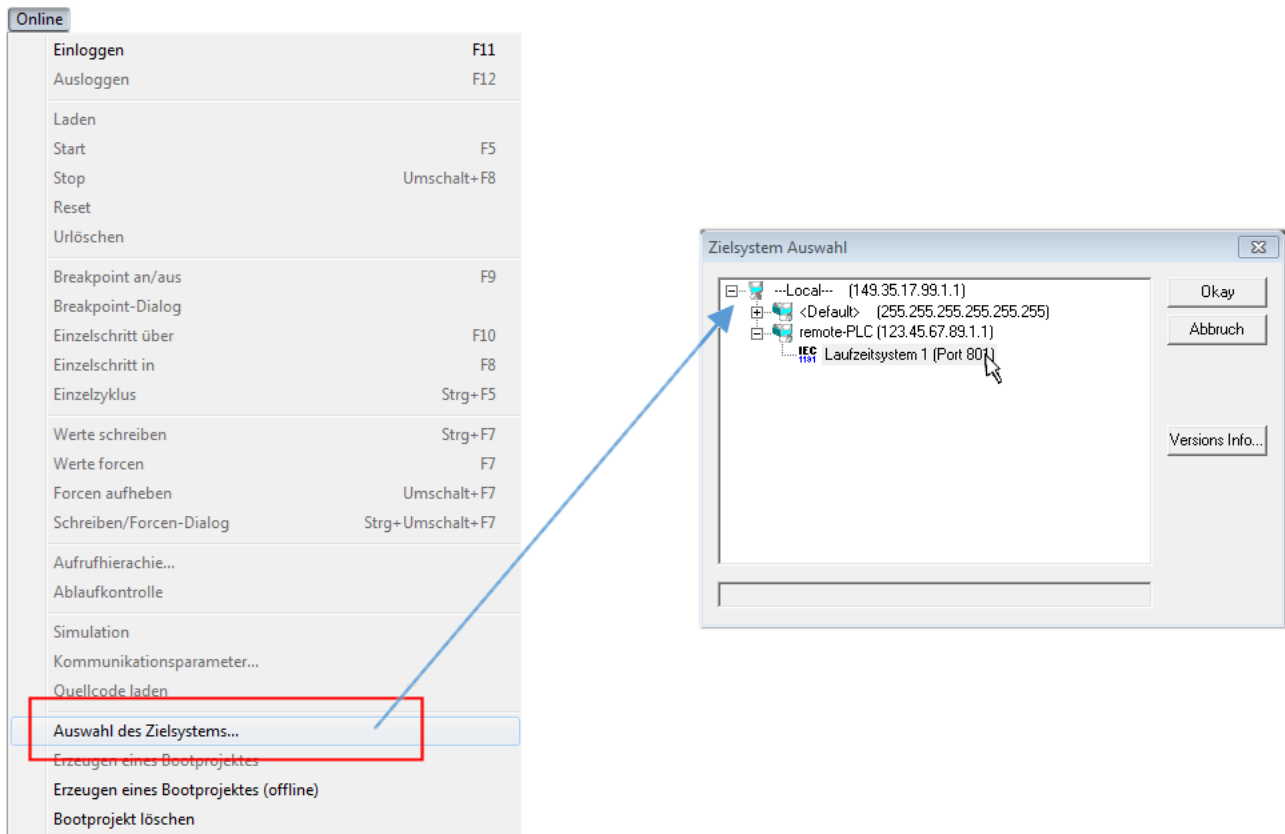



Abb. 44: Auswahl des Zielsystems (remote)

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:

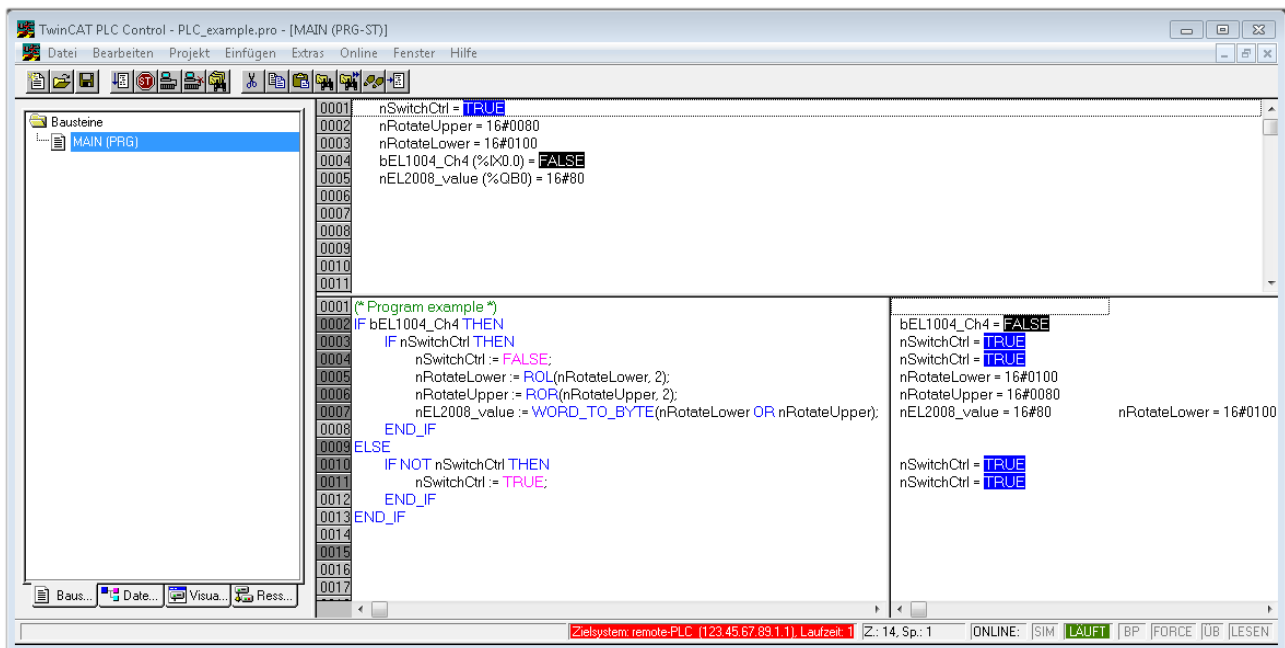


Abb. 45: PLC Control Logged-in, bereit zum Programmstart

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. 46: Initiale Benutzeroberfläche TwinCAT 3

Zunächst ist die Erstellung eines neuen Projekts 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):

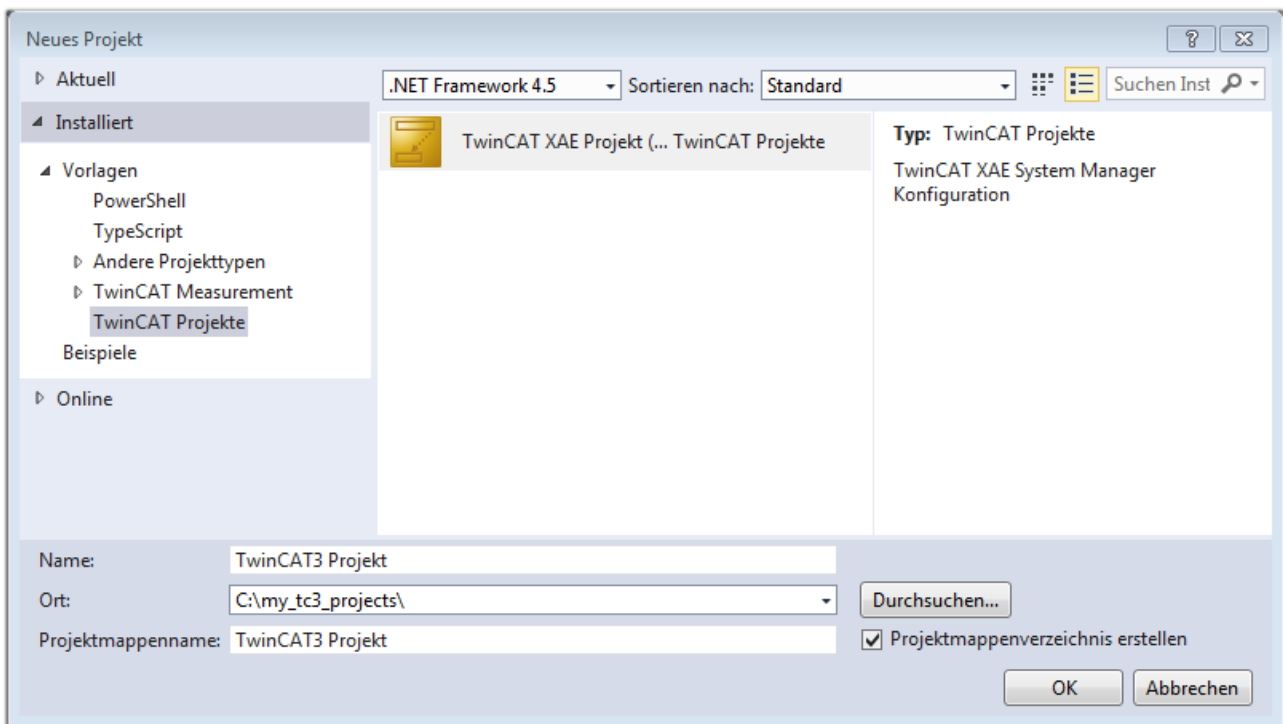


Abb. 47: Neues TwinCAT 3 Projekt erstellen

Im Projektmappen-Explorer liegt sodann das neue Projekt vor:

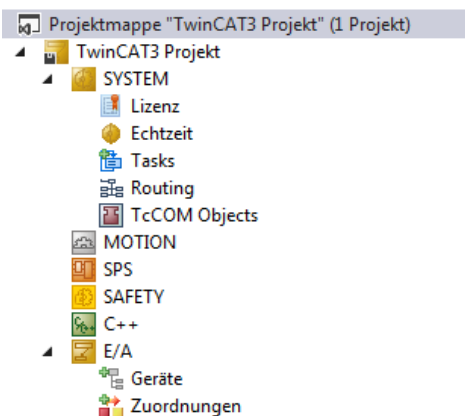
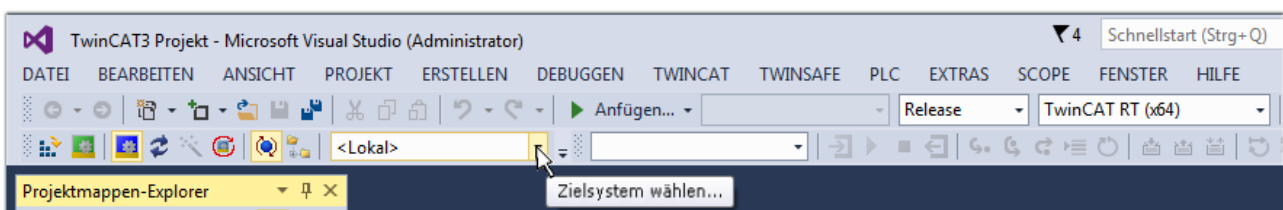


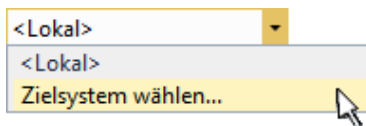
Abb. 48: Neues TwinCAT 3 Projekt im Projektmappen-Explorer

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 [► 56]“ 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:

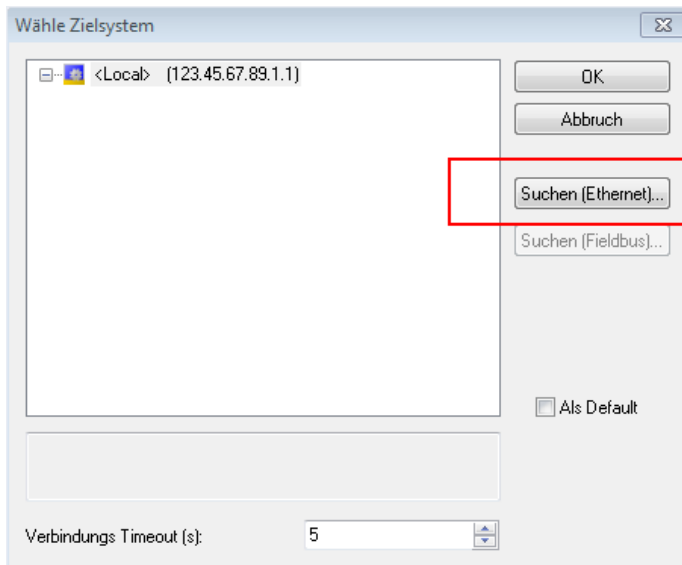


Abb. 49: Auswahldialog: Wähle Zielsystem

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

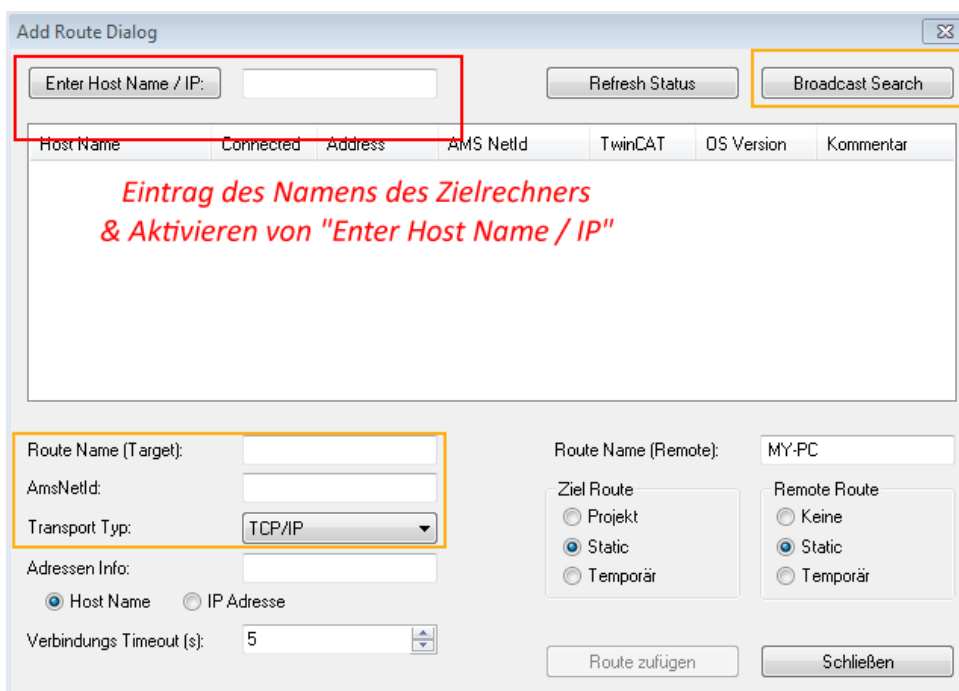
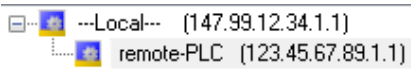


Abb. 50: PLC für den Zugriff des TwinCAT System Managers festlegen: Auswahl des Zielsystems

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.

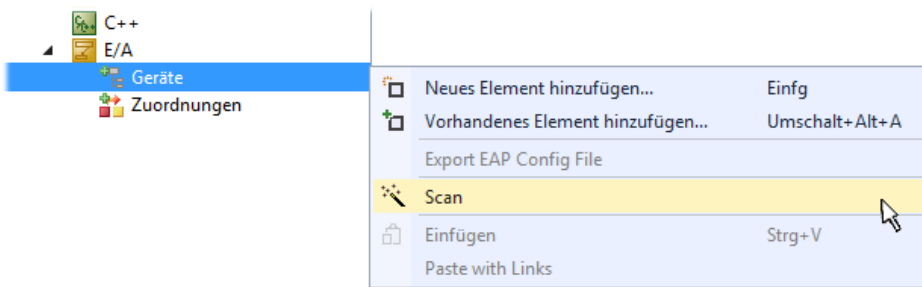


Abb. 51: Auswahl „Scan“

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

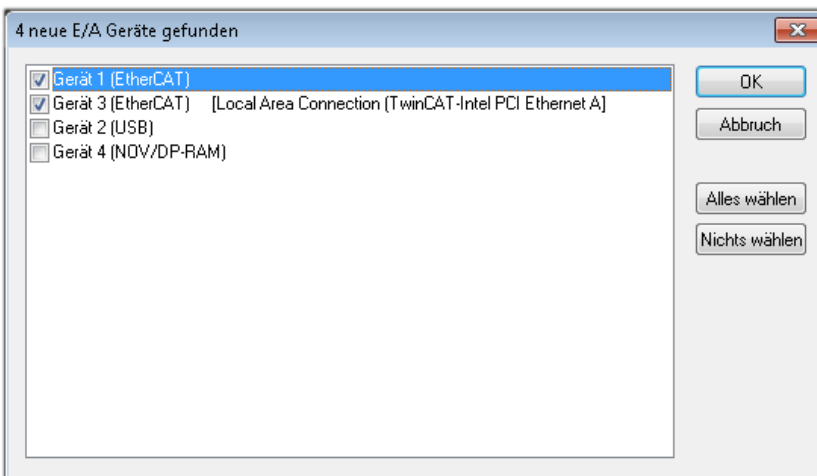


Abb. 52: Automatische Erkennung von E/A Geräten: Auswahl der einzubindenden Geräte

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](#) [► 42] sieht das Ergebnis wie folgt aus:



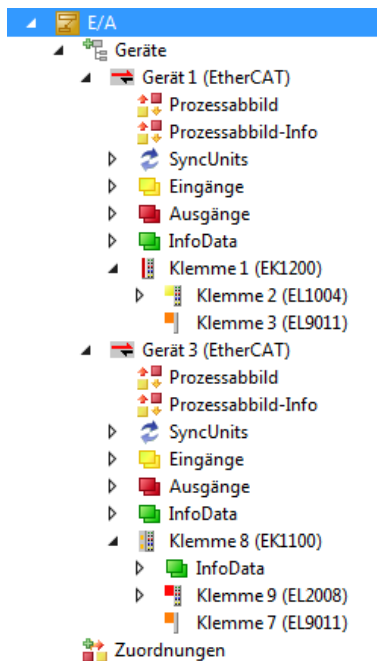


Abb. 53: Abbildung der Konfiguration in VS Shell der TwinCAT 3 Umgebung

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:

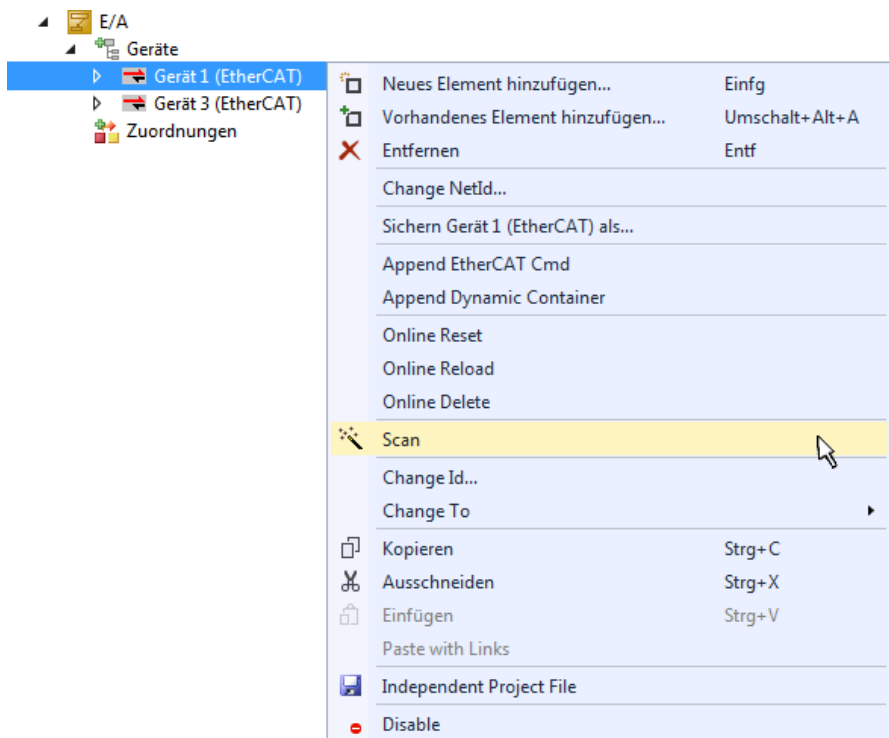


Abb. 54: Einlesen von einzelnen an einem Gerät befindlichen Klemmen

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:

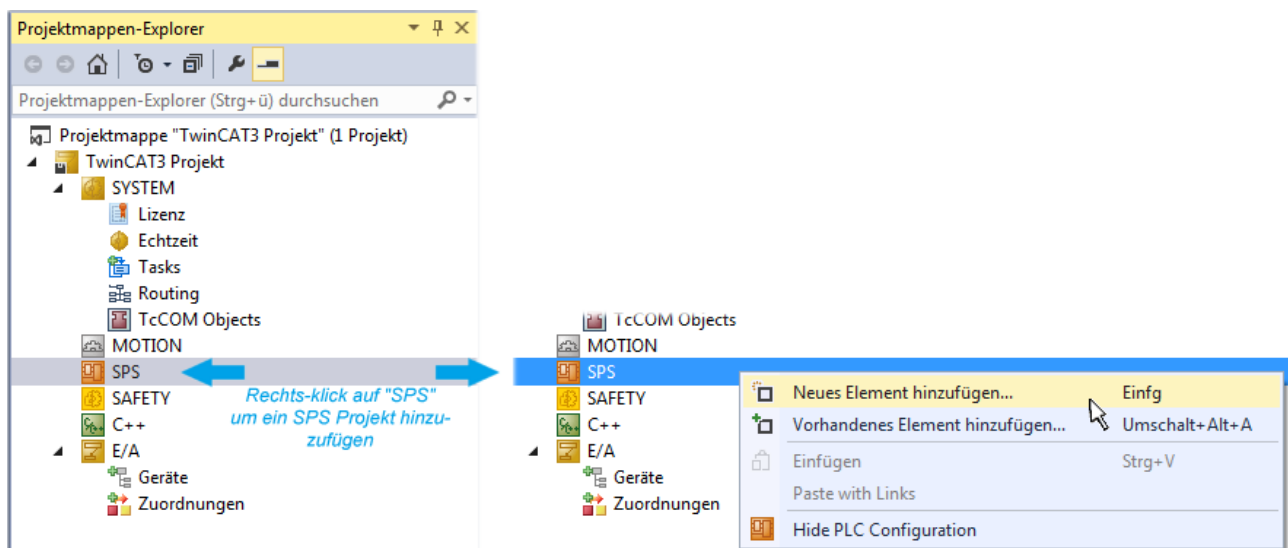


Abb. 55: Einfügen der Programmierungsumgebung in "SPS"

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

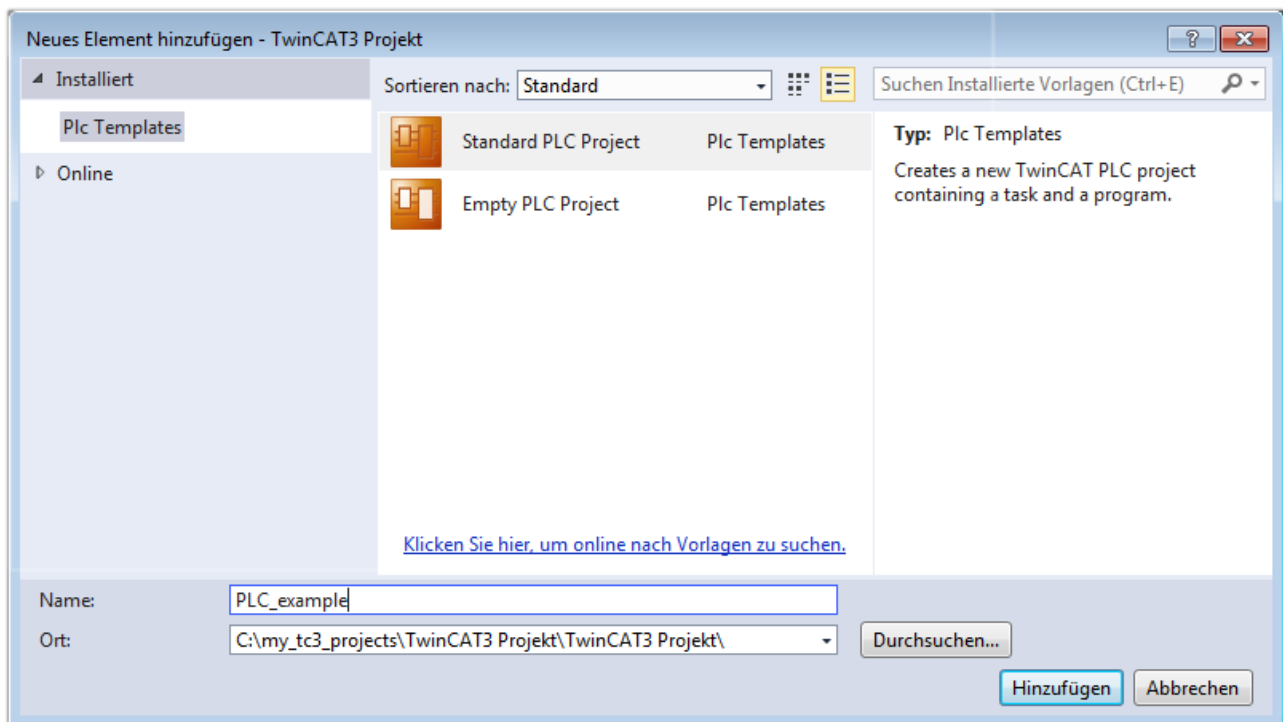


Abb. 56: Festlegen des Namens bzw. Verzeichnisses für die PLC Programmierungsumgebung

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:

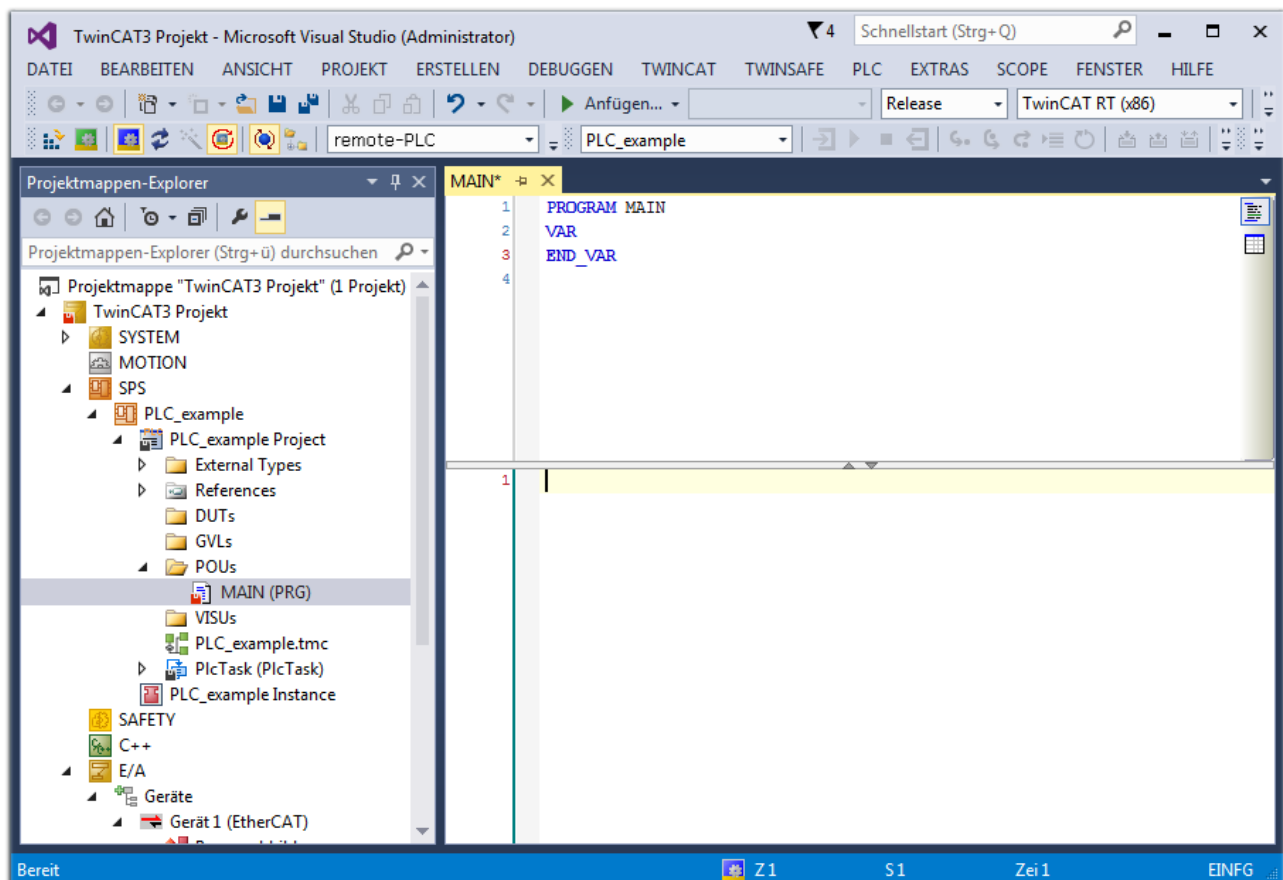


Abb. 57: Initiales Programm "Main" des Standard PLC Projektes

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

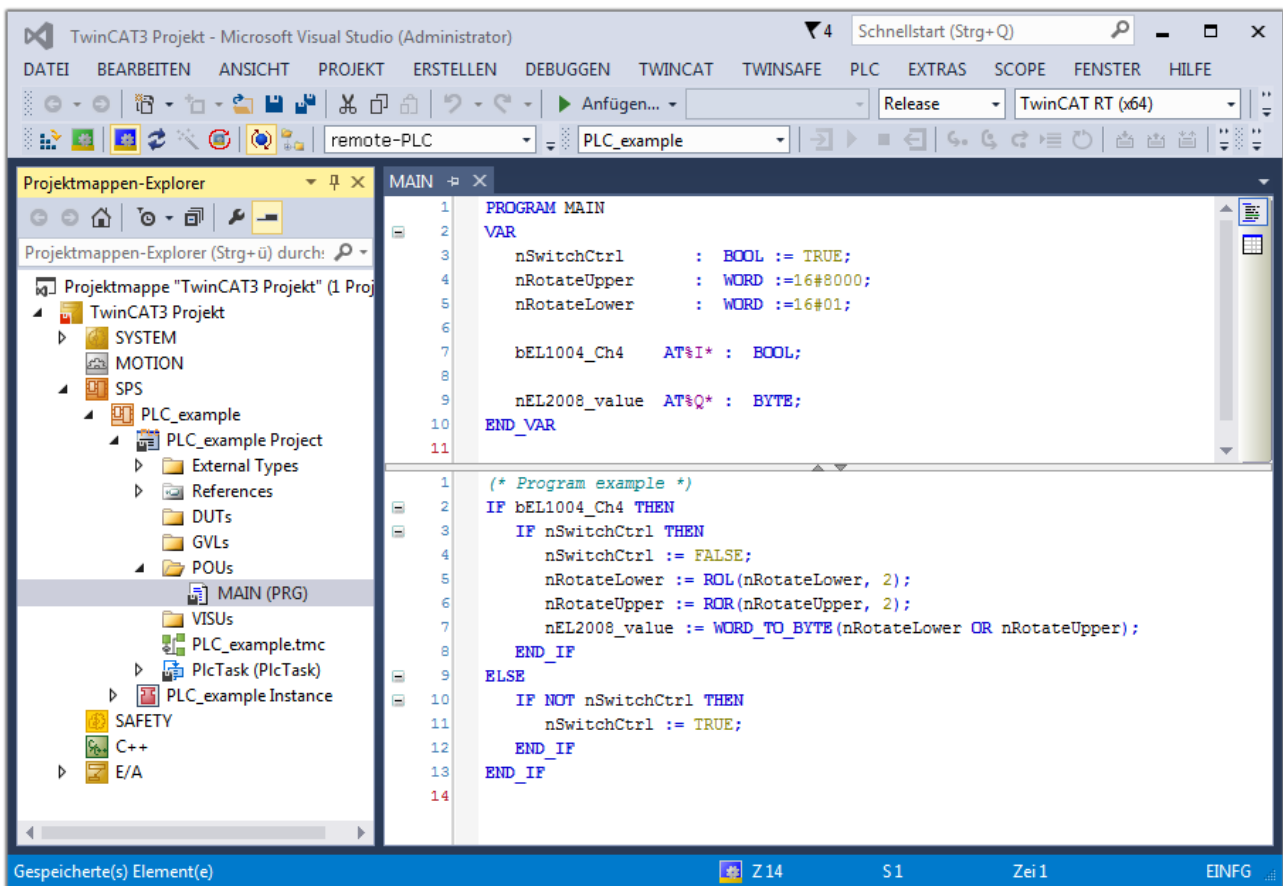


Abb. 58: Beispielprogramm mit Variablen nach einem Kompiliervorgang (ohne Variablenanbindung)

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

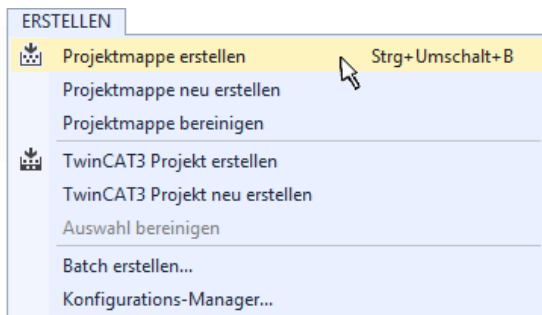
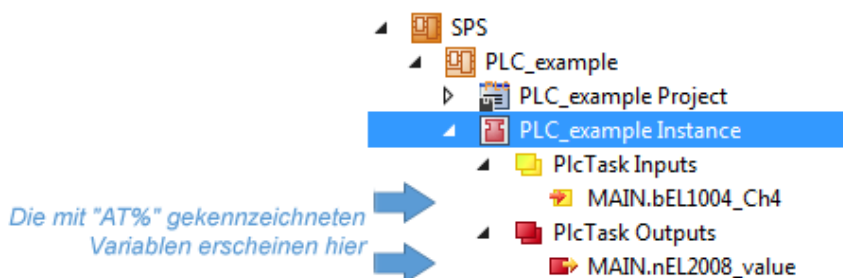


Abb. 59: Kompilierung des Programms starten

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:

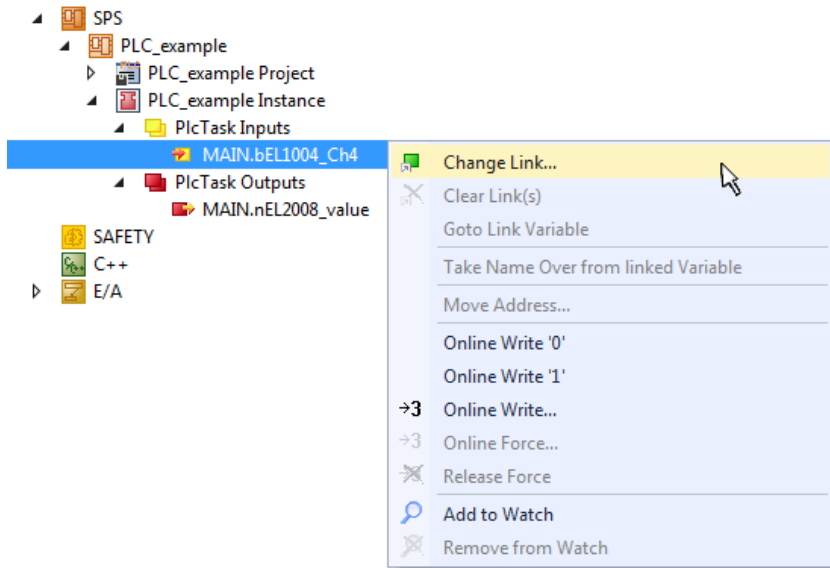


Abb. 60: Erstellen der Verknüpfungen PLC-Variablen zu Prozessobjekten

In dem dadurch geöffneten Fenster kann aus dem SPS-Konfigurationsbaum das Prozessobjekt für die Variable „bEL1004\_Ch4“ vom Typ BOOL selektiert werden:

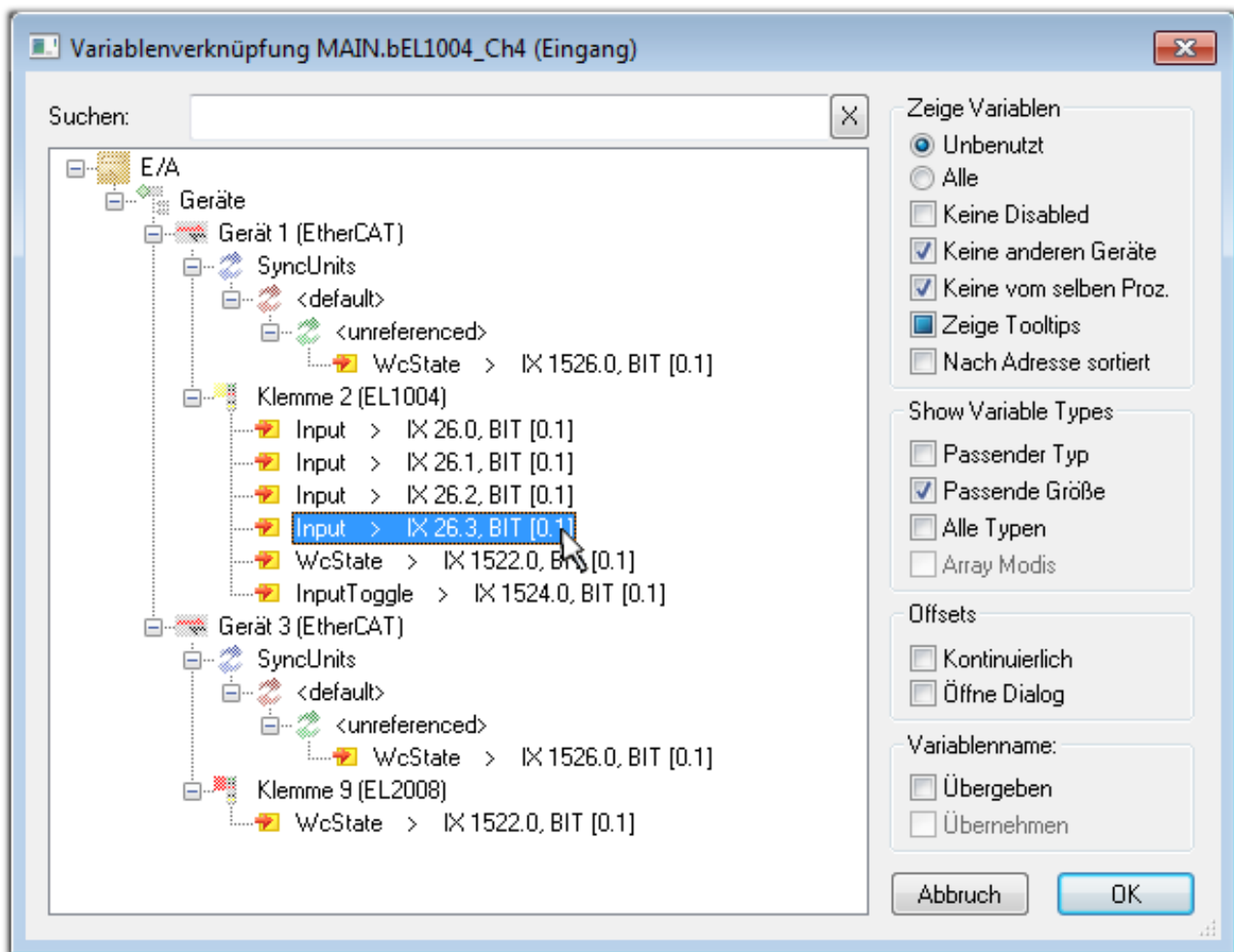


Abb. 61: Auswahl des PDO vom Typ BOOL

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:

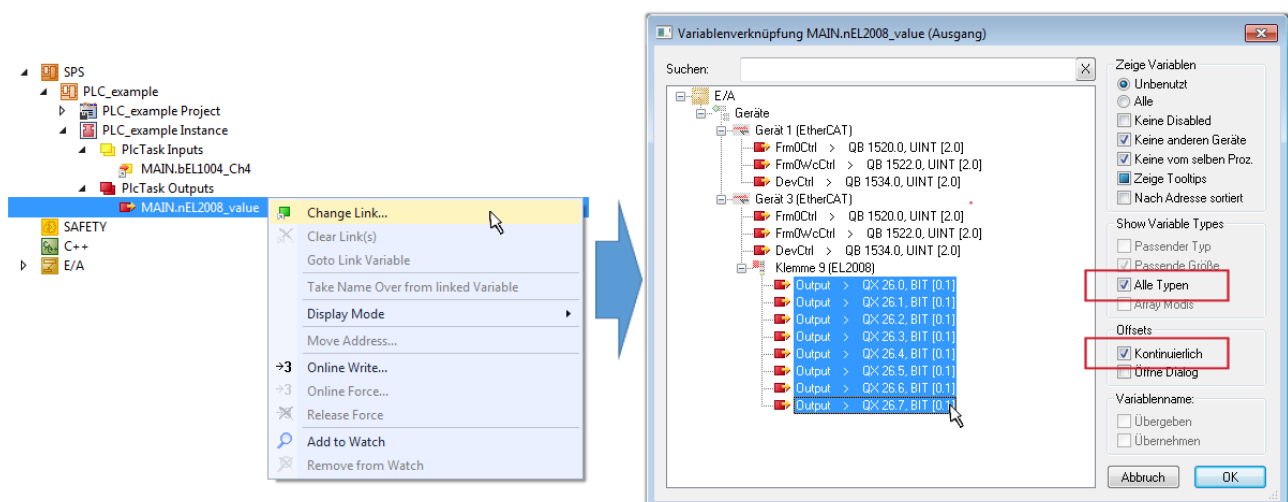



Abb. 62: Auswahl von mehreren PDO gleichzeitig: Aktivierung von "Kontinuierlich" und „Alle Typen“

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:

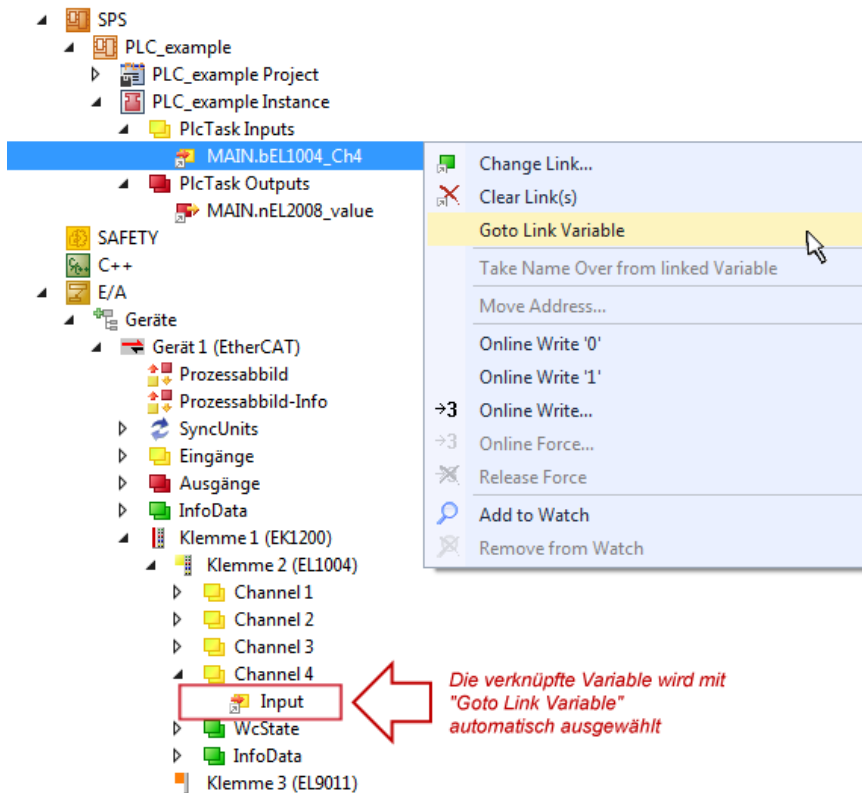



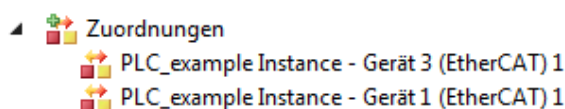
Abb. 63: Anwendung von "Goto Link Variable" am Beispiel von "MAIN.bEL1004\_Ch4"


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:

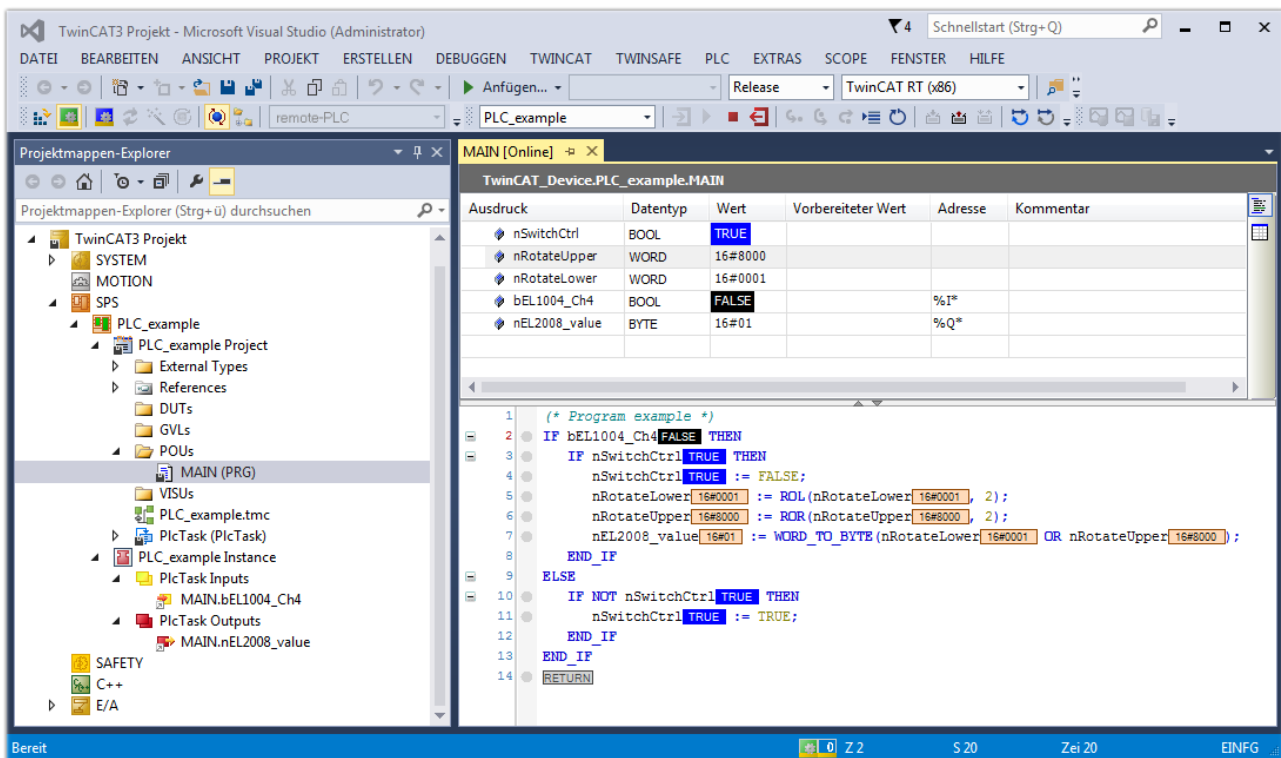




Abb. 64: TwinCAT 3 Entwicklungsumgebung (VS Shell): Logged-in, nach erfolgten Programmstart

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.

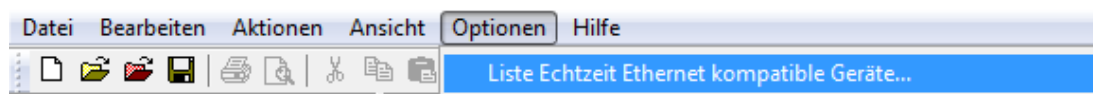


Abb. 65: Aufruf im Systemmanager (TwinCAT 2)

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

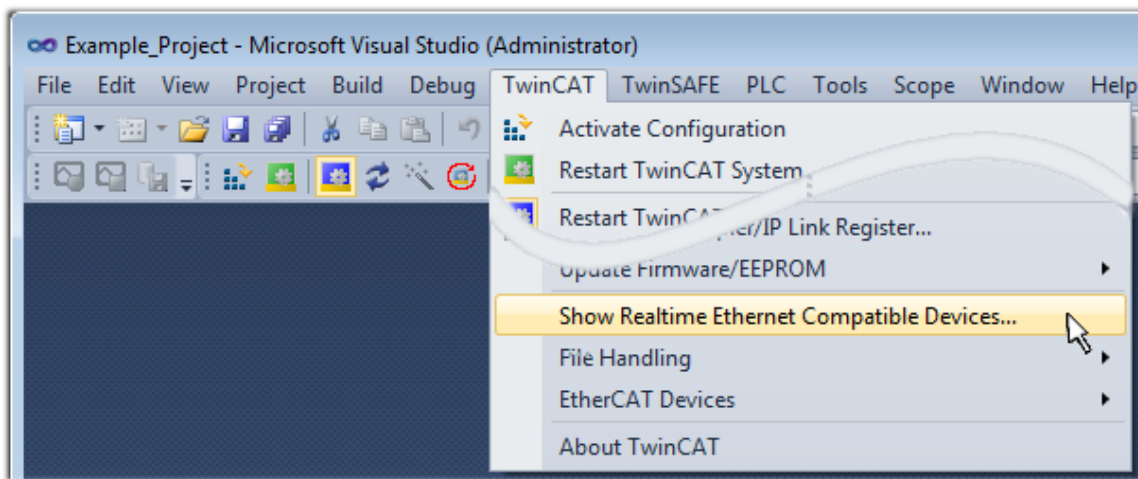


Abb. 66: Aufruf in VS Shell (TwinCAT 3)

Der folgende Dialog erscheint:

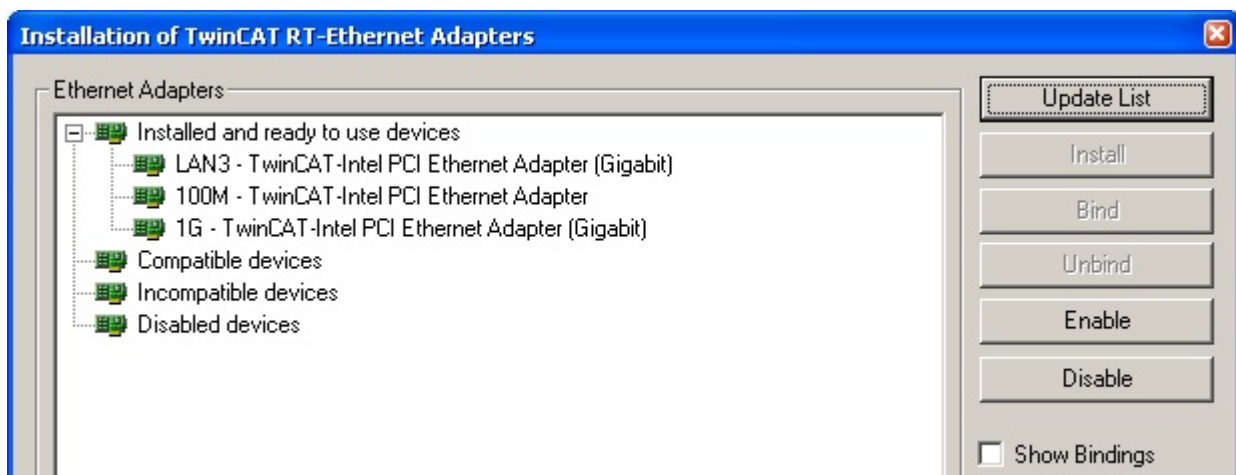


Abb. 67: Übersicht Netzwerkschnittstellen

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

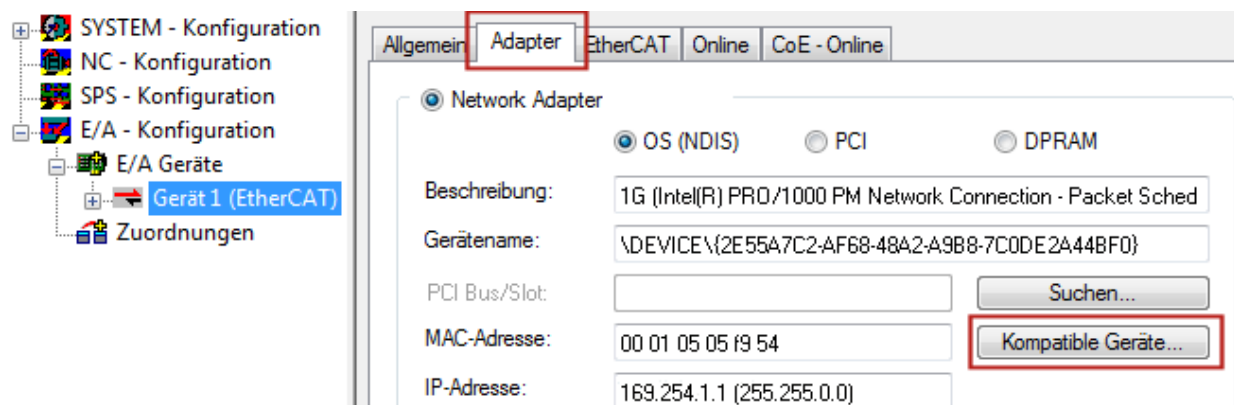
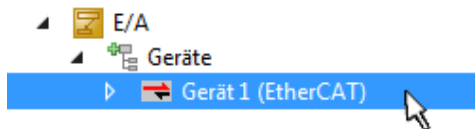


Abb. 68: Eigenschaft von EtherCAT Gerät (TwinCAT 2): Klick auf „Kompatible Geräte...“ von „Adapter“

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)

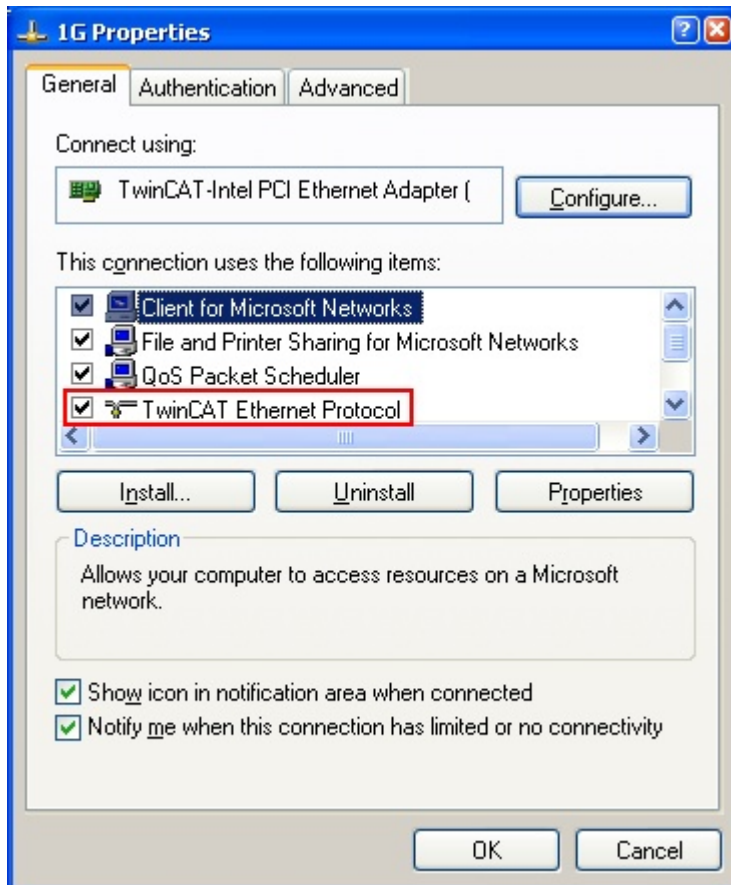


Abb. 69: Windows-Eigenschaften der Netzwerkschnittstelle

Eine korrekte Einstellung des Treibers könnte wie folgt aussehen:

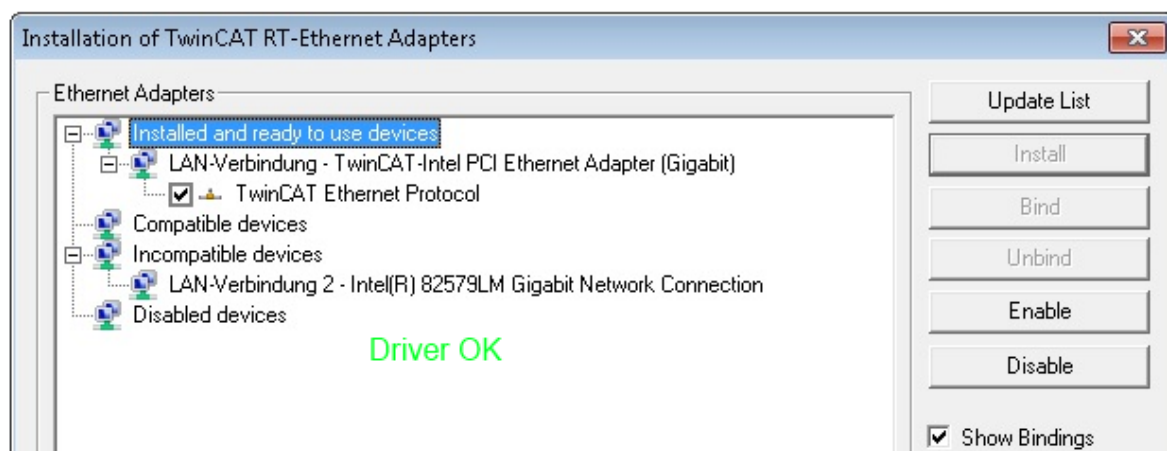


Abb. 70: Beispielhafte korrekte Treiber-Einstellung des Ethernet Ports

Andere mögliche Einstellungen sind zu vermeiden:

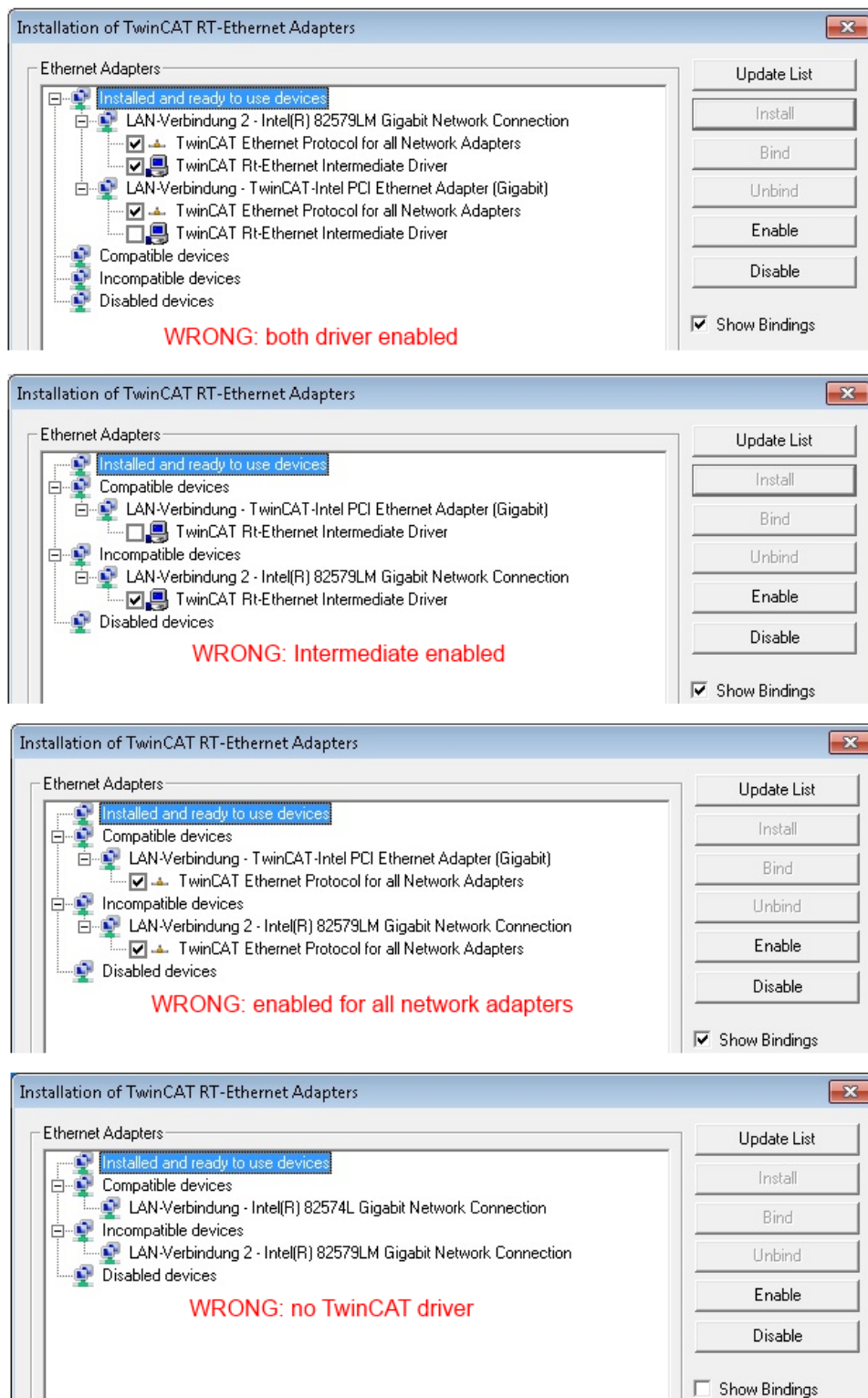


Abb. 71: Fehlerhafte Treiber-Einstellungen des Ethernet Ports

## 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.

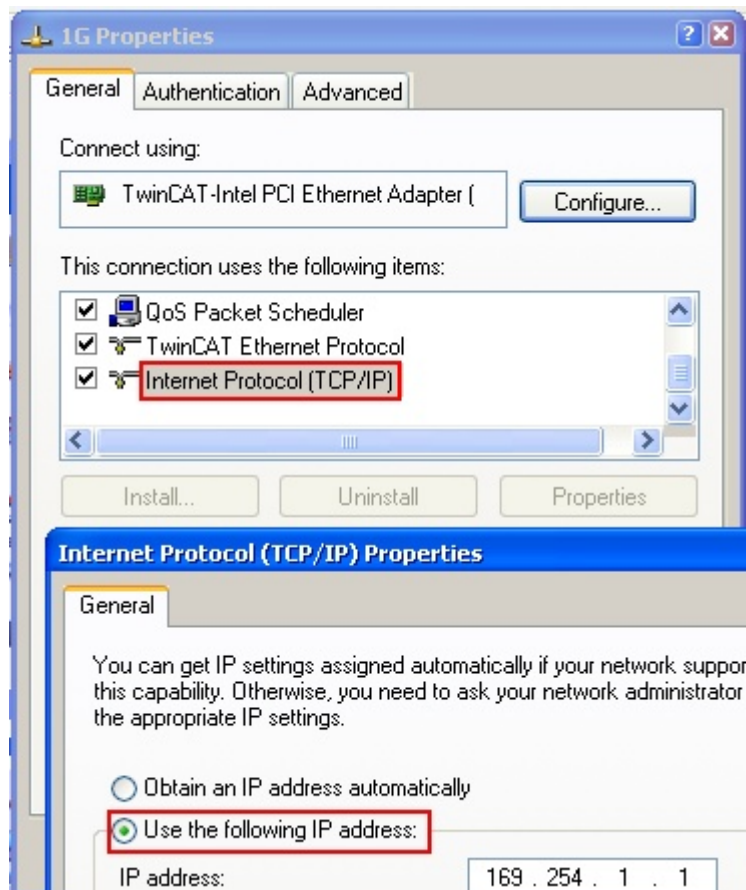


Abb. 72: TCP/IP-Einstellung des Ethernet Ports

## 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](#) [► 74] zur Verfügung.

	<p><b>ESI</b></p> <p>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.</p>
---	--

Hinweis

### Geräteunterscheidung

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

- Familienschlüssel "EL"
- Name "2521"
- Typ "0025"
- und Revision "1018"

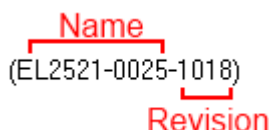


Abb. 73: Gerätebezeichnung: Struktur

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](#) [► 7].



## 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.

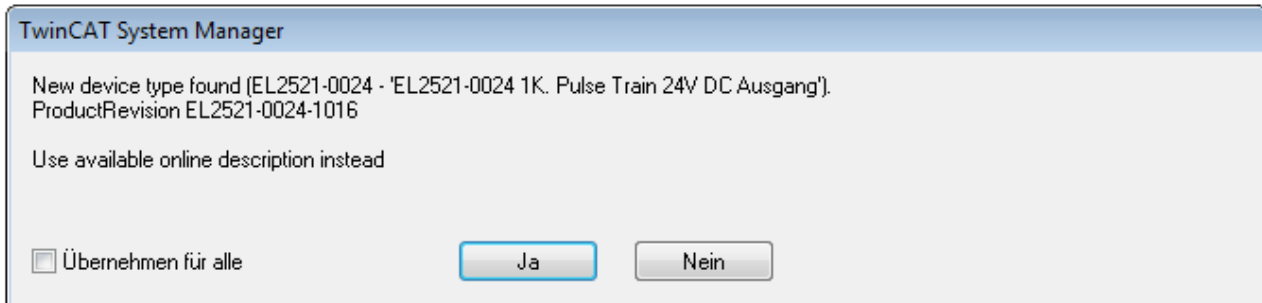


Abb. 74: Hinweisfenster OnlineDescription (TwinCAT 2)

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

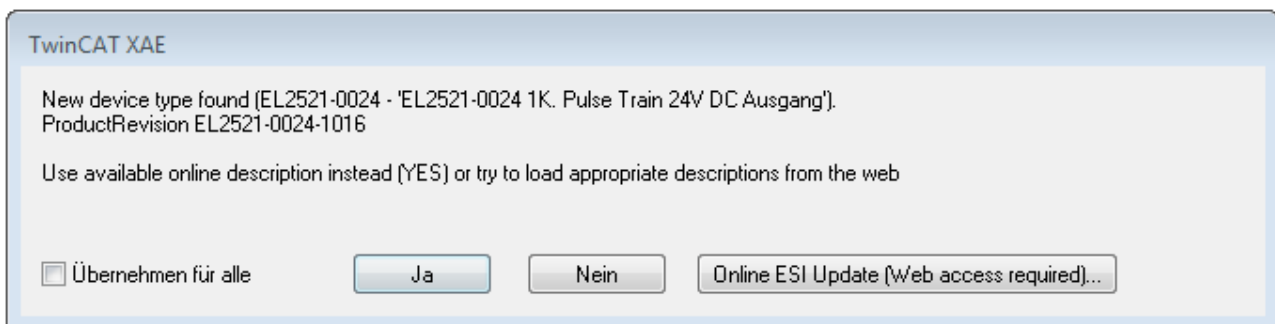



Abb. 75: Hinweisfenster OnlineDescription (TwinCAT 3)

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.

 <p><b>Achtung</b></p>	<p><b>Veränderung der "üblichen" Konfiguration durch Scan</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 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:</li> <li>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.</li> <li>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.</li> </ul>
---	--

Siehe dazu insbesondere das Kapitel „Allgemeine Hinweise zur Verwendung von Beckhoff EtherCAT IO-Komponenten“ und zur manuellen Konfigurationserstellung das Kapitel „Offline Konfigurationserstellung [► 75]“.

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. 76: 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. 77: 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.



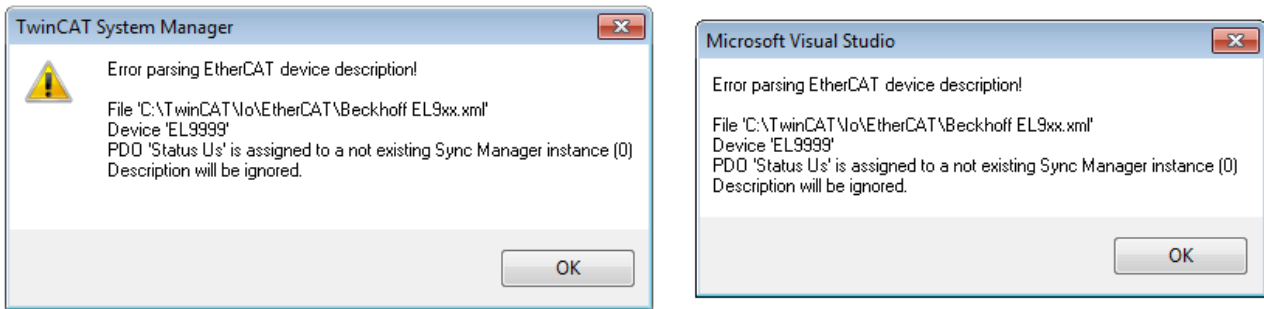


Abb. 78: Hinweisfenster fehlerhafte ESI-Datei (links: TwinCAT 2; rechts: TwinCAT 3)

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:

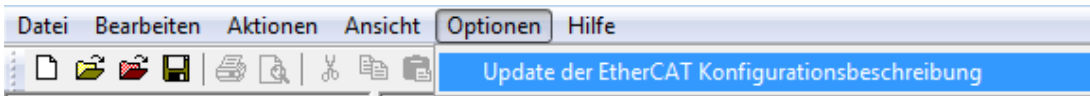


Abb. 79: Anwendung des ESI Updater (>=TwinCAT 2.11)

Der Aufruf erfolgt unter:

„Options“ → „Update EtherCAT Device Descriptions“.

Auswahl bei TwinCAT 3:

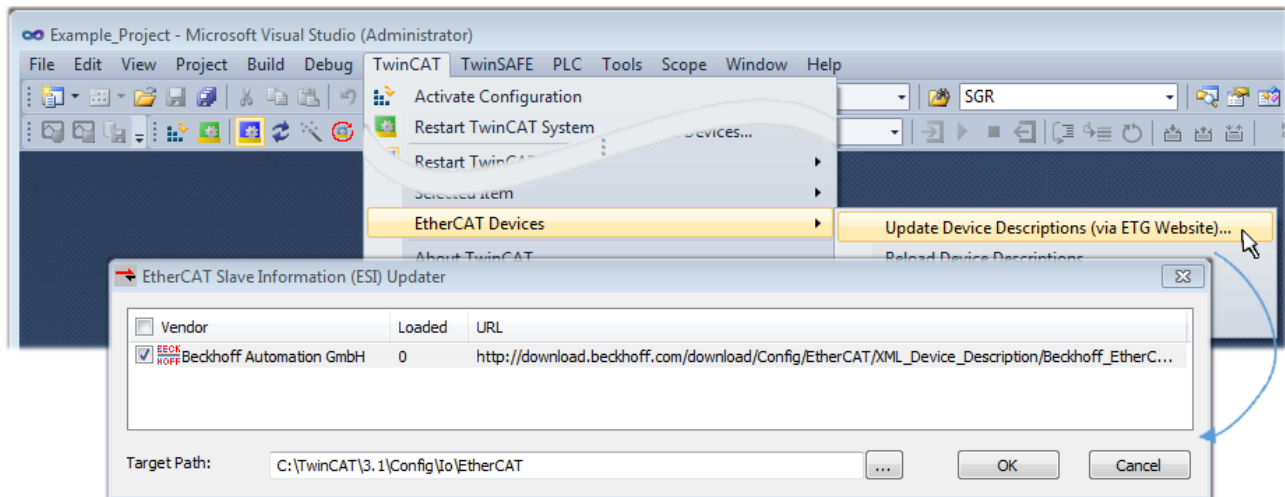


Abb. 80: Anwendung des ESI Updater (TwinCAT 3)

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-URL-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“](#) [► 70].

### 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 [► 80] (Ethernet-Port am IPC)
- Erkennen der angeschlossenen EtherCAT-Teilnehmer [► 81]. Dieser Schritt kann auch unabhängig vom vorangehenden durchgeführt werden.
- Problembehandlung [► 84]

Auch kann der Scan bei bestehender Konfiguration [► 85] 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.

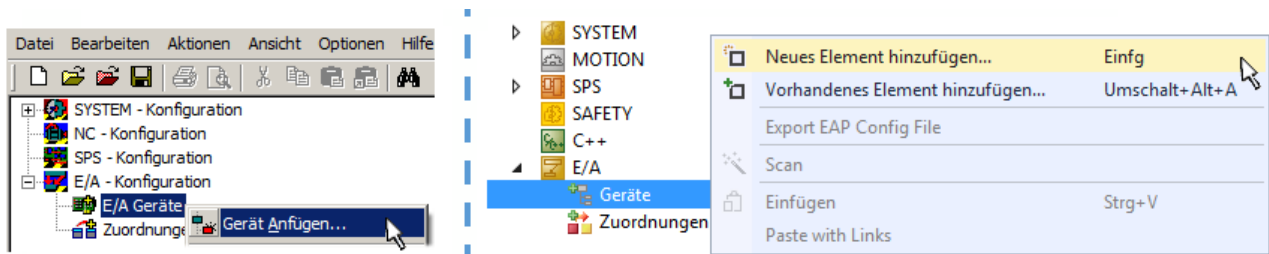


Abb. 81: Anfügen eines EtherCAT Device: links TwinCAT 2; rechts TwinCAT 3

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.

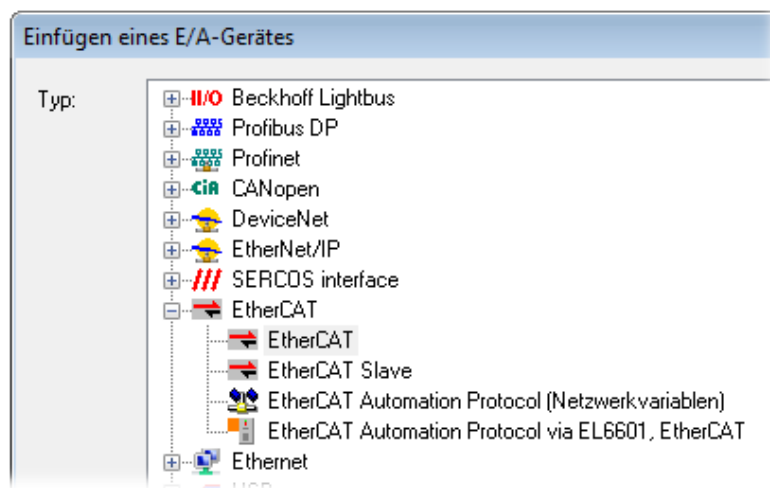


Abb. 82: Auswahl EtherCAT Anschluss (TwinCAT 2.11, TwinCAT 3)

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

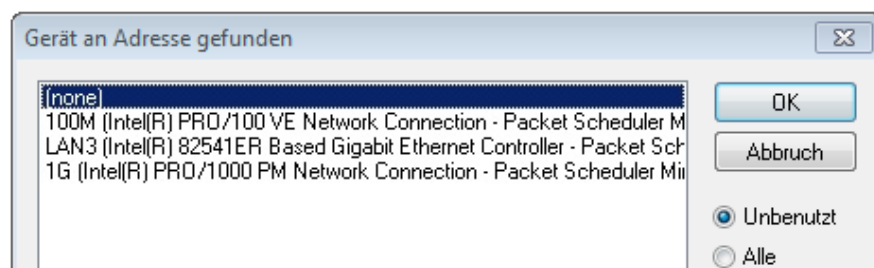


Abb. 83: Auswahl Ethernet Port

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)“.

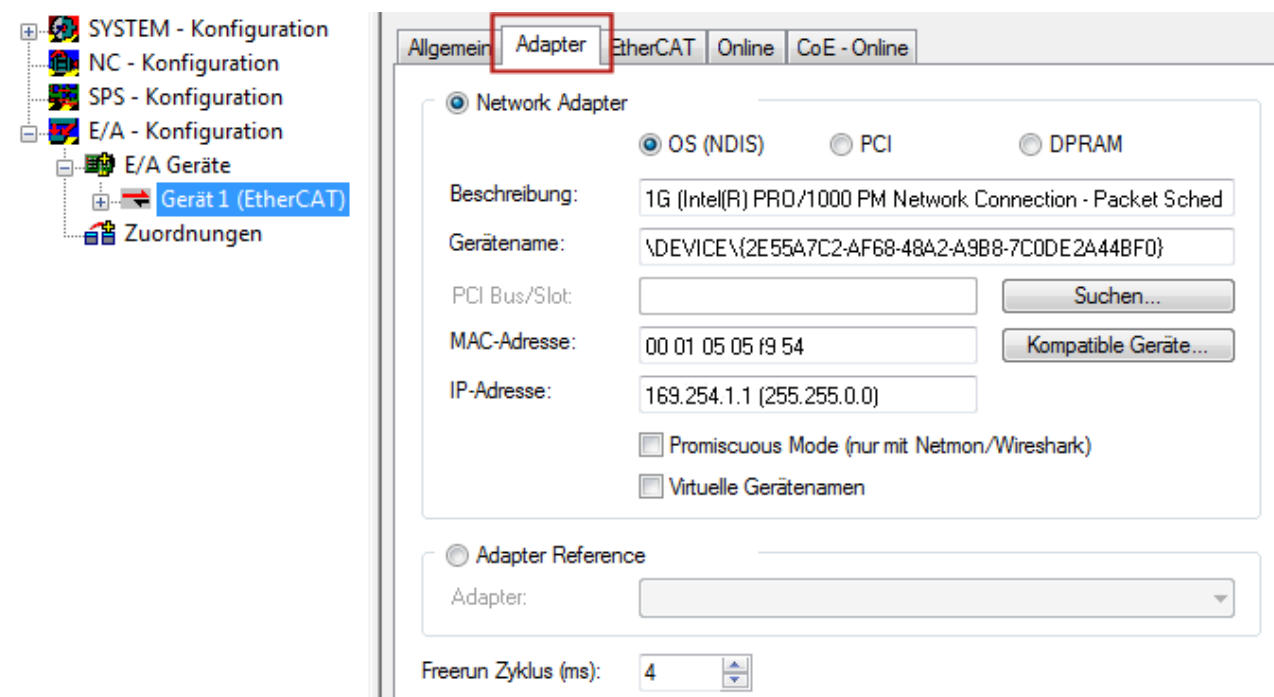
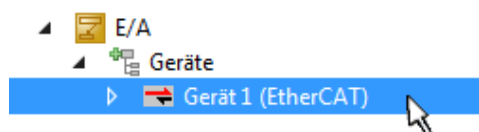


Abb. 84: Eigenschaften EtherCAT Gerät (TwinCAT 2)

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](#) [► 65].

**Definieren von EtherCAT Slaves**

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

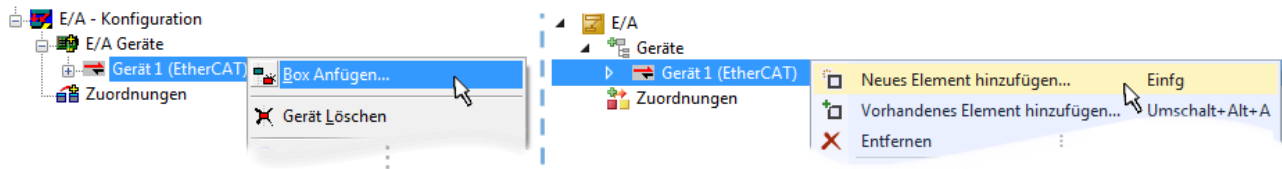


Abb. 85: Anfügen von EtherCAT Geräten (links: TwinCAT 2; rechts: TwinCAT 3)

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).

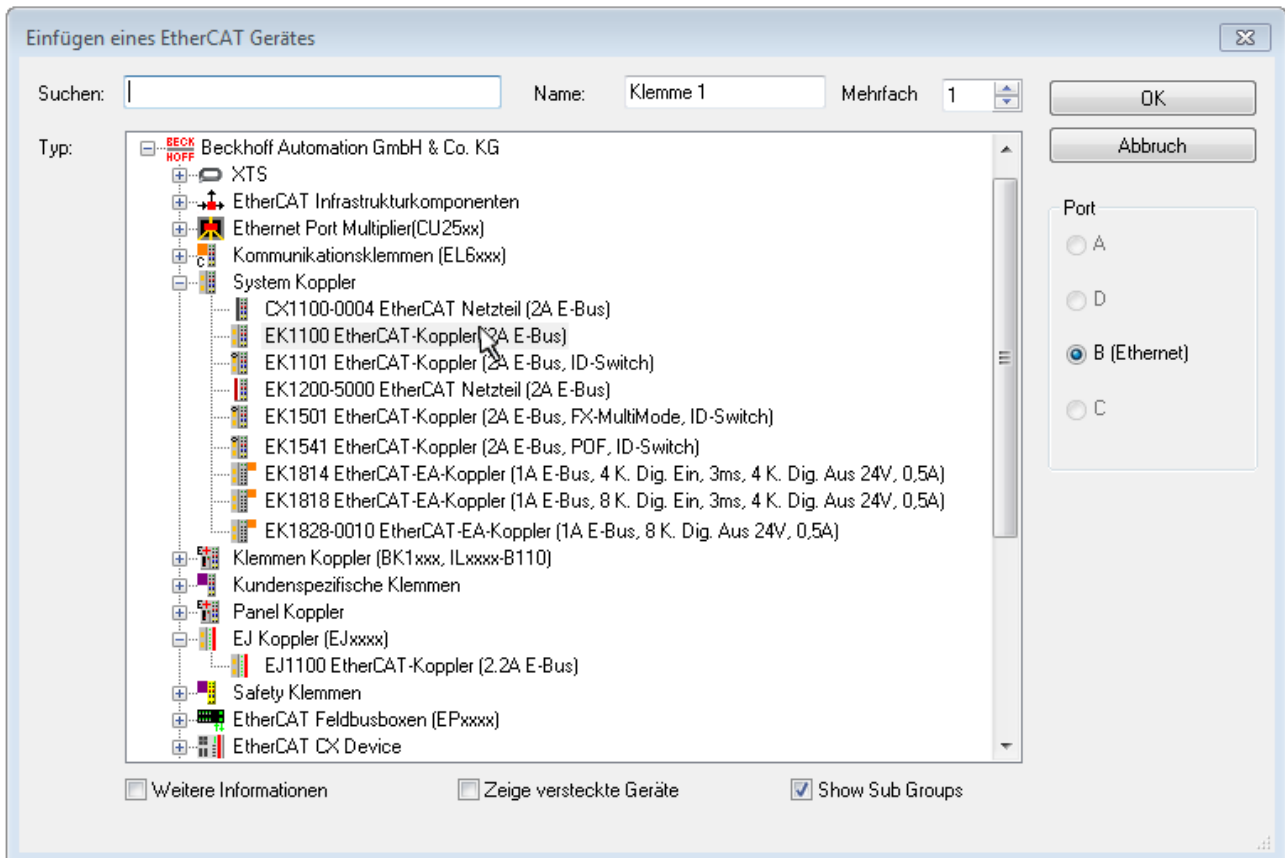


Abb. 86: Auswahldialog neues EtherCAT Gerät

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.

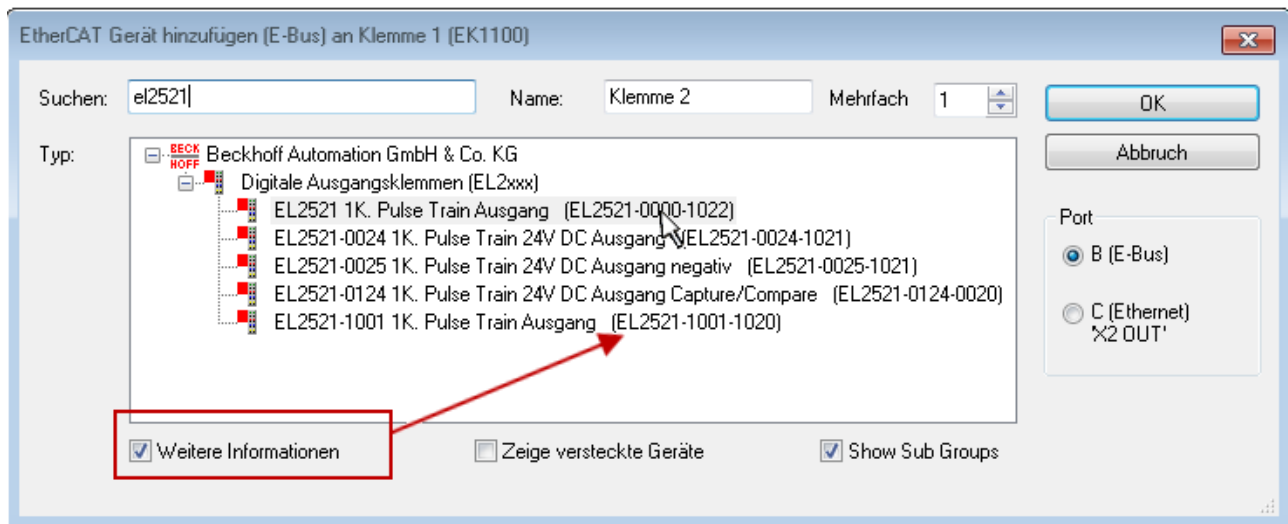


Abb. 87: Anzeige Geräte-Revision

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“.

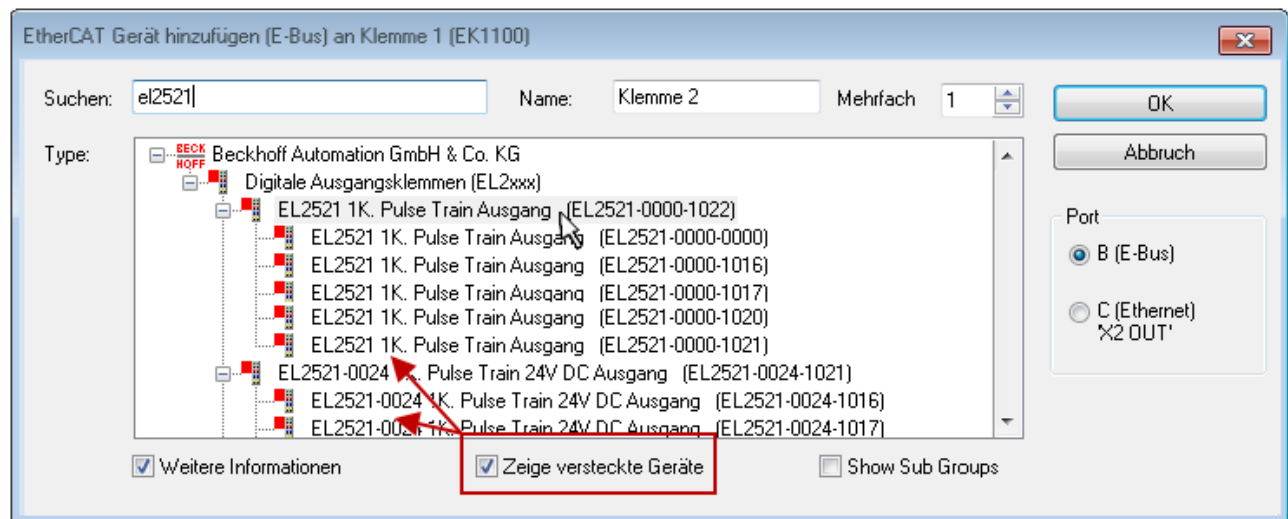


Abb. 88: Anzeige vorhergehender Revisionen

**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. 89: 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, ...

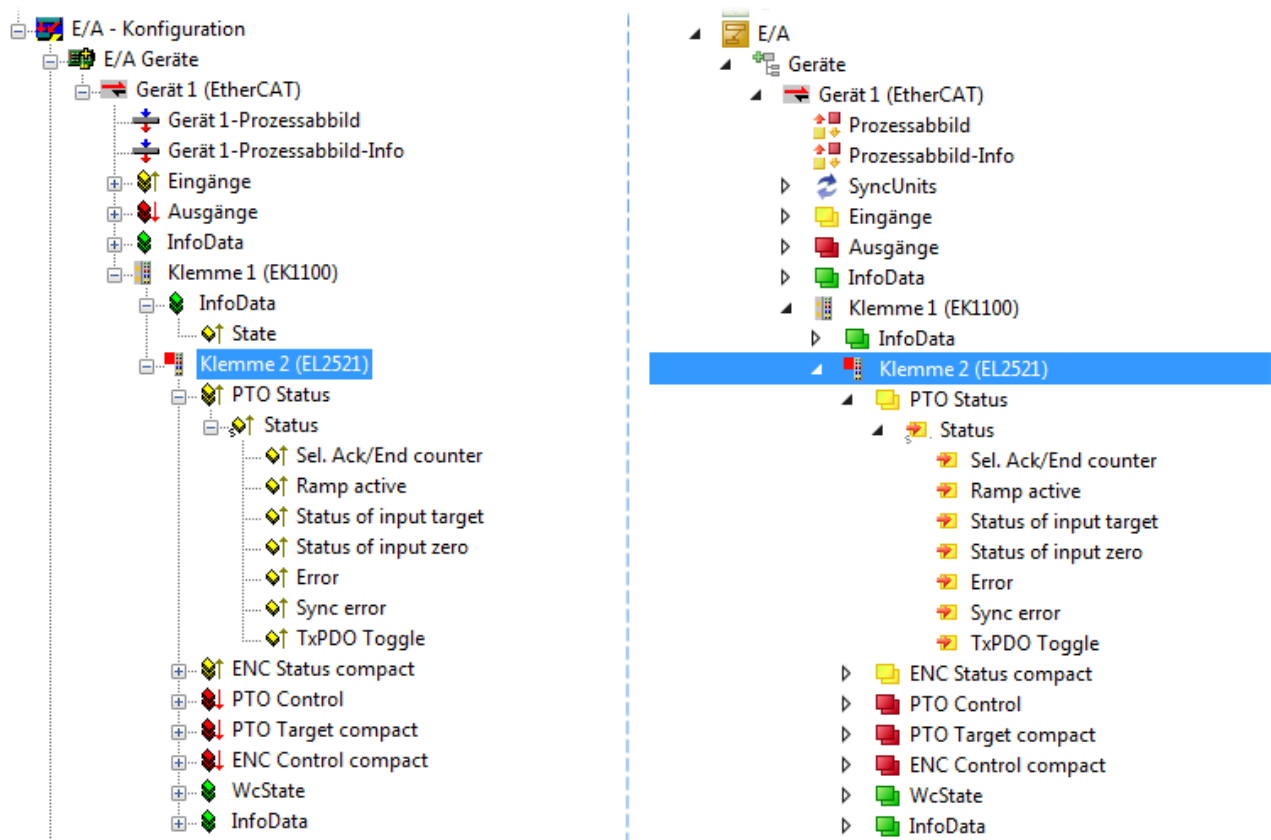




Abb. 90: EtherCAT Klemme im TwinCAT-Baum (links: TwinCAT 2; rechts: TwinCAT 3)





## 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. 91: 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.

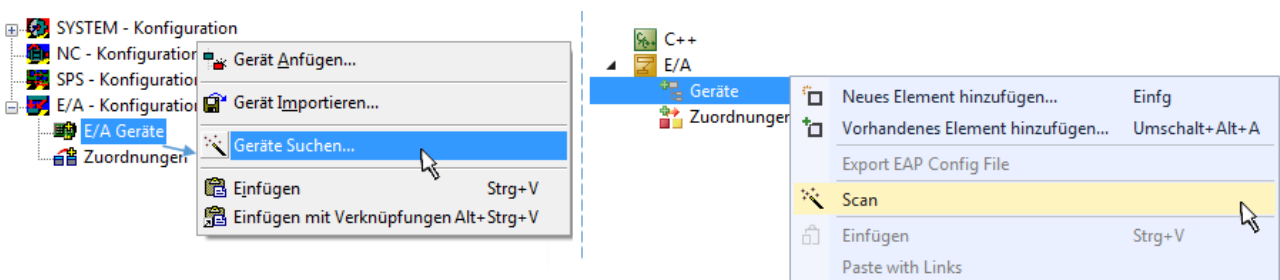


Abb. 92: Scan Devices (links: TwinCAT 2; rechts: TwinCAT 3)

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



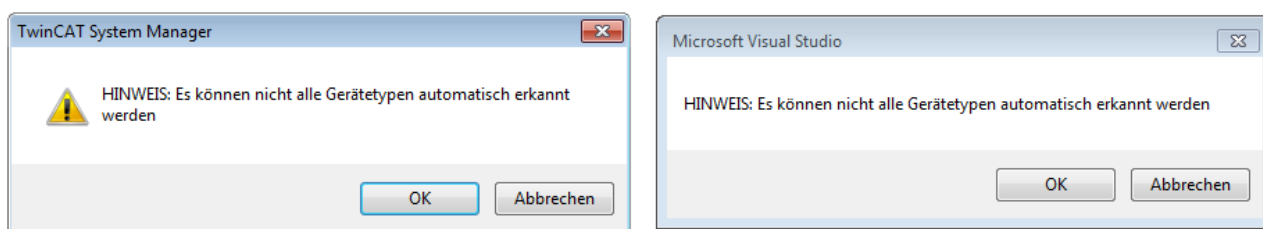


Abb. 93: Hinweis automatischer GeräteScan (links: TwinCAT 2; rechts: TwinCAT 3)

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.

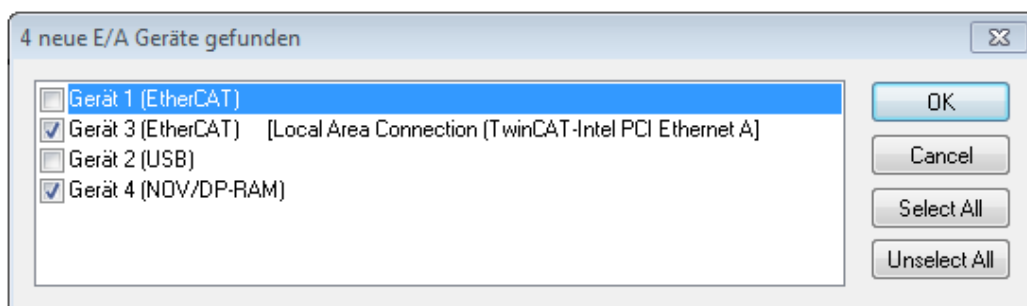


Abb. 94: Erkannte Ethernet-Geräte

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](#) [► 65].

### 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. 95: 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 [► 85] 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:

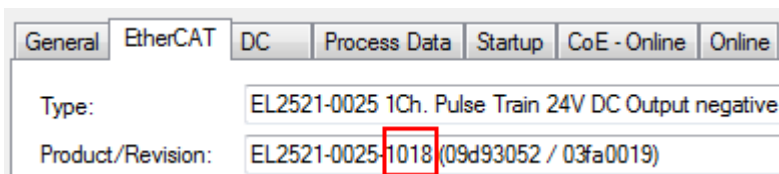


Abb. 96: Einbau EtherCAT-Klemme mit Revision -1018

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 [► 85] 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:

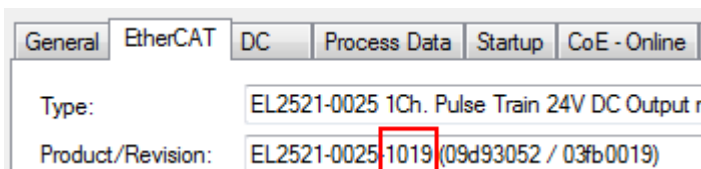


Abb. 97: Erkennen EtherCAT-Klemme mit Revision -1019

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

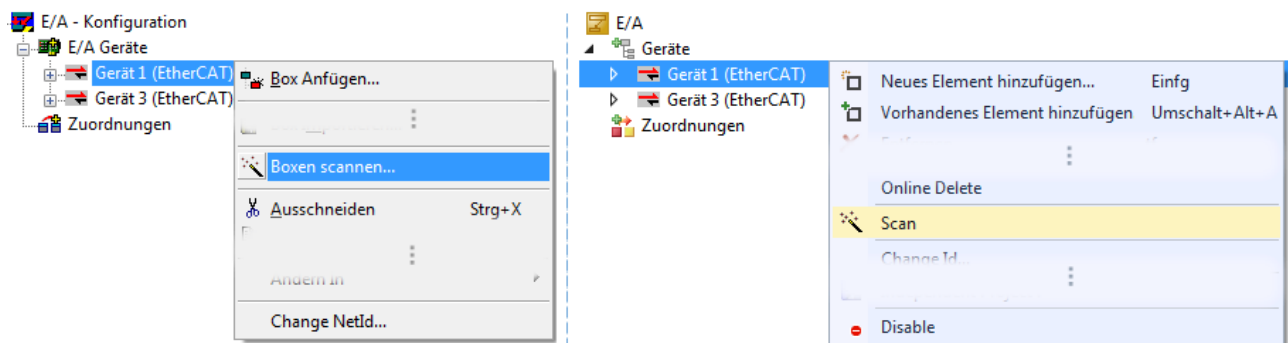


Abb. 99: Manuelles Auslösen des Teilnehmer-Scans auf festgelegtem EtherCAT Device (links: TwinCAT 2; rechts TwinCAT 3)

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



Abb. 100: Scanfortschritt am Beispiel von TwinCAT 2

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

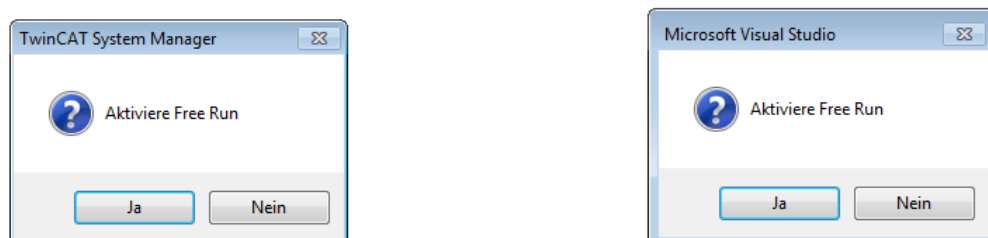


Abb. 101: Abfrage Config/FreeRun (links: TwinCAT 2; rechts TwinCAT 3)

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



Abb. 103: 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. 104: 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](#) [► 75] 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.

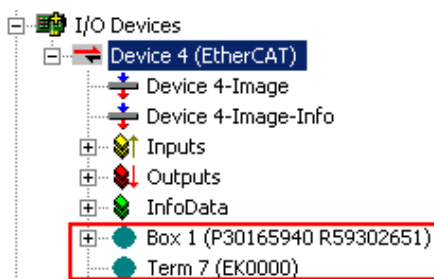


Abb. 105: Fehlerhafte Erkennung

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

#### Veränderung der Konfiguration nach Vergleich

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

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

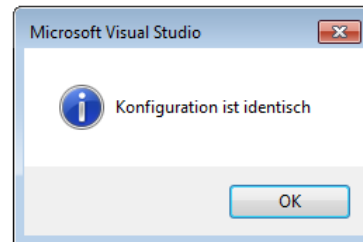
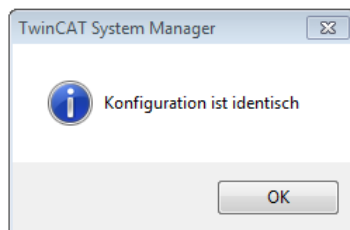


Abb. 106: Identische Konfiguration (links: TwinCAT 2; rechts TwinCAT 3)

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

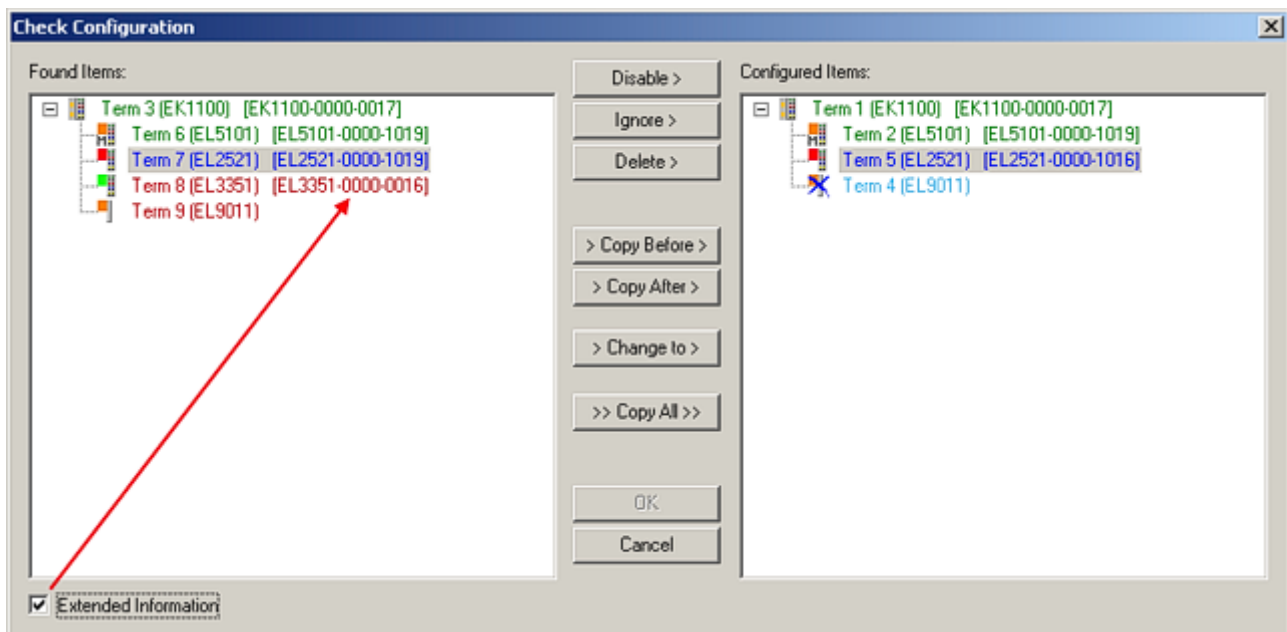


Abb. 107: Korrekturdialog

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"> <li>Dieser EtherCAT Slave ist auf der Gegenseite nicht vorhanden</li> <li>Er ist vorhanden, aber in einer anderen Revision, die sich auch in den Eigenschaften von der angegebenen unterscheidet.</li> </ul> <p>Auch hier gilt dann das Kompatibilitätsprinzip: Ist die gefundene Revision &gt; 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 &lt; 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. 108: 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.

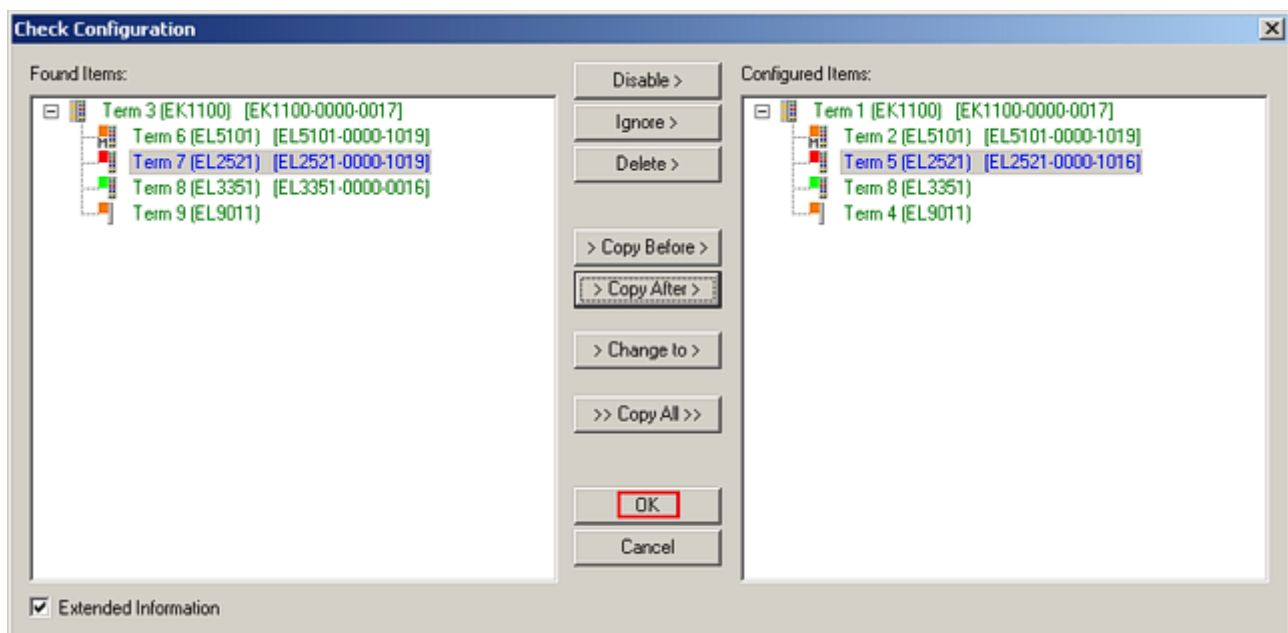


Abb. 109: Korrekturdialog mit Änderungen

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

**Change to compatible device**

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



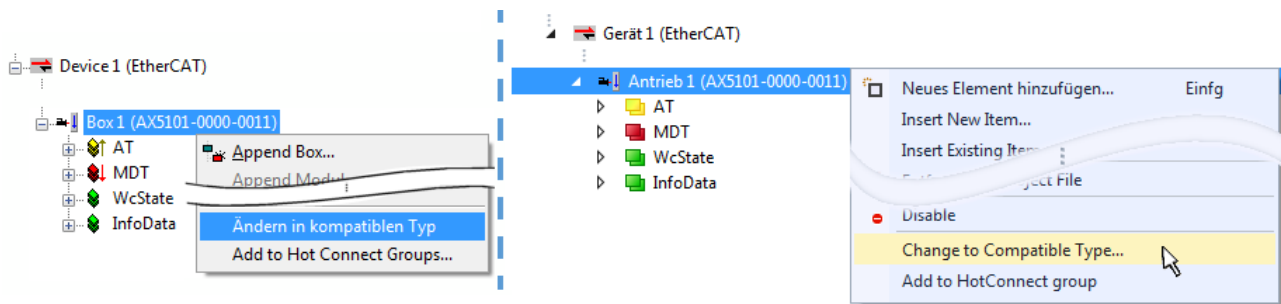


Abb. 110: Dialog "Change to Compatible Type..." (links: TwinCAT 2; rechts TwinCAT 3)

Diese Funktion ist vorzugsweise auf AX5000-Geräten anzuwenden. Wenn aufgerufen, schlägt TwinCAT die Geräte vor die er im zugehörigen Unterordner findet, beim AX5000 z.B. in \TwinCAT\IO\EtherCAT\Beckhoff AX5xxx.

## Change to Alternative Type

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

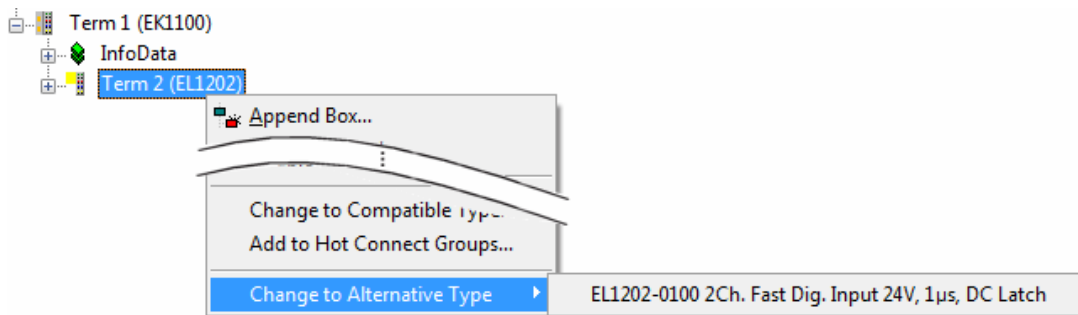


Abb. 111: TwinCAT 2 Dialog Change to Alternative Type

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).

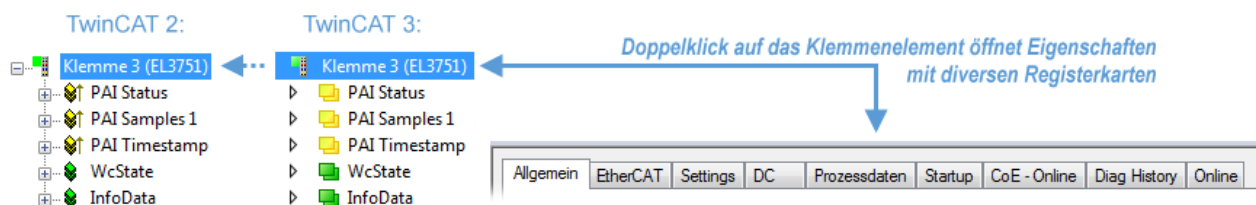


Abb. 112: „Baumzweig“ Element als Klemme EL3751

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. 113: Karteireiter „Allgemein“

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

### Karteireiter „EtherCAT“

Abb. 114: Karteireiter „EtherCAT“

<b>Typ</b>	Typ des EtherCAT-Geräts
<b>Product/Revision</b>	Produkt- und Revisions-Nummer des EtherCAT-Geräts
<b>Auto Inc Adr.</b>	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 <sub>hex</sub> und für jeden weiteren Folgenden wird die Adresse um 1 verringert (FFFF <sub>hex</sub> , FFFE <sub>hex</sub> usw.).
<b>EtherCAT Adr.</b>	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.
<b>Vorgänger Port</b>	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.
<b>Weitere Einstellungen</b>	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 (**Process Data Objects, 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.

The screenshot displays the 'Prozessdaten' (Process Data) configuration window. At the top, there are tabs for 'Allgemein', 'EtherCAT', 'Prozessdaten' (selected), 'Startup', 'CoE - Online', and 'Online'. The 'Sync-Manager' section contains a table with the following data:

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

The 'PDO-Liste' section shows a table with the following data:

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

The 'PDO-Zuordnung (0x1C13)' section has a checkbox labeled '0x1A00' which is checked. The 'PDO-Inhalt (0x1A00)' section shows a table with the following data:

Index	Size	Offs	Name	Type
0x3101:01	1.0	0.0	Status	BYTE
0x3101:02	4.0	1.0	Value	UDINT

At the bottom, there are buttons for 'Download', 'Lade PDO-Info aus dem Gerät', and 'Sync-Unit-Zuordnung...'. The 'Download' button has two sub-options: 'PDO-Zuordnung' and 'PDO-Konfiguration', both of which are checked.

Abb. 115: 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 parametrisiert 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.

The screenshot shows the 'Process Data' configuration window for an EtherCAT device. The left sidebar (A) shows the project tree with 'Term 2 (EL3162)' selected. The 'Sync Manager' (B) shows a table of sync managers with 'Term 2 (EL3162)' selected. The 'PDO List' (C) shows a table of PDOs with '0x1A00' selected. The 'PDO Assignment' (D) shows a table of PDO assignments with '0x1A00' and '0x1A01' checked. The 'Predefined PDO Assignment' (E) shows 'none' selected. The 'Download' (G) section has 'PDO Assignment' and 'PDO Configuration' checked. The 'PDO Content' (F) shows a table of PDO content with '0x1A00:01' and '0x1A00:02' selected. The 'Sync Unit Assignment' (H) shows a table of sync unit assignments with '0x1A00:01' and '0x1A00:02' selected. The 'Sync Manager' (I) shows a table of sync managers with 'Term 2 (EL3162)' selected. The 'PDO List' (J) shows a table of PDOs with '0x1A00' selected.

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

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

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

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. 116: 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 [► 96] 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.

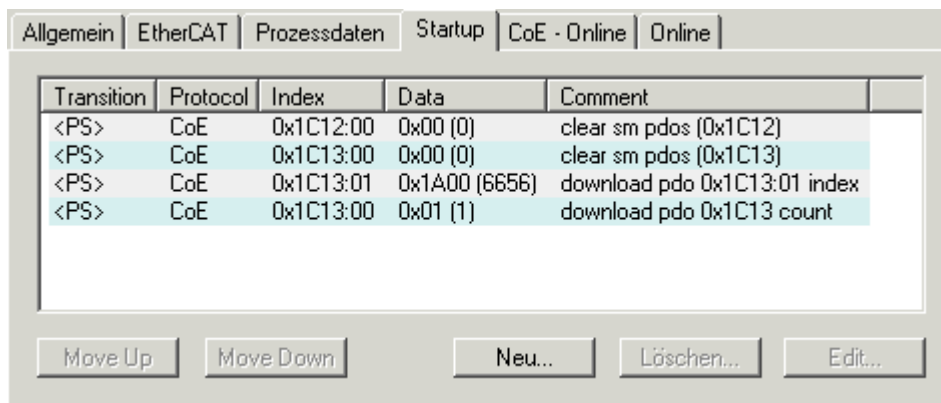


Abb. 117: Karteireiter „Startup“

Spalte	Beschreibung
Transition	Übergang, in den der Request gesendet wird. Dies kann entweder <ul style="list-style-type: none"> <li>• der Übergang von Pre-Operational to Safe-Operational (PS) oder</li> <li>• der Übergang von Safe-Operational to Operational (SO) sein.</li> </ul> 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

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

The screenshot shows the 'CoE - Online' tab in the Beckhoff software. At the top, there are tabs for 'Allgemein', 'EtherCAT', 'Prozessdaten', 'Startup', 'CoE - Online', and 'Online'. Below the tabs, there are buttons for 'Update List', 'Advanced...', and a checkbox for 'Auto Update'. A filter box shows 'All Objects'. The main area is a table with the following columns: Index, Name, Flags, and Wert.

Index	Name	Flags	Wert
1000	Device type	RO	0x00000000 (0)
1008	Device name	RO	EL5001-0000
1009	Hardware version	RO	V00.01
100A	Software version	RO	V00.07
1011:0	Restore default param...	R/W	> 1 <
1011:01	Restore all	R/W	0
1018:0	Identity object	RO	> 4 <
1018:01	Vendor id	RO	0x00000002 (2)
1018:02	Product code	RO	0x13893052 (327757906)
1018:03	Revision number	RO	0x00000000 (0)
1018:04	Serial number	RO	0x00000001 (1)
1A00:0	TxPDO 001 mapping	RO	> 2 <
1A00:01	Subindex 001	RO	0x3101:01, 8
1A00:02	Subindex 002	RO	0x3101:02, 32
1C00:0	SM type	RO	> 4 <
1C00:01	Subindex 001	RO	0x01 (1)
1C00:02	Subindex 002	RO	0x02 (2)
1C00:03	Subindex 003	RO	0x03 (3)
1C00:04	Subindex 004	RO	0x04 (4)
1C13:0	SM 3 PDO assign (inputs)	R/W	> 1 <
1C13:01	Subindex 001	R/W	0x1A00 (6656)
3101:0	Inputs	RO P	> 2 <
3101:01	Status	RO P	0x41 (65)
3101:02	Value	RO P	0x00000000 (0)
4061:0	Feature bits	R/W	> 4 <
4061:01	disable frame error	R/W	FALSE
4061:02	enable power failure Bit	R/W	FALSE
4061:03	enable inhibit time	R/W	FALSE
4061:04	enable test mode	R/W	FALSE
4066	SSI-coding	R/W	Gray code (1)
4067	SSI-baudrate	R/W	500 kBAud (3)
4068	SSI-frame type	R/W	Multiturn 25 bit (0)
4069	SSI-frame size	R/W	0x0019 (25)
406A	Data length	R/W	0x0018 (24)
406B	Min. inhibit time[μs]	R/W	0x0000 (0)

Abb. 118: 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 Auto Update

Die Schaltfläche *Update List* aktualisiert alle Objekte in der Listenanzeige. 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.

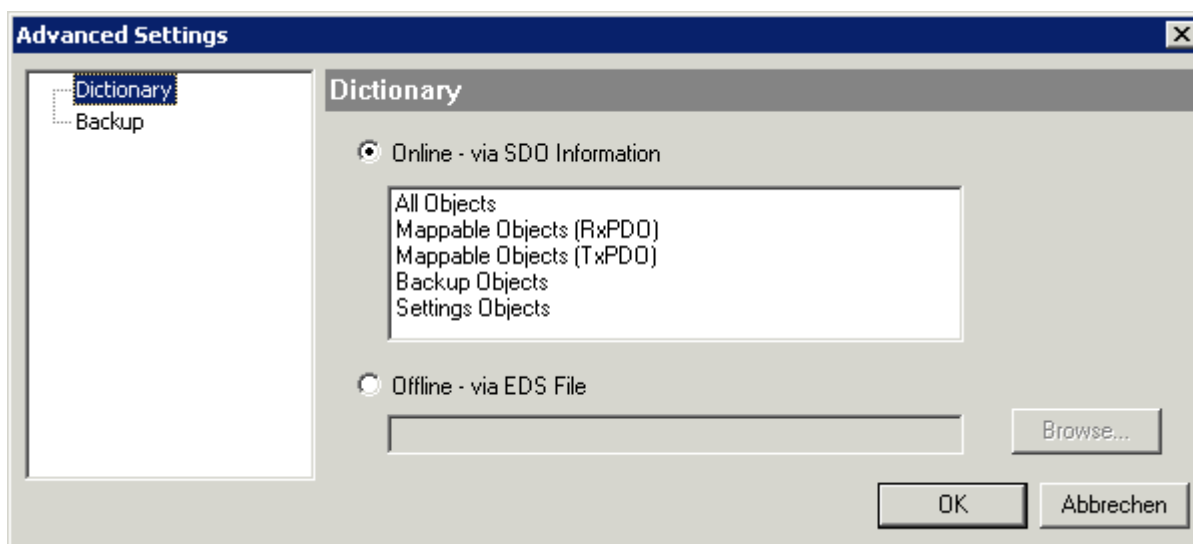


Abb. 119: Dialog „Advanced settings“

### 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. 120: Karteireiter „Online“

### Status Maschine

<b>Init</b>	Diese Schaltfläche versucht das EtherCAT-Gerät auf den Status <i>Init</i> zu setzen.
<b>Pre-Op</b>	Diese Schaltfläche versucht das EtherCAT-Gerät auf den Status <i>Pre-Operational</i> zu setzen.
<b>Op</b>	Diese Schaltfläche versucht das EtherCAT-Gerät auf den Status <i>Operational</i> zu setzen.
<b>Bootstrap</b>	Diese Schaltfläche versucht das EtherCAT-Gerät auf den Status <i>Bootstrap</i> zu setzen.
<b>Safe-Op</b>	Diese Schaltfläche versucht das EtherCAT-Gerät auf den Status <i>Safe-Operational</i> zu setzen.
<b>Fehler löschen</b>	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.
<b>Aktueller Status</b>	Zeigt den aktuellen Status des EtherCAT-Geräts an.
<b>Angeforderter Status</b>	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)

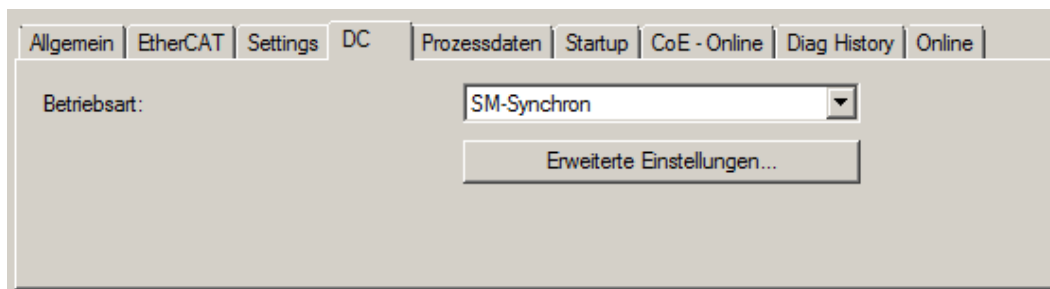


Abb. 121: Karteireiter „DC“ (Distributed Clocks)

- 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.

 <b>Hinweis</b>	<b>Aktivierung der PDO-Zuordnung</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Wenn Sie die PDO-Zuordnung geändert haben, muss zur Aktivierung der neuen PDO-Zuordnung           <ol style="list-style-type: none"> <li>a) der EtherCAT-Slave einmal den Statusübergang PS (von Pre-Operational zu Safe-Operational) durchlaufen (siehe <a href="#">Karteireiter Online [► 95]</a>)</li> <li>b) der System-Manager die EtherCAT-Slaves neu laden</li> </ol> </li> </ul> <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 \[► 92\]](#) 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 Allgemeine Inbetriebnahmehinweise des EtherCAT Slaves

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

### Diagnose in Echtzeit: WorkingCounter, EtherCAT State und Status

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

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

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

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

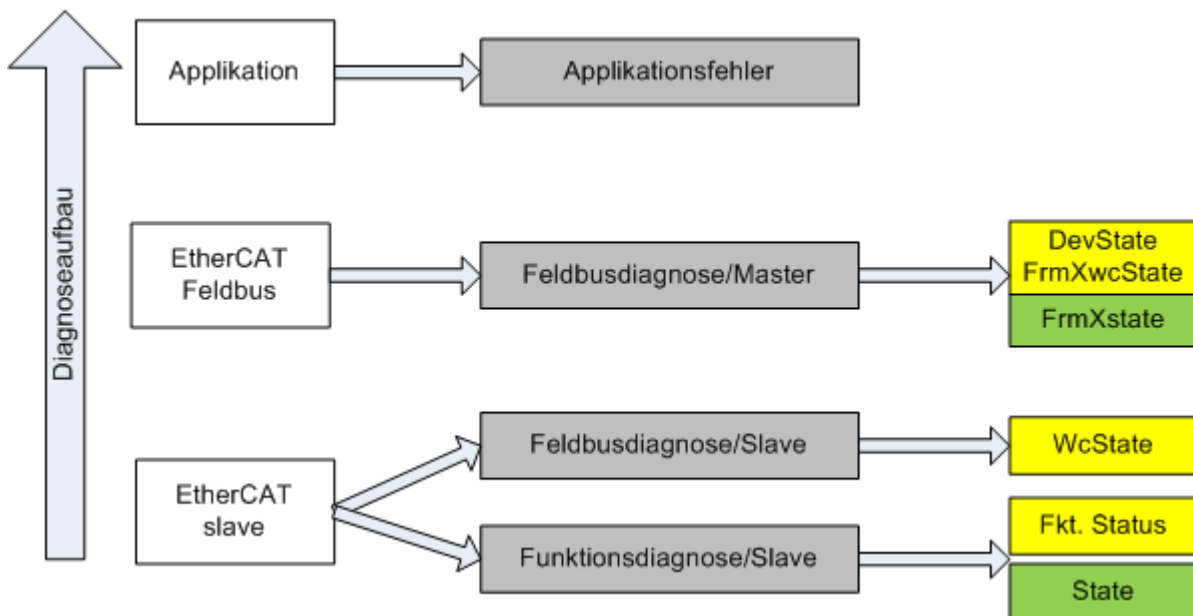


Abb. 122: Auswahl an Diagnoseinformationen eines EtherCAT Slave

Im Allgemeinen verfügt ein EtherCAT Slave über

- slave-typische Kommunikationsdiagnose (Diagnose der erfolgreichen Teilnahme am Prozessdatenaustausch und richtige Betriebsart)  
Diese Diagnose ist für alle Slaves gleich.

als auch über

- kanal-typische Funktionsdiagnose (geräteabhängig)  
Siehe entsprechende Gerätedokumentation

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

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

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

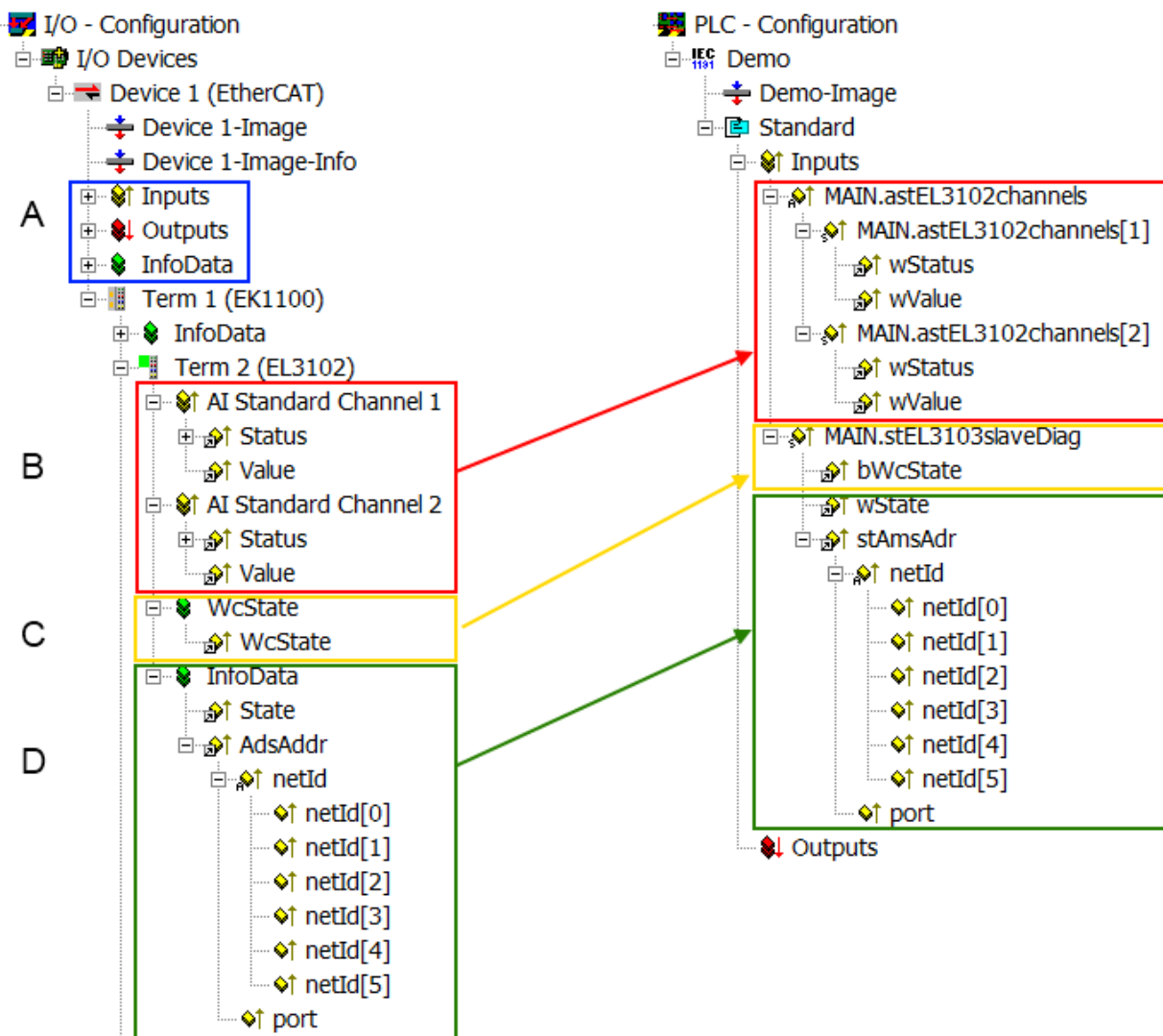


Abb. 123: Grundlegende EtherCAT Slave Diagnose in der PLC

Dabei werden folgende Aspekte abgedeckt:

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

**Achtung****Diagnoseinformationen**

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

## CoE-Parameterverzeichnis

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

General | EtherCAT | DC | Process Data | Startup | CoE - Online | Online

Update List ☐ Auto Update ☒ Single Update ☒

Advanced...

Add to Startup... Offline Data Module OD (Aol

Index	Name	Flags	Value
6010:0	AI Inputs Ch.2	RO	> 17 <
6401:0	Channels	RO	> 2 <
8000:0	AI Settings Ch.1	RW	> 24 <
8000:01	Enable user scale	RW	FALSE
8000:02	Presentation	RW	Signed (0)
8000:05	Siemens bits	RW	FALSE
8000:06	Enable filter	RW	FALSE
8000:07	Enable limit 1	RW	FALSE
8000:08	Enable limit 2	RW	FALSE
8000:0A	Enable user calibration	RW	FALSE
8000:0B	Enable vendor calibration	RW	TRUE

Abb. 124: EL3102, CoE-Verzeichnis

**Hinweis****EtherCAT-Systemdokumentation**

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

Einige Hinweise daraus in Kürze:

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

**Inbetriebnahmehilfe im TwinCAT System Manager**

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

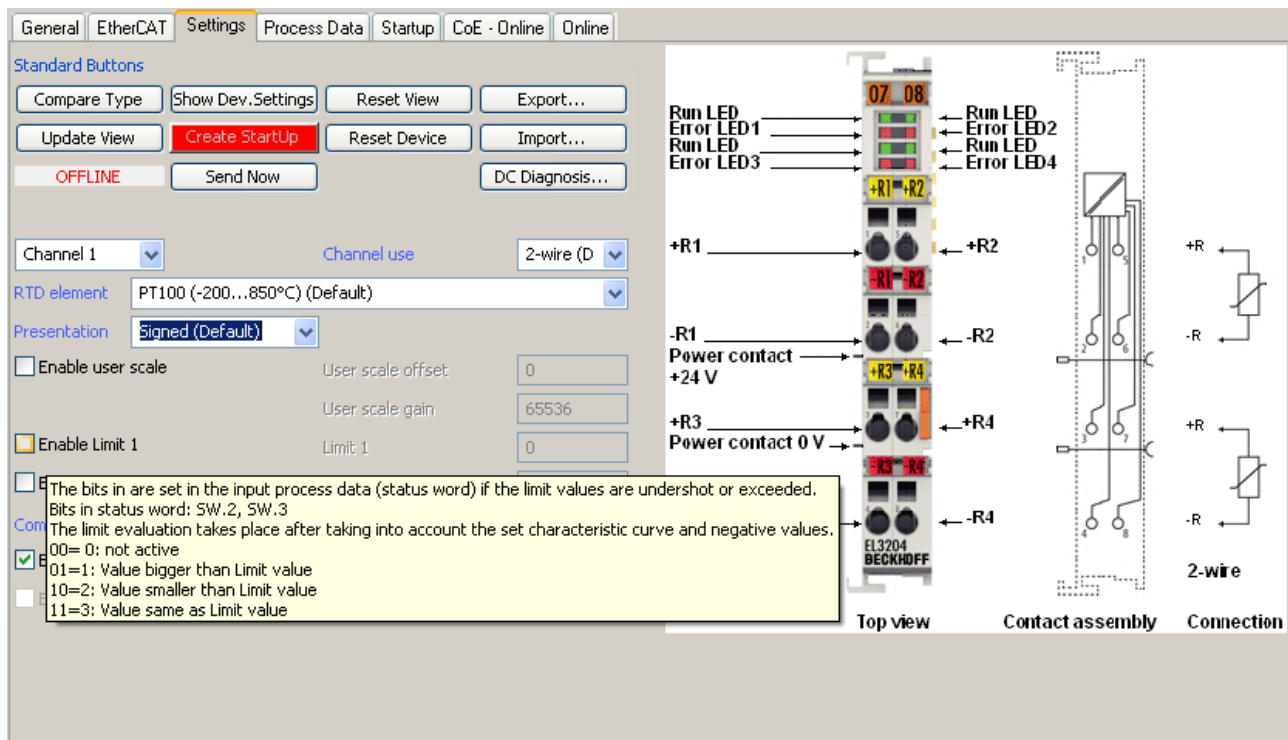


Abb. 125: Beispiel Inbetriebnahmehilfe für eine EL3204

Diese Inbetriebnahme verwaltet zugleich

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

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

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

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

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

- INIT
- PREOP
- SAFEOP
- OP

zu durchlaufen. Der EtherCAT Master ordnet diese Zustände an in Abhängigkeit der Initialisierungsroutinen, die zur Inbetriebnahme des Gerätes durch die ES/XML und Anwendereinstellungen (Distributed Clocks (DC), PDO, CoE) definiert sind. Siehe dazu auch Kapitel "Grundlagen der Kommunikation, EtherCAT State Machine" [► 23]. Der Hochlauf kann je nach Konfigurationsaufwand und Gesamtkonfiguration bis zu einigen Sekunden dauern.

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

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

## Standardeinstellung

Standardmäßig ist in den erweiterten Einstellungen des EtherCAT Masters gesetzt:

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

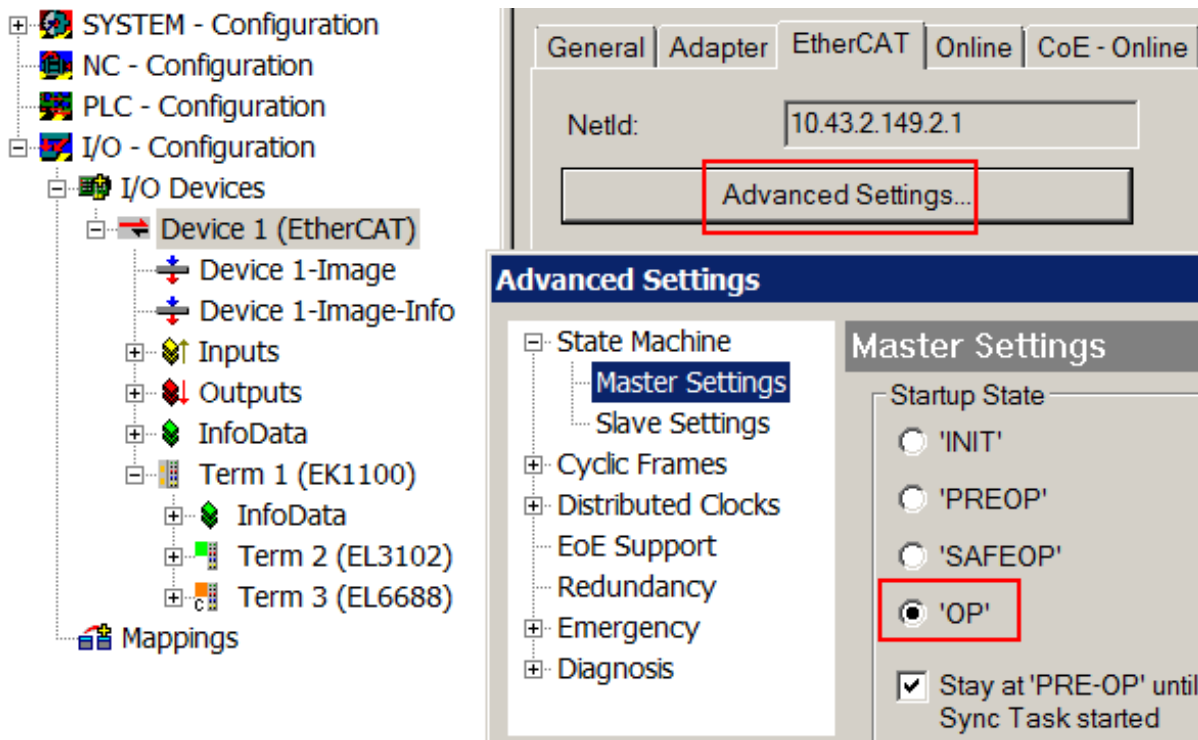


Abb. 126: Default Verhalten System Manager

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



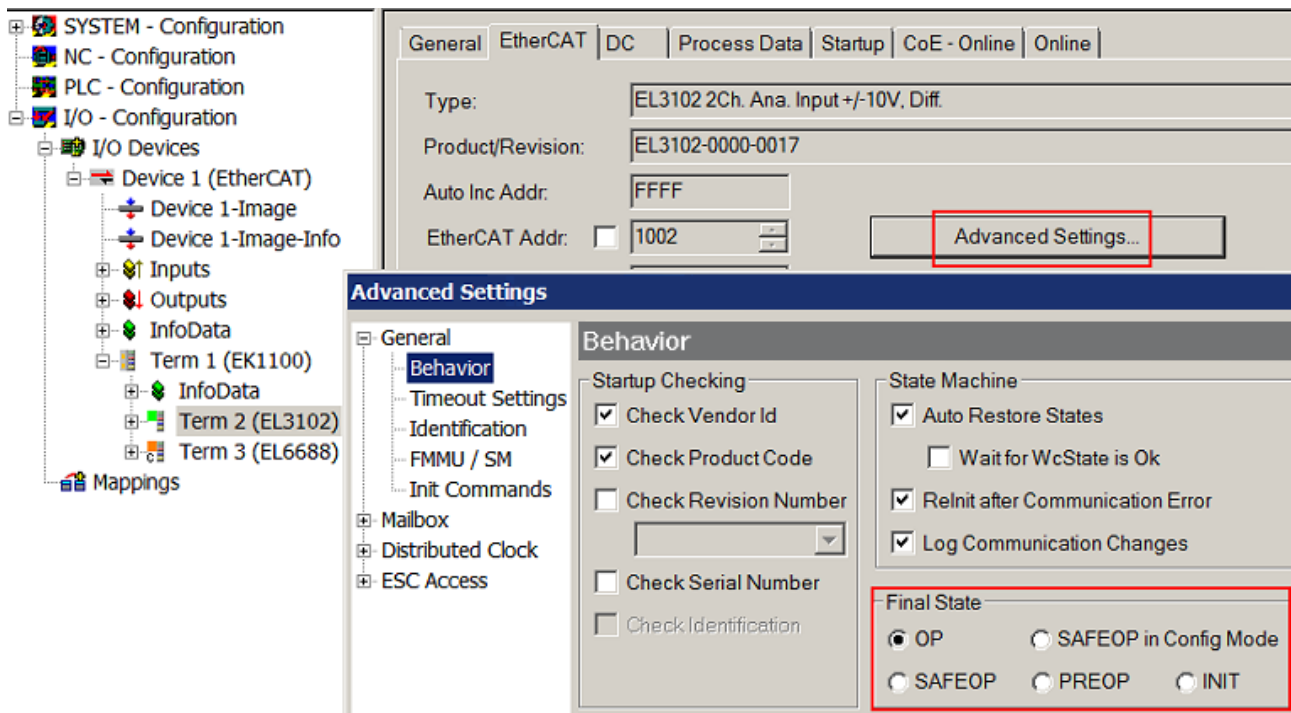


Abb. 127: Default Zielzustand im Slave

## Manuelle Führung

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

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

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

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

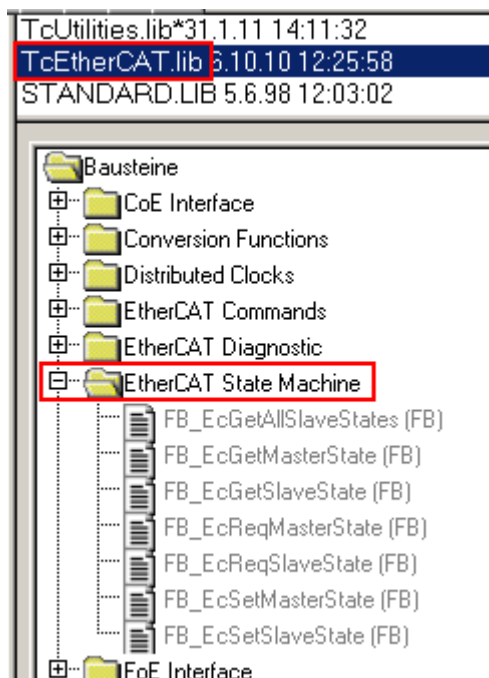


Abb. 128: PLC-Bausteine



## Hinweis E-Bus-Strom

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

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


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

Abb. 129: Unzulässige Überschreitung E-Bus Strom

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

Message
E-Bus Power of Terminal 'Term 3 (EL6688)' may to low (-240 mA) - please check!

Abb. 130: Warnmeldung E-Bus-Überschreitung

	<p><b>Achtung! Fehlfunktion möglich!</b></p> <p>Die E-Bus-Versorgung aller EtherCAT-Klemmen eines Klemmenblocks muss aus demselben Massepotential erfolgen!</p>
<b>Achtung</b>	

## 5.4 Grundlagen zur Funktion und Inbetriebnahme

Die EL6692 wird zum Datenaustausch zwischen 2 EtherCAT-Kreisen verwendet. Es können vordefinierte Prozessdaten von einer Feldbusseite auf die andere kopiert werden. Dabei informieren Statusvariablen über ausbleibende Daten und den Status der Gegenseite.

Wird in beiden EtherCAT-Kreisen Distributed Clocks verwendet, kann die EL6692 auch zur Synchronisierung der beiden Zeitbasen verwendet werden. Dazu ist zu definieren, welche Seite die höherpriore Reference Clock enthält. Die EL6692 übermittelt dann dem untergeordneten EtherCAT-Master einen Korrekturwert für dessen Reference Clock.

Weitere Informationen zur Funktionsweise und Einsatz der Distributed Clocks siehe die entsprechende Dokumentation unter [www.beckhoff.com](http://www.beckhoff.com).

Die EL6692 besteht aus 2 EtherCAT-Slaves in *einem* Gehäuse: der EL6692 auf der Primärseite (Klemmenbus) und der EL6692-0002 auf der Sekundärseite mit Netzkabelanschluss. Beide Slaves sind durch eigene Spannungsversorgungen unabhängig funktionsfähig - die Primärseite wird mit 5 V aus dem E-Bus versorgt, die Sekundärseite mit 24 V aus dem externen Anschluss.

Der Datentransport in der EL6692 wird von einem Microcontroller durchgeführt, der die Daten in beiden Richtungen freilaufend austauscht. Die Zeit für den Transport von einer Seite zur anderen ist abhängig von der Anzahl der Bytes. Die einstellbare Betriebsart "DC-Synchron" betrifft nicht den Prozessdatenaustausch, sondern nur den Einsatz der EL6692 als Distributed Clocks Synchronisierung. Es findet durch die EL6692 keine Flusskontrolle statt - der Anwender hat durch geeignete Programmierung dafür Sorge zu tragen, daß die EL6692 nicht schneller mit Daten versorgt wird als sie verarbeiten kann, z. B. indem ein übergeordneter Handshake zum Einsatz kommt. Ansonsten sind die u.a. [Grenzwerte](#) [► 113] einzuhalten.

Die EL6692 unterstützt EoE, Ethernet over EtherCAT. Das bedeutet, nicht nur zyklische Prozessdaten können von einer EtherCAT-Seite auf die gegenüberliegende transportiert werden, sondern auch Standard-Ethernet-Frames die per Mailbox-Kommunikation zur EL6692 gelangen. Da TwinCAT mit der angeschlossenen EtherCAT-Umgebung als virtuelle Netzwerkkarte auftritt, übernimmt Windows das Routing von IP-Frames (z. B: 192.168.2.1) zur EL6692, um die Frames in den gegenüberliegenden EtherCAT-System zu transportieren. Grundlagen siehe Dokumentation zur EL6601/EL6614. Eine Konfiguration der EL6692 ist dazu nicht nötig.

- [Anwendungshinweise EL6692](#) [► 106]
- [Anwendungshinweise EL6692-0002](#) [► 108]
- [Allgemeine Anwendungshinweise](#) [► 106]



**Hinweis**

### Unterstützung EL6692 im Beckhoff TwinCAT

Eine volle Unterstützung für die Distributed Clocks Synchronisation mit der EL6692 ist erst ab TwinCAT-Versionen 2.11 gegeben. In früheren Versionen kann nur der Prozessdatenaustausch genutzt werden.

### Anwendungshinweise EL6692 Primärseite

Der Default-Zustand der EL6692 nach dem Einlesen/Erstellen ist

- DC-Unterstützung aus - FreeRun
- keine Prozessdatenvariablen vorkonfiguriert
- keine Distributed Clocks Informationsdaten, s. Reiter *Process Data* in Abb. *Default Prozessabbild der EL6692*.

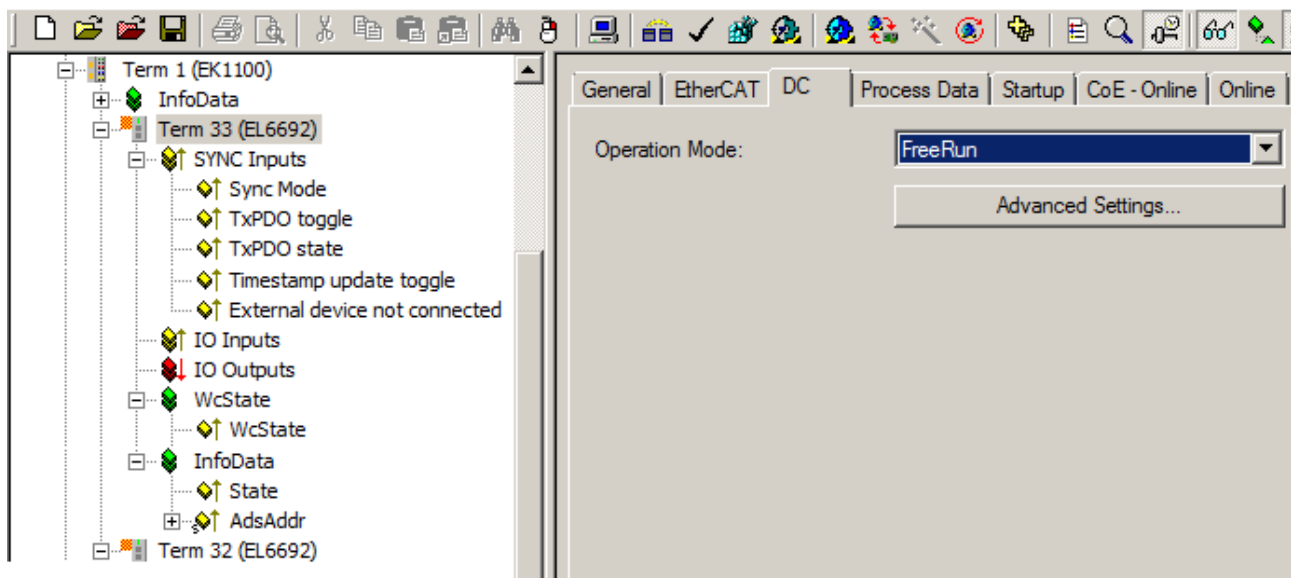


Abb. 131: Default Prozessabbild der EL6692

Nach Bedarf müssen nun auf der Primärseite die zu übertragenden Prozessdaten angelegt werden. Durch einen Rechtsklick auf "IO Inputs" bzw. "IO Outputs" öffnet sich der Dialog aus Abb. *Anfügen von Prozessdatenvariablen*.

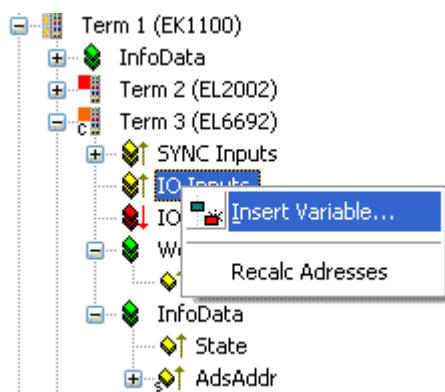


Abb. 132: Anfügen von Prozessdatenvariablen

Im Vollausbau mit aktiviertem PDO 0x1A02 bietet die EL6692 die Diagnoseprozessdaten aus Abb. *Voller Umfang an Diagnoseprozessdaten* an.

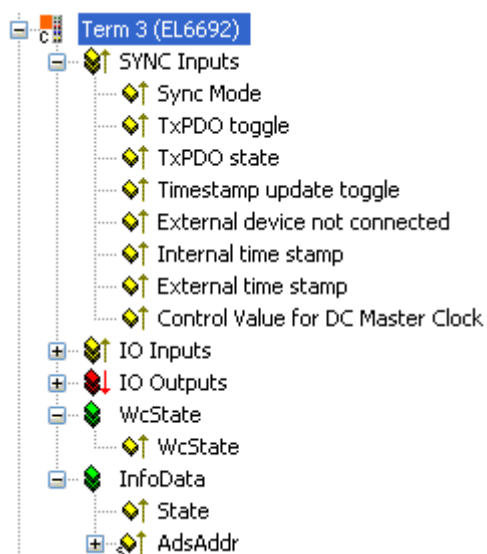


Abb. 133: Voller Umfang an Diagnoseprozessdaten

- **SyncMode:** Information über den Synchronisierungszustand. 0 = keine Synchronisierung, 1 = Sekundärseite ist Sync Master, 2 = Primärseite ist Sync Master.
- **TxPDO toggle:** Bit toggelt, wenn ein neuer Satz Prozessdaten von der Gegenseite angeliefert wurde, der noch nicht von der Empfängerseite abgeholt wurde. Auch der Betrieb mit EtherCAT-Zykluszeiten größer als der Transportzeit durch die EL6692 ist so möglich.
- **TxPDO state:** >0 wenn die Gegenseite nicht im OP-State ist.
- **Timestamp update toggle:** Bit toggelt, wenn neue DC-Daten angeliefert wurden.
- **External device not connected:** 1 = Gegenseite ist nicht mit ihrem EtherCAT-Feldbus verbunden.
- **Internal time stamp:** Distributed Clocks Zeit auf der aktuellen Seite (primär oder sekundär).
- **External time stamp:** Distributed Clocks Zeit auf der gegenüberliegenden Seite (primär oder sekundär).
- **Control Value for DC Master Clock:** Offset zur Korrektur der niederpriorigen Reference Clock.

## Anwendungshinweise EL6692-0002 Sekundärseite

Der Default-Zustand der EL6692 nach dem Einlesen/Erstellen ist

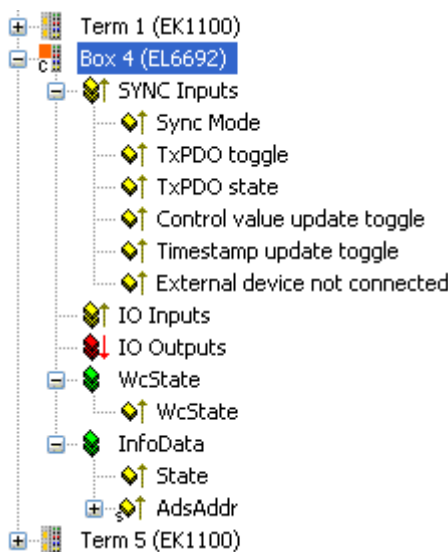


Abb. 134: Default Prozessabbild der EL6692-0002

Im Vollobausbau bietet die EL6692-0002 folgende Variablen an:

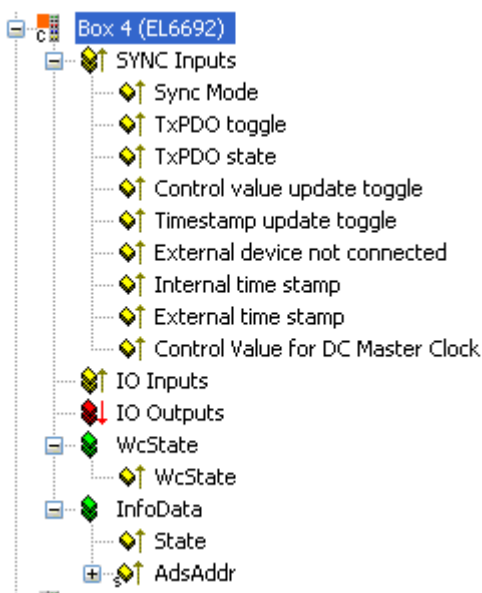


Abb. 135: Voller Diagnoseprozessdatenumfang

- **SyncMode:** Information über den Synchronisierungszustand. 0 = keine Synchronisierung, 1 = Sekundärseite ist Sync Master, 2 = Primärseite ist Sync Master.
- **TxPDO toggle:** Bit toggelt, wenn ein neuer Satz Prozessdaten von der Gegenseite angeliefert wurde, der noch nicht von der Empfängerseite abgeholt wurde. Auch der Betrieb mit EtherCAT-Zykluszeiten größer als der Transportzeit durch die EL6692 ist so möglich.
- **TxPDO state:** >0 wenn die Gegenseite nicht im OP-State ist.
- **Control Value update toggle:** Bit toggelt wenn ein neuer Control Value bereitsteht.
- **Timestamp update toggle:** Bit toggelt, wenn neue DC-Daten angeliefert wurden.
- **External device not connected:** 1 = Gegenseite ist nicht mit ihrem EtherCAT-Feldbus verbunden.
- **Internal time stamp:** Distributed Clocks Zeit auf der aktuellen Seite (primär oder sekundär).
- **External time stamp:** Distributed Clocks Zeit auf der gegenüberliegenden Seite (primär oder sekundär).
- **Control Value for DC Master Clock:** Offset zur Korrektur der niederprioren Reference Clock.

## Deklaration der Prozessdaten auf der Sekundärseite

Genauso wie auf der Primärseite (s. Abb. *Anfügen von Prozessdatenvariablen*) können auch auf der Sekundärseite die Prozessdaten manuell angelegt werden. Dabei muß die Reihenfolge und Bitgröße auf der Sekundärseite mit der definierten Primärseite übereinstimmen.

Alternativ dazu besteht ab TwinCAT 2.10 Build 1329 die Option, die Primärseitige Konfiguration in die EL6692 zu laden und auf der Sekundärseite wieder auszulesen. Dazu ist eine entsprechende Unterstützung im TwinCAT System Manager erforderlich und beide EtherCAT-Seiten müssen online zugänglich sein. So wird die manuelle Konfiguration der Sekundärseite vermieden, s. Abb. *"Create configuration" auf der Primärseite* und *"Get configuration" auf der Sekundärseite*.



### Hinweis

#### Prozessdatendeklaration bei Verwendung von älteren TwinCAT 2.10 Versionen

##### Build 1325 bis Build 1329:

Die Funktionalität des zusätzlichen Reiters "EL6692" im TwinCAT System Manager wird durch den Download einer EtherCAT System Manager Extension gewährleistet. Im Bedarfsfall kann diese im Downloadbereich der [Beckhoff Website](#) heruntergeladen werden. Spätere TwinCAT-Versionen haben diese Funktionalität bereits integriert.

##### vor Build 1325:

Die im Folgenden beschriebene Prozessdatendeklaration auf der Sekundärseite wird in diesen Versionen nicht unterstützt.

Der Ablauf ist wie folgt:

- Definieren Sie die gewünschten Prozessdaten auf der Primärseite, s. Abb. *Anfügen von Prozessdatenvariablen*.  
Hinweise:
  - max. 480 Byte je Datenrichtung.
  - keine Strukturen, nur Standarddatentypen erlaubt.
- Führen Sie "Create Configuration" auf der Primärseite aus, die Tabelle wird erzeugt, s. Abb. *"Create configuration" auf der Primärseite*.
- Führen Sie einen Reload auf der Primärseite aus oder starten Sie die Konfiguration im Config-Modus neu, denn um die definierten Prozessdaten auf die Sekundärseite zu übernehmen, müssen beide Seiten einmal durch den INIT-State zum PREOP-State gegangen sein.

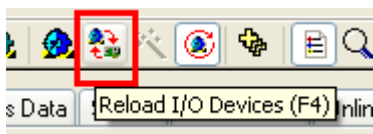


Abb. 136: Device Reload

Die Fehlermeldung "Invalid SM In cfg" oder "Invalid SM Out cfg" wird im Loggerfenster ausgegeben. Wenn beide EtherCAT-Seiten der EL6692 dann mindestens im State PRE-OP sind, kann die Sekundärseite ausgelesen werden.

- Führen Sie auf der Sekundärseite "Get configuration" aus, s. Abb. "Get configuration" auf der Sekundärseite. Die auf der Primärseite konfigurierten Prozessdaten werden entsprechend im Konfigurationsbaum erzeugt.

General EtherCAT DC Process Data Startup CoE - Online Online EL6692

**Mapping to Processdata**

☒ Sync Status

☐ No Timestamp

☐ 32 Bit Timestamp

☒ 64 Bit Timestamp

**Sync Settings**

☒ Sync Master Primary

☐ Sync Master Secondary

Create configuration

Processdata Entry description:

Index	SubIndex	Datatype	Bitlen	Name
0x6000	1	INT	16	Var 40
0x6000	2	INT	16	Var 42
0x7000	1	INT	16	Var 41

Abb. 137: „Create configuration“ auf der Primärseite

General EtherCAT DC Process Data Startup CoE - Online Online EL6692

**Map to Processdata**

☒ Sync Status

☒ No Timestamp

☐ 32 Bit Timestamp

☐ 64 Bit Timestamp

**Sync Settings**

No Information

Get configuration

actual configuration:

Index	SubIndex	Datatype	Bitlen	Name
0x6000	1	INT	16	Var 41
0x7000	1	INT	16	Var 40
0x7000	2	INT	16	Var 42

Abb. 138: „Get configuration“ auf der Sekundärseite

Zum Speichern der Prozessdatenkonfiguration in der EL6692 werden die CoE-Verzeichnisse der beiden Hälften der EL6692 benutzt. Deshalb sind Typen und Komplexität der definierbaren Prozessdaten beschränkt. Werden beim Vorgang "Create Configuration" die Hinweise aus Abb. "Get configuration" auf der Sekundärseite angezeigt, ist die Sekundärseite auf richtige Übertragung der Konfiguration zu kontrollieren. Ggf. muss die Primärkonfiguration geändert werden, wenn beim "Get Configuration" der in Abb. Warnhinweis bei Verwendung komplexer Datentypen gezeigte Hinweis erscheint.

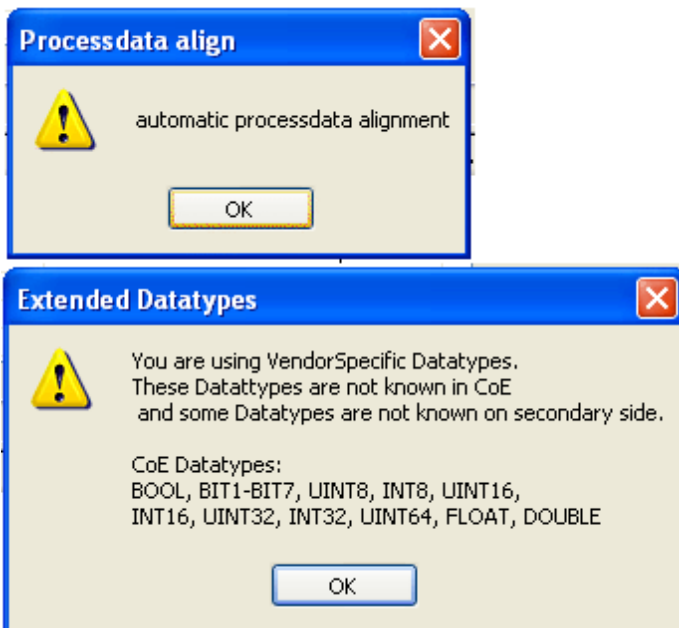


Abb. 139: Warnhinweise bei Verwendung komplexer Datentypen

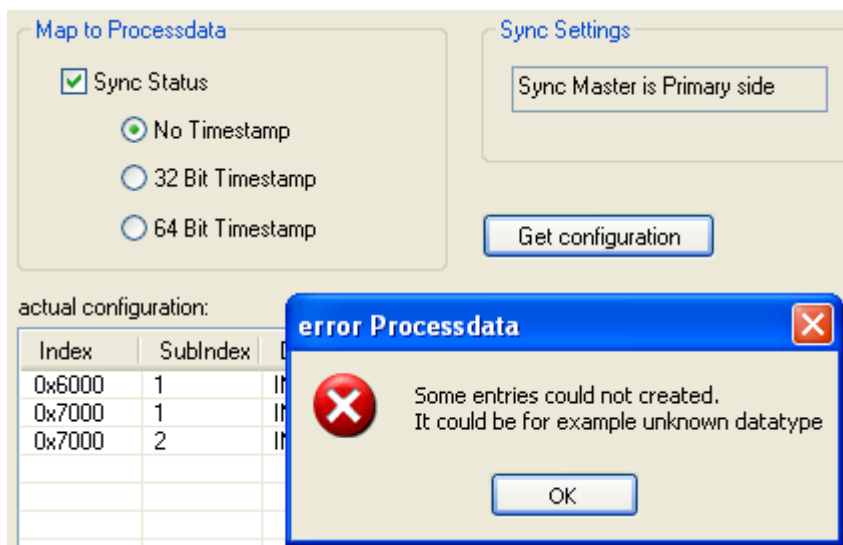


Abb. 140: Warnhinweis bei Verwendung komplexer Datentypen

## Anwendungshinweise

### Prozessdaten

Folgendes ist in Bezug auf die EL6692-Prozessdaten zu beachten:

- **Datenmenge**  
es können max. 480 Byte in jeder Richtung übertragen werden.
- **Anzahl Variablen**  
es sollten nicht mehr als 59 Variablen je Seite (primär/sekundär) und Datenrichtung (Input/Output) konfiguriert werden. Insgesamt können als  $4 \cdot 59 = 236$  Variablen zyklisch übertragen werden.



- **Alignment**

Die Reihenfolge der Variablen beider Datenseiten muss übereinstimmen. Außerdem ist ein 2-Byte-Alignment einzuhalten. Beim *Create/GetConfiguration* wird dies automatisch angelegt.

PDO List		
Index	Size	Name
0x1A00	6.0	IO Inputs
0x1600	2.0	IO Outputs

Abb. 141: Korrektes 2-Byte-Alignment der PDO-Liste

## Diagnose

### Meldung

'Term 3 (EL6692)' (1003) 'PS': CoE ('InitDown' 0x1600:00) - SDO Abort ('General parameter incompatibility reason.', 0x06040043): 'download pdo 0x1600 entries'.

Abb. 142: Fehlermeldung beim Hochlauf - General parameter incompatibility reason

### Lösung

Variablen-Alignment nicht eingehalten, Sekundärseite passt nicht zur Primärseite  
→ mit *Create/GetConfiguration* die Variablenkonfiguration online auf die Sekundärseite übertragen

### Meldung

(EL6692)' (1002) 'PS': CoE ('InitDown' 0x1a00:00) - SDO Abort ('Data type does not match, length of service parameter does not match', 0x06070010): 'download pdo 0x1A00 entries'.

Abb. 143: Fehlermeldung beim Hochlauf - Data type does not match, length of service parameter does not match, download pdo entries

### Lösung

mehr als 59 Variablen angelegt, ADS-Logger-Meldung beim Hochlauf, Datenübertragung im OP-state u.U. möglich

→ weniger Variablen verwenden ODER  
→ die PDO-Configuration nicht herunterladen (dann sind zwar bis 255 Variablen ohne Fehlermeldung möglich, dies sollte aber nicht benutzt werden)

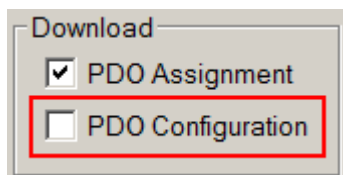


Abb. 144: Download PDO Configuration deaktivieren

## Betrieb ohne Primärseite

Der zentrale Controller der EL669x wird von der Primärseite mit Spannung versorgt. Wird die EL669x ohne Primärspannung von der Sekundärseite gestartet, kann die Sekundärseite deshalb nicht aus dem INIT gebracht werden. Entsprechend wenn beide Seiten in Betrieb/OP waren, ist nach einem Spannungsausfall auf der Primärseite keine reguläre Statusänderung auf der Sekundärseite mehr möglich, die Sekundärseite beantwortet entsprechende Anfragen mit ERROR.

Für einen automatischen Restart der sekundären Bridge-Seite sollten in diesem Fall Bausteine aus der *TcEtherCAT.lib* in der sekundärseitigen PLC verwendet werden. Die Default-Einstellung des System Managers „Relnit after ComError“ und „Auto Restore States“ sind in diesem Fall nicht ausreichend.

Die LED RUN SEC verhält sich entsprechend.



## Betriebsart

Die EL6692-0002 kann mit und ohne Distributed Clocks Unterstützung betrieben werden. Wenn keine DC-Synchronisation benötigt, kann die DC-Unterstützung abgeschaltet und die Klemme damit im FreeRun-Mode betrieben werden. Die entsprechenden Diagnoseprozessdaten haben dann keine Bedeutung. Wird DC-Unterstützung gewünscht, muss dies auf Primär- und auf Sekundärseite aktiviert werden, s. Abb. *Umschaltung Betriebsart*. Die Betriebsart "DC-Synchron" wirkt sich nur auf den Betrieb der EL6692 bei Distributed Clocks Synchronisierung aus.

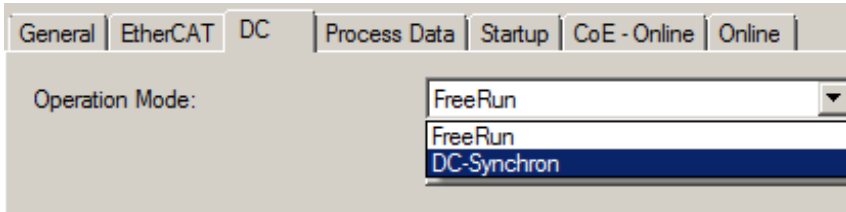


Abb. 145: Umschaltung Betriebsart



### Hinweis

#### Unterstützung Distributed Clocks EL6692 im Beckhoff TwinCAT

Eine volle Unterstützung für die Distributed Clocks Synchronisation mit der EL6692 ist erst ab TwinCAT Versionen 2.10 Build 1340 gegeben. In früheren Versionen kann nur der Prozessdatenaustausch genutzt werden.

## Datentransport durch die EL6692

Um die konfigurierten Prozessdaten von einer EtherCAT-Seite zur anderen zu transportieren wird eine gewisse Zeit benötigt, die abhängig ist von der Anzahl der Bytes. Der Datentransport ist freilaufend und damit nicht synchronisiert mit einer der beiden EtherCAT-Seiten. Eine typische exemplarische Messung einer EL6692 mit FW01 zeigt folgende Werte:

EL6692 Throughput, FW01		Task cycle time	
process data		100 µs	500 µs
	50 byte	max. 1,2 ms	max. 1,5 ms
		ø: 0,7 ms	ø: 1 ms
	100 byte	max. 1,3 ms	
		ø: 0,8 ms	
	200 byte	max. 1,5 ms	
		ø: 1,0 ms	

Abb. 146: Typische Durchsatzzeitmessung einer EL6692 (FW01) - Beckhoff behält sich unangekündigte Änderungen vor!

Es obliegt dem Benutzer, mit den zur Verfügung gestellten Diagnosevariablen der EL6692 oder einem übergeordneten Handshake sicherzustellen, dass bei kleinen EtherCAT-Zykluszeiten die EL6692 nicht schneller mit Daten beschickt wird, als sie zur anderen Seite transportieren kann.

## Verknüpfung mit Prozessdatum SyncMode

Das Status-Prozessdatum "SyncMode" besteht aus 2 Bit. Es gibt in der IEC61131-PLC keinen Datentyp der mit diesem Prozessdatum 1:1 verlinkt werden kann. Dennoch wurde dieses Datum aus Gründen der Datenübertragungseffizienz so gewählt.

Zur Verlinkung muss in der Task/im Programm eine Eingangsvariable vom Typ *Byte* definiert werden, s. Abb. *Definition Byte-Prozessdatum*.

```
VAR
    Var109 AT %I*:BYTE;
END_VAR
```

Abb. 147: Definition Byte-Prozessdatum

Nach einem Doppelklick im System Manager auf *SyncMode* öffnet sich der Dialog aus Abb. *Definition einer Variablen vom Typ Byte zum verlinken*.

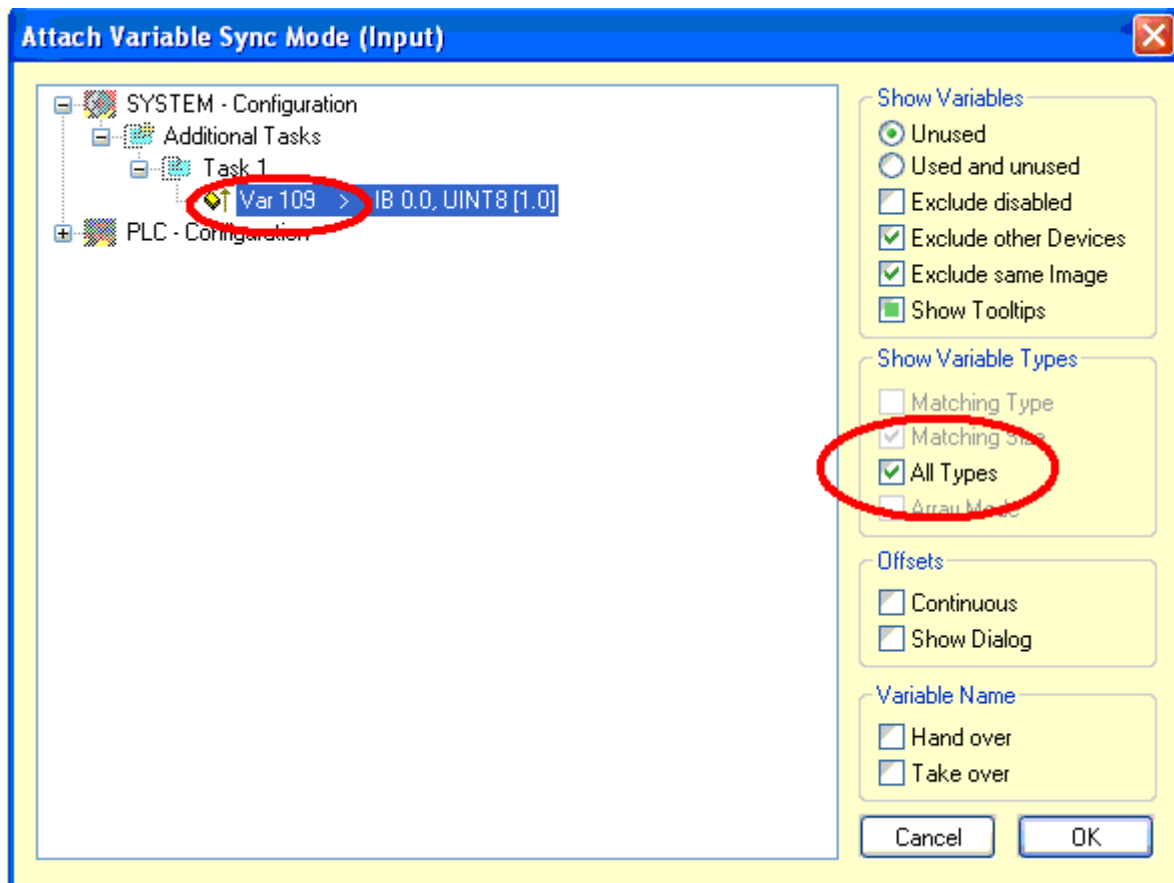


Abb. 148: Definition einer Variablen vom Typ Byte zum verlinken

Markieren Sie "All Types", damit Var109 zur Auswahl sichtbar wird. Ansonsten würden nur genau passende 2 Bit Prozessdaten angezeigt. Nun öffnet sich ein Dialog zur Festlegung des Offset, s. Abb. *Offsetfestlegung*. Bestätigen Sie den Vorschlag.

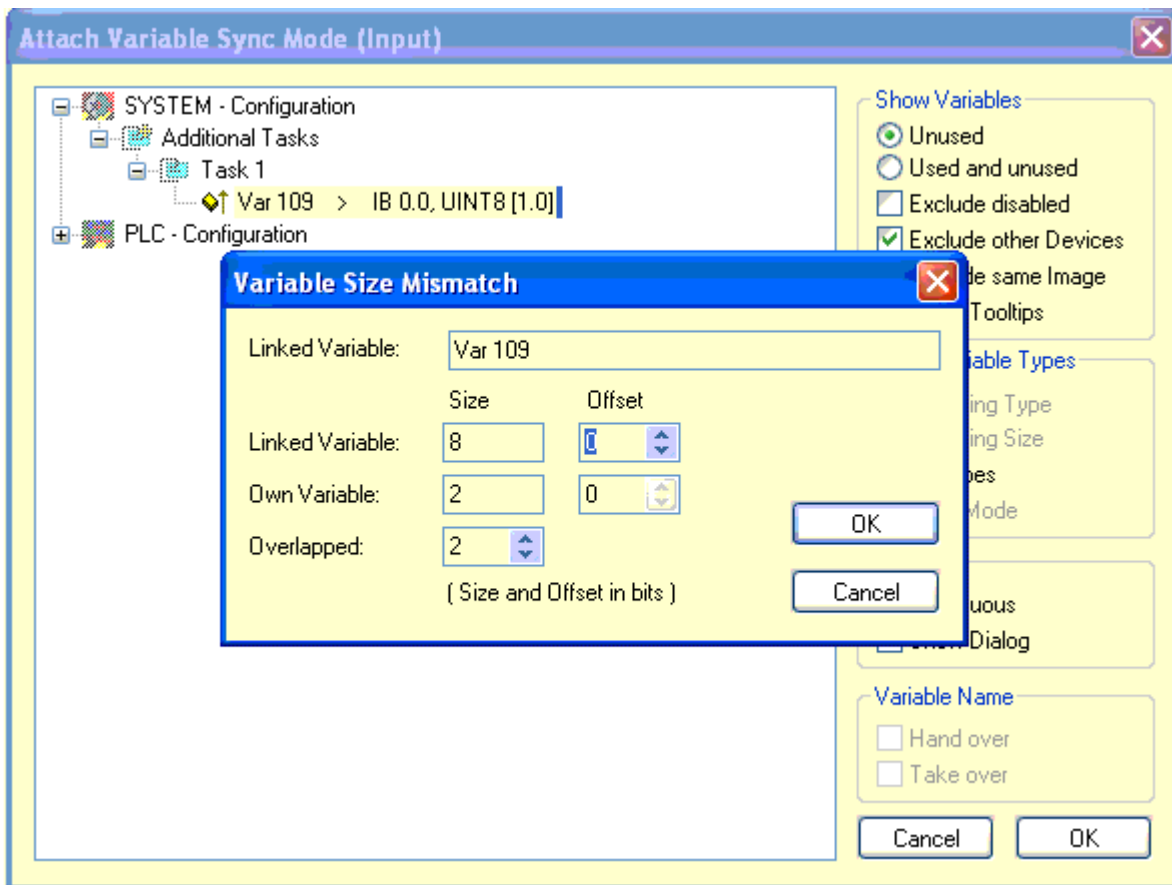


Abb. 149: Offsetfestlegung

## Prozessdatenumfang

Die EL6692 kann maximal 480 Byte in jeder Richtung transportieren. Dies kann je Transportrichtung auch ein einzelnes, entsprechend großes Prozessdatum wie eine Struktur oder ein Array sein.

## Deklaration von Bit-Prozessdaten

Ein Bit-Prozessdatum wird in der IEC61131-PLC nur dann auf einer *Bit*-Adresse angelegt, wenn es "allein" definiert wurde.

```
PROGRAM MAIN
VAR
  bBit1 AT %I*:BOOL;
  bBit2 AT %IX0.2:BOOL;
  abBitArray AT %I*:ARRAY[0..9] OF BOOL;
END_VAR
```

Abb. 150: Bitwerte deklarieren

In Abb. *Bitwerte deklarieren* werden "bBit 1" und "bBit2" als einzelne Bit-Prozessdaten angelegt und im Verknüpfungsdialo im System Manager als solche gewertet. Das Array abBitArray aus 10 Bits wird jedoch als 10 Bytes angelegt, da ein Array aus einzelnen Bits von der IEC61131-PLC nicht verwaltet werden kann!

Ebenso verhält sich die IEC61131-PLC bei Bit-Variablen in Strukturen.

## 5.5 Erweiterte Funktionen

### EoE (Ethernet-over-EtherCAT)

Zum Verständnis der EoE-Funktion der EL6692: Wenn das Betriebssystem (Windows) den Auftrag erhält, einen IP-Frame (z. B. an 192.168.2.1) zu versenden, stellt es per Broadcast an alle verfügbaren Netzwerkadapter fest, über welchen Adapter sich die Zieladresse erreichen lässt. Per azyklischer Mailbox-Kommunikation erreicht dieser Broadcast auch die EL6692 und wird von ihr auf die gegenüberliegende Seite transportiert, welche dann ggf. in Abhängigkeit ihrer Netzmaske antwortet.

### AoE (ADS-over-EtherCAT)

ADS (Automation Device Specification) ist ein Beckhoff-spezifisches Protokoll, um hard- oder softwarebasierte Geräte Daten miteinander austauschen lassen zu können. Der Aufbau dieser ADS-Telegramme ist im Beckhoff Information System offengelegt und einsehbar. AoE ist somit ein Vertreter der VoE (Vendor specific protocol over EtherCAT). Die EL6692 kann ADS-Telegramme zur Gegenseite transportieren, und zwar direkt (AoE) ohne zugrundeliegenden IP-Kanal.

Dazu muss im System Manager die EL6692 als ADS-Gateway eingetragen werden, siehe dazu folgendes

 Beispiel (<http://infosys.beckhoff.com/content/1031/el6692/Resources/zip/2460148491.zip>)

Verwendet wurden dabei zwei PC mit TwinCAT 2.10, b1340 und EL6692, Firmware 05.

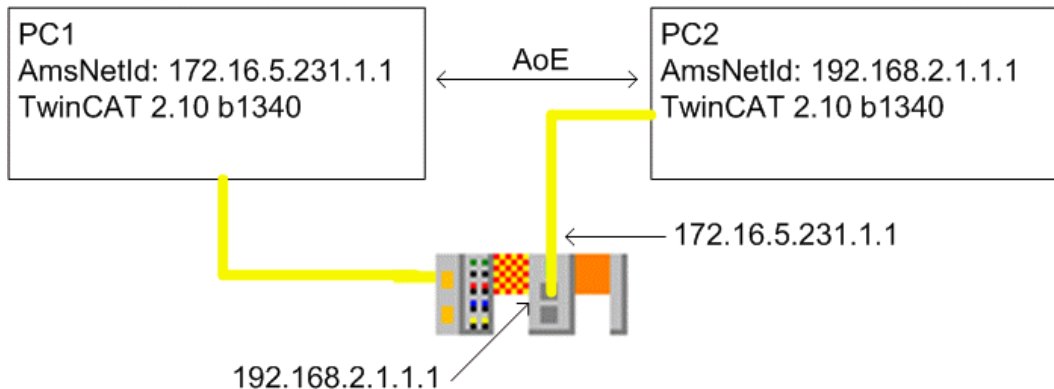


Abb. 151: AoE Demo Aufbau

Beide PCs schicken jeweils 10.000 Byte Daten zum Gegenüber. Verwendet wird hierbei ein AdsWrite auf der Senderseite und das Indication/Response-Verfahren auf der Empfängerseite. In jedem der beiden System-Manager-Konfigurationen muss dazu die Ziel-AmsNetId eingetragen werden, so dass z. B. der ADS Router in PC1 das ADS-Gerät "192.168.2.1.1.1" über den "Kanal" EL6692 erreichen kann.

Dazu folgende Vorgehensweise auf der Primärseite, die Sekundärseite (PC2) erfolgt entsprechend.

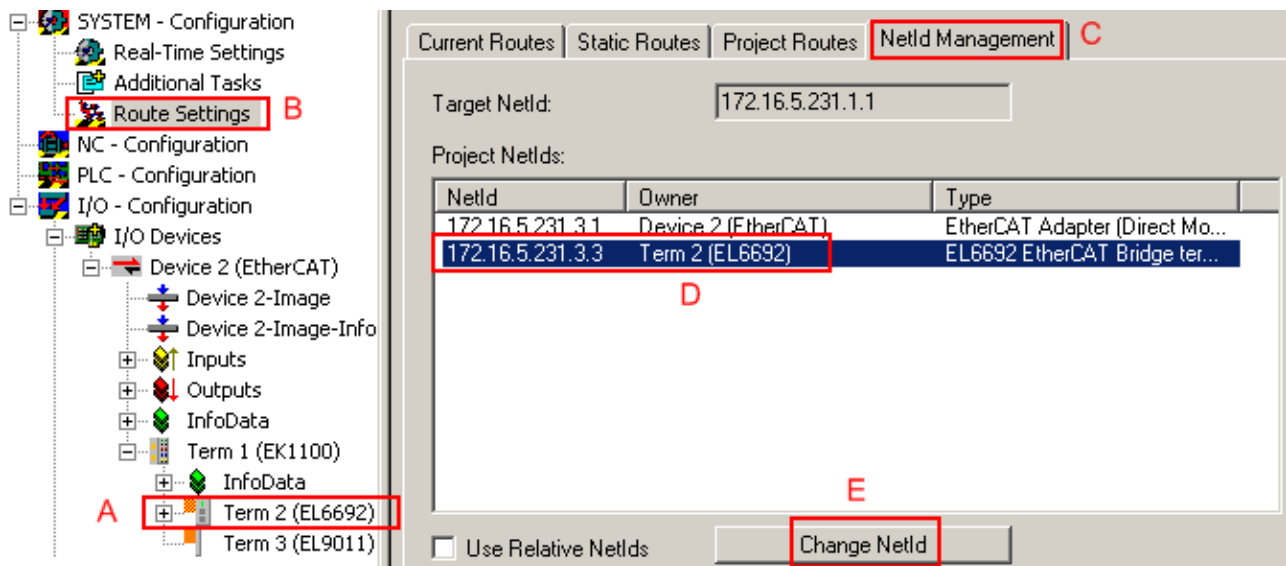


Abb. 152: Eintragen EL6692 als ADS-Gateway

Ist eine EL6692 (A) vorhanden, kann unter *RouteSettings* (B), *NetIdManagement* (C) die NetId der EL6692 (D) geändert werden (E).

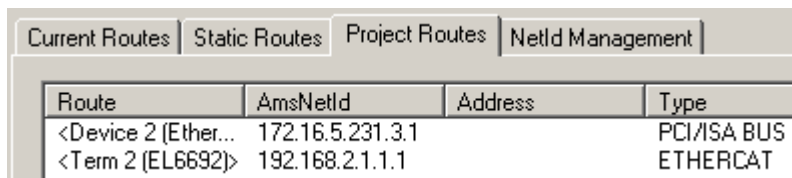


Abb. 153: Eingetragene neue NetId

Nach dem Aktivieren der Konfiguration und dem Neustart von TwinCAT ist der ADS-Router nun angewiesen, die Anfragen an das ADS-Gerät 192.168.2.1.1.1 über das AoE-Interface der EL6692 zu versenden. In den erweiterten Einstellungen der EL6692 muss AoE aktiviert sein.

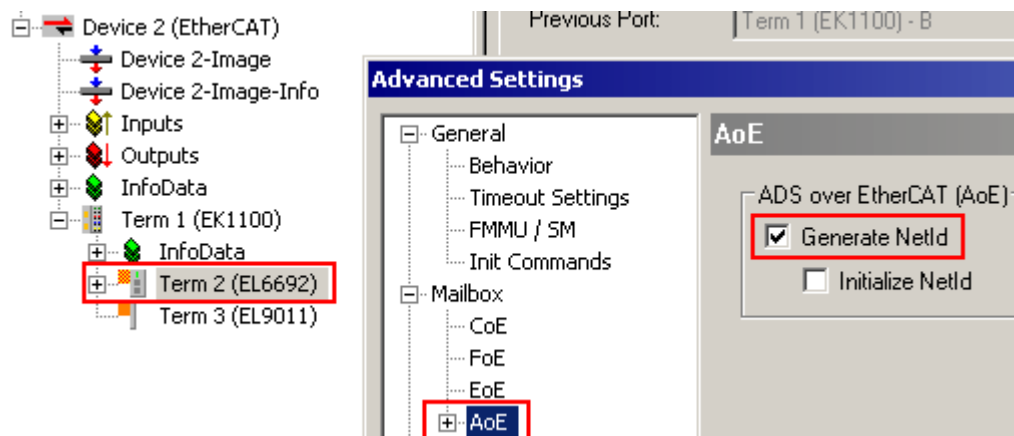


Abb. 154: Eingetragene neue NetId

## 5.6 Externe TwinCAT Synchronisierung

### Beispiel: Bridge Klemme EL6692



#### Hinweis

#### Verwendung der Beispielprogramme

Dieses Dokument enthält exemplarische Anwendungen unserer Produkte für bestimmte Einsatzbereiche. Die hier dargestellten Anwendungshinweise beruhen auf den typischen Eigenschaften unserer Produkte und haben ausschließlich Beispielcharakter. Die mit diesem Dokument vermittelten Hinweise beziehen sich ausdrücklich nicht auf spezifische Anwendungsfälle, daher liegt es in der Verantwortung des Kunden zu prüfen und zu entscheiden, ob das Produkt für den Einsatz in einem bestimmten Anwendungsbereich geeignet ist. Wir übernehmen keine Gewährleistung, dass der in diesem Dokument enthaltene Quellcode vollständig und richtig ist. Wir behalten uns jederzeit eine Änderung der Inhalte dieses Dokuments vor und übernehmen keine Haftung für Irrtümer und fehlenden Angaben.

Im vorliegenden Beispiel werden zwei Beckhoff IPC mit TwinCAT 2.11, b1539 untereinander synchronisiert. Ein PC ist die Master-Clock, der andere (Slave-Clock) synchronisiert seine "Zeit" auf ihn auf. EtherCAT als Feldbus stellt dabei die nötigen Betriebsmittel zur Verfügung, insbesondere den EtherCAT eigenen Synchronisierungsmechanismus der Distributed Clocks.

Der Vorgang erfolgt nach den Erläuterungen im vorangegangenen Kapitel.

Zu Beachten ist:

- Der Master-PC arbeitet autonom auf Basis seiner DC-Zeit
- Der Slave-PC regelt nach dem TwinCAT-Start seine Distributed Clocks Zeit dem Master-IPC nach:
  - Beim EtherCAT-Start wird der erstmalige Offset zwischen beiden Zeiten festgestellt.
  - Die nachfolgende Regelung hält diesen Offset konstant und gibt ihn bekannt.
  - Die Nachregelung wird kontinuierlich vollzogen.
- Für den Fall, dass die Synchronisierung aussetzt (Verbindung unterbrochen, Neustart eines der Systeme) ist das Verhalten wie folgt
  - Setzt die Regelung im Slave-PC wieder ein, wird dort ein erneuter Offset berechnet und bekanntgegeben.
  - Die Applikation hat diesen Offset deshalb ständig zu beachten.
- Für Aufgaben in Bezug auf die jeweilige Stationshardware (EtherCAT Slaves, Klemmen) muss weiterhin die lokale DC-Zeit verwendet werden.
- Die EtherCAT-Zykluszeit muss in beiden Systemen identisch sein.
- Werden in beiden Systemen unterschiedliche Konfigurationen verwendet, d.h. es kommen eine unterschiedliche Anzahl/Typen/Reihenfolge an Slaves zum Einsatz, werden auch die jeweils automatisch berechneten Shiftzeiten differieren.  
 Beispiel: in beiden Systemen arbeitet jeweils eine EL2202-0100, die beide gleichzeitig ihren Ausgang schalten sollen. Da unterschiedliche Output-Shiftzeiten berechnet wurden, wird eine konstante Differenz gemessen werden.  
 Es ist dann im System mit der kleineren Output-Shifttime die des anderen Systems einzutragen.



#### Achtung

#### Beeinflussung von Geräten bei Veränderung der Shiftzeiten

Seiteneffekte in Bezug auf die Funktion der anderen Slaves bei Veränderung dieser Shiftzeiten sind zu bedenken!

- Im geregelten System unterliegt der Zeitoffset zwischen den Systemen gewissen Schwankungen.



Beispielprogramm (<http://infosys.beckhoff.com/content/1031/el6692/Resources/zip/2460148491.zip>), TwinCAT 2.11

Beachten Sie im Programm die nach Bedarf erfolgte Verwendung von "signed" und "unsigned" 64 Bit-Variablen.

## Topologie

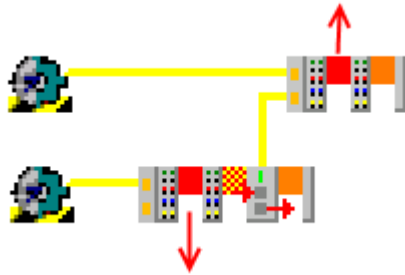


Abb. 155: Topologie des Beispielprogramms

Station Master: EK1100, EL2202, EL6692

Station Slave: EK1100, EL2202

Synchronisiert wird in diesem Beispiel über die EL6692, Richtung *PrimarySide* --> *SecondarySide* (RJ45 Anschluss). Auch eine Synchronisierung in der anderen Richtung ist möglich.



**Hinweis**

### EL6692 Dokumentation

Bitte beachten Sie die Angaben in der Dokumentation zur EL6692 zum Systemverhalten dieser Klemme.

## Demoprogramm

In diesem Demoprogramm wird auf der Slave-Seite die eigene lokale DC-Zeit aus der ReferenceClock im EtherCAT-Strang mit dem Offset verrechnet, der sich aus der Zeitdifferenz zum externen Synchronisierungsgerät ergibt. Diese Verrechnung macht demzufolge nur auf einer Plattform Sinn, die Synchronisierungslave zu einem Master ist.

Der Synchronisierungsweg kann sein

- ein anderes EtherCAT-System, Mittel: Beckhoff EL6692 Bridge Klemme (dieses Beispiel)
- ein IEEE1588-System, Mittel: Beckhoff EL6688 PTP-Klemme
- ein beliebiger Zeitgeber mit Zeitinfo (GPS, Funkuhr), Mittel: TwinCAT Supplement "Externe Synchronisierung"

Das Prinzip:

TwinCAT bekommt zyklisch (z. B. sekundlich) ein Pärchen (64 Bit, Einheit 1 ns) aus Internem (DC) und externem Zeitstempel. Diese beiden Zeitstempel sind ursprünglich zum selben Zeitpunkt gewonnen. Aus der erstmaligen Differenz wird der Offset zwischen beiden Zeitbasen berechnet und im System Manager | Gerät EtherCAT | InfoData

bekanntgegeben. Weiterhin regelt das Slave-TwinCAT aus dem Verlauf der beiden Zeitstempel zueinander die lokale eigene DC-Zeit nach.

Berechnungen:

- aktuelle Regelabweichung =  $DcToExtOffset - (Externer\ Zeitstempel - Interner\ Zeitstempel)$   
Dieser Wert ("signed", 64 Bit) wird mit einer Applikationsspezifischen Schranke verglichen, bei Einhaltung wird die Gültigkeit der Zeit ausgegeben
- lokale synchronisierte Zeit = lokale DC-Zeit +  $DcToExtOffset$   
Diese "nuLocalTime" ("unsigned", 64 Bit) kann nun für Datalogging und Ereignisse mit Zeitbezug zur Master-PC-Clock verwendet werden.

## Einrichtung TwinCAT 2.11

Im folgenden Ablauf wird das Gesamtsystem wie folgt eingestellt:

- EL6692 primäre Seite (E-Bus): Sync Master (also Referenzuhr)
- EL6692 sekundäre Seite (RJ45-Buchsen): Sync Slave (also synchronisierte Seite)

Die Synchronisierungsrichtung der Zeit kann auch andersherum eingerichtet werden, den Hinweisen ist dann sinngemäß zu folgen.

## Sync Master Seite

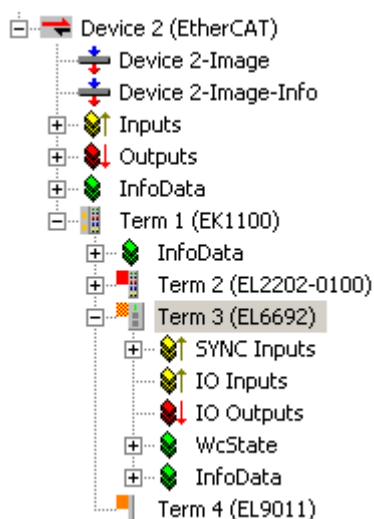


Abb. 156: Teilnehmer auf der Master Seite



Abb. 157: EL6692 PrimarySide auf DC stellen

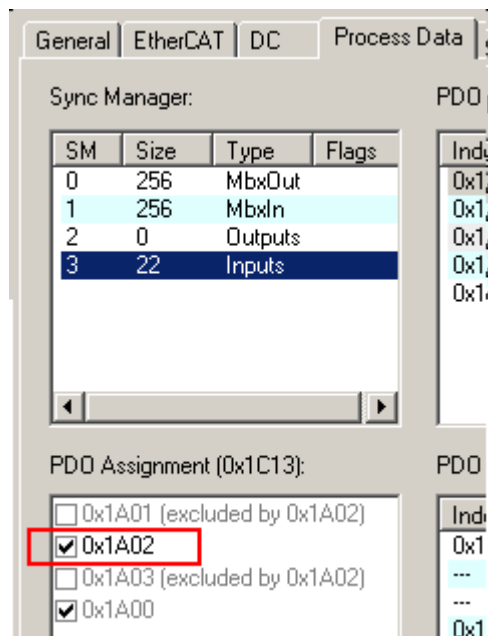


Abb. 158: PDO 0x1A02 aktivieren zur Darstellung der Zeitstempel



### Hinweis

#### Zeitstempel PDO

Das Aktivieren der Zeitstempel-PDO ist für die TwinCAT-Software der jeweiligen Seite der Hinweis, dass diese synchronisiert werden soll, also der SyncSlave ist. Auf der Sync-Master-Seite (also die die Referenzuhr darstellt) ist das Aktivieren der Zeitstempel-PDO nicht erforderlich.



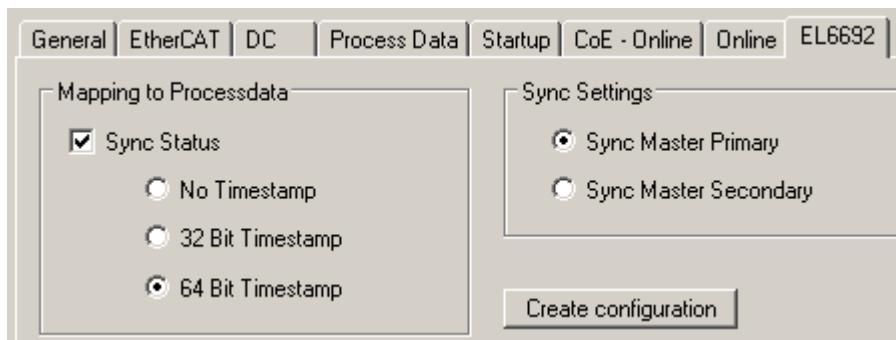


Abb. 159: Synchronisierungsrichtung auf der PrimarySide einstellen, hier SyncSettings: Primary -> Secondary

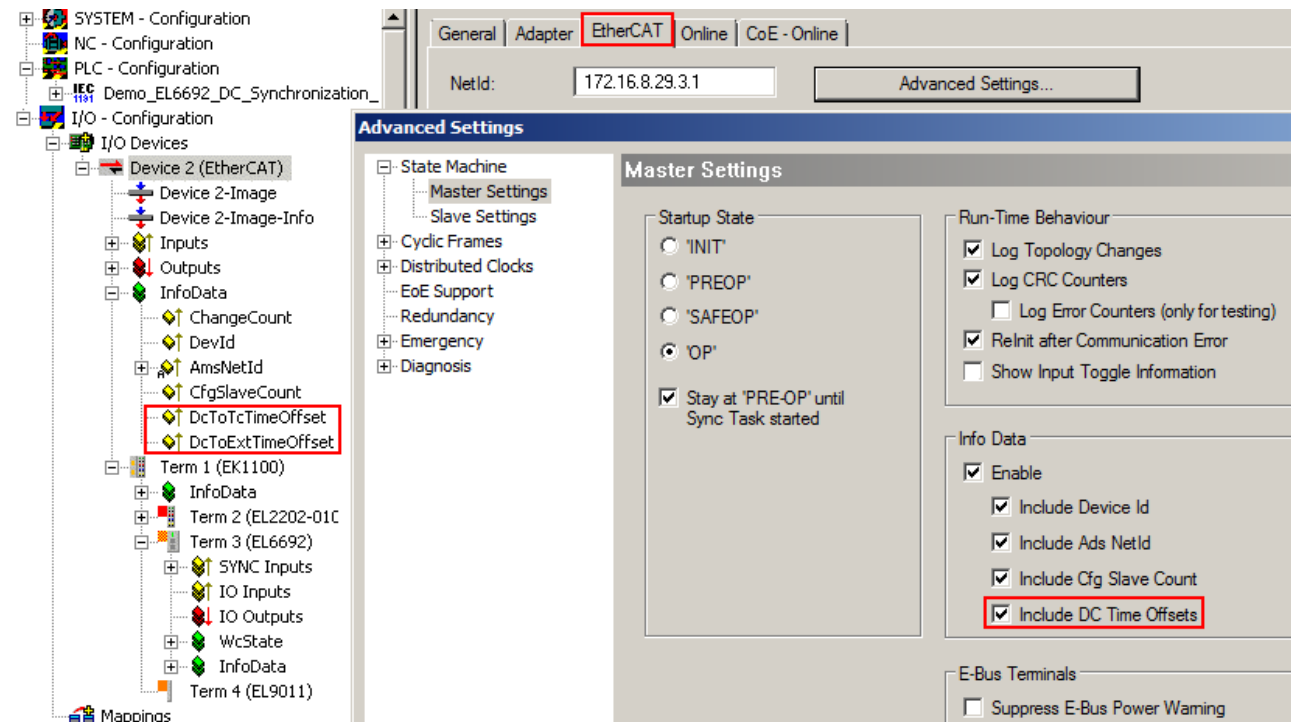


Abb. 160: Anzeige der DC Offsets im EtherCAT Master aktivieren, können auf der Master Seite ausgewertet werden

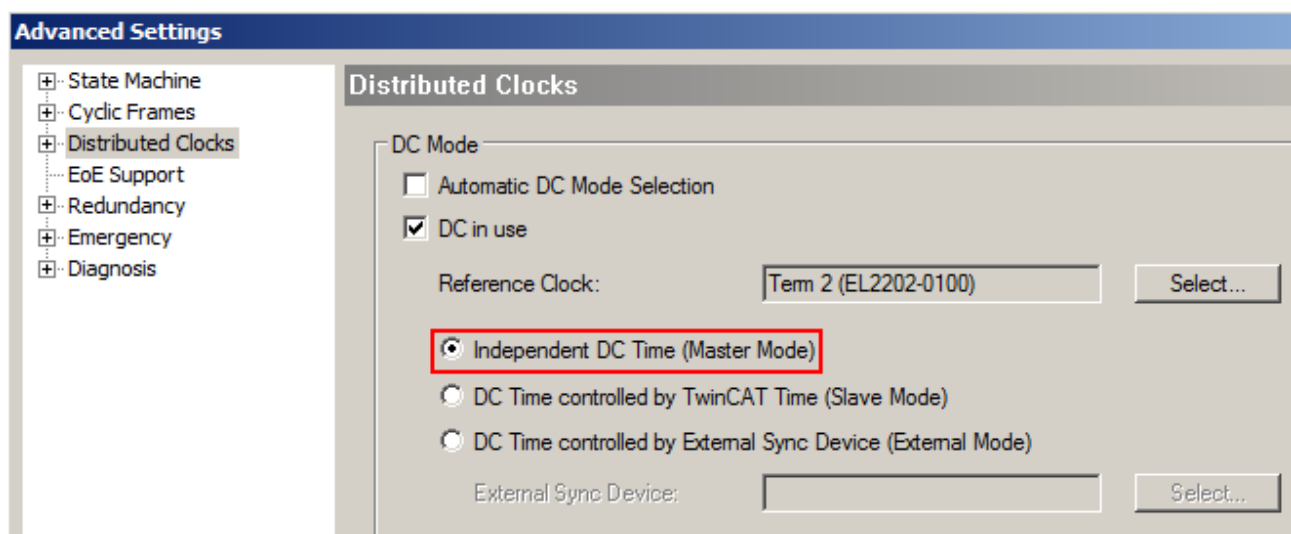


Abb. 161: Master PC arbeitet mit eigener ReferenceClock als Basis

Nun kann TwinCAT auf dieser Seite aktiviert und gestartet werden. Alle Teilnehmer müssen in OP sein, WorkingCounter = 0, keine LostFrames. Die Zeitstempel der EL6692, PrimarySide bleiben auf 0, da die SecondarySide noch nicht konfiguriert wurde.

## Sync Slave Seite

Die EL6692, *SecondarySide* wird entsprechend Abb. *EL6692 PrimarySide auf DC stellen* und PDO 0x1A02 aktivieren zur Darstellung der Zeitstempel auf DC und 0x1A02 umgestellt.

Nach einem Reload der Konfiguration (oder Neustart im *ConfigMode*, FreeRun) kann durch *GetConfiguration* auf der *SecondarySide* die Synchronisierungsrichtung ausgelesen werden, s. Abb. *SecondarySide der EL6692*.

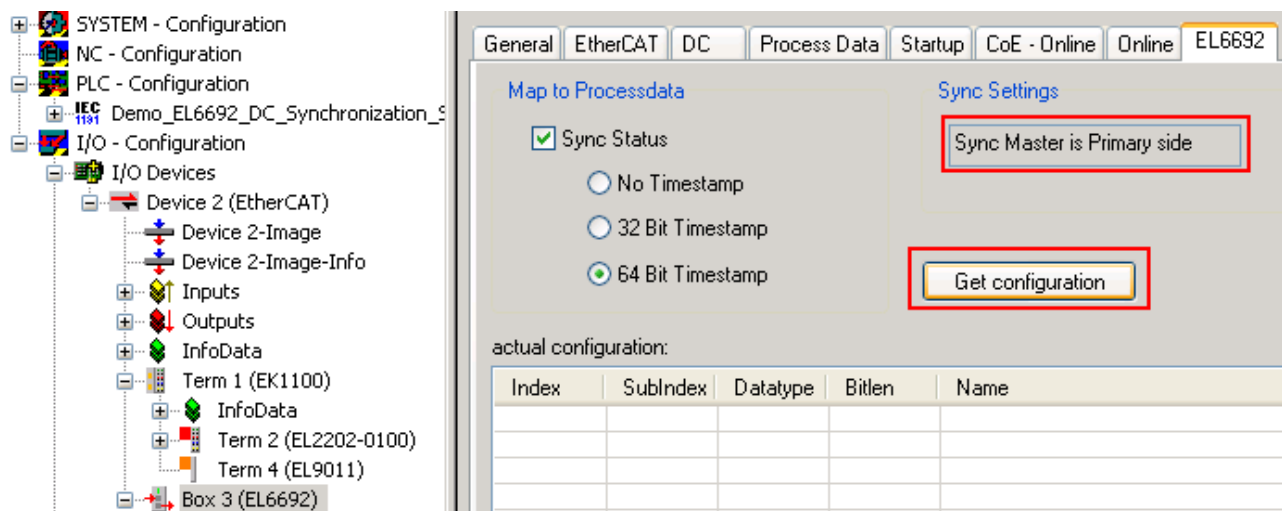


Abb. 162: SecondarySide der EL6692

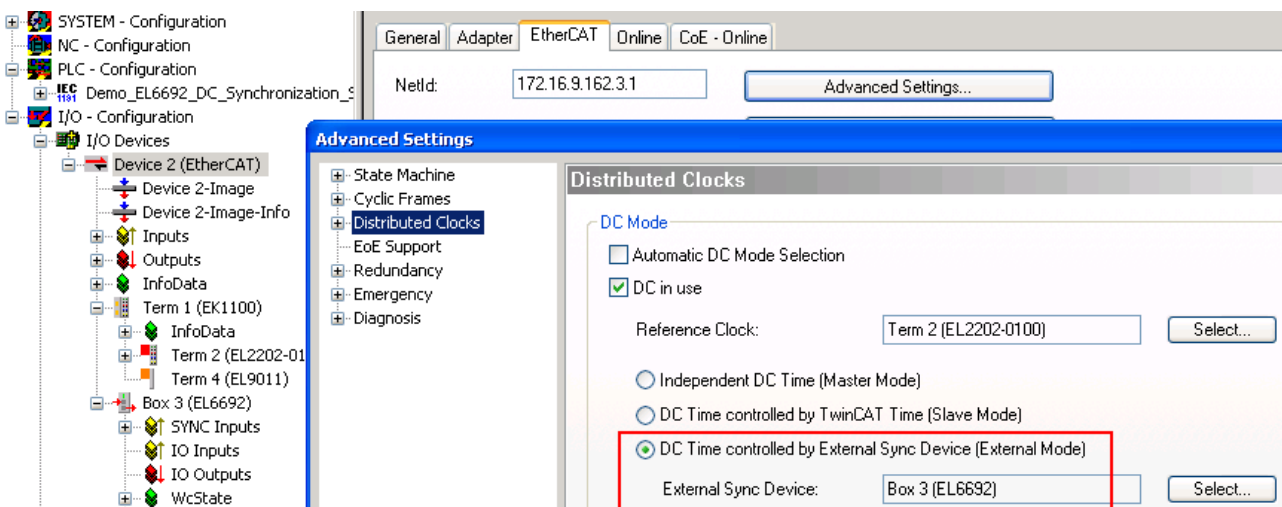


Abb. 163: Einstellung EtherCAT Master, Slave Seite

Nach dem Neustart ist dem EtherCAT Master die DC-Funktion der EL6692 bekannt, deshalb bietet er nun im DC-Dialog diese EL6692 als *ExternalSyncDevice* an.

Für die Auswertungen ist die Verknüpfung der folgenden Variablen nötig, s. Abb. *Slave Seite*.

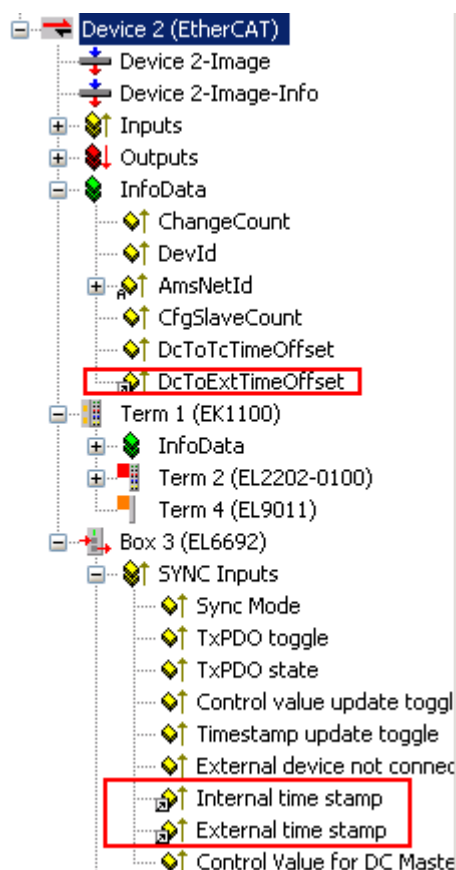


Abb. 164: Slave Seite

**Achtung****Demoprogramm**

Die nachfolgenden Screenshots und Angaben beziehen sich ausschließlich auf das hier besprochene PLC-Demoprogramm und den darin beispielhaft dargestellten Code, nicht auf Analysefunktionen des System Manager. Beachten Sie dazu auch den [Hinweis \[► 118\]](#).

Auf der Slave-Seite kann mit der enthaltenen Visualisierung der Synchronisierungsstart beobachtet werden.

**Synchronization started**

local DC time (world time format): 2009-11-05-13:53:20.220000000

local synchronized time (world time format): 2009-11-05-13:53:20.220000000

**Synchronization in Window  
window: 10000 ns**

**Synchronization  
in Progress**

Abb. 165: Start Slave Seite

Sofort nach dem Start steht auf der Slave-Seite nur die lokale DC-Zeit zur Verfügung.

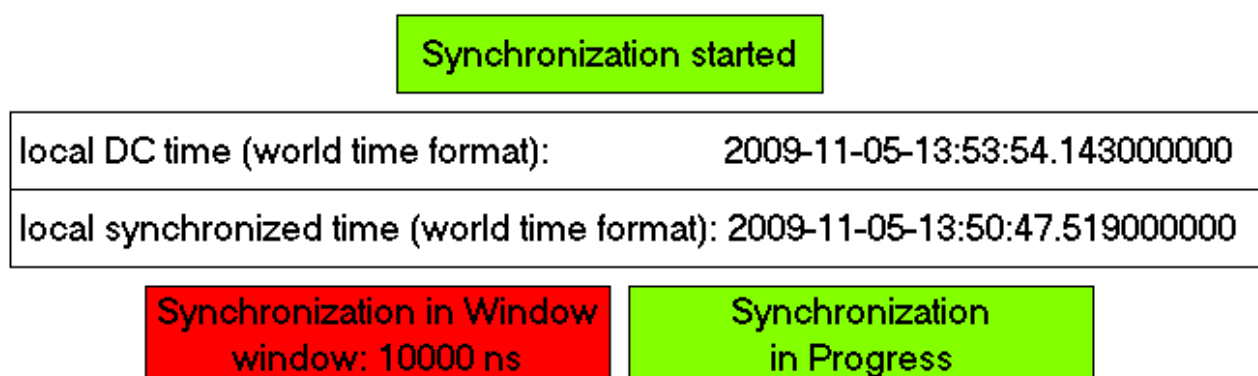


Abb. 166: Zeitstempel bekannt

Nach dem Erhalt der ersten Zeitstempel über die EL6692 ist der Offset bekannt, er beträgt hier rd. 3 Minuten Unterschied in der Zeit der verwendeten IPC. Die Einsynchronisierung hat begonnen, in diesem Beispiel ist ein Fenster von  $\pm 10 \mu\text{s}$  zu erreichen.

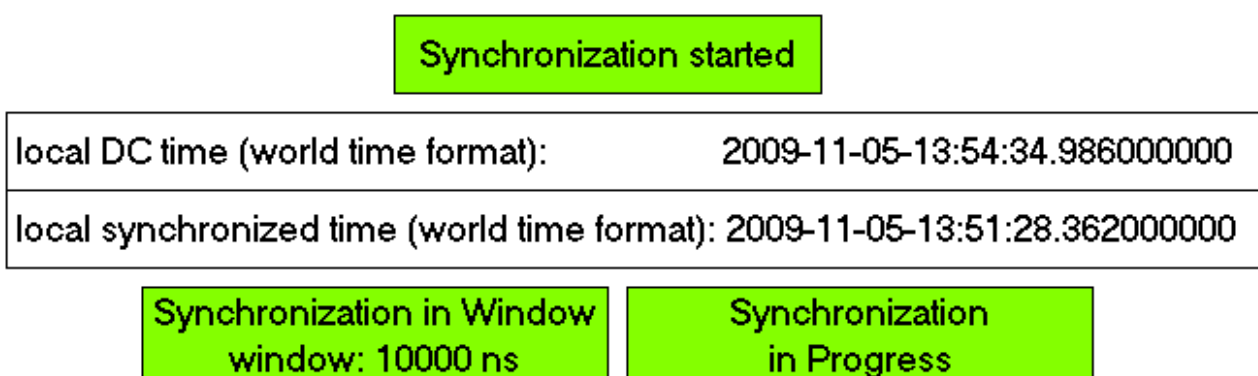


Abb. 167: Synchronisierung erfolgreich

## 5.7 Objektbeschreibung und Parametrierung



**Hinweis**

### EtherCAT XML Device Description

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



**Hinweis**

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

Die Parametrierung des EtherCAT Gerätes wird über den CoE - Online Reiter [► 93] (mit Doppelklick auf das entsprechende Objekt) bzw. über den Prozessdatenreiter [► 90] (Zuordnung der PDOs) vorgenommen. Beachten Sie bei Verwendung/Manipulation der CoE-Parameter die allgemeinen CoE-Hinweise [► 24]:

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

## Einführung

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

- Objekte die zur Parametrierung bei der Inbetriebnahme nötig sind:
  - Restore Objekt Index 0x1011
  - Konfigurationsdaten Index 0x80n0
- Objekte die zum regulären Betrieb z.B. durch ADS-Zugriff bestimmt sind.
- Profilspezifische Objekte:
  - Konfigurationsdaten (herstellerspezifisch) Index 0x80nF
  - Eingangsdaten Index 0x60n0
  - Informations- und Diagnostikdaten Index 0x80nE, 0xF000, 0xF008, 0xF010
- Standardobjekte

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

## 5.7.1 Objekte für die Inbetriebnahme

### Index 10F4 External synchronization status

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
10F4:0	External synchronization status	Information über den Synchronisierungszustand	UINT8	RO	0x13 (19 <sub>dez</sub> )
10F4:01	Sync Mode	Synchronisationsmodus 0 = keine Synchronisierung 1 = Sekundärseite ist Sync Master 2 = Primärseite ist Sync Master	BIT2	RO	0x00 (0 <sub>dez</sub> )
10F4:0E	Control value update toggle	Bit toggelt, wenn ein neuer Control Value bereitsteht	BOOLEAN	RO	0x00 (0 <sub>dez</sub> )
10F4:0F	Time stamp update toggle	Bit toggelt, wenn neue DC-Daten angeliefert wurden	BOOLEAN	RO	0x00 (0 <sub>dez</sub> )
10F4:10	External device not connected	0 = Gegenseite ist mit ihrem EtherCAT-Feldbus verbunden 1 = Gegenseite ist nicht mit ihrem EtherCAT-Feldbus verbunden	BOOLEAN	RO	0x00 (0 <sub>dez</sub> )
10F4:11	Internal time stamp	Distributed Clocks Zeit auf der aktuellen Seite (primär oder sekundär)	UINT64	RO	-
10F4:12	External time stamp	Distributed Clocks Zeit auf der gegenüberliegenden Seite (primär oder sekundär)	UINT64	RO	-
10F4:13	Control Value for DC Master Clock	Offset zur Korrektur der niederpriorigen Reference Clock	INT32	RO	0x00000000 (0 <sub>dez</sub> )

### Index 10F5 External synchronization settings

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
10F5:0	External synchronization settings	Einstellung zur Synchronisierung der EtherCAT Bridge	UINT8	RO	0x12 (18 <sub>dez</sub> )
10F5:01	Sync master	0: Sync Master ist primärseitig 1: Sync Master ist sekundärseitig	BOOLEAN	RW (PREOP)	0x00 (0 <sub>dez</sub> )
10F5:02	32 Bit time stamps	0: 64-bit Timestamps 1: 32-bit Timestamps	BOOLEAN	RW	0x00 (0 <sub>dez</sub> )
10F5:11	Control Interval (ms)	Intervall in ms zur Berechnung "Control value"	UINT16	RW	0x0000 (0 <sub>dez</sub> )
10F5:12	Additional System Time	Zusätzliche DC-Zeit zur Berechnung "Control value"	UINT64	RW	0x0000000000000000 (0 <sub>dez</sub> )

## 5.7.2 Objekte für den regulären Betrieb

Die EL6692 verfügt über keine solchen Objekte.

## 5.7.3 Eingangsdaten

### Index 6000 Input Data

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
6000:0	Input Data	<u>Deklarierte Eingangsprozessdaten</u> ▶ <u>109</u> (dynamisch erzeugt)	UINT8	RO	0x00 (0 <sub>dez</sub> )
6000:01	-	-	-	-	-
...					
6000:FF	-	-	-	-	-

## 5.7.4 Ausgangsdaten

### Index 7000 Output Data

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
7000:0	Output Data	Deklarierte Ausgangsprozessdaten [► 109] (dynamisch erzeugt)	UINT8	RO	0x00 (0 <sub>dez</sub> )
7000:01	-	-	-	-	-
...					
7000:FF	-	-	-	-	-

## 5.7.5 Informations- und Diagnostikdaten

### 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 <sub>dez</sub> )
F000:01	Module index distance	Indexabstand der Objekte der einzelnen Kanäle	UINT16	RO	0x0010 (16 <sub>dez</sub> )
F000:02	Maximum number of modules	Anzahl der Kanäle	UINT16	RO	0x0001 (1 <sub>dez</sub> )

### Index F008 Code word

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
F008:0	Code word	z. Zt. reserviert	UINT32	RW	0x00000000 (0 <sub>dez</sub> )

### Index F010 Module list

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
F010:0	Module list	Max. subindex	UINT8	RW	0x01 (1 <sub>dez</sub> )
F010:01	SubIndex 001	-	UINT32	RW	0x00000000 (0 <sub>dez</sub> )

## 5.7.6 Standardobjekte (0x1000-0x1FFF)

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

### Index 1000 Device type

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
1000:0	Device type	Geräte-Typ des EtherCAT-Slaves: Das Lo-Word enthält das verwendete CoE Profil (5001). Das Hi-Word enthält das Modul Profil entsprechend des Modular Device Profile.	UINT32	RO	0x00001389 (5001 <sub>dez</sub> )

### Index 1008 Device name

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
1008:0	Device name	Geräte-Name des EtherCAT-Slave	STRING	RO	EL6692-0000

### Index 1009 Hardware version

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

## Index 100A Software version

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
100A:0	Software version	Firmware-Version des EtherCAT-Slaves	STRING	RO	02

## Index 1018 Identity

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
1018:0	Identity	Informationen, um den Slave zu identifizieren	UINT8	RO	0x04 (4 <sub>dez</sub> )
1018:01	Vendor ID	Hersteller-ID des EtherCAT-Slaves	UINT32	RO	0x00000002 (2 <sub>dez</sub> )
1018:02	Product code	Produkt-Code des EtherCAT-Slaves	UINT32	RO	0x1A243052 (438579282 <sub>dez</sub> )
1018:03	Revision	Revisionsnummer des EtherCAT-Slaves, das Low-Word (Bit 0-15) kennzeichnet die Sonderklemmennummer, das High-Word (Bit 16-31) verweist auf die Gerätebeschreibung	UINT32	RO	0x00100000 (1048576 <sub>dez</sub> )
1018:04	Serial number	Seriennummer des EtherCAT-Slaves, das Low-Byte (Bit 0-7) des Low-Words enthält das Produktionsjahr, das High-Byte (Bit 8-15) des Low-Words enthält die Produktionswoche, das High-Word (Bit 16-31) ist 0	UINT32	RO	0x00000000 (0 <sub>dez</sub> )

## Index 1600 RxPDO-Map

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
1600:0	RxPDO-Map	PDO Mapping RxPDO 1 (PDO-Mapping der deklarierten Ausgangsprozessdaten)	UINT8	RW	0x00 (0 <sub>dez</sub> )
1600:01	-	-	-	-	-
...					
1600:FF	-	-	-	-	-

## Index 1801 TxPDO-Par External Sync Compact

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
1801:0	TxPDO-Par External Sync Compact	PDO Parameter TxPDO 2	UINT8	RO	0x09 (9 <sub>dez</sub> )
1801:06	Exclude TxPDOs	Hier sind die TxPDOs (Index der TxPDO Mapping Objekte) angegeben, die nicht zusammen mit TxPDO 2 übertragen werden dürfen	OCTET-STRING[4]	RO	02 1A 03 1A
1801:07	TxPDO-State	Der TxPDO State wird gesetzt, wenn die zugehörigen Eingangsdaten nicht korrekt eingelesen werden konnten	BOOLEAN	RO	0x00 (0 <sub>dez</sub> )
1801:09	TxPDO-Toggle	Das TxPDO Toggle wird mit jedem aktualisieren der zugehörigen Eingangsdaten getoggelt	BOOLEAN	RO	0x00 (0 <sub>dez</sub> )

## Index 1802 TxPDO-Par External Sync

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
1802:0	TxPDO-Par External Sync	PDO Parameter TxPDO 3	UINT8	RO	0x09 (9 <sub>dez</sub> )
1802:06	Exclude TxPDOs	Hier sind die TxPDOs (Index der TxPDO Mapping Objekte) angegeben, die nicht zusammen mit TxPDO 3 übertragen werden dürfen	OCTET-STRING[4]	RO	01 1A 03 1A
1802:07	TxPDO-State	Der TxPDO State wird gesetzt, wenn die zugehörigen Eingangsdaten nicht korrekt eingelesen werden konnten	BOOLEAN	RO	0x00 (0 <sub>dez</sub> )
1802:09	TxPDO-Toggle	Das TxPDO Toggle wird mit jedem aktualisieren der zugehörigen Eingangsdaten getoggelt	BOOLEAN	RO	0x00 (0 <sub>dez</sub> )



## Index 1803 TxPDO-Par External Sync (32 Bit)

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
1803:0	TxPDO-Par External Sync (32 Bit)	PDO Parameter TxPDO 4	UINT8	RO	0x09 (9 <sub>dez</sub> )
1803:06	Exclude TxPDOs	Hier sind die TxPDOs (Index der TxPDO Mapping Objekte) angegeben, die nicht zusammen mit TxPDO 4 übertragen werden dürfen	OCTET-STRING[4]	RO	01 1A 02 1A
1803:07	TxPDO-State	Der TxPDO State wird gesetzt, wenn die zugehörigen Eingangsdaten nicht korrekt eingelesen werden konnten	BOOLEAN	RO	0x00 (0 <sub>dez</sub> )
1803:09	TxPDO-Toggle	Das TxPDO Toggle wird mit jedem aktualisieren der zugehörigen Eingangsdaten getoggelt	BOOLEAN	RO	0x00 (0 <sub>dez</sub> )

## Index 1A00 TxPDO-Map

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
1A00:0	TxPDO-Map	PDO Mapping TxPDO 1 (PDO-Mapping der deklarierten Eingangsprozessdaten)	UINT8	RW	0x00 (0 <sub>dez</sub> )
1A00:01	-	-	-	-	-
...					
1A00:FF	-	-	-	-	-

## Index 1A01 TxPDO-Map External Sync Compact

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
1A01:0	TxPDO-Map External Sync Compact	PDO Mapping TxPDO 2	UINT8	RW	0x08 (8 <sub>dez</sub> )
1A01:01	SubIndex 001	1. PDO Mapping entry (object 0x10F4 (External synchronization status), entry 0x02)	UINT32	RW	0x10F4:02, 2
1A01:02	SubIndex 002	2. PDO Mapping entry (6 bits align)	UINT32	RW	0x0000:00, 6
1A01:03	SubIndex 003	3. PDO Mapping entry (3 bits align)	UINT32	RW	0x0000:00, 3
1A01:04	SubIndex 004	4. PDO Mapping entry (object 0x1800, entry 0x09)	UINT32	RW	0x1800:09, 1
1A01:05	SubIndex 005	5. PDO Mapping entry (object 0x1800, entry 0x07)	UINT32	RW	0x1800:07, 1
1A01:06	SubIndex 006	6. PDO Mapping entry (object 0x10F4 (External synchronization status), entry 0x0E (Control value update toggle))	UINT32	RW	0x10F4:0E, 1
1A01:07	SubIndex 007	7. PDO Mapping entry (object 0x10F4 (External synchronization status), entry 0x0F (Time stamp update toggle))	UINT32	RW	0x10F4:0F, 1
1A01:08	SubIndex 008	8. PDO Mapping entry (object 0x10F4 (External synchronization status), entry 0x10 (External device not connected))	UINT32	RW	0x10F4:10, 1

## Index 1A02 TxPDO-Map External Sync

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
1A02:0	TxPDO-Map External Sync	PDO Mapping TxPDO 3	UINT8	RW	0x0B (11 <sub>dez</sub> )
1A02:01	SubIndex 001	1. PDO Mapping entry (object 0x10F4 (External synchronization status), entry 0x02)	UINT32	RW	0x10F4:02, 2
1A02:02	SubIndex 002	2. PDO Mapping entry (6 bits align)	UINT32	RW	0x0000:00, 6
1A02:03	SubIndex 003	3. PDO Mapping entry (3 bits align)	UINT32	RW	0x0000:00, 3
1A02:04	SubIndex 004	4. PDO Mapping entry (object 0x1800, entry 0x09)	UINT32	RW	0x1800:09, 1
1A02:05	SubIndex 005	5. PDO Mapping entry (object 0x1800, entry 0x07)	UINT32	RW	0x1800:07, 1
1A02:06	SubIndex 006	6. PDO Mapping entry (object 0x10F4 (External synchronization status), entry 0x0E (Control value update toggle))	UINT32	RW	0x10F4:0E, 1
1A02:07	SubIndex 007	7. PDO Mapping entry (object 0x10F4 (External synchronization status), entry 0x0F (Time stamp update toggle))	UINT32	RW	0x10F4:0F, 1
1A02:08	SubIndex 008	8. PDO Mapping entry (object 0x10F4 (External synchronization status), entry 0x10 (External device not connected))	UINT32	RW	0x10F4:10, 1
1A02:09	SubIndex 009	9. PDO Mapping entry (object 0x10F4 (External synchronization status), entry 0x11 (Internal time stamp))	UINT32	RW	0x10F4:11, 64
1A02:0A	SubIndex 010	10. PDO Mapping entry (object 0x10F4 (External synchronization status), entry 0x12 (External time stamp))	UINT32	RW	0x10F4:12, 64
1A02:0B	SubIndex 011	11. PDO Mapping entry (object 0x10F4 (External synchronization status), entry 0x13 (Control Value for DC Master Clock))	UINT32	RW	0x10F4:13, 32

## Index 1A03 TxPDO-Map External Sync (32 Bit)

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
1A03:0	TxPDO-Map External Sync (32 Bit)	PDO Mapping TxPDO 4	UINT8	RW	0x0B (11 <sub>dez</sub> )
1A03:01	SubIndex 001	1. PDO Mapping entry (object 0x10F4 (External synchronization status), entry 0x02)	UINT32	RW	0x10F4:02, 2
1A03:02	SubIndex 002	2. PDO Mapping entry (6 bits align)	UINT32	RW	0x0000:00, 6
1A03:03	SubIndex 003	3. PDO Mapping entry (3 bits align)	UINT32	RW	0x0000:00, 3
1A03:04	SubIndex 004	4. PDO Mapping entry (object 0x1800, entry 0x09)	UINT32	RW	0x1800:09, 1
1A03:05	SubIndex 005	5. PDO Mapping entry (object 0x1800, entry 0x07)	UINT32	RW	0x1800:07, 1
1A03:06	SubIndex 006	6. PDO Mapping entry (object 0x10F4 (External synchronization status), entry 0x0E (Control value update toggle))	UINT32	RW	0x10F4:0E, 1
1A03:07	SubIndex 007	7. PDO Mapping entry (object 0x10F4 (External synchronization status), entry 0x0F (Time stamp update toggle))	UINT32	RW	0x10F4:0F, 1
1A03:08	SubIndex 008	8. PDO Mapping entry (object 0x10F4 (External synchronization status), entry 0x10 (External device not connected))	UINT32	RW	0x10F4:10, 1
1A03:09	SubIndex 009	9. PDO Mapping entry (object 0x10F4 (External synchronization status), entry 0x11 (Internal time stamp))	UINT32	RW	0x10F4:11, 32
1A03:0A	SubIndex 010	10. PDO Mapping entry (object 0x10F4 (External synchronization status), entry 0x12 (External time stamp))	UINT32	RW	0x10F4:12, 32
1A03:0B	SubIndex 011	11. PDO Mapping entry (object 0x10F4 (External synchronization status), entry 0x13 (Control Value for DC Master Clock))	UINT32	RW	0x10F4:13, 32

## Index 1C00 Sync manager type

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
1C00:0	Sync manager type	Benutzung der Sync Manager	UINT8	RO	0x04 (4 <sub>dez</sub> )
1C00:01	SubIndex 001	Sync-Manager Type Channel 1: Mailbox Write	UINT8	RO	0x01 (1 <sub>dez</sub> )
1C00:02	SubIndex 002	Sync-Manager Type Channel 2: Mailbox Read	UINT8	RO	0x02 (2 <sub>dez</sub> )
1C00:03	SubIndex 003	Sync-Manager Type Channel 3: Process Data Write (Outputs)	UINT8	RO	0x03 (3 <sub>dez</sub> )
1C00:04	SubIndex 004	Sync-Manager Type Channel 4: Process Data Read (Inputs)	UINT8	RO	0x04 (4 <sub>dez</sub> )

**Index 1C12 RxPDO assign**

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
1C12:0	RxPDO assign	PDO Assign Outputs	UINT8	RW	0x00 (0 <sub>dez</sub> )
1C12:01	SubIndex 001	1. zugeordnete RxPDO (enthält den Index des zugehörigen RxPDO Mapping Objekts)	UINT16	RW	0x0000 (0 <sub>dez</sub> )

**Index 1C13 TxPDO assign**

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
1C13:0	TxPDO assign	PDO Assign Inputs	UINT8	RW	0x01 (1 <sub>dez</sub> )
1C13:01	SubIndex 001	1. zugeordnete TxPDO (enthält den Index des zugehörigen TxPDO Mapping Objekts)	UINT16	RW	0x1A01 (6657 <sub>dez</sub> )
1C13:02	SubIndex 002	2. zugeordnete TxPDO (enthält den Index des zugehörigen TxPDO Mapping Objekts)	UINT16	RW	0x0000 (0 <sub>dez</sub> )

## Index 1C32 SM output parameter

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
1C32:0	SM output parameter	Synchronisierungsparameter der Outputs	UINT8	RO	0x20 (32 <sub>dez</sub> )
1C32:01	Sync mode	Aktuelle Synchronisierungsbetriebsart: <ul style="list-style-type: none"> <li>• 0: Free Run</li> <li>• 1: Synchron with SM 2 Event</li> <li>• 2: DC-Mode - Synchron with SYNC0 Event</li> <li>• 3: DC-Mode - Synchron with SYNC1 Event</li> </ul>	UINT16	RW	0x0000 (0 <sub>dez</sub> )
1C32:02	Cycle time	Zykluszeit (in ns): <ul style="list-style-type: none"> <li>• Free Run: Zykluszeit des lokalen Timers</li> <li>• Synchron with SM 2 Event: Zykluszeit des Masters</li> <li>• DC-Mode: SYNC0/SYNC1 Cycle Time</li> </ul>	UINT32	RW	0x00000000 (0 <sub>dez</sub> )
1C32:03	Shift time	Zeit zwischen SYNC0 Event und Ausgabe der Outputs (in ns, nur DC-Mode)	UINT32	RW	0x00000000 (0 <sub>dez</sub> )
1C32:04	Sync modes supported	Unterstützte Synchronisierungsbetriebsarten: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bit 0 = 1: Free Run wird unterstützt</li> <li>• Bit 1 = 1: Synchron with SM 2 Event wird unterstützt</li> <li>• Bit 2-3 = 01: DC-Mode wird unterstützt</li> <li>• Bit 4-5 = 10: Output Shift mit SYNC1 Event (nur DC-Mode)</li> <li>• Bit 14 = 1: dynamische Zeiten (Messen durch Beschreiben von 0x1C32:08 ▶ 132)</li> </ul>	UINT16	RO	0xC007 (49159 <sub>dez</sub> )
1C32:05	Minimum cycle time	Minimale Zykluszeit (in ns)	UINT32	RO	0x00000000 (0 <sub>dez</sub> )
1C32:06	Calc and copy time	Minimale Zeit zwischen SYNC0 und SYNC1 Event (in ns, nur DC-Mode)	UINT32	RO	0x00000000 (0 <sub>dez</sub> )
1C32:08	Command	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 0: Messung der lokalen Zykluszeit wird gestoppt</li> <li>• 1: Messung der lokalen Zykluszeit wird gestartet</li> </ul> <p>Die Entries 0x1C32:03 ▶ 132], 0x1C32:05 ▶ 132], 0x1C32:06 ▶ 132], 0x1C32:09 ▶ 132], 0x1C33:03 ▶ 133], 0x1C33:06 ▶ 132], 0x1C33:09 ▶ 133] werden mit den maximal gemessenen Werten aktualisiert. Wenn erneut gemessen wird, werden die Messwerte zurückgesetzt</p>	UINT16	RW	0x0000 (0 <sub>dez</sub> )
1C32:09	Delay time	Zeit zwischen SYNC1 Event und Ausgabe der Outputs (in ns, nur DC-Mode)	UINT32	RO	0x00000000 (0 <sub>dez</sub> )
1C32:0B	SM event missed counter	Anzahl der ausgefallenen SM-Events im OPERATIONAL (nur im DC Mode)	UINT16	RO	0x0000 (0 <sub>dez</sub> )
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 <sub>dez</sub> )
1C32:0D	Shift too short counter	Anzahl der zu kurzen Abstände zwischen SYNC0 und SYNC1 Event (nur im DC Mode)	UINT16	RO	0x0000 (0 <sub>dez</sub> )
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 <sub>dez</sub> )

## Index 1C33 SM input parameter

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
1C33:0	SM input parameter	Synchronisierungsparameter der Inputs	UINT8	RO	0x20 (32 <sub>dez</sub> )
1C33:01	Sync mode	Aktuelle Synchronisierungsbetriebsart: <ul style="list-style-type: none"> <li>• 0: Free Run</li> <li>• 1: Synchron with SM 3 Event (keine Outputs vorhanden)</li> <li>• 2: DC - Synchron with SYNC0 Event</li> <li>• 3: DC - Synchron with SYNC1 Event</li> <li>• 34: Synchron with SM 2 Event (Outputs vorhanden)</li> </ul>	UINT16	RW	0x0000 (0 <sub>dez</sub> )
1C33:02	Cycle time	wie 0x1C32:02 ► 132]	UINT32	RW	0x00000000 (0 <sub>dez</sub> )
1C33:03	Shift time	Zeit zwischen SYNC0-Event und Einlesen der Inputs (in ns, nur DC-Mode)	UINT32	RW	0x00000000 (0 <sub>dez</sub> )
1C33:04	Sync modes supported	Unterstützte Synchronisierungsbetriebsarten: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bit 0: Free Run wird unterstützt</li> <li>• Bit 1: Synchron with SM 2 Event wird unterstützt (Outputs vorhanden)</li> <li>• Bit 1: Synchron with SM 3 Event wird unterstützt (keine Outputs vorhanden)</li> <li>• Bit 2-3 = 01: DC-Mode wird unterstützt</li> <li>• Bit 4-5 = 01: Input Shift durch lokales Ereignis (Outputs vorhanden)</li> <li>• Bit 4-5 = 10: Input Shift mit SYNC1 Event (keine Outputs vorhanden)</li> <li>• Bit 14 = 1: dynamische Zeiten (Messen durch Beschreiben von 0x1C32:08 ► 132] oder 0x1C33:08 ► 133])</li> </ul>	UINT16	RO	0xC007 (49159 <sub>dez</sub> )
1C33:05	Minimum cycle time	wie 0x1C32:05 ► 132]	UINT32	RO	0x00000000 (0 <sub>dez</sub> )
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 <sub>dez</sub> )
1C33:08	Command	wie 0x1C32:08 ► 132]	UINT16	RW	0x0000 (0 <sub>dez</sub> )
1C33:09	Delay time	Zeit zwischen SYNC1-Event und Einlesen der Eingänge (in ns, nur DC-Mode)	UINT32	RO	0x00000000 (0 <sub>dez</sub> )
1C33:0B	SM event missed counter	wie 0x1C32:11 ► 132]	UINT16	RO	0x0000 (0 <sub>dez</sub> )
1C33:0C	Cycle exceeded counter	wie 0x1C32:12 ► 132]	UINT16	RO	0x0000 (0 <sub>dez</sub> )
1C33:0D	Shift too short counter	wie 0x1C32:13 ► 132]	UINT16	RO	0x0000 (0 <sub>dez</sub> )
1C33:20	Sync error	wie 0x1C32:32 ► 132]	BOOLEAN	RO	0x00 (0 <sub>dez</sub> )

## 6 Anhang

### 6.1 UL Hinweise

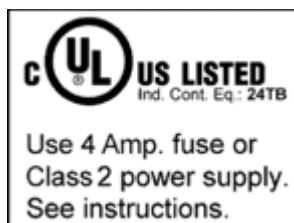
	<b>Application</b> The modules are intended for use with Beckhoff's UL Listed EtherCAT System only.
	<b>Examination</b> For cULus examination, the Beckhoff I/O System has only been investigated for risk of fire and electrical shock (in accordance with UL508 and CSA C22.2 No. 142).
	<b>For devices with Ethernet connectors</b> 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-Zertifizierung 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<sub>DC</sub> 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.

## 6.2 ATEX-Dokumentation



### Hinweis

#### Hinweise zum Einsatz der Beckhoff Klemmensysteme in explosionsgefährdeten Bereichen (ATEX)

Beachten Sie auch die weiterführende Dokumentation

Hinweise zum Einsatz der Beckhoff Klemmensysteme in explosionsgefährdeten Bereichen (ATEX)

die Ihnen auf der Beckhoff-Homepage <http://www.beckhoff.de> im Bereich [Download](#) zur Verfügung steht!

## 6.3 EtherCAT AL Status Codes

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

## 6.4 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](#) [► 136]. 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!

EL6690			
Hardware (HW)	Firmware (FW)	Revision-Nr.	Release-Datum
05	01	Prim.: EL6690-0001-0016 Sec.: EL6690-0002-0016	01/2008
	02		03/2008
	03		07/2008
	04		09/2008
06 - 13*	05	Prim.: EL6690-0001-0016 Sec.: EL6690-0002-0018	09/2009
	06*		09/2009
		Prim.: EL6690-0001-0017 Sec.: EL6690-0002-0019	10/2012

EL6692			
Hardware (HW)	Firmware (FW)	Revision-Nr.	Release-Datum
00	01		01/2008
00 - 01	02		07/2008
01	03	Prim.: EL6692-0000-0016 Sec.: EL6692-0002-0017	02/2009
	04		07/2009
02 - 16*	05	Prim.: EL6692-0000-0016 Sec.: EL6692-0002-0018	09/2009
	06		11/2009
	07		05/2010
	08	Prim.: EL6692-0000-0017	10/2010
	09		05/2012
		Prim.: EL6692-0000-0017 Sec.: EL6692-0002-0018	10/2012
	10	Prim.: EL6692-0000-0018 Sec.: EL6692-0002-0020	08/2013
	11*		01/2014

\*) 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.

## 6.5 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. ELxxx-xxx\_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 Gerätedateien 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!

## 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. 168: 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:

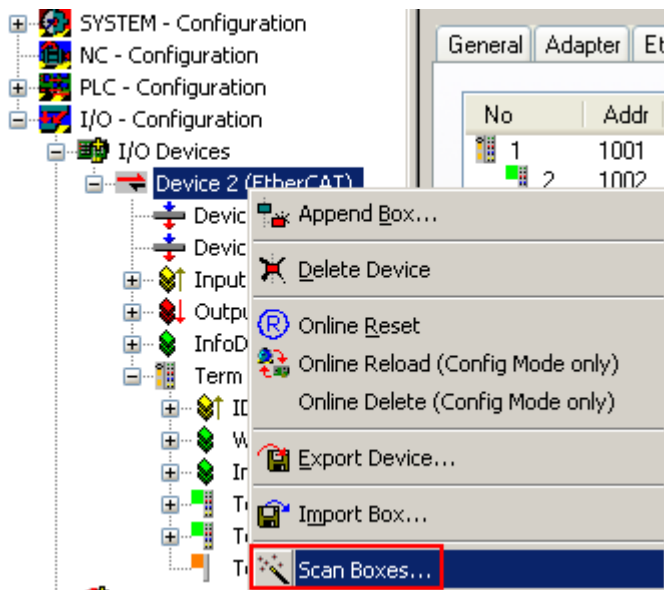


Abb. 169: Rechtsklick auf das EtherCAT Gerät bewirkt im Config/FreeRun-Mode das Scannen des unterlagerten Feldes

Wenn das gefundene Feld mit dem konfigurierten übereinstimmt, erscheint



Abb. 170: Konfiguration identisch

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

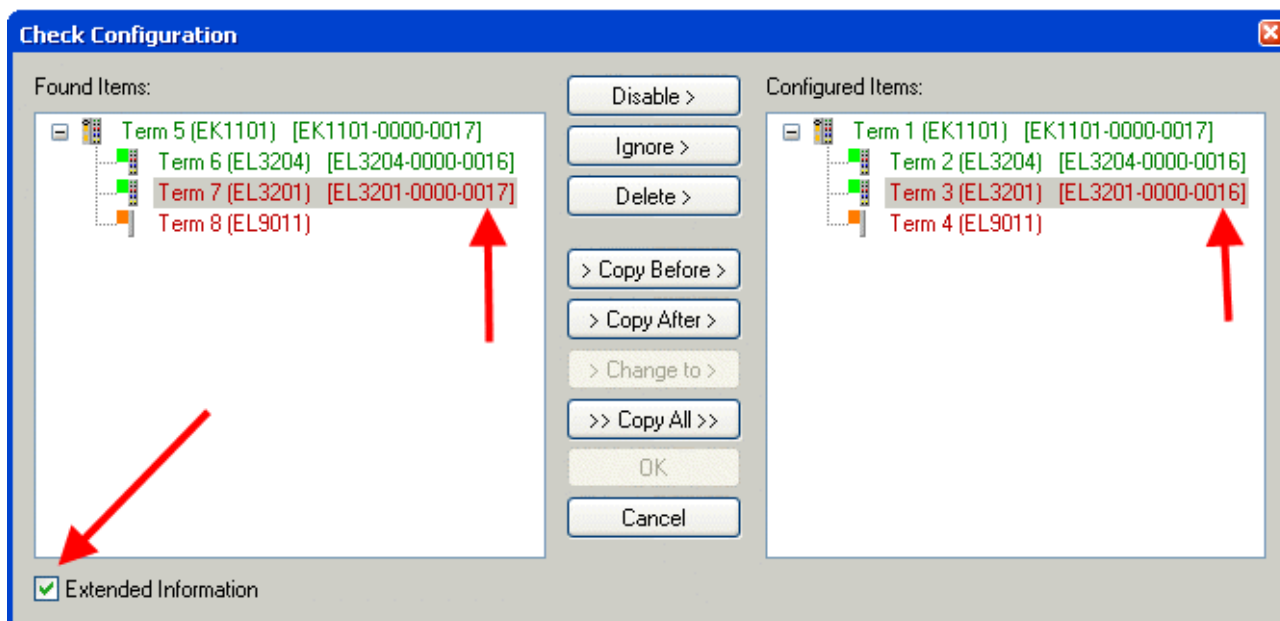


Abb. 171: Änderungsdialog

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“

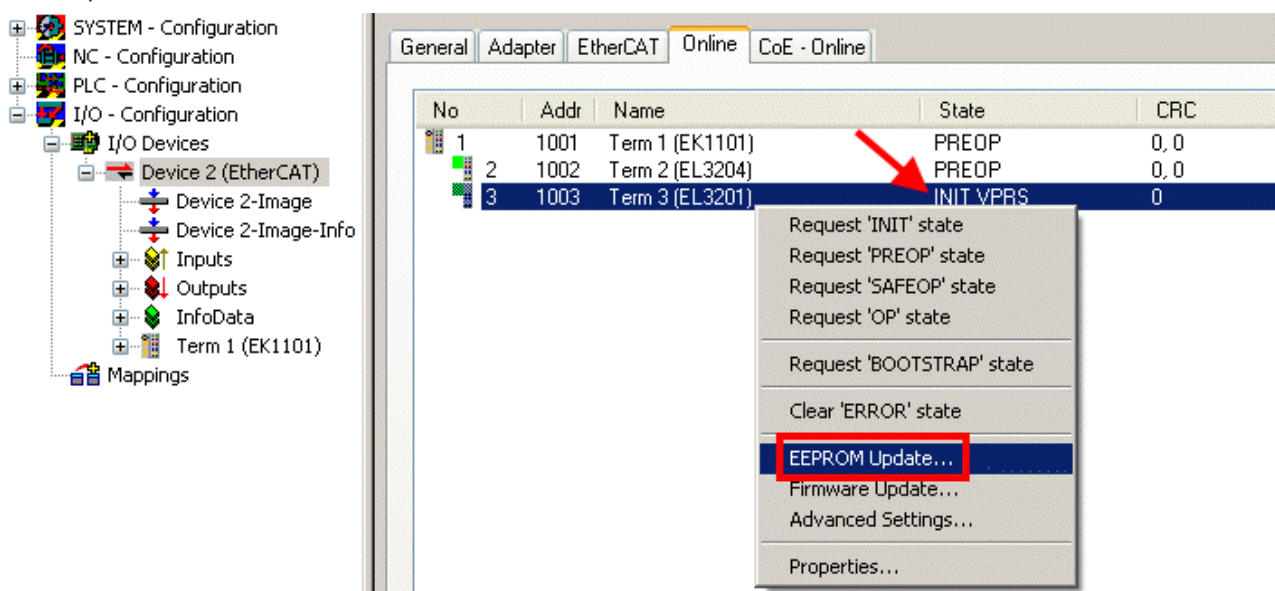


Abb. 172: EEPROM Update

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.

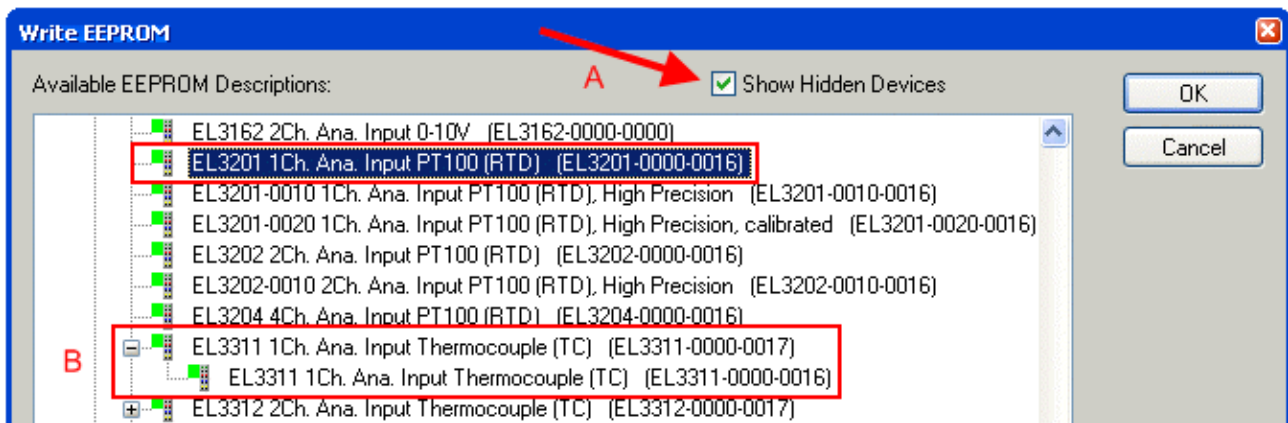


Abb. 173: Auswahl des neuen ESI

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.

**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.

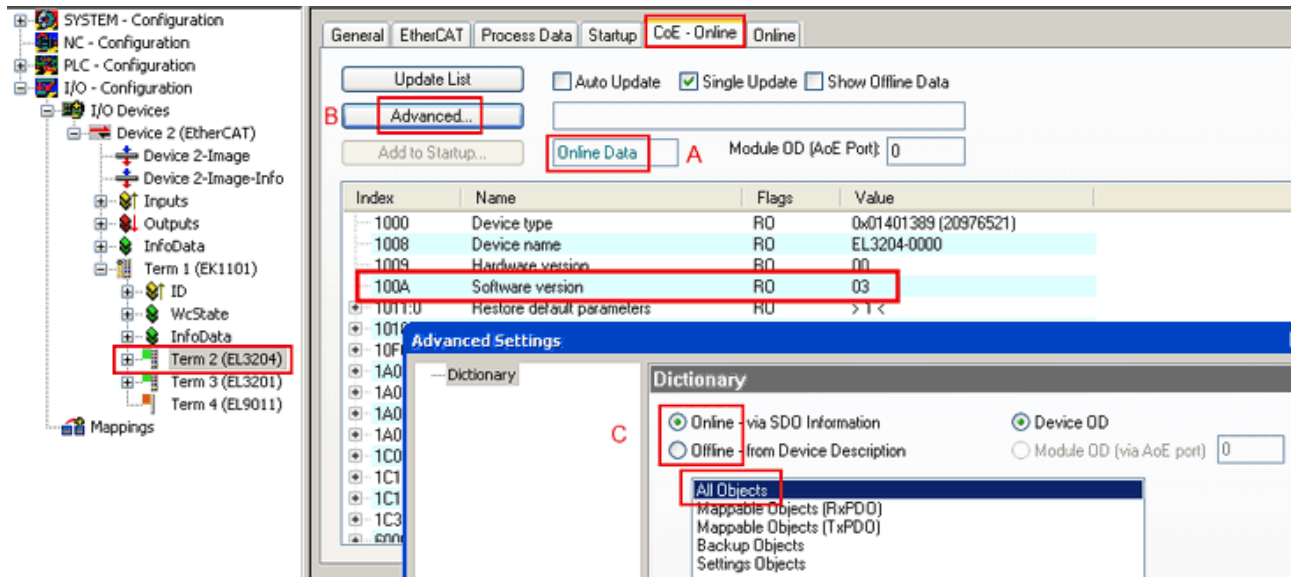


Abb. 174: Anzeige FW-Stand EL3204

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.

## 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 i.allg. nicht verändert.

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

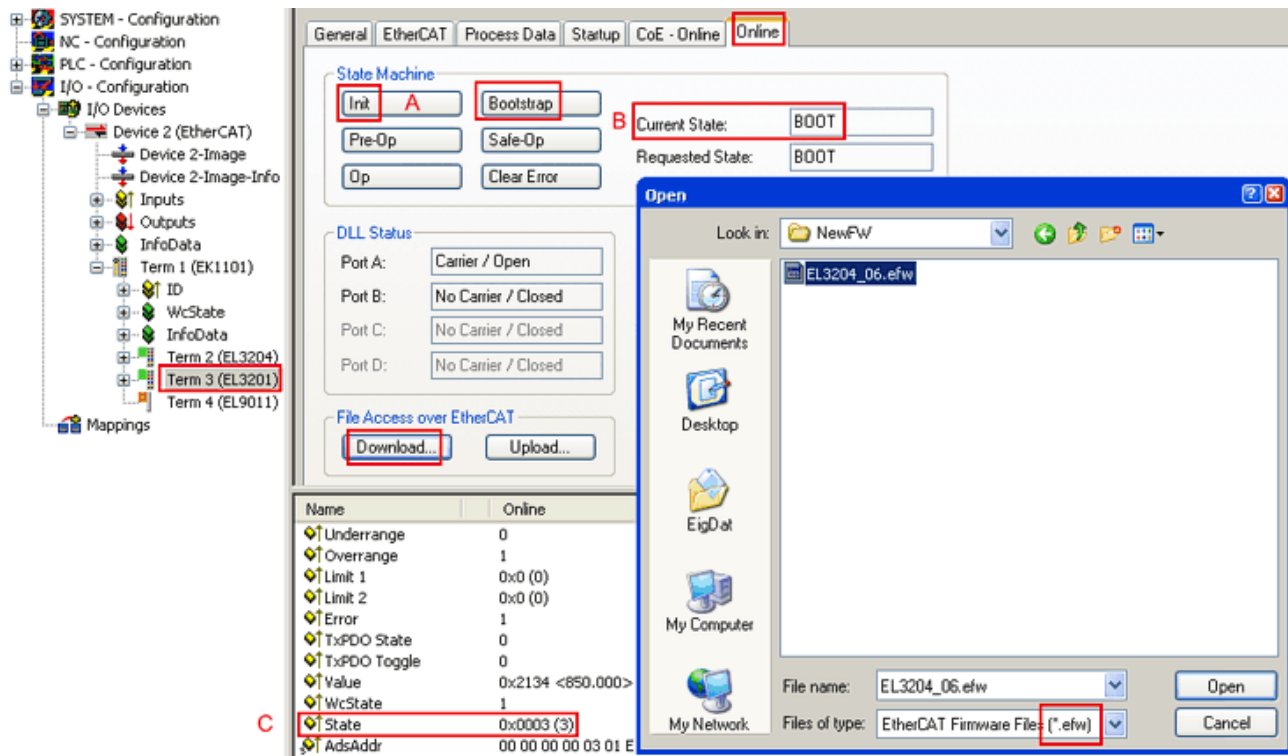


Abb. 175: Firmware Update

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

- Slave in INIT schalten (A)
- Slave in BOOTSTRAP schalten
- Kontrolle des aktuellen Status (B, C)
- Download der neuen \*.efw-Datei
- Nach Beendigung des Download in INIT schalten, dann in OP
- Slave kurz stromlos schalten

## 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 Firmwarekomponenten 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.



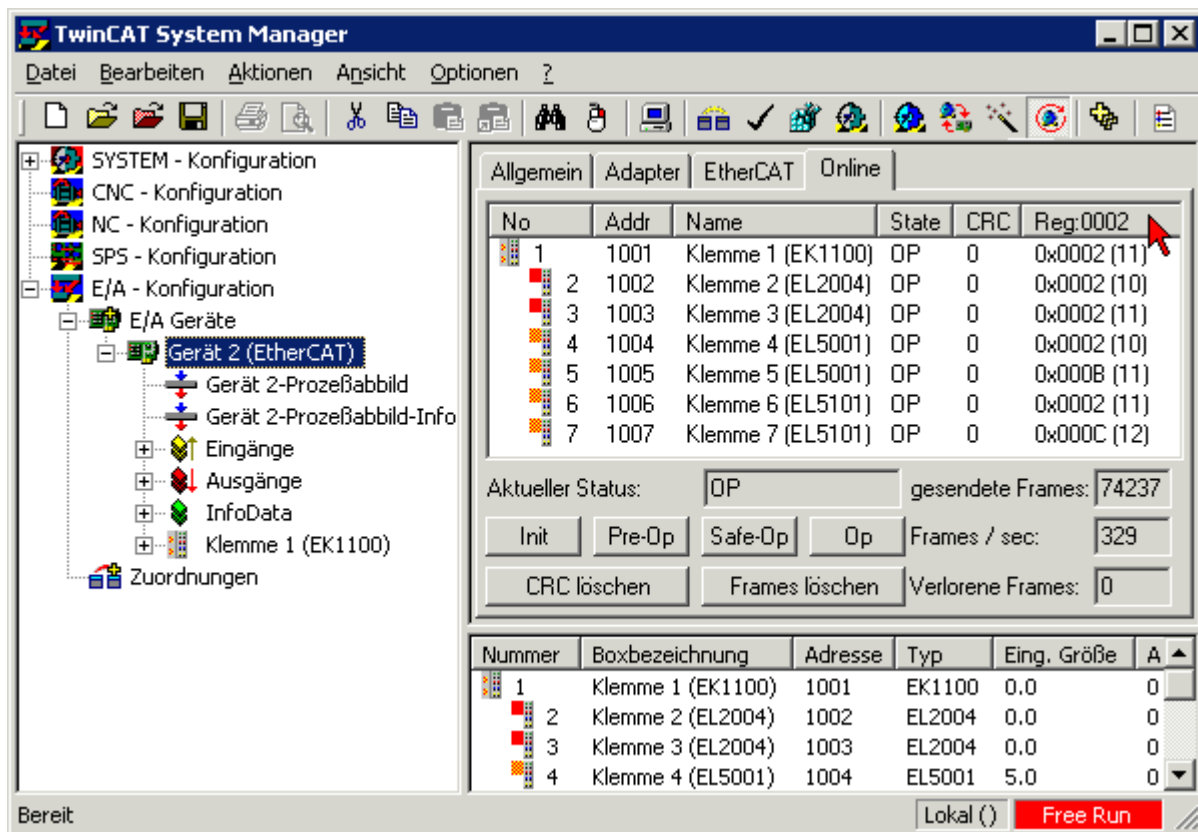


Abb. 176: Versionsbestimmung FPGA-Firmware

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*.

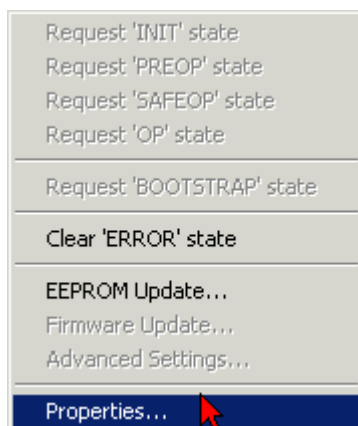


Abb. 177: Kontextmenu "Eigenschaften" (Properties)

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.

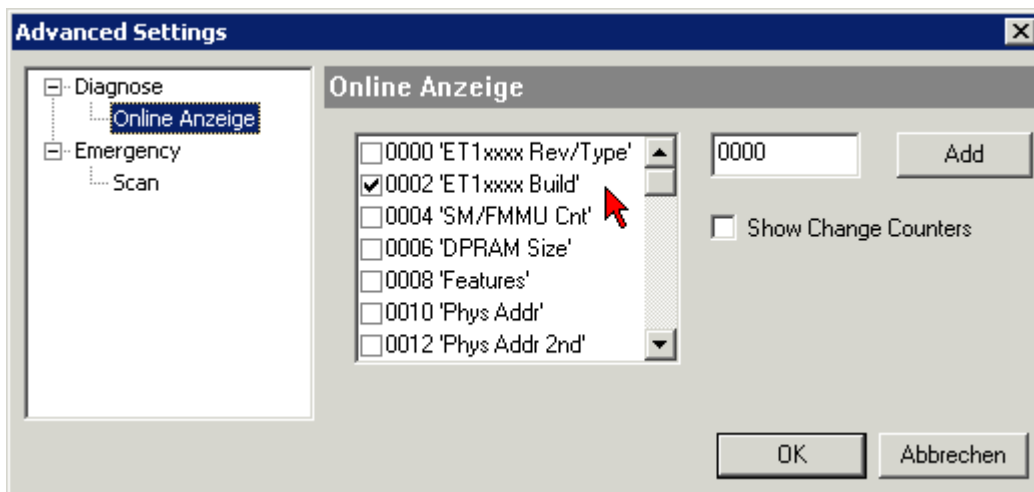


Abb. 178: Dialog "Advanced settings"

## Update

Für das Update der FPGA-Firmware

- eines EtherCAT-Kopplers, muss auf auf diesem Koppler mindestens die FPGA-Firmware-Version 11 vorhanden sein.
- einer E-Bus-Klemme, muss auf auf dieser Klemme mindestens die FPGA-Firmware-Version 10 vorhanden sein.

Ältere Firmwarestände können nur vom Hersteller aktualisiert werden!

## Update eines EtherCAT-Geräts

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*.



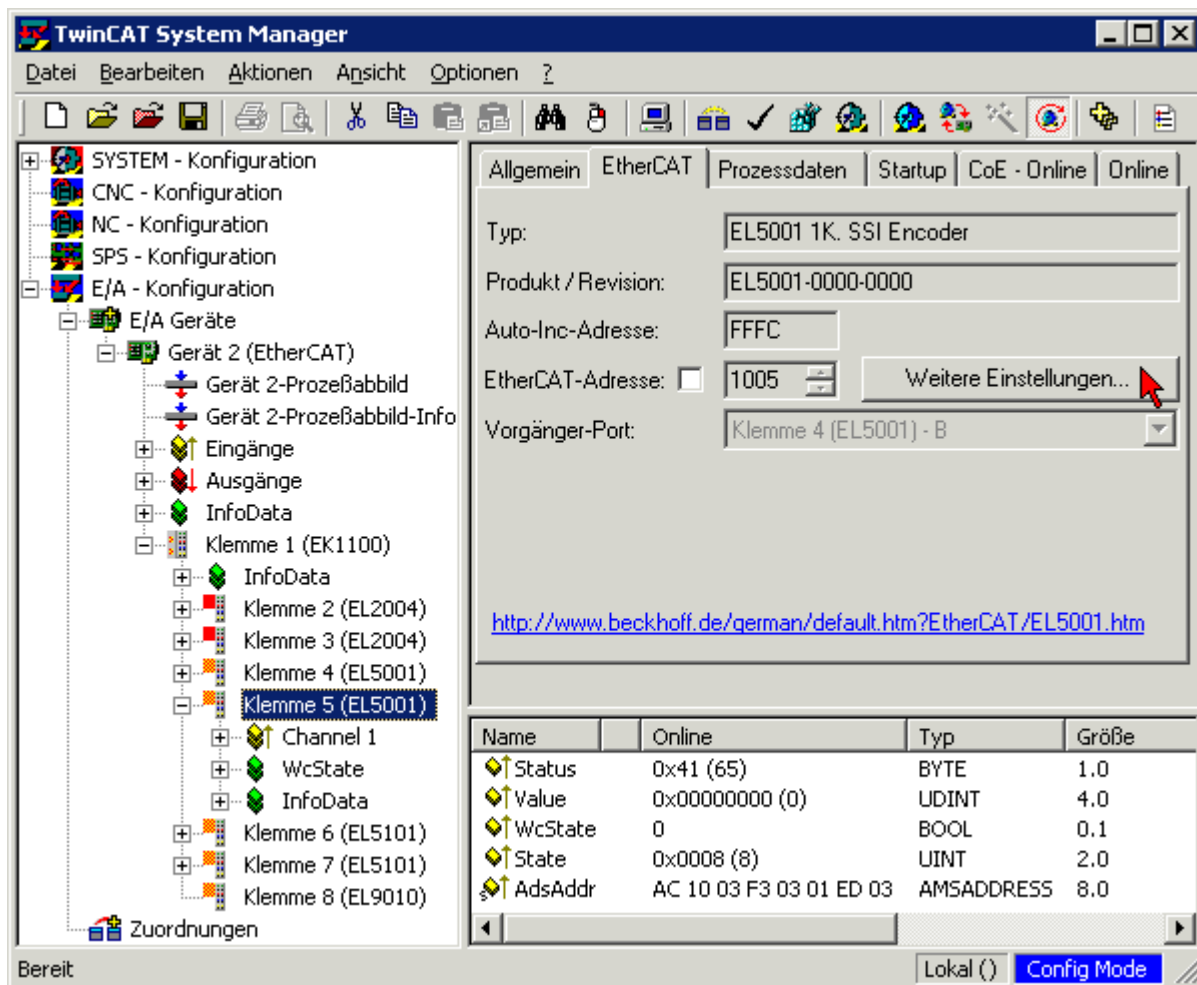


Abb. 179: Dialog "Weitere Einstellungen" wählen

Im folgenden Dialog *Advanced Settings* klicken Sie im Menüpunkt *ESC-Zugriff/E<sup>2</sup>PROM/FPGA* auf die Schaltfläche *Schreibe FPGA*,

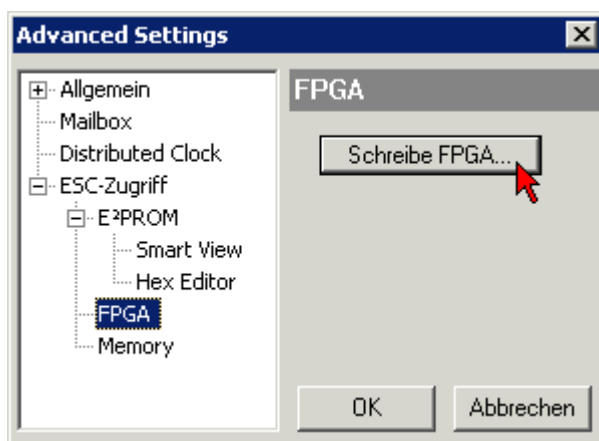


Abb. 180: Dialog "Schreibe FPGA" wählen

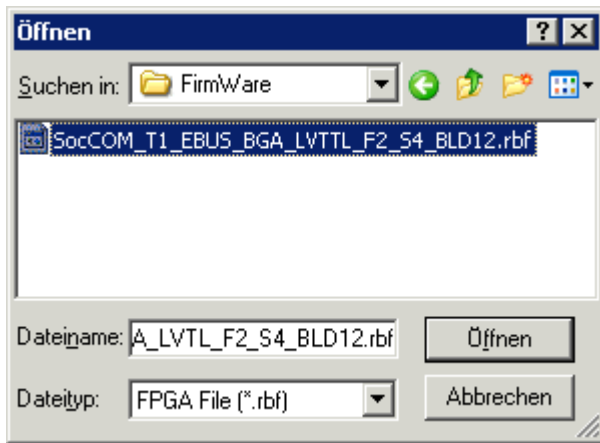


Abb. 181: Datei auswählen

Wählen Sie die Datei (\*.rbf) mit der neuen FPGA-Firmware aus und übertragen Sie diese zum EtherCAT-Gerät.

**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!

Um die neue FPGA-Firmware zu aktivieren ist ein Neustart (Aus- und Wiedereinschalten der Spannungsversorgung) des EtherCAT-Geräts erforderlich.

**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.

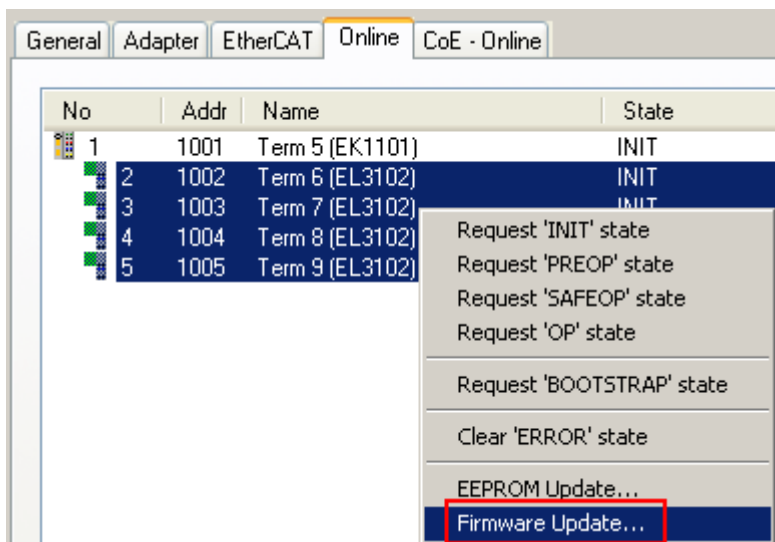


Abb. 182: Mehrfache Selektion und FW-Update

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

## 6.6 Wiederherstellen des Auslieferungszustandes

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““)

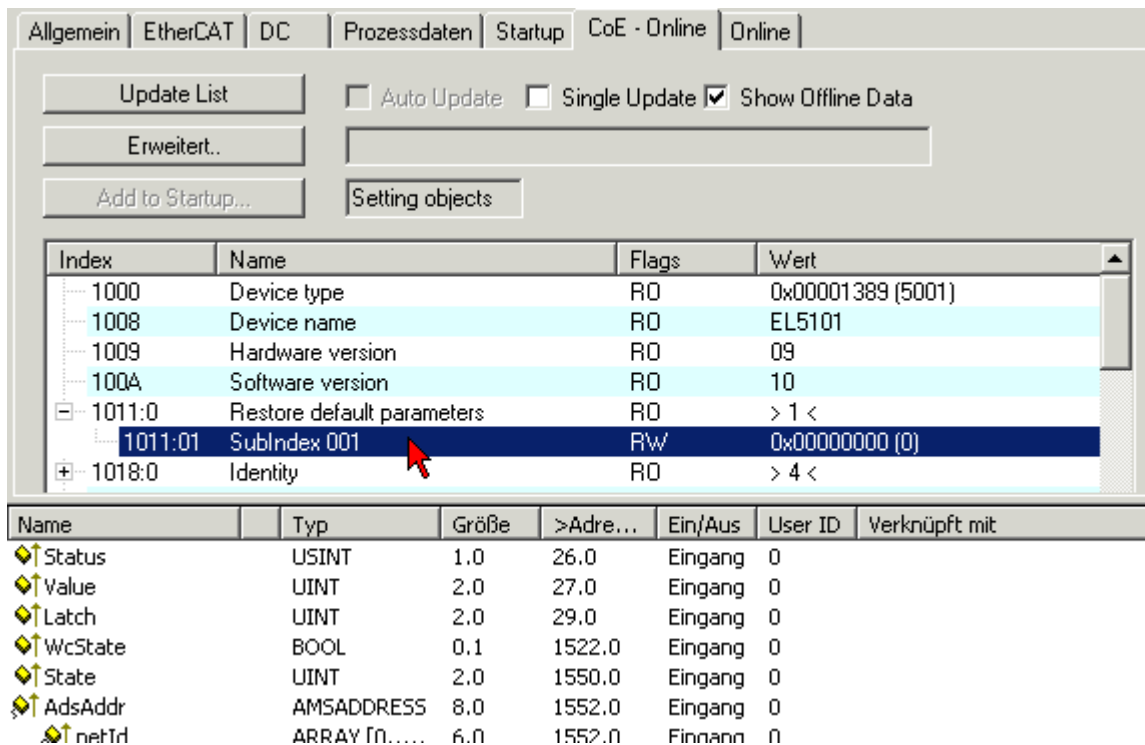


Abb. 183: Auswahl des PDO "Restore default parameters"

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.

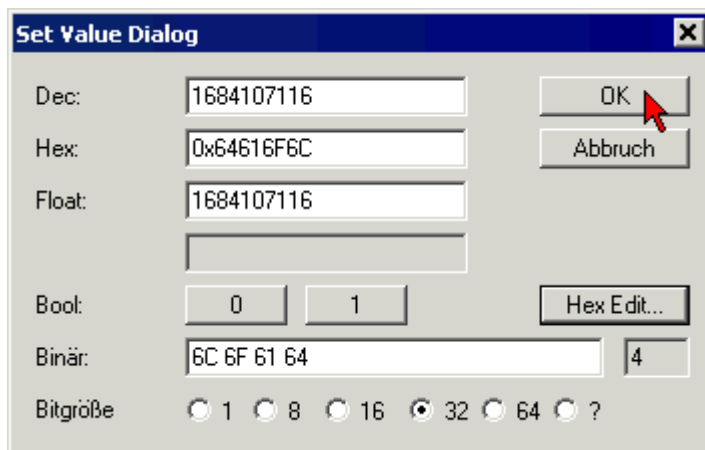


Abb. 184: Eingabe des Restore-Wertes im Set Value Dialog



### 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!

## 6.7 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 .....	9
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 .....	10
Abb. 6	EP1908-0002 IP76 EtherCAT Safety Box mit Chargennummer 071201FF und eindeutiger Seriennummer 00346070 .....	10
Abb. 7	EL2904 IP20 Safety Klemme mit Chargennummer/DateCode 50110302 und eindeutiger Seriennummer 00331701 .....	11
Abb. 8	EL6692 .....	12
Abb. 9	Einfache I/O-Topologie .....	14
Abb. 10	Abbildung DC auf die Topologie .....	15
Abb. 11	EtherCAT-Topologie mit externer Referenz-Clock .....	17
Abb. 12	TwinCAT 2.11 Distributed Clocks Settings - Beispiel für EL6688 im PTP-Slave-Modus als Zeitreferenz für das lokale EtherCAT-System .....	18
Abb. 13	Anzeige aktueller Offsets .....	19
Abb. 14	Aktuelle Offsets .....	19
Abb. 15	Systemmanager Stromberechnung .....	21
Abb. 16	Karteireiter EtherCAT -> Erweiterte Einstellungen -> Verhalten --> Watchdog .....	22
Abb. 17	Zustände der EtherCAT State Machine .....	23
Abb. 18	Karteireiter "CoE-Online" .....	26
Abb. 19	StartUp-Liste im TwinCAT System Manager .....	27
Abb. 20	Offline-Verzeichnis .....	28
Abb. 21	Online-Verzeichnis .....	29
Abb. 22	Korrekte Konfiguration .....	36
Abb. 23	Inkorrekte Konfiguration .....	36
Abb. 24	Empfohlene Abstände bei Standard Einbaulage .....	37
Abb. 25	Weitere Einbaulagen .....	38
Abb. 26	EL6692 LEDs .....	40
Abb. 27	Bezug von der Anwender Seite (Inbetriebnahme) zur Installation .....	42
Abb. 28	Aufbau der Steuerung mit einem embedded PC und Eingabe (EL1004) und Ausgabe (EL2008) .....	43
Abb. 29	Initale Benutzeroberfläche TwinCAT 2 .....	43
Abb. 30	Wähle Zielsystem .....	44
Abb. 31	PLC für den Zugriff des TwinCAT System Managers festlegen: Auswahl des Zielsystems .....	44
Abb. 32	Auswahl "Gerät Suchen..." .....	45
Abb. 33	Automatische Erkennung von E/A Geräten: Auswahl der einzubindenden Geräte .....	45
Abb. 34	Abbildung der Konfiguration im TwinCAT 2 Systemmanager .....	46
Abb. 35	Einlesen von einzelnen an einem Gerät befindlichen Klemmen .....	46
Abb. 36	TwinCAT PLC Control nach dem Start .....	47
Abb. 37	Beispielprogramm mit Variablen nach einem Kompiliervorgang (ohne Variablenanbindung) .....	48
Abb. 38	Hinzufügen des Projektes des TwinCAT PLC Control .....	48
Abb. 39	Eingebundenes PLC Projekt in der SPS- Konfiguration des System Managers .....	49
Abb. 40	Erstellen der Verknüpfungen PLC-Variablen zu Prozessobjekten .....	49

Abb. 41	Auswahl des PDO vom Typ BOOL.....	50
Abb. 42	Auswahl von mehreren PDO gleichzeitig: Aktivierung von "Kontinuierlich" und „Alle Typen“ .....	50
Abb. 43	Anwendung von "Goto Link Variable" am Beispiel von "MAIN.bEL1004_Ch4" .....	51
Abb. 44	Auswahl des Zielsystems (remote).....	52
Abb. 45	PLC Control Logged-in, bereit zum Programmstart.....	52
Abb. 46	Initiale Benutzeroberfläche TwinCAT 3 .....	53
Abb. 47	Neues TwinCAT 3 Projekt erstellen .....	54
Abb. 48	Neues TwinCAT 3 Projekt im Projektmappen-Explorer .....	54
Abb. 49	Auswahldialog: Wähle Zielsystem .....	55
Abb. 50	PLC für den Zugriff des TwinCAT System Managers festlegen: Auswahl des Zielsystems.....	55
Abb. 51	Auswahl „Scan“ .....	56
Abb. 52	Automatische Erkennung von E/A Geräten: Auswahl der einzubindenden Geräte.....	56
Abb. 53	Abbildung der Konfiguration in VS Shell der TwinCAT 3 Umgebung .....	57
Abb. 54	Einlesen von einzelnen an einem Gerät befindlichen Klemmen.....	57
Abb. 55	Einfügen der Programmierungsumgebung in "SPS" .....	58
Abb. 56	Festlegen des Namens bzw. Verzeichnisses für die PLC Programmierungsumgebung .....	59
Abb. 57	Initiales Programm "Main" des Standard PLC Projektes .....	59
Abb. 58	Beispielprogramm mit Variablen nach einem Kompiliervorgang (ohne Variablenanbindung).....	60
Abb. 59	Kompilierung des Programms starten .....	60
Abb. 60	Erstellen der Verknüpfungen PLC-Variablen zu Prozessobjekten .....	61
Abb. 61	Auswahl des PDO vom Typ BOOL.....	62
Abb. 62	Auswahl von mehreren PDO gleichzeitig: Aktivierung von "Kontinuierlich" und „Alle Typen“ .....	62
Abb. 63	Anwendung von "Goto Link Variable" am Beispiel von "MAIN.bEL1004_Ch4" .....	63
Abb. 64	TwinCAT 3 Entwicklungsumgebung (VS Shell): Logged-in, nach erfolgten Programmstart .....	64
Abb. 65	Aufruf im Systemmanager (TwinCAT 2) .....	65
Abb. 66	Aufruf in VS Shell (TwinCAT 3) .....	66
Abb. 67	Übersicht Netzwerkschnittstellen .....	66
Abb. 68	Eigenschaft von EtherCAT Gerät (TwinCAT 2): Klick auf „Kompatible Geräte...“ von „Adapter“ .....	66
Abb. 69	Windows-Eigenschaften der Netzwerkschnittstelle .....	67
Abb. 70	Beispielhafte korrekte Treiber-Einstellung des Ethernet Ports .....	67
Abb. 71	Fehlerhafte Treiber-Einstellungen des Ethernet Ports .....	68
Abb. 72	TCP/IP-Einstellung des Ethernet Ports .....	69
Abb. 73	Gerätebezeichnung: Struktur .....	70
Abb. 74	Hinweisfenster OnlineDescription (TwinCAT 2).....	71
Abb. 75	Hinweisfenster OnlineDescription (TwinCAT 3).....	71
Abb. 76	Vom Systemmanager angelegt OnlineDescription.xml .....	72
Abb. 77	Kennzeichnung einer online erfassten ESI am Beispiel EL2521 .....	72
Abb. 78	Hinweisfenster fehlerhafte ESI-Datei (links: TwinCAT 2; rechts: TwinCAT 3).....	73
Abb. 79	Anwendung des ESI Updater (>=TwinCAT 2.11).....	74
Abb. 80	Anwendung des ESI Updater (TwinCAT 3) .....	74
Abb. 81	Anfügen eines EtherCAT Device: links TwinCAT 2; rechts TwinCAT 3 .....	75
Abb. 82	Auswahl EtherCAT Anschluss (TwinCAT 2.11, TwinCAT 3) .....	75
Abb. 83	Auswahl Ethernet Port .....	76
Abb. 84	Eigenschaften EtherCAT Gerät (TwinCAT 2).....	76
Abb. 85	Anfügen von EtherCAT Geräten (links: TwinCAT 2; rechts: TwinCAT 3).....	77
Abb. 86	Auswahldialog neues EtherCAT Gerät .....	77

Abb. 87	Anzeige Geräte-Revision .....	78
Abb. 88	Anzeige vorhergehender Revisionen.....	78
Abb. 89	Name/Revision Klemme .....	79
Abb. 90	EtherCAT Klemme im TwinCAT-Baum (links: TwinCAT 2; rechts: TwinCAT 3).....	79
Abb. 91	Unterscheidung Lokalsystem/ Zielsystem (links: TwinCAT 2; rechts: TwinCAT 3) .....	80
Abb. 92	Scan Devices (links: TwinCAT 2; rechts: TwinCAT 3).....	80
Abb. 93	Hinweis automatischer GeräteScan (links: TwinCAT 2; rechts: TwinCAT 3) .....	81
Abb. 94	Erkannte Ethernet-Geräte .....	81
Abb. 95	Beispiel Defaultzustand .....	81
Abb. 96	Einbau EtherCAT-Klemme mit Revision -1018.....	82
Abb. 97	Erkennen EtherCAT-Klemme mit Revision -1019 .....	82
Abb. 98	Scan-Abfrage nach dem automatischen Anlegen eines EtherCAT Gerätes (links: TwinCAT 2; rechts TwinCAT 3) .....	83
Abb. 99	Manuelles Auslösen des Teilnehmer-Scans auf festgelegtem EtherCAT Device (links: TwinCAT 2; rechts TwinCAT 3).....	83
Abb. 100	Scanfortschritt am Beispiel von TwinCAT 2 .....	83
Abb. 101	Abfrage Config/FreeRun (links: TwinCAT 2; rechts TwinCAT 3).....	83
Abb. 102	Anzeige des Wechsels zwischen „Free Run“ und „Config Mode“ unten rechts in der Statusleiste .....	84
Abb. 103	TwinCAT kann auch durch einen Button in diesen Zustand versetzt werden (links: TwinCAT 2; rechts TwinCAT 3).....	84
Abb. 104	Beispielhafte Online-Anzeige .....	84
Abb. 105	Fehlerhafte Erkennung .....	85
Abb. 106	Identische Konfiguration (links: TwinCAT 2; rechts TwinCAT 3) .....	85
Abb. 107	Korrekturdialog .....	86
Abb. 108	Name/Revision Klemme .....	87
Abb. 109	Korrekturdialog mit Änderungen .....	87
Abb. 110	Dialog „Change to Compatible Type...“ (links: TwinCAT 2; rechts TwinCAT 3).....	88
Abb. 111	TwinCAT 2 Dialog Change to Alternative Type .....	88
Abb. 112	„Baumzweig“ Element als Klemme EL3751 .....	88
Abb. 113	Karteireiter „Allgemein“ .....	89
Abb. 114	Karteireiter „EtherCAT“ .....	89
Abb. 115	Karteireiter „Prozessdaten“ .....	90
Abb. 116	Konfigurieren der Prozessdaten .....	91
Abb. 117	Karteireiter „Startup“ .....	92
Abb. 118	Karteireiter „CoE – Online“ .....	93
Abb. 119	Dialog „Advanced settings“ .....	94
Abb. 120	Karteireiter „Online“ .....	95
Abb. 121	Karteireiter „DC“ (Distributed Clocks) .....	96
Abb. 122	Auswahl an Diagnoseinformationen eines EtherCAT Slave .....	98
Abb. 123	Grundlegende EtherCAT Slave Diagnose in der PLC .....	99
Abb. 124	EL3102, CoE-Verzeichnis.....	101
Abb. 125	Beispiel Inbetriebnahmehilfe für eine EL3204 .....	102
Abb. 126	Default Verhalten System Manager.....	103
Abb. 127	Default Zielzustand im Slave .....	104
Abb. 128	PLC-Bausteine.....	104
Abb. 129	Unzulässige Überschreitung E-Bus Strom .....	105



Abb. 130 Warnmeldung E-Bus-Überschreitung .....	105
Abb. 131 Default Prozessabbild der EL6692 .....	107
Abb. 132 Anfügen von Prozessdatenvariablen .....	107
Abb. 133 Voller Umfang an Diagnoseprozessdaten .....	107
Abb. 134 Default Prozessabbild der EL6692-0002 .....	108
Abb. 135 Voller Diagnoseprozessdatenumfang .....	108
Abb. 136 Device Reload .....	109
Abb. 137 „Create configuration“ auf der Primärseite.....	110
Abb. 138 „Get configuration“ auf der Sekundärseite.....	110
Abb. 139 Warnhinweise bei Verwendung komplexer Datentypen .....	111
Abb. 140 Warnhinweis bei Verwendung komplexer Datentypen .....	111
Abb. 141 Korrektes 2-Byte-Alignment der PDO-Liste .....	112
Abb. 142 Fehlermeldung beim Hochlauf - General parameter incompatibility reason.....	112
Abb. 143 Fehlermeldung beim Hochlauf - Data type does not match, length of service parameter does not match, download pdo entries .....	112
Abb. 144 Download PDO Configuration deaktivieren .....	112
Abb. 145 Umschaltung Betriebsart .....	113
Abb. 146 Typische Durchsatzzeitmessung einer EL6692 (FW01) - Beckhoff behält sich unangekündigte Änderungen vor! .....	113
Abb. 147 Definition Byte-Prozessdatum .....	113
Abb. 148 Definition einer Variablen vom Typ Byte zum verlinken .....	114
Abb. 149 Offsetfestlegung.....	115
Abb. 150 Bitwerte deklarieren .....	115
Abb. 151 AoE Demo Aufbau .....	116
Abb. 152 Eintragen EL6692 als ADS-Gateway.....	117
Abb. 153 Eingetragene neue NetId.....	117
Abb. 154 Eingetragene neue NetId.....	117
Abb. 155 Topologie des Beispielprogramms .....	119
Abb. 156 Teilnehmer auf der Master Seite .....	120
Abb. 157 EL6692 PrimarySide auf DC stellen .....	120
Abb. 158 PDO 0x1A02 aktivieren zur Darstellung der Zeitstempel .....	120
Abb. 159 Synchronisierungsrichtung auf der PrimarySide einstellen, hier SyncSettings: Primary -> Secondary .....	121
Abb. 160 Anzeige der DC Offsets im EtherCAT Master aktivieren, können auf der Master Seite ausgewertet werden .....	121
Abb. 161 Master PC arbeitet mit eigener ReferenceClock als Basis .....	121
Abb. 162 SecondarySide der EL6692.....	122
Abb. 163 Einstellung EtherCAT Master, Slave Seite .....	122
Abb. 164 Slave Seite.....	123
Abb. 165 Start Slave Seite .....	123
Abb. 166 Zeitstempel bekannt .....	124
Abb. 167 Synchronisierung erfolgreich .....	124
Abb. 168 Gerätekennung aus Name EL3204-0000 und Revision -0016 .....	137
Abb. 169 Rechtsklick auf das EtherCAT Gerät bewirkt im Config/FreeRun-Mode das Scannen des unterlagerten Feldes.....	138
Abb. 170 Konfiguration identisch .....	138
Abb. 171 Änderungsdialog.....	139



Abb. 172 EEPROM Update.....	139
Abb. 173 Auswahl des neuen ESI.....	140
Abb. 174 Anzeige FW-Stand EL3204 .....	141
Abb. 175 Firmware Update .....	142
Abb. 176 Versionsbestimmung FPGA-Firmware .....	143
Abb. 177 Kontextmenu "Eigenschaften" (Properties) .....	143
Abb. 178 Dialog "Advanced settings" .....	144
Abb. 179 Dialog "Weitere Einstellungen" wählen .....	145
Abb. 180 Dialog "Schreibe FPGA" wählen.....	145
Abb. 181 Datei auswählen .....	146
Abb. 182 Mehrfache Selektion und FW-Update .....	146
Abb. 183 Auswahl des PDO "Restore default parameters" .....	147
Abb. 184 Eingabe des Restore-Wertes im Set Value Dialog .....	147