

Dokumentation | DE

EL1262

Digitale Eingangsklemmen mit Oversampling



EtherCAT®

Inhaltsverzeichnis

1	Vorwort	5
1.1	Hinweise zur Dokumentation	5
1.2	Sicherheitshinweise	6
1.3	Ausgabestände der Dokumentation	7
1.4	Versionsidentifikation von EtherCAT-Geräten	7
1.4.1	Beckhoff Identification Code (BIC).....	12
2	Produktübersicht	14
2.1	EL1262 - Einführung.....	14
2.2	EL1262 - Technische Daten	16
2.3	Technologie	17
2.4	Start	17
3	Grundlagen der Kommunikation	18
3.1	EtherCAT-Grundlagen	18
3.2	EtherCAT-Verkabelung - Drahtgebunden	18
3.3	Allgemeine Hinweise zur Watchdog-Einstellung	19
3.4	EtherCAT State Machine	21
3.5	CoE-Interface	23
3.6	Distributed Clock	28
4	Montage und Verdrahtung	29
4.1	Hinweise zum ESD-Schutz.....	29
4.2	Tragschienenmontage	30
4.3	Montagevorschriften für erhöhte mechanische Belastbarkeit.....	33
4.4	Anschlusstechnik	34
4.5	Einbaulagen.....	38
4.6	Positionierung von passiven Klemmen.....	40
4.7	ATEX - Besondere Bedingungen (Standardtemperaturbereich)	41
4.8	Weiterführende Dokumentation zum Explosionsschutz	43
4.9	UL-Hinweise	44
4.10	EL1262-xxxx - LEDs und Anschlussbelegung.....	45
5	Inbetriebnahme	47
5.1	TwinCAT Quickstart.....	47
5.1.1	TwinCAT 2	50
5.1.2	TwinCAT 3	60
5.2	TwinCAT Entwicklungsumgebung	73
5.2.1	Installation TwinCAT Realtime Treiber	74
5.2.2	Hinweise ESI-Gerätebeschreibung.....	79
5.2.3	TwinCAT ESI Updater	83
5.2.4	Unterscheidung Online/Offline	83
5.2.5	OFFLINE Konfigurationserstellung	84
5.2.6	ONLINE Konfigurationserstellung.....	89
5.2.7	EtherCAT Teilnehmerkonfiguration	97
5.3	Allgemeine Inbetriebnahmehinweise des EtherCAT Slaves	107
5.4	Oversampling Klemmen/Boxen und TwinCAT Scope	115

5.4.1	Vorgehen bei TwinCAT 3.....	116
5.4.2	Vorgehen bei TwinCAT 2.....	125
5.5	Grundlagen zur Funktion	133
5.6	Empfindlichkeit des Eingangs.....	140
5.7	Anwendung des SENT Protokolls mit EL1262-0050	140
5.8	Zugriff auf TEDS mit EL1262-0050 und EL2262	142
5.9	Beispielprogramme.....	142
6	Anhang	150
6.1	EtherCAT AL Status Codes	150
6.2	Firmware Kompatibilität	150
6.3	Firmware Update EL/ES/ELM/EM/EPxxxx	150
6.3.1	Gerätebeschreibung ESI-File/XML	151
6.3.2	Erläuterungen zur Firmware	154
6.3.3	Update Controller-Firmware *.efw	155
6.3.4	FPGA-Firmware *.rbf	157
6.3.5	Gleichzeitiges Update mehrerer EtherCAT-Geräte	161
6.4	Wiederherstellen des Auslieferungszustandes.....	162
6.5	Support und Service	163

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

Patente

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



EtherCAT®

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.

Zuwiderhandlungen 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 Hinweise

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

GEFAHR

Akute Verletzungsgefahr!

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

WARNUNG

Verletzungsgefahr!

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

VORSICHT

Schädigung von Personen!

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

HINWEIS

Schädigung von Umwelt/Geräten oder Datenverlust

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



Tipp oder Fingerzeig

Dieses Symbol kennzeichnet Informationen, die zum besseren Verständnis beitragen.

1.3 Ausgabestände der Dokumentation

Version	Kommentar
2.7	<ul style="list-style-type: none"> • Ergänzung Kapitel „Beispielprogramme“ • Struktur-Update
2.6	<ul style="list-style-type: none"> • Ergänzung Kapitel „Empfindlichkeit des Eingangs“ • Struktur-Update
2.5	<ul style="list-style-type: none"> • Update Kapitel „UL-Hinweise“ • Update Kapitel „Technische Daten“ • Struktur-Update
2.4	<ul style="list-style-type: none"> • Kapitel Inbetriebnahme/Beispielprogramme: “Beispiel 3: Lesen und Schreiben von TEDS Daten“ ergänzt
2.3	<ul style="list-style-type: none"> • Kapitel „Anwendung des SENT Protokolls mit EL1262-0050“ inkl. Beispielprogramm (2) im Kapitel „Inbetriebnahme“ ergänzt
2.2	<ul style="list-style-type: none"> • Update Kapitel "Hinweise zur Dokumentation" • Update Technische Daten • Kapitel "Montagevorschriften für Klemmen mit erhöhter mechanischer Belastbarkeit" eingefügt • Update Kapitel "TwinCAT 2.1x" -> Kapitel "TwinCAT Entwicklungsumgebung" und Kapitel "TwinCAT Quick Start"
2.1	<ul style="list-style-type: none"> • Kapitel „Oversampling Klemmen und TwinCAT Scope“ ergänzt
2.0	<ul style="list-style-type: none"> • Migration
1.5	<ul style="list-style-type: none"> • Struktur-Update • Kapitel "Technische Daten" aktualisiert • Kapitel "LEDs und Anschlussbelegung" aktualisiert
1.4	<ul style="list-style-type: none"> • Struktur-Update • EL1262-0050 ergänzt
1.3	<ul style="list-style-type: none"> • Technische Daten ergänzt
1.2	<ul style="list-style-type: none"> • Hinweise zum Gerätebeschreibung-Update ergänzt, Hinweise zu Trademarks eingefügt
1.1	<ul style="list-style-type: none"> • Beispielprogramm ergänzt
1.0	<ul style="list-style-type: none"> • Technische Beschreibung hinzugefügt, erste Veröffentlichung
0.1	<ul style="list-style-type: none"> • Vorläufige Dokumentation für EL1262

1.4 Versionsidentifikation von EtherCAT-Geräten

Bezeichnung

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

- Familienschlüssel
- Typ
- Version
- Revision

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

Hinweise

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

Identifizierungsnummer

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

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

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

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

KK - Produktionswoche (Kalenderwoche)
 YY - Produktionsjahr
 FF - Firmware-Stand
 HH - Hardware-Stand

Beispiel mit

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

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

Syntax: D ww yy x y z u

D - Vorsatzbezeichnung
 ww - Kalenderwoche
 yy - Jahr

x - Firmware-Stand der Busplatine
y - Hardware-Stand der Busplatine
z - Firmware-Stand der E/A-Platine
u - Hardware-Stand der E/A-Platine

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

Eindeutige Seriennummer/ID, ID-Nummer

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

Siehe dazu auch weiterführende Dokumentation im Bereich

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

Beispiele für Kennzeichnungen



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



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



Abb. 3: CU2016 Switch mit Seriennummer/ Chargennummer

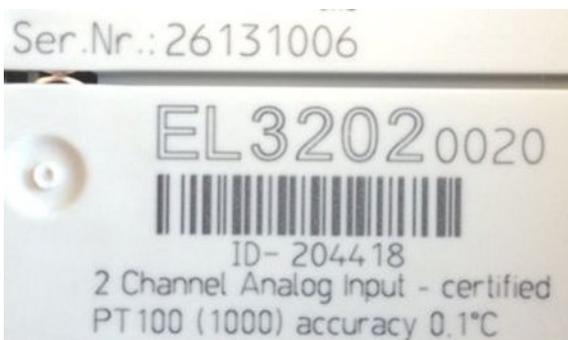


Abb. 4: EL3202-0020 mit Seriennummer/ Chargennummer 26131006 und eindeutiger ID-Nummer 204418



Abb. 5: EP1258-0001 IP67 EtherCAT Box mit Chargennummer/ DateCode 22090101 und eindeutiger Seriennummer 158102



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



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



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

1.4.1 Beckhoff Identification Code (BIC)

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

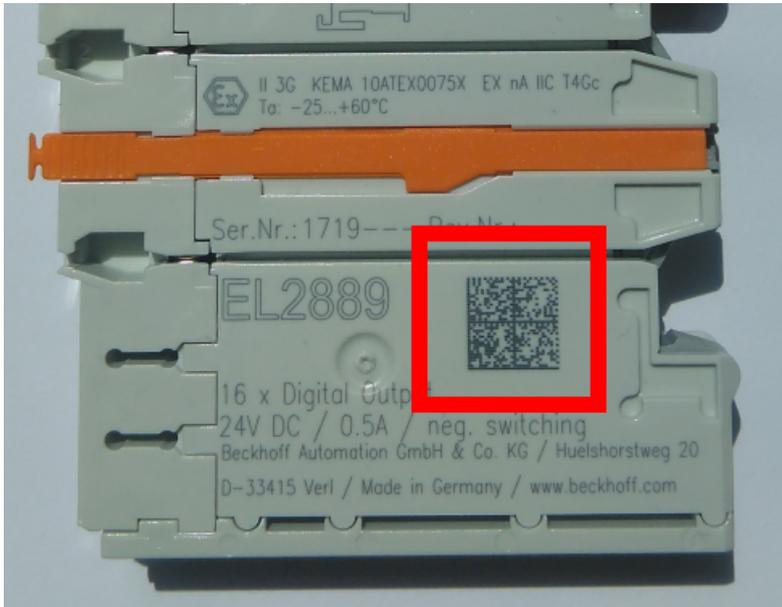


Abb. 9: BIC als Data Matrix Code (DMC, Code-Schema ECC200)

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

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

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

Jede Information ist anhand des so genannten Datenidentifikators (ANSI MH10.8.2-2016) eindeutig identifizierbar. Dem Datenidentifikator folgt eine Zeichenkette. Beide zusammen haben eine maximale Länge gemäß nachstehender Tabelle. Sind die Informationen kürzer, werden sie um Leerzeichen ergänzt. Die Daten unter den Positionen 1 bis 4 sind immer vorhanden.

Folgende Informationen sind enthalten:

Pos-Nr.	Art der Information	Erklärung	Datenidentifikator	Anzahl Stellen inkl. Datenidentifikator	Beispiel
1	Beckhoff-Artikelnummer	Beckhoff - Artikelnummer	1P	8	1P 072222
2	Beckhoff Traceability Number (BTN)	Eindeutige Seriennummer, Hinweis s. u.	S	12	S BTNk4p562d7
3	Artikelbezeichnung	Beckhoff Artikelbezeichnung, z. B. EL1008	1K	32	1K EL1809
4	Menge	Menge in Verpackungseinheit, z. B. 1, 10...	Q	6	Q 1
5	Chargennummer	Optional: Produktionsjahr und -woche	2P	14	2P 401503180016
6	ID-/Seriennummer	Optional: vorheriges Seriennummer-System, z. B. bei Safety-Produkten oder kalibrierten Klemmen	51S	12	51S 678294104
7	Variante	Optional: Produktvarianten-Nummer auf Basis von Standardprodukten	30P	32	30P F971, 2*K183
...					

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

Aufbau des BIC

Beispiel einer zusammengesetzten Information aus den Positionen 1 bis 4 und 6. Die Datenidentifikatoren sind zur besseren Darstellung jeweils rot markiert:

BTN

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

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

2 Produktübersicht

2.1 EL1262 - Einführung

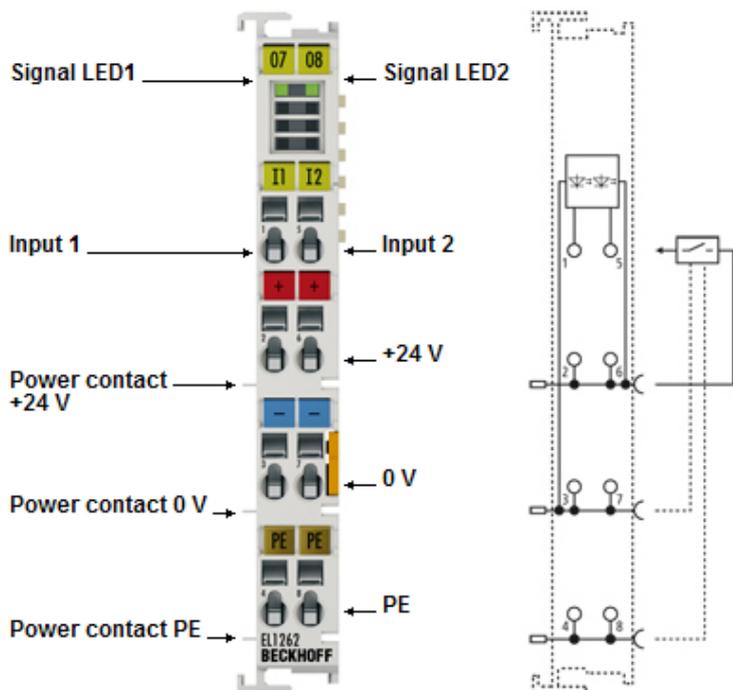


Abb. 10: EL1262-0000

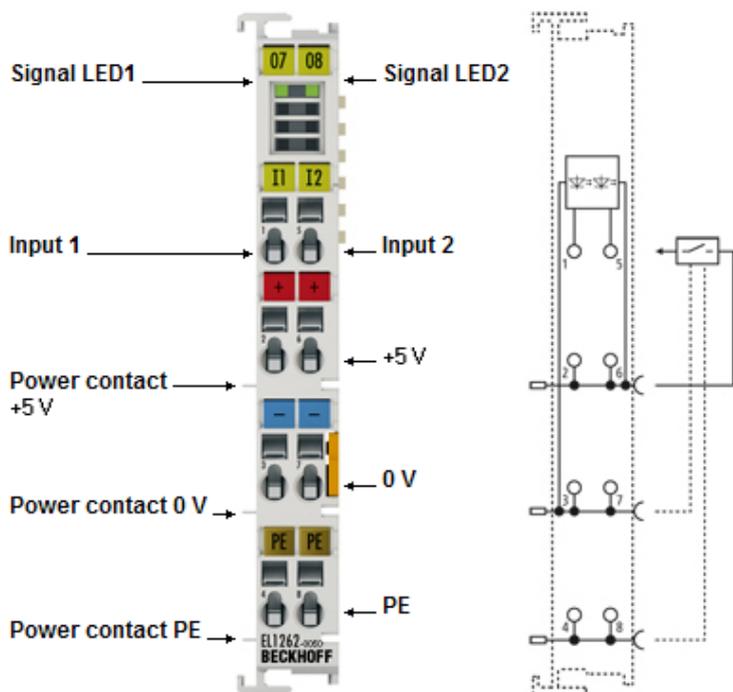


Abb. 11: EL1262-0050

2 kanalige Digital-Eingangsklemme mit Oversampling

Die digitale Eingangsklemme EL1262 erfasst schnelle binäre Steuersignale aus der Prozessebene und überträgt sie galvanisch getrennt zur Steuerung. Die Signale werden mit einem einstellbaren, ganzzahligen Vielfachen (Oversampling-Faktor: n) der Buszykluszeit abgetastet (n Mikrozyklen je Buszyklus). Die

EtherCAT-Klemme erzeugt für jeden Mikrozyklus einen Satz Prozessdaten, der gesammelt im nächsten Buszyklus übertragen wird. Die Zeitbasis der Klemme kann per Distributed Clock mit anderen EtherCAT-Teilnehmern hochgenau synchronisiert werden. Die zeitliche Auflösung der Erfassung der digitalen Eingangssignale lässt sich mit diesem Verfahren auf das n-fache der Buszykluszeit steigern.

Mit der EL1262-0050 wird eine Variante mit 5 V Eingangsspannung (TTL-Pegel) und 5 V Versorgungsspannung zur Verfügung gestellt.

Quick-Links

- [EtherCAT Funktionsgrundlagen](#)
- [LEDs und Anschlussbelegung \[▶ 45\]](#)
- [Inbetriebnahme \[▶ 47\]](#)
- [Grundlagen zur Funktion \[▶ 133\]](#)

2.2 EL1262 - Technische Daten

Technische Daten	EL1262	EL1262-0050
Digitale Eingänge	2	
Nennspannung der Eingänge	24 V _{DC} (-15%/+20%)	5 V _{DC} (-15%/+20%)
Signalspannung "0"	-3 V ... +5 V (in Anlehnung an EN 61131-2, Typ 3)	< 0,8 V
Signalspannung "1"	+11 V ... +30 V (in Anlehnung an EN 61131-2, Typ 3)	>2,4 V
Eingangsstrom	typ. 3 mA (in Anlehnung an EN 61131-2, Typ 3)	typ. 50 µA
Eingangsfilter Verzögerung	< 1 µs typ.	
Oversamplingfaktor	n = ganzzahliges Vielfaches der Zykluszeit, 1...1000	
Genauigkeit Distributed Clocks (DC)	<< 1 µs	
Abtastrate	max. 1 MSamples/s	
Spannungsversorgung für Elektronik	über die Powerkontakte (24 V)	über die Powerkontakte (5 V) (Beachten sie die Hinweise [▶ 46]!)
Stromaufnahme aus dem E-Bus	typ. 70 mA	
Potenzialtrennung	500 V (E-Bus/Feldspannung)	
Bitbreite im Prozessabbild	max. 254 Byte	
Konfiguration	über TwinCAT System Manager	
Gewicht	ca. 55 g	
zulässiger Umgebungstemperaturbereich im Betrieb	0°C ... + 55°C	
zulässiger Umgebungstemperaturbereich bei Lagerung	-25°C ... + 85°C	
zulässige relative Luftfeuchtigkeit	95%, keine Betauung	
Abmessungen (B x H x T)	ca. 15 mm x 100 mm x 70 mm (Breite angereicht: 12 mm)	
Montage [▶ 30]	auf 35 mm Tragschiene nach EN 60715	
Vibrations- / Schockfestigkeit	gemäß EN 60068-2-6 / EN 60068-2-27 siehe auch Montagevorschriften für Klemmen mit erhöhter mechanischer Belastbarkeit [▶ 33]	
EMV-Festigkeit / Aussendung	gemäß EN 61000-6-2 / EN 61000-6-4	
Schutzart	IP20	
Einbaulage	beliebig	
Zulassung	CE, EAC FM ATEX [▶ 41] IECEX UL [▶ 44]	CE, EAC ATEX [▶ 41] UL [▶ 44]

i Elektrische Versorgung

Die schnellen Eingangsstufen der EL1262-xxxx werden über die Powerkontakte versorgt. Zu beachten ist hierbei, dass die EL1262-0050 nur mit einer 5V Versorgungsspannung betrieben werden kann! Setzen Sie hier zur Versorgung der EL1262-0050 ggf. eine Netzsteckklemme [EL9505](#) ein!

2.3 Technologie

Funktionsweise

Die EL1262 ist eine digitale Eingangsklemme mit 2 Kanälen. Dabei kann sie den anstehenden Spannungspegel nicht nur zyklisch mit dem EtherCAT-Zyklus einlesen, sondern auch mehrmals dazwischen. Dazu wird die Distributed Clocks Unterstützung der EL1262 genutzt. In der EL1262 sorgt der ESC (EtherCAT Slave Controller) für die Datenübertragung auf den EtherCAT Feldbus und unterstützt die Distributed Clocks. Damit kann der ESC zyklisch in hochgenau äquidistanten Abständen die Eingänge der EL1262 einlesen und im Speicher ablegen. Holt der EtherCAT Frame die Daten der EL1262 ab, steht ein ganzer Satz Prozessdaten zur Übermittlung bereit. Dieses Einlesen (sampeln) der Eingänge kann deutlich schneller erfolgen als der Feldbuszyklus und wird deshalb Oversampling genannt.

Weitere Hinweise zur Inbetriebnahme finden Sie im Kapitel "[Grundlagen zur Funktion \[► 133\]](#)"

2.4 Start

Zur Inbetriebsetzung:

- montieren Sie den EL12xx wie im Kapitel [Montage und Verdrahtung \[► 29\]](#) beschrieben
- konfigurieren Sie den EL12xx in TwinCAT wie im Kapitel [Inbetriebnahme \[► 47\]](#) beschrieben.

3 Grundlagen der Kommunikation

3.1 EtherCAT-Grundlagen

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

3.2 EtherCAT-Verkabelung - Drahtgebunden

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

Kabel und Steckverbinder

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

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

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

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

● Empfohlene Kabel

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

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

E-Bus-Versorgung

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

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

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

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

Abb. 12: System Manager Stromberechnung

HINWEIS

Fehlfunktion möglich!

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

3.3 Allgemeine Hinweise zur Watchdog-Einstellung

Die ELxxxx Klemmen sind mit einer Sicherungseinrichtung (Watchdog) ausgestattet, die z. B. bei unterbrochenem Prozessdatenverkehr nach einer voreinstellbaren Zeit die Ausgänge 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 unten genanntem 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 System Manager für jeden Slave gesondert vorzunehmen:

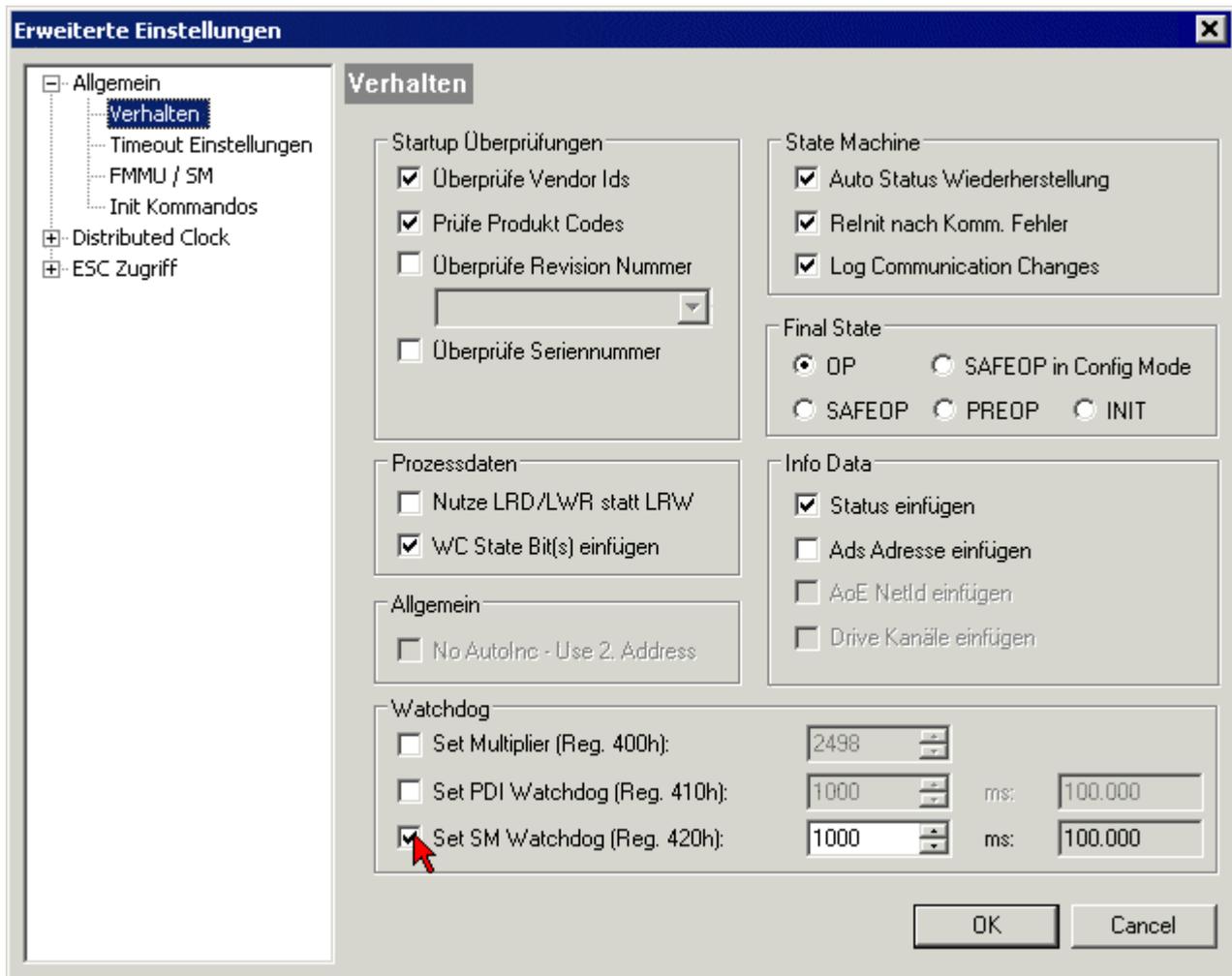


Abb. 13: Karteireiter EtherCAT -> Erweiterte Einstellungen -> Verhalten --> Watchdog

Anmerkungen:

- der Multiplier ist für beide Watchdogs gültig.
- jeder Watchdog hat dann noch eine eigene Timer-Einstellung, die zusammen mit dem Multiplier eine resultierende Zeit ergibt.
- Wichtig: die Multiplier/Timer-Einstellung wird nur beim Start in den Slave geladen, wenn die Checkbox davor aktiviert ist.
Ist diese nicht aktiviert, wird nichts herunter geladen und die im ESC befindliche Einstellung bleibt unverändert.

Multiplier

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

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

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

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

Beispiel „Set SM-Watchdog“

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

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

Berechnung

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

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

⚠ VORSICHT

Ungewolltes Verhalten des Systems möglich!

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

⚠ VORSICHT

Beschädigung von Geräten und ungewolltes Verhalten des Systems möglich!

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

3.4 EtherCAT State Machine

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

Es werden folgende Zustände unterschieden:

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

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

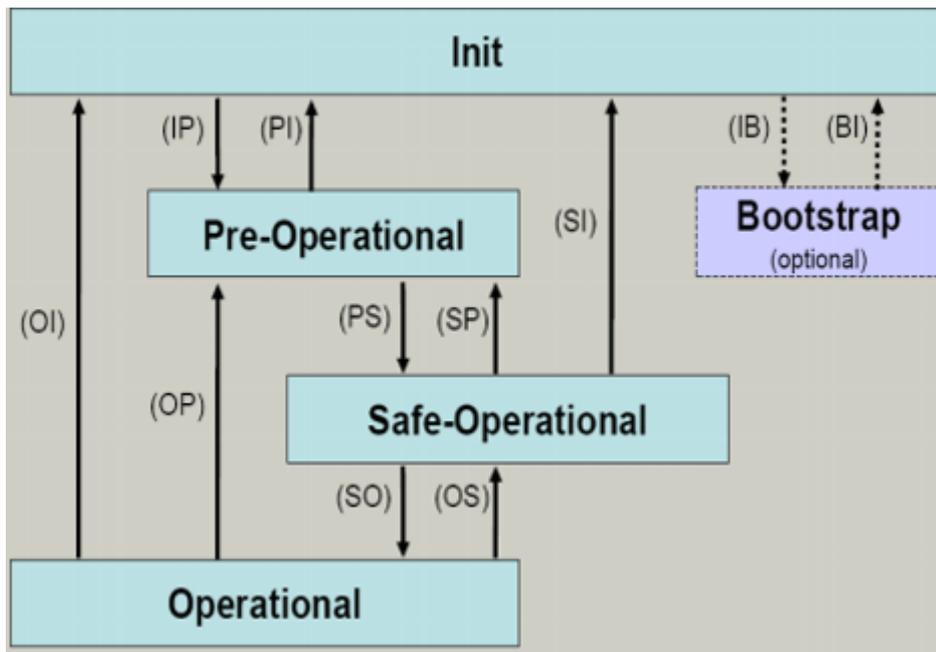


Abb. 14: Zustände der EtherCAT State Machine

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-Assignement. Weiterhin werden in diesem Zustand die Einstellungen für die Prozessdatenübertragung sowie ggf. noch klemmenspezifische Parameter übertragen, die von den Defaulteinstellungen abweichen.

Safe-Operational (Safe-Op)

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

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

● Ausgänge im SAFEOP

i Die standardmäßig aktivierte Watchdogüberwachung [► 19] bringt die Ausgänge im Modul in Abhängigkeit von den Einstellungen im SAFEOP und OP in einen sicheren Zustand - je nach Gerät und Einstellung z. B. auf AUS. Wird dies durch Deaktivieren der Watchdogüberwachung im Modul unterbunden, können auch im Geräte-Zustand SAFEOP Ausgänge geschaltet werden bzw. gesetzt bleiben.

Operational (Op)

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

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

Boot

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

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

3.5 CoE-Interface

Allgemeine Beschreibung

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

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

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

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

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

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

Die für den EtherCAT-Feldbusanwender wichtigen Bereiche sind

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

Weitere wichtige Bereiche sind:

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

i Verfügbarkeit

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

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

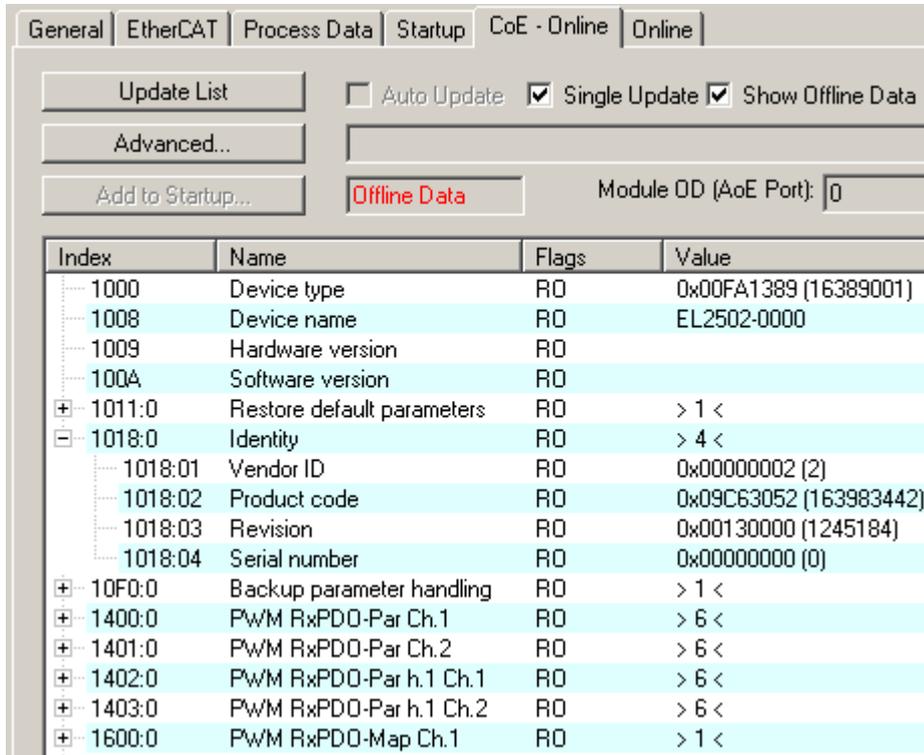


Abb. 15: Karteireiter „CoE-Online“

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

Datenerhaltung und Funktion „NoCoeStorage“

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

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

i Datenerhaltung

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

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

i Startup List

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

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

Empfohlenes Vorgehen bei manueller Veränderung von CoE-Parametern

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

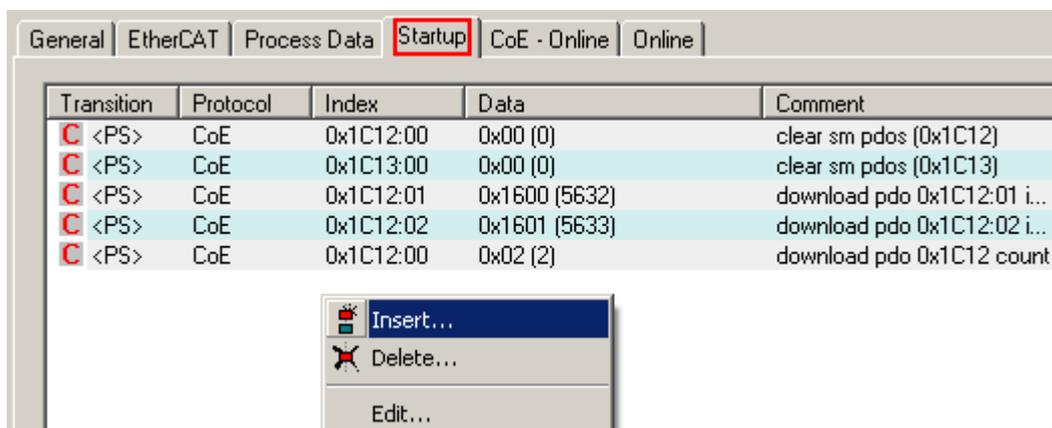


Abb. 16: StartUp-Liste im TwinCAT System Manager

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

Online/Offline Verzeichnis

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

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

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

The screenshot shows the 'CoE - Online' tab in the TwinCAT System Manager. The 'Offline Data' button is highlighted with a red arrow. Below it is a table of CoE objects with the following columns: Index, Name, Flags, and Value.

Index	Name	Flags	Value
1000	Device type	RO	0x00FA1389 (16389001)
1008	Device name	RO	EL2502-0000
1009	Hardware version	RO	
100A	Software version	RO	
1011:0	Restore default parameters	RO	> 1 <
1018:0	Identity	RO	> 4 <
1018:01	Vendor ID	RO	0x00000002 (2)
1018:02	Product code	RO	0x09C63052 (163983442)
1018:03	Revision	RO	0x00130000 (1245184)
1018:04	Serial number	RO	0x00000000 (0)
10F0:0	Backup parameter handling	RO	> 1 <
1400:0	PWM RxPDO-Par Ch.1	RO	> 6 <
1401:0	PWM RxPDO-Par Ch.2	RO	> 6 <
1402:0	PWM RxPDO-Par h.1 Ch.1	RO	> 6 <
1403:0	PWM RxPDO-Par h.1 Ch.2	RO	> 6 <
1600:0	PWM RxPDO-Map Ch.1	RO	> 1 <

Abb. 17: 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

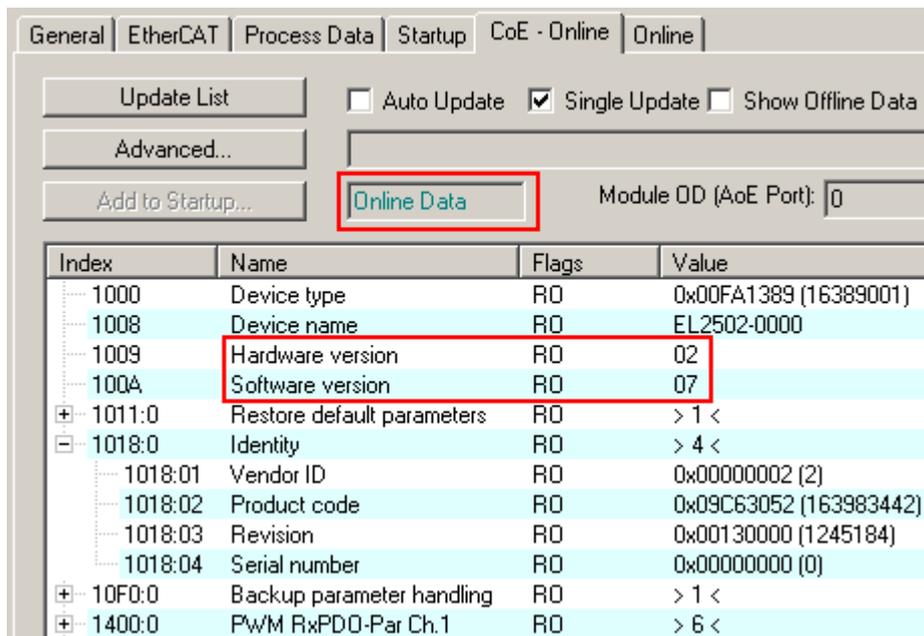


Abb. 18: Online-Verzeichnis

Kanalweise Ordnung

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

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

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

Allgemein wird dies geschrieben als 0x80n0.

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

3.6 Distributed Clock

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

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

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

4 Montage und Verdrahtung

4.1 Hinweise zum ESD-Schutz

HINWEIS

Zerstörung der Geräte durch elektrostatische Aufladung möglich!

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

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

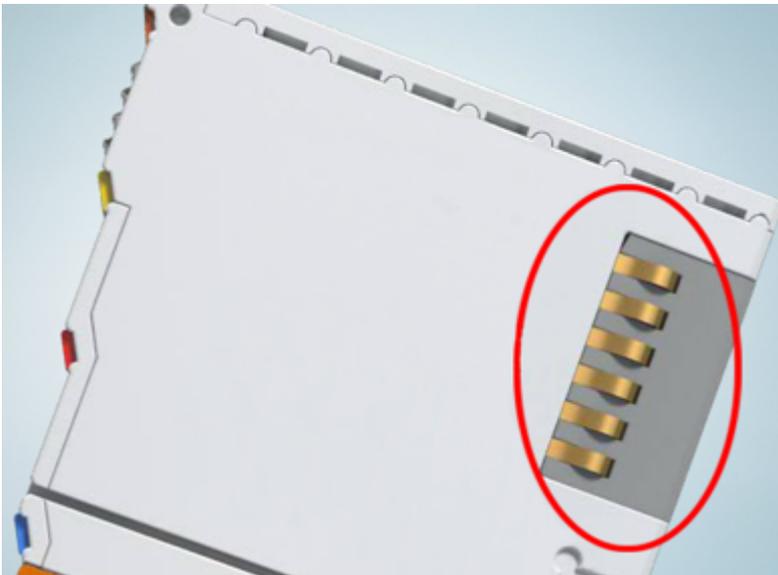


Abb. 19: Federkontakte der Beckhoff I/O-Komponenten

4.2 Tragschienenmontage

⚠️ 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

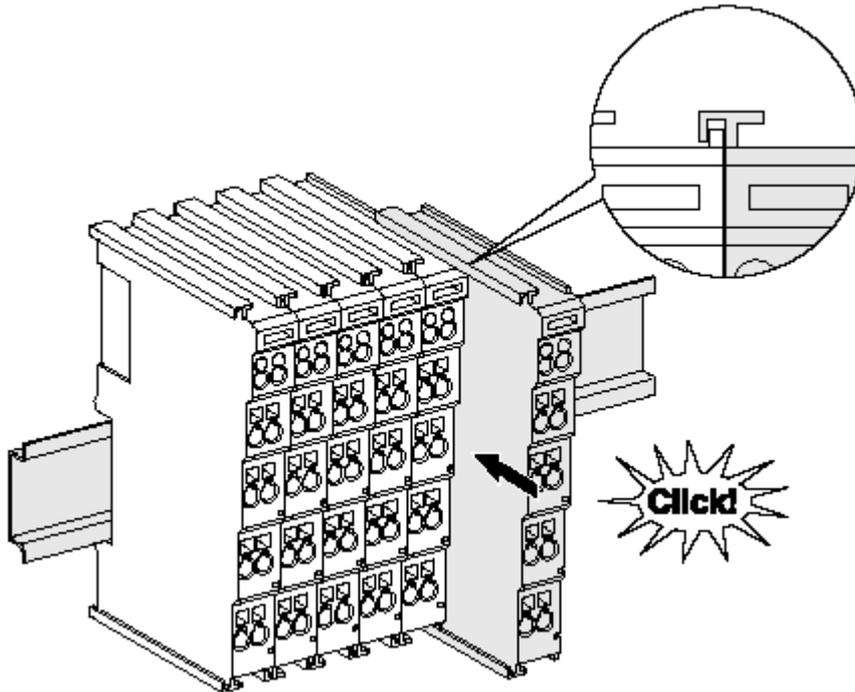


Abb. 20: Montage auf Tragschiene

Die Buskoppler und Busklemmen werden durch leichten Druck auf handelsübliche 35 mm Tragschienen (Hutschienen nach EN 60715) aufgerastet:

1. Stecken Sie zuerst den Feldbuskoppler auf die Tragschiene.
2. Auf der rechten Seite des Feldbuskopplers werden nun die Busklemmen angereiht. Stecken Sie dazu die Komponenten mit Nut und Feder zusammen und schieben Sie die Klemmen gegen die Tragschiene, bis die Verriegelung hörbar auf der Tragschiene einrastet.

Wenn Sie die Klemmen erst auf die Tragschiene schnappen und dann nebeneinander schieben ohne das Nut und Feder ineinander greifen, wird keine funktionsfähige Verbindung hergestellt! Bei richtiger Montage darf kein nennenswerter Spalt zwischen den Gehäusen zu sehen sein.

i Tragschienenbefestigung

Der Verriegelungsmechanismus der Klemmen und Koppler 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 von Tragschienen mit einer Höhe von 7,5 mm unter den Klemmen und Kopplern flache Montageverbindungen wie Senkkopfschrauben oder Blindnieten.

Demontage

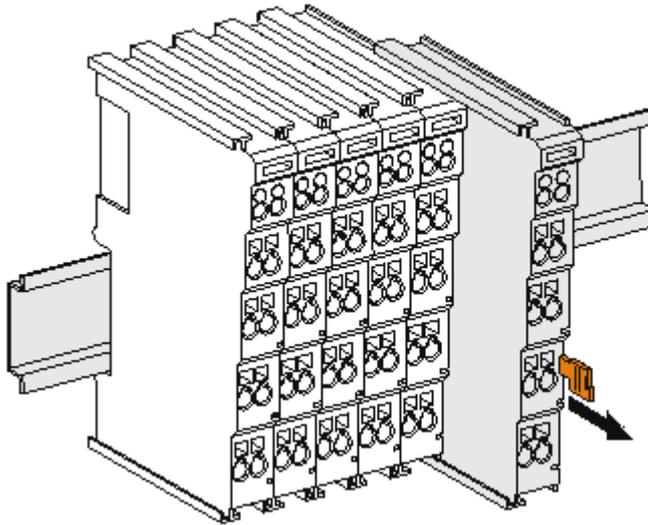


Abb. 21: Demontage von Tragschiene

Jede Klemme wird durch eine Verriegelung auf der Tragschiene gesichert, die zur Demontage gelöst werden muss:

1. Ziehen Sie die Klemme an ihren orangefarbenen Laschen ca. 1 cm von der Tragschiene herunter. Dabei wird die Tragschienenverriegelung dieser Klemme automatisch gelöst und Sie können die Klemme nun ohne großen Kraftaufwand aus dem Busklemmenblock herausziehen.
2. Greifen Sie dazu mit Daumen und Zeigefinger die entriegelte Klemme gleichzeitig oben und unten an den Gehäuseflächen und ziehen sie aus dem Busklemmenblock heraus.

Verbindungen innerhalb eines Busklemmenblocks

Die elektrischen Verbindungen zwischen Buskoppler und Busklemmen werden durch das Zusammenstecken der Komponenten automatisch realisiert:

- Die sechs Federkontakte des K-Bus/E-Bus übernehmen die Übertragung der Daten und die Versorgung der Busklemmenelektronik.
- Die Powerkontakte übertragen die Versorgung für die Feldelektronik und stellen so innerhalb des Busklemmenblocks eine Versorgungsschiene dar. Die Versorgung der Powerkontakte erfolgt über Klemmen auf dem Buskoppler (bis 24 V) oder für höhere Spannungen über Einspeiseklemmen.

● Powerkontakte
i

Beachten Sie bei der Projektierung eines Busklemmenblocks die Kontaktbelegungen der einzelnen Busklemmen, da einige Typen (z.B. analoge Busklemmen oder digitale 4-Kanal-Busklemmen) die Powerkontakte nicht oder nicht vollständig durchschleifen. Einspeiseklemmen (KL91xx, KL92xx bzw. EL91xx, EL92xx) unterbrechen die Powerkontakte und stellen so den Anfang einer neuen Versorgungsschiene dar.

PE-Powerkontakt

Der Powerkontakt mit der Bezeichnung PE kann als Schutz Erde eingesetzt werden. Der Kontakt ist aus Sicherheitsgründen beim Zusammenstecken voreilend und kann Kurzschlussströme bis 125 A ableiten.

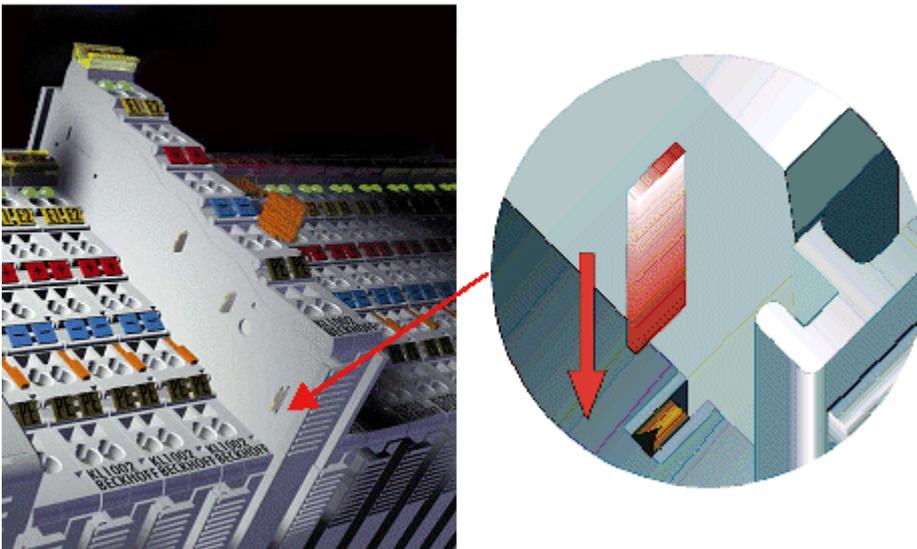


Abb. 22: Linksseitiger Powerkontakt

HINWEIS**Beschädigung des Gerätes möglich**

Beachten Sie, dass aus EMV-Gründen die PE-Kontakte kapazitiv mit der Tragschiene verbunden sind. Das kann bei der Isolationsprüfung zu falschen Ergebnissen und auch zur Beschädigung der Klemme führen (z. B. Durchschlag zur PE-Leitung bei der Isolationsprüfung eines Verbrauchers mit 230 V Nennspannung). Klemmen Sie zur Isolationsprüfung die PE- Zuleitung am Buskoppler bzw. der Einspeiseklemme ab! Um weitere Einspeisestellen für die Prüfung zu entkoppeln, können Sie diese Einspeiseklemmen entriegeln und mindestens 10 mm aus dem Verbund der übrigen Klemmen herausziehen.

⚠️ WARNUNG**Verletzungsgefahr durch Stromschlag!**

Der PE-Powerkontakt darf nicht für andere Potentiale verwendet werden!

4.3 Montagevorschriften für erhöhte mechanische Belastbarkeit

⚠️ 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!

Zusätzliche Prüfungen

Die Klemmen sind folgenden zusätzlichen Prüfungen unterzogen worden:

Prüfung	Erläuterung
Vibration	10 Frequenzdurchläufe, in 3-Achsen
	6 Hz < f < 60 Hz Auslenkung 0,35 mm, konstante Amplitude
	60,1 Hz < f < 500 Hz Beschleunigung 5 g, konstante Amplitude
Schocken	1000 Schocks je Richtung, in 3-Achsen
	25 g, 6 ms

Zusätzliche Montagevorschriften

Für die Klemmen mit erhöhter mechanischer Belastbarkeit gelten folgende zusätzliche Montagevorschriften:

- Die erhöhte mechanische Belastbarkeit gilt für alle zulässigen Einbaulagen
- Es ist eine Tragschiene nach EN 60715 TH35-15 zu verwenden
- Der Klemmenstrang ist auf beiden Seiten der Tragschiene durch eine mechanische Befestigung, z.B. mittels einer Erdungsklemme oder verstärkten Endklammer zu fixieren
- Die maximale Gesamtausdehnung des Klemmenstrangs (ohne Koppler) beträgt:
64 Klemmen mit 12 mm oder 32 Klemmen mit 24 mm Einbaubreite
- Bei der Abkantung und Befestigung der Tragschiene ist darauf zu achten, dass keine Verformung und Verdrehung der Tragschiene auftritt, weiterhin ist kein Quetschen und Verbiegen der Tragschiene zulässig
- Die Befestigungspunkte der Tragschiene sind in einem Abstand vom 5 cm zu setzen
- Zur Befestigung der Tragschiene sind Senkkopfschrauben zu verwenden
- Die freie Leiterlänge zwischen Zugentlastung und Leiteranschluss ist möglichst kurz zu halten; der Abstand zum Kabelkanal ist mit ca.10 cm zu einhalten

4.4 Anschlussstechnik

⚠️ 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!

Übersicht

Mit verschiedenen Anschlussoptionen bietet das Busklemmensystem eine optimale Anpassung an die Anwendung:

- Die Klemmen der Serien KLxxxx und ELxxxx mit Standardverdrahtung enthalten Elektronik und Anschlussebene in einem Gehäuse.
- Die Klemmen der Serien KSxxxx und ESxxxx haben eine steckbare Anschlussebene und ermöglichen somit beim Austausch die stehende Verdrahtung.
- Die High-Density-Klemmen (HD-Klemmen) enthalten Elektronik und Anschlussebene in einem Gehäuse und haben eine erhöhte Packungsdichte.

Standardverdrahtung



Abb. 23: Standardverdrahtung

Die Klemmen der Serien KLxxxx und ELxxxx sind seit Jahren bewährt und integrieren die schraublose Federkrafttechnik zur schnellen und einfachen Montage.

Steckbare Verdrahtung



Abb. 24: Steckbare Verdrahtung

Die Klemmen der Serien KSxxxx und ESxxxx enthalten eine steckbare Anschlussebene. Montage und Verdrahtung werden wie bei den Serien KLxxxx und ELxxxx durchgeführt. Im Servicefall erlaubt die steckbare Anschlussebene, die gesamte Verdrahtung als einen Stecker von der Gehäuseoberseite abzuziehen. Das Unterteil kann, über das Betätigen der Entriegelungslasche, aus dem Klemmenblock herausgezogen werden. Die auszutauschende Komponente wird hineingeschoben und der Stecker mit der stehenden Verdrahtung wieder aufgesteckt. Dadurch verringert sich die Montagezeit und ein Verwechseln der Anschlussdrähte ist ausgeschlossen.

Die gewohnten Maße der Klemme ändern sich durch den Stecker nur geringfügig. Der Stecker trägt ungefähr 3 mm auf; dabei bleibt die maximale Höhe der Klemme unverändert.

Eine Lasche für die Zugentlastung des Kabels stellt in vielen Anwendungen eine deutliche Vereinfachung der Montage dar und verhindert ein Verheddern der einzelnen Anschlussdrähte bei gezogenem Stecker.

Leiterquerschnitte von 0,08 mm² bis 2,5 mm² können weiter in der bewährten Federkrafttechnik verwendet werden.

Übersicht und Systematik in den Produktbezeichnungen der Serien KSxxxx und ESxxxx werden wie von den Serien bekannt KLxxxx und ELxxxx weitergeführt.

High-Density-Klemmen (HD-Klemmen)



Abb. 25: High-Density-Klemmen

Die Busklemmen dieser Baureihe mit 16 Anschlusspunkten zeichnen sich durch eine besonders kompakte Bauform aus, da die Packungsdichte auf 12 mm doppelt so hoch ist wie die der Standard-Busklemmen. Massive und mit einer Aderendhülse versehene Leiter können ohne Werkzeug direkt in die Federklemmstelle gesteckt werden.

● Verdrahtung HD-Klemmen



Die High-Density-Klemmen der Serien ELx8xx und KLx8xx unterstützen keine stehende Verdrahtung.

Ultraschall-litzenverdichtete Leiter

● Ultraschall-litzenverdichtete Leiter



An die Standard- und High-Density-Klemmen (HD-Klemmen) können auch ultraschall-litzenverdichtete (ultraschallverschweißte) Leiter angeschlossen werden. Beachten Sie die unten stehenden Tabellen zum [Leitungsquerschnitt](#) [[▶ 36](#)]!

Verdrahtung

Klemmen für Standardverdrahtung ELxxxx/KLxxxx und für steckbare Verdrahtung ESxxxx/KSxxxx

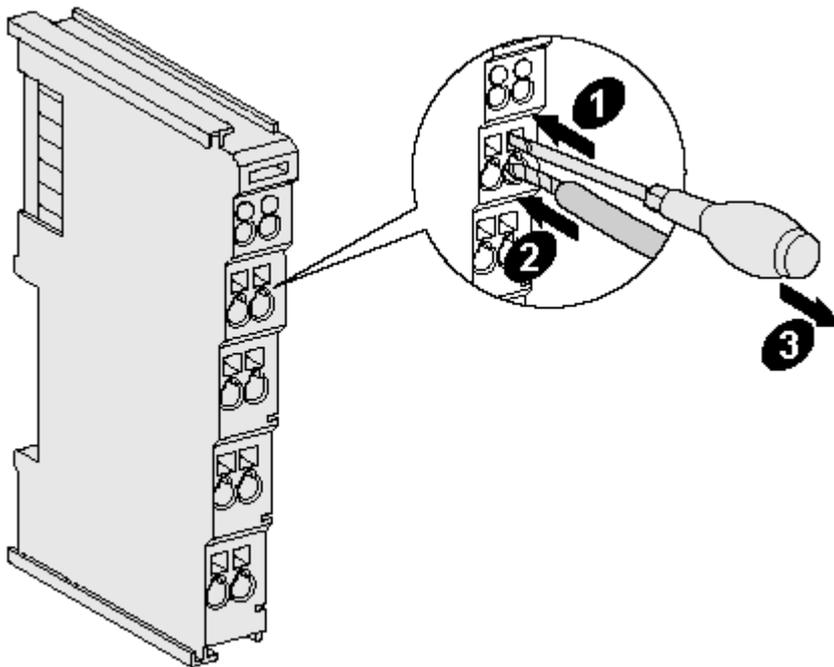


Abb. 26: Befestigung einer Leitung an einem Klemmenanschluss

Bis zu acht Anschlüsse ermöglichen den Anschluss von massiven oder feindrätigen Leitungen an die Busklemmen. Die Klemmen sind in Federkrafttechnik ausgeführt. Schließen Sie die Leitungen folgendermaßen an:

1. Öffnen Sie eine Federkraftklemme, indem Sie mit einem Schraubendreher oder einem Dorn leicht in die viereckige Öffnung über der Klemme drücken.
2. Der Draht kann nun ohne Widerstand in die runde Klemmenöffnung eingeführt werden.
3. Durch Rücknahme des Druckes schließt sich die Klemme automatisch und hält den Draht sicher und dauerhaft fest.

Klemmgehäuse	ELxxxx, KLxxxx	ESxxxx, KSxxxx
Leitungsquerschnitt	0,08 ... 2,5 mm ²	0,08 ... 2,5 mm ²
Abisolierlänge	8 ... 9 mm	9 ... 10 mm

High-Density-Klemmen ELx8xx, KLx8xx (HD)

Bei den HD-Klemmen erfolgt der Leiteranschluss bei massiven Leitern werkzeuglos, in Direktstecktechnik, d. h. der Leiter wird nach dem Abisolieren einfach in die Kontaktstelle gesteckt. Das Lösen der Leitungen erfolgt, wie bei den Standardklemmen, über die Kontakt-Entriegelung mit Hilfe eines Schraubendrehers. Den zulässigen Leiterquerschnitt entnehmen Sie der nachfolgenden Tabelle.

Klemmgehäuse	HD-Gehäuse
Leitungsquerschnitt (Aderleitung mit Aderendhülse)	0,14 ... 0,75 mm ²
Leitungsquerschnitt (massiv)	0,08 ... 1,5 mm ²
Leitungsquerschnitt (feindrätig)	0,25 ... 1,5 mm ²
Leitungsquerschnitt (ultraschall-litzenverdichtet)	nur 1,5 mm ² (siehe Hinweis [► 35]!)
Abisolierlänge	8 ... 9 mm

Schirmung**Schirmung**

Analoge Sensoren und Aktoren sollten immer mit geschirmten, paarig verdrehten Leitungen angeschlossen werden.

4.5 Einbaulagen

HINWEIS

Einschränkung von Einbaulage und Betriebstemperaturbereich

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

Optimale Einbaulage (Standard)

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

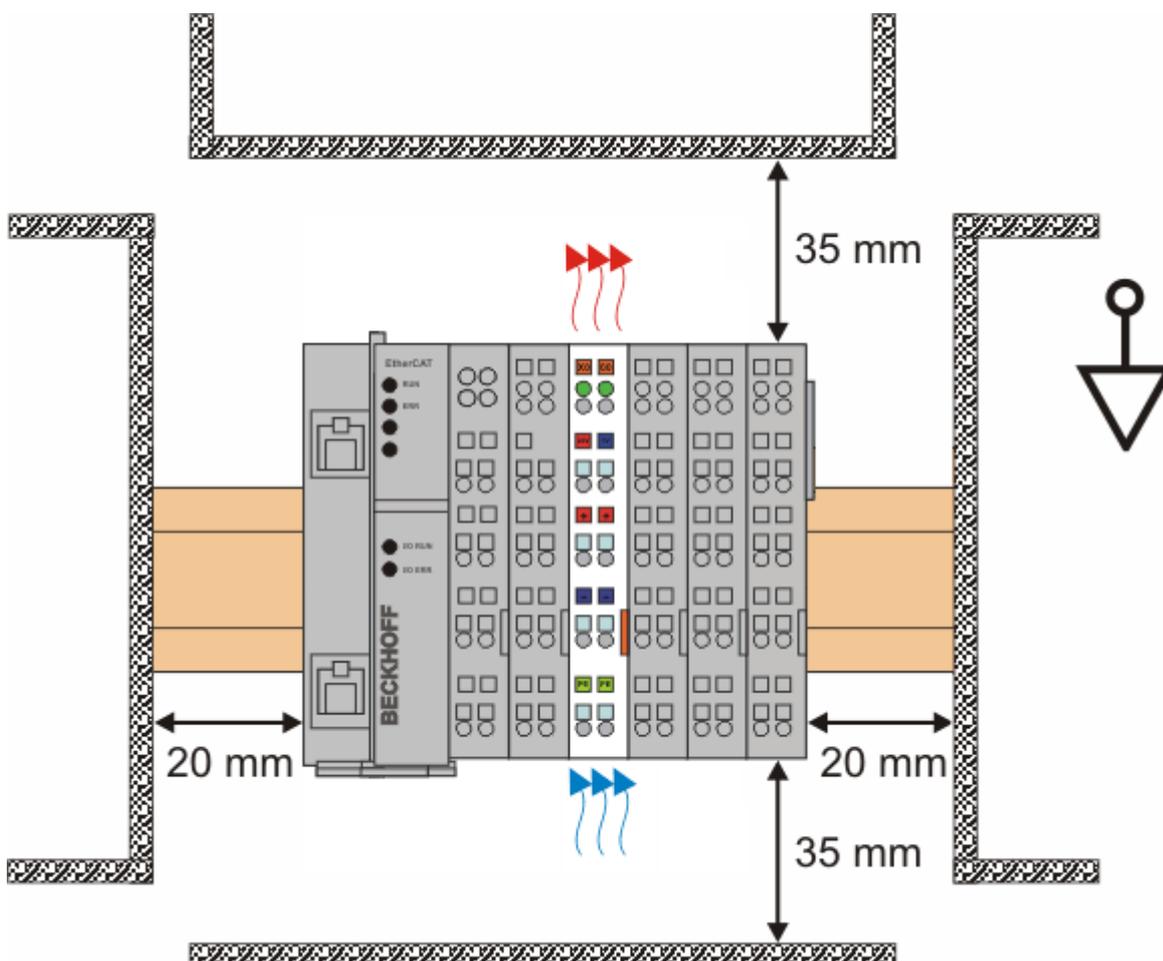


Abb. 27: Empfohlene Abstände bei Standard-Einbaulage

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

Weitere Einbaulagen

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

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

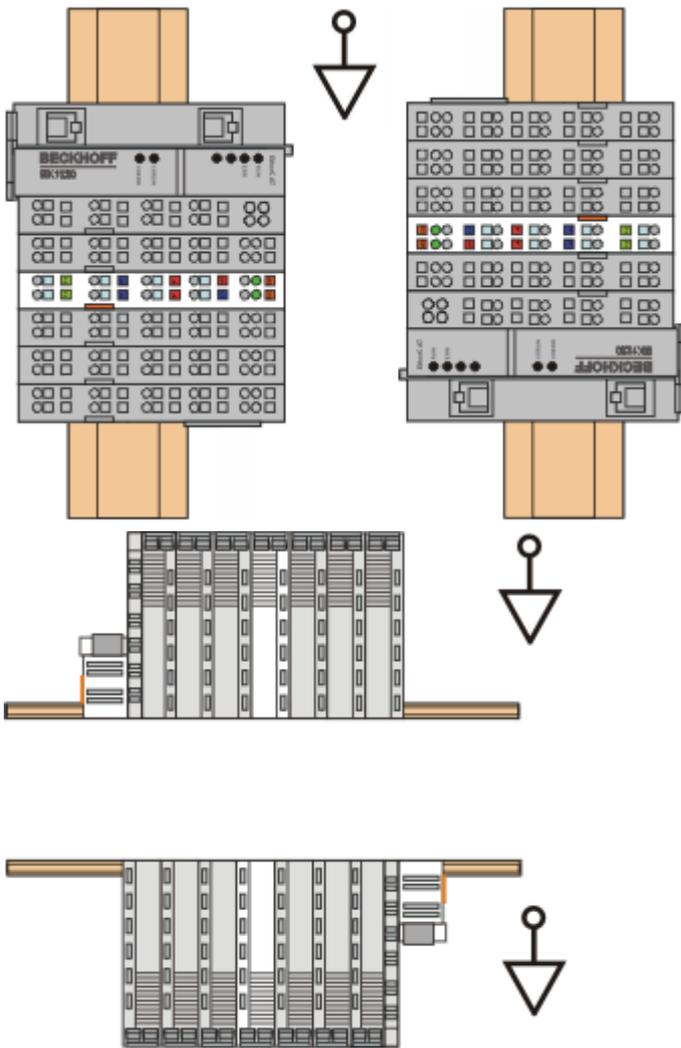


Abb. 28: Weitere Einbaulagen

4.6 Positionierung von passiven Klemmen

i Hinweis zur Positionierung von passiven Klemmen im Busklemmenblock

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

Beispiele für die Positionierung von passiven Klemmen (hell eingefärbt)

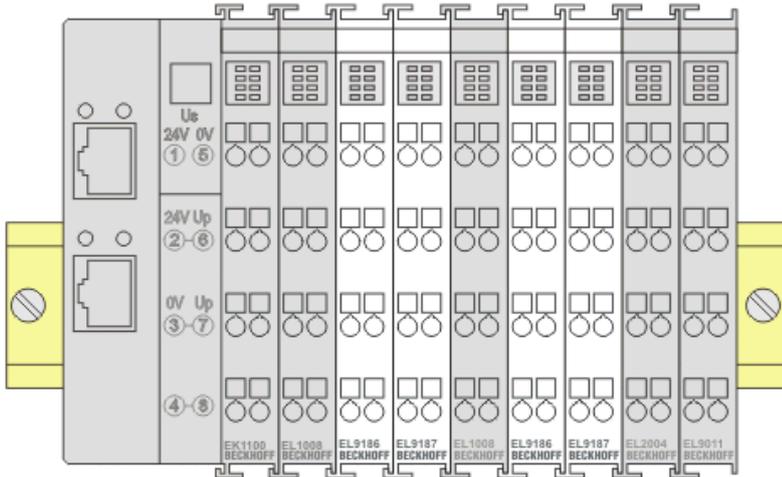


Abb. 29: Korrekte Positionierung

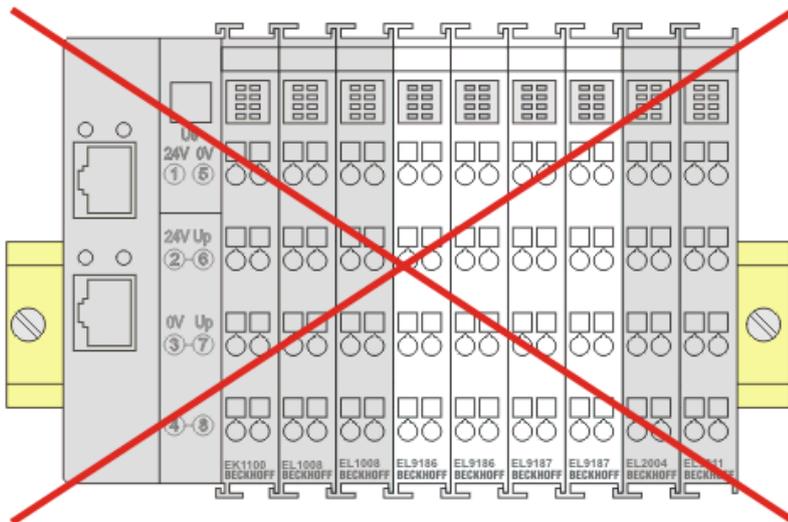


Abb. 30: Inkorrekte Positionierung

4.7 ATEX - Besondere Bedingungen (Standardtemperaturbereich)

⚠️ WARNUNG

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

- Die zertifizierten Komponenten sind in ein geeignetes Gehäuse zu errichten, das eine Schutzart von mindestens IP54 gemäß EN 60079-15 gewährleistet! Dabei sind die Umgebungsbedingungen bei der Verwendung zu berücksichtigen!
- Für Staub (nur die Feldbuskomponenten der Zertifikatsnummer KEMA 10ATEX0075 X Issue 9): Das Gerät ist in ein geeignetes Gehäuse einzubauen, das einen Schutzgrad von IP54 gemäß EN 60079-0 für Gruppe IIIA oder IIIB und IP6X für Gruppe IIIC bietet, wobei die Umgebungsbedingungen, unter denen das Gerät verwendet wird, zu berücksichtigen sind.
- Wenn die Temperaturen bei Nennbetrieb an den Einführungsstellen der Kabel, Leitungen oder Rohrleitungen höher als 70°C oder an den Aderverzweigungsstellen höher als 80°C ist, so müssen Kabel ausgewählt werden, deren Temperaturdaten den tatsächlich gemessenen Temperaturwerten entsprechen!
- Beachten für Beckhoff-Feldbuskomponenten mit Standardtemperaturbereich beim Einsatz 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 60079-0:2012+A11:2013
- EN 60079-15:2010
- EN 60079-31:2013 (nur für Zertifikatsnummer KEMA 10ATEX0075 X Issue 9)

Kennzeichnung

Die gemäß ATEX-Richtlinie für den explosionsgefährdeten Bereich zertifizierten Beckhoff-Feldbuskomponenten mit Standardtemperaturbereich tragen eine der folgenden Kennzeichnungen:



II 3G KEMA 10ATEX0075 X Ex nA IIC T4 Gc Ta: 0 ... +55°C

II 3D KEMA 10ATEX0075 X Ex tc IIC T135°C Dc Ta: 0 ... +55°C

(nur für Feldbuskomponenten mit Zertifikatsnummer KEMA 10ATEX0075 X Issue 9)

oder



II 3G KEMA 10ATEX0075 X Ex nC IIC T4 Gc Ta: 0 ... +55°C

II 3D KEMA 10ATEX0075 X Ex tc IIC T135°C Dc Ta: 0 ... +55°C

(nur für Feldbuskomponenten mit Zertifikatsnummer KEMA 10ATEX0075 X Issue 9)

4.8 Weiterführende Dokumentation zum Explosionsschutz

● **Explosionsschutz für Klemmsysteme**



Beachten Sie auch die weiterführende Dokumentation

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

die Ihnen auf der Beckhoff-Homepage <https://www.beckhoff.de> im Bereich Download zur Verfügung steht!

4.9 UL-Hinweise

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

Grundlagen

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



4.10 EL1262-xxxx - LEDs und Anschlussbelegung

EL1262-0000

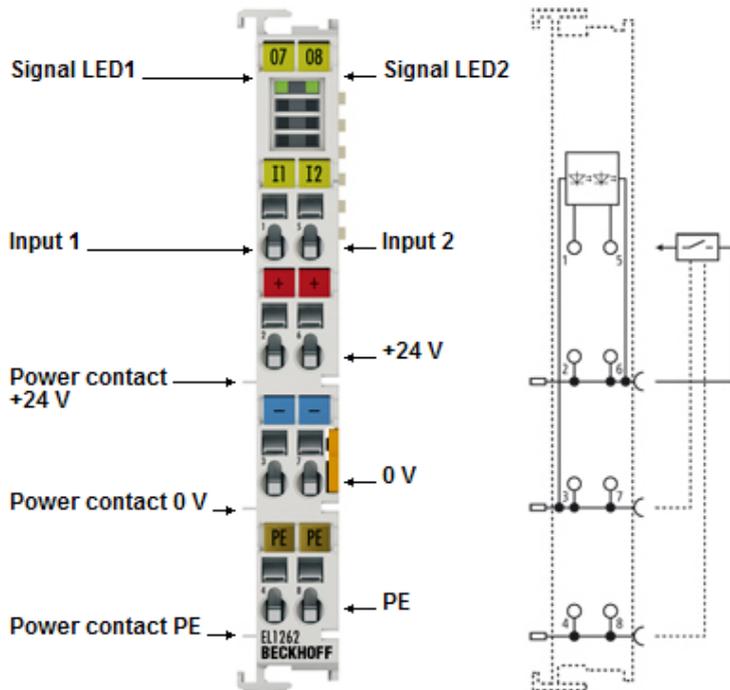


Abb. 31: EL1262-0000

Anschlussbelegung EL1262-0000

Klemmstelle		Beschreibung
Bezeichnung	Nr.	
Input 1	1	Eingang 1
+ 24 V	2	+24 V (intern verbunden mit Klemmstelle 6 und positiven Powerkontakt)
0 V	3	0 V (intern verbunden mit Klemmstelle 7 und negativen Powerkontakt)
PE	4	PE Kontakt
Input 2	5	Eingang 2
+ 24 V	6	+ 24 V (intern verbunden mit Klemmstelle 2 und positiven Powerkontakt)
0 V	7	0 V (intern verbunden mit Klemmstelle 3 und negativen Powerkontakt)
PE	8	PE Kontakt

LEDs

LED	Farbe	Bedeutung	
INPUT 1	grün	aus	Es liegt kein Eingangssignal am entsprechenden Eingang
INPUT 2		an	+24 V Eingangssignal am entsprechenden Eingang

EL1262-0050

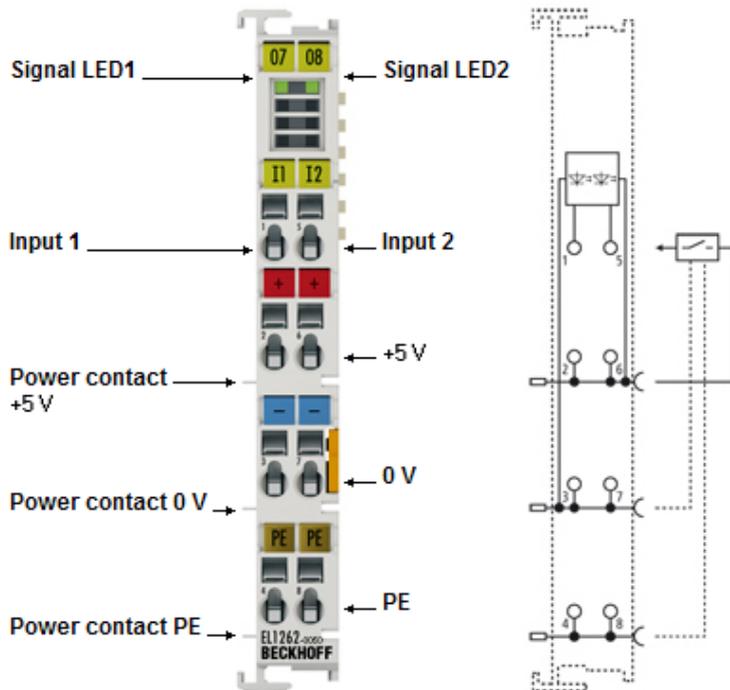


Abb. 32: EL1262-0050

HINWEIS**Auf korrekte Versorgungsspannung achten!**

Die EL1262-0050 kann nur mit einer 5 V Versorgungsspannung betrieben werden! Die Klemme ist im Klemmenverbund mit einer 24 V Versorgungsspannung an den Powerkontakten nicht funktionsfähig! Setzen Sie hier zur Versorgung der EL1262-0050 ggf. eine Netzsteckklemme [EL9505](#) ein!

Anschlussbelegung EL1262-0050

Klemmstelle		Beschreibung
Bezeichnung	Nr.	
Input 1	1	Eingang 1
+ 5V	2	+5 V (intern verbunden mit Klemmstelle 6 und positiven Powerkontakt)
0 V	3	0 V (intern verbunden mit Klemmstelle 7 und negativen Powerkontakt)
PE	4	PE Kontakt
Input 2	5	Eingang 2
+ 5 V	6	+ 5 V (intern verbunden mit Klemmstelle 2 und positiven Powerkontakt)
0 V	7	0 V (intern verbunden mit Klemmstelle 3 und negativen Powerkontakt)
PE	8	PE Kontakt

LEDs

LED	Farbe	Bedeutung	
INPUT 1	grün	aus	Es liegt kein Eingangssignal am entsprechenden Eingang
INPUT 2		an	+5 V Eingangssignal am entsprechenden Eingang

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 Programmierumgebung (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 System Manager
- **TwinCAT 2** → TwinCAT System Manager → E/A- Konfiguration
- Insbesondere zur TwinCAT – Treiberinstallation:
Feldbuskomponenten → Feldbuskarten und Switche → FC900x – PCI-Karten für Ethernet → Installation

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

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

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

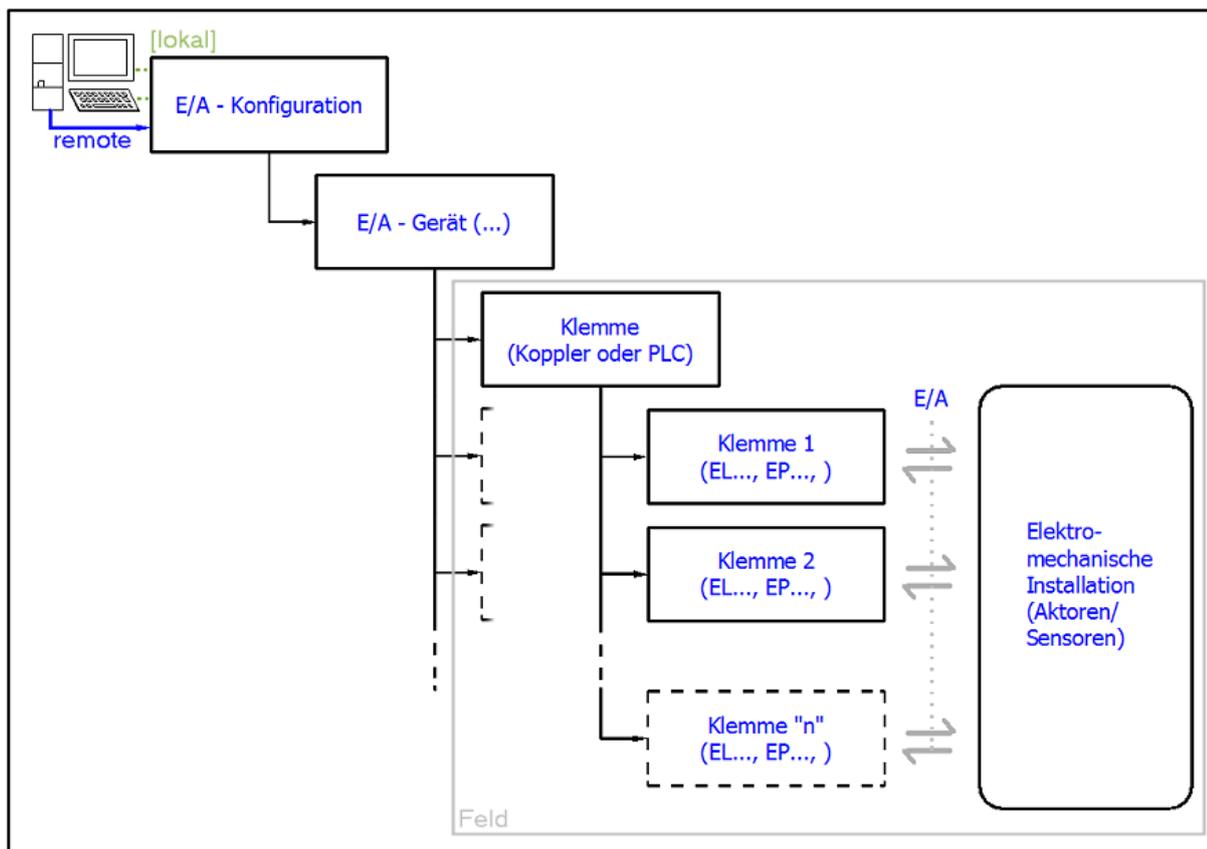


Abb. 33: Bezug von der Anwender Seite (Inbetriebnahme) zur Installation

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-Digital-Eingangsklemme 24 V_{DC})
- 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)

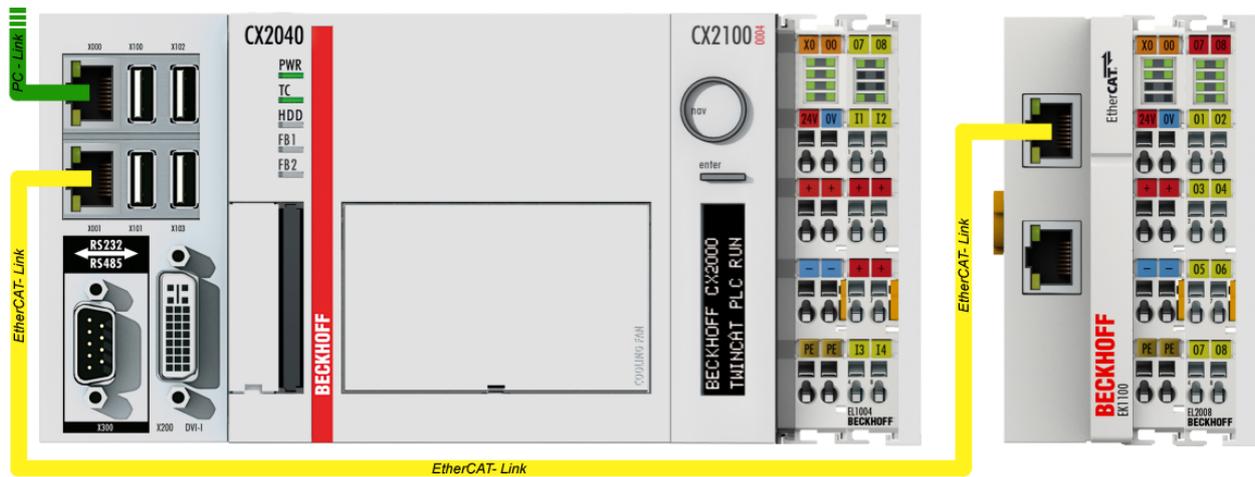


Abb. 34: Aufbau der Steuerung mit Embedded-PC, Eingabe (EL1004) und Ausgabe (EL2008)

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

5.1.1 TwinCAT 2

Startup

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

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

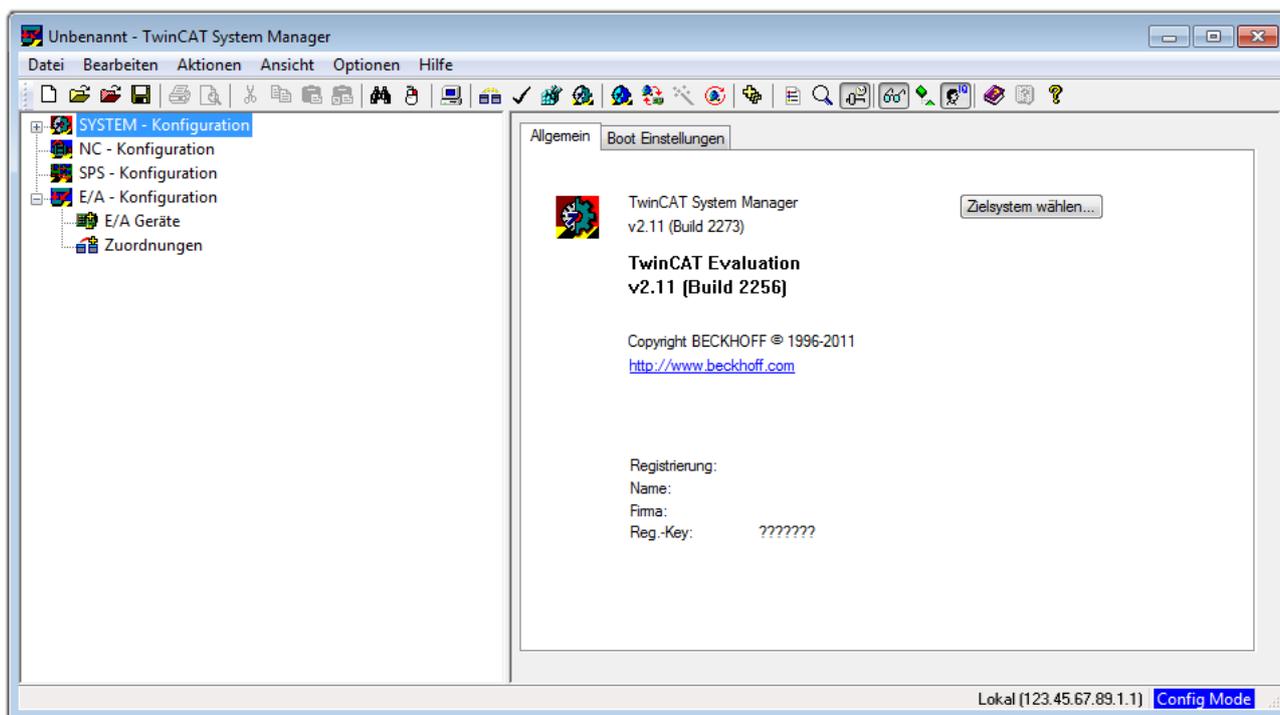


Abb. 35: Initiale Benutzeroberfläche TwinCAT 2

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 [► 52]“ 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:

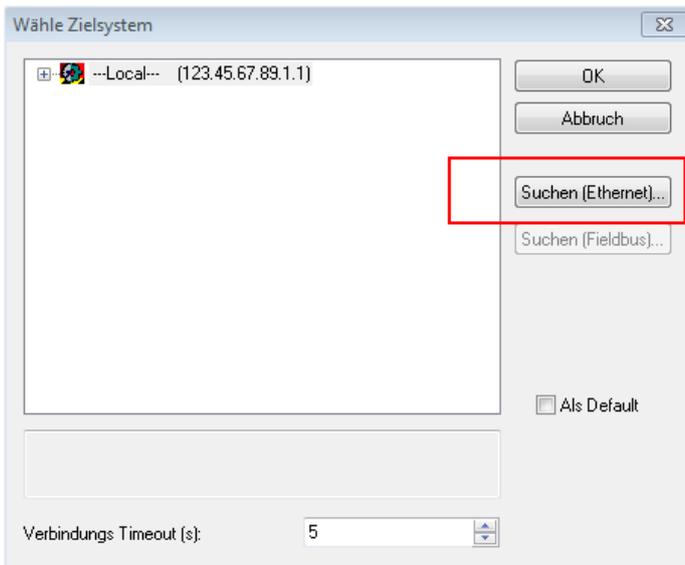


Abb. 36: Wähle Zielsystem

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

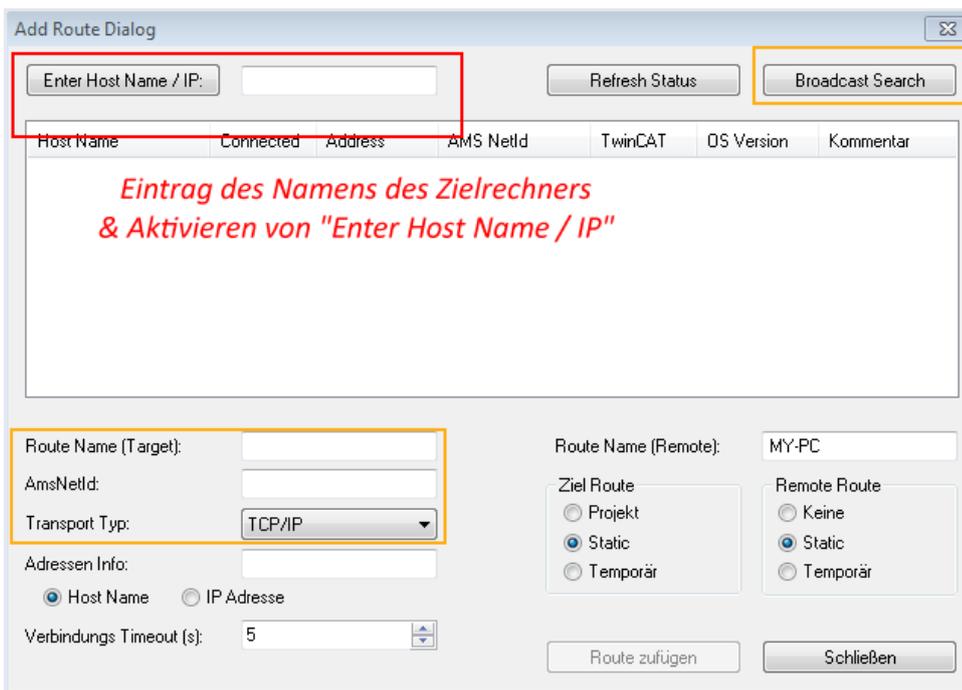
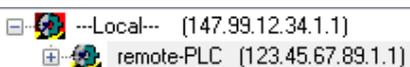


Abb. 37: PLC für den Zugriff des TwinCAT System Managers festlegen: Auswahl des Zielsystems

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 System Manager 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.

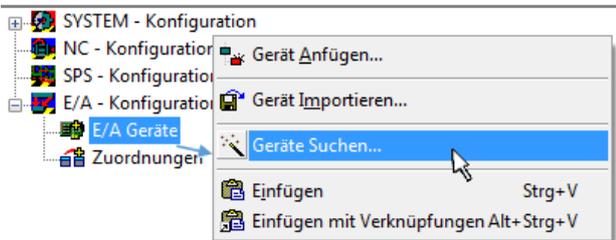


Abb. 38: Auswahl „Gerät Suchen..“

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

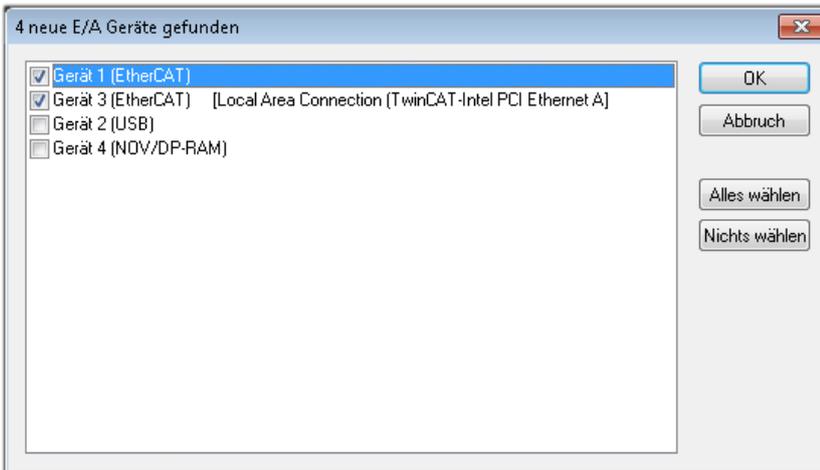


Abb. 39: Automatische Erkennung von E/A Geräten: Auswahl der einzubindenden Geräte

Ebenfalls ist anschließend die Meldung „nach neuen Boxen suchen“ zu bestätigen, um die an den Geräten angebotenen 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](#) [► 48] sieht das Ergebnis wie folgt aus:

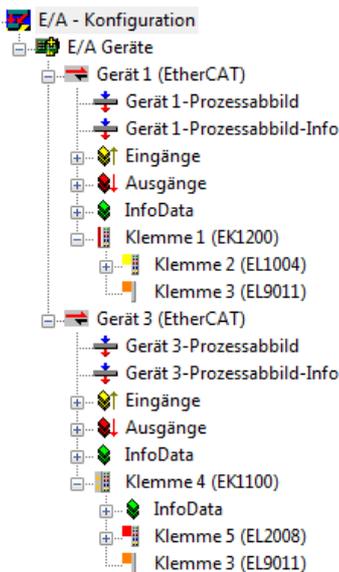


Abb. 40: Abbildung der Konfiguration im TwinCAT 2 System Manager

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:

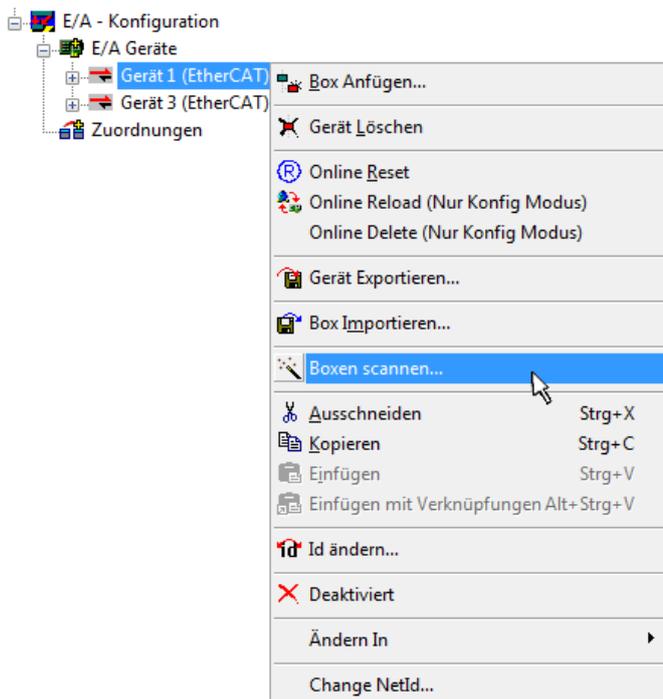


Abb. 41: Einlesen von einzelnen an einem Gerät befindlichen Klemmen

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:

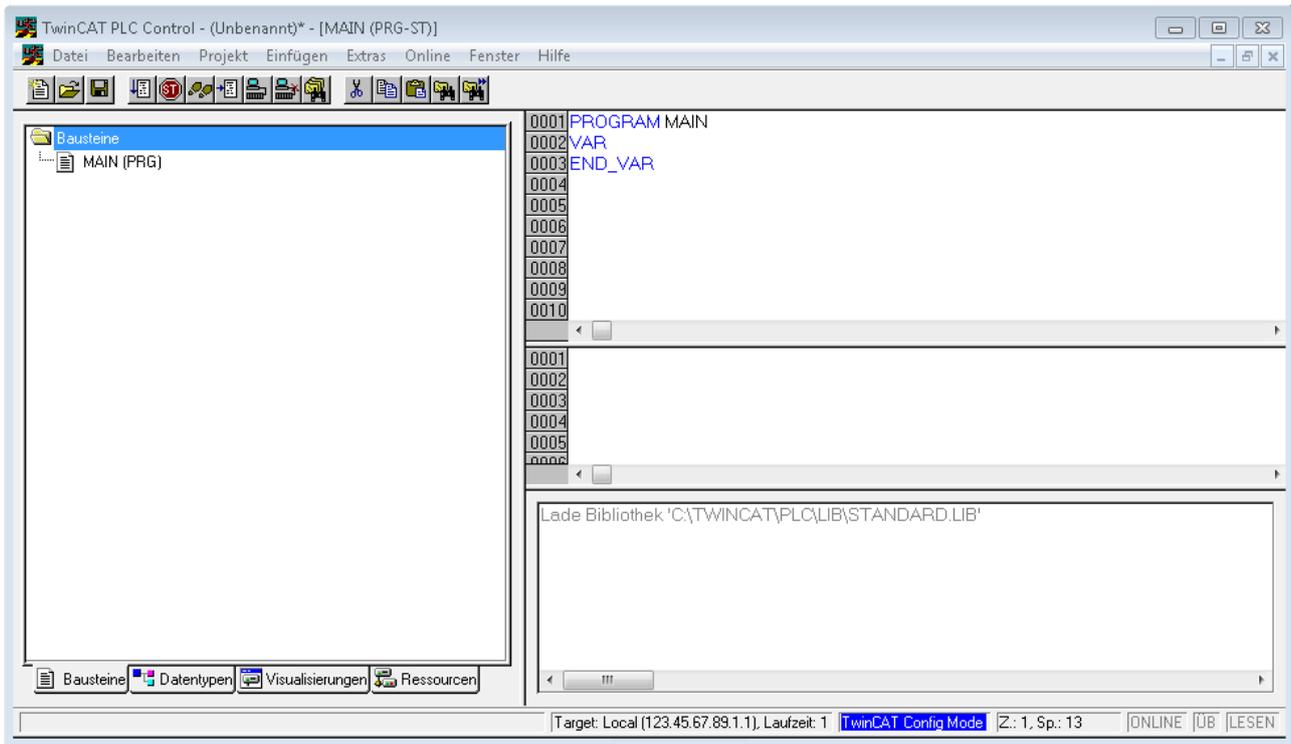


Abb. 42: TwinCAT PLC Control nach dem Start

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

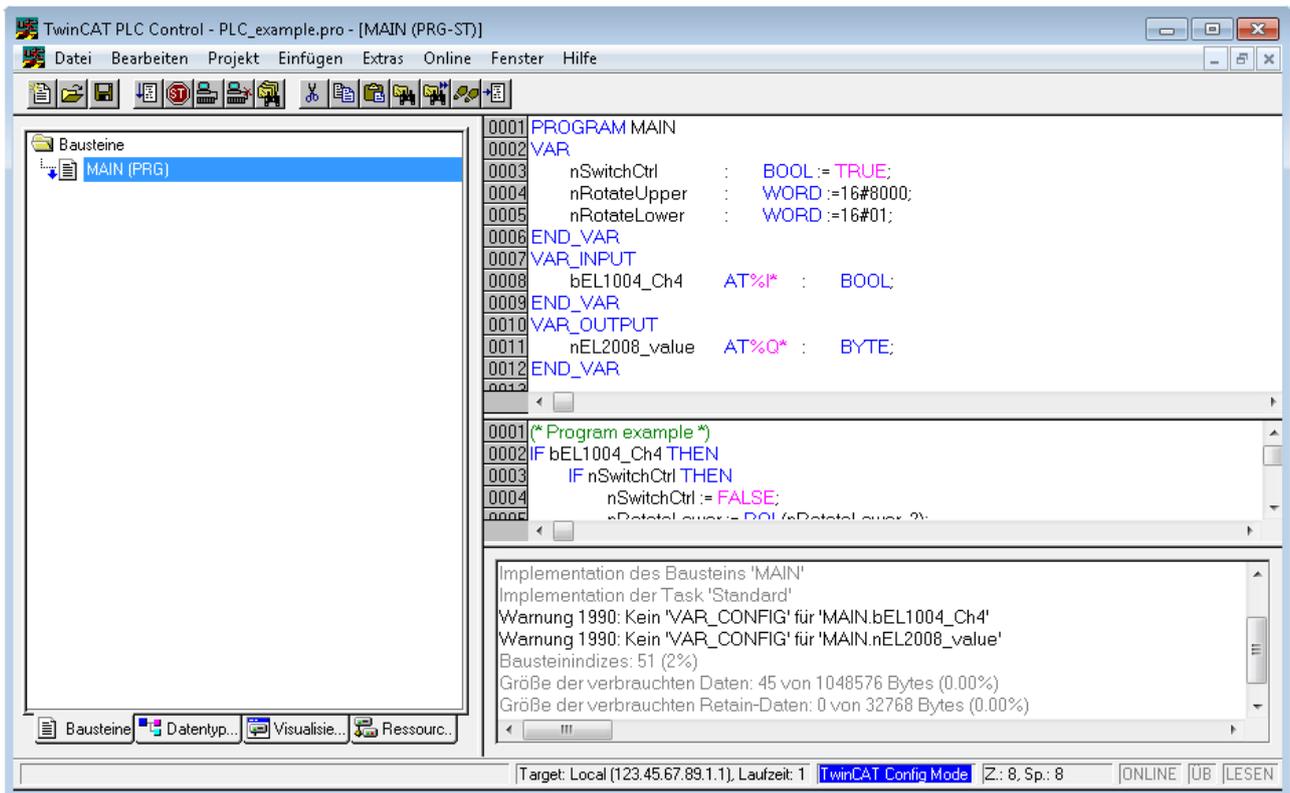


Abb. 43: Beispielprogramm mit Variablen nach einem Kompilervorgang (ohne Variablenanbindung)

Die Warnung 1990 (fehlende „VAR_CONFIG“) nach einem Kompilervorgang 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 Kompilervorgang eine „*.tpy“ Datei in dem Verzeichnis in dem das Projekt gespeichert wurde. Diese Datei („*.tpy“) enthält u.a. Variablenzuordnungen und ist dem System Manager 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...“:

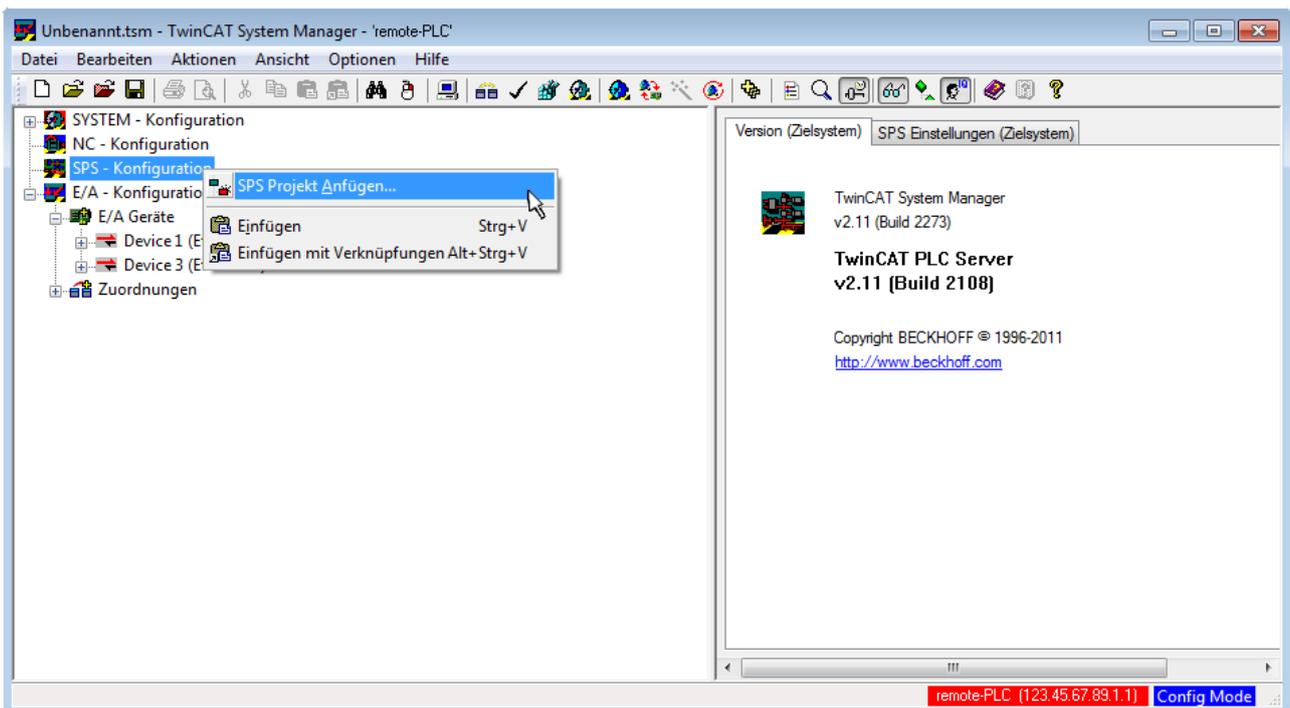


Abb. 44: Hinzufügen des Projektes des TwinCAT PLC Control

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:

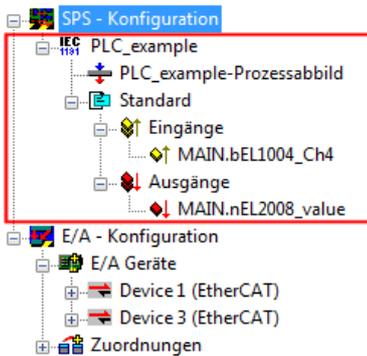


Abb. 45: Eingebundenes PLC Projekt in der SPS- Konfiguration des System Managers

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:

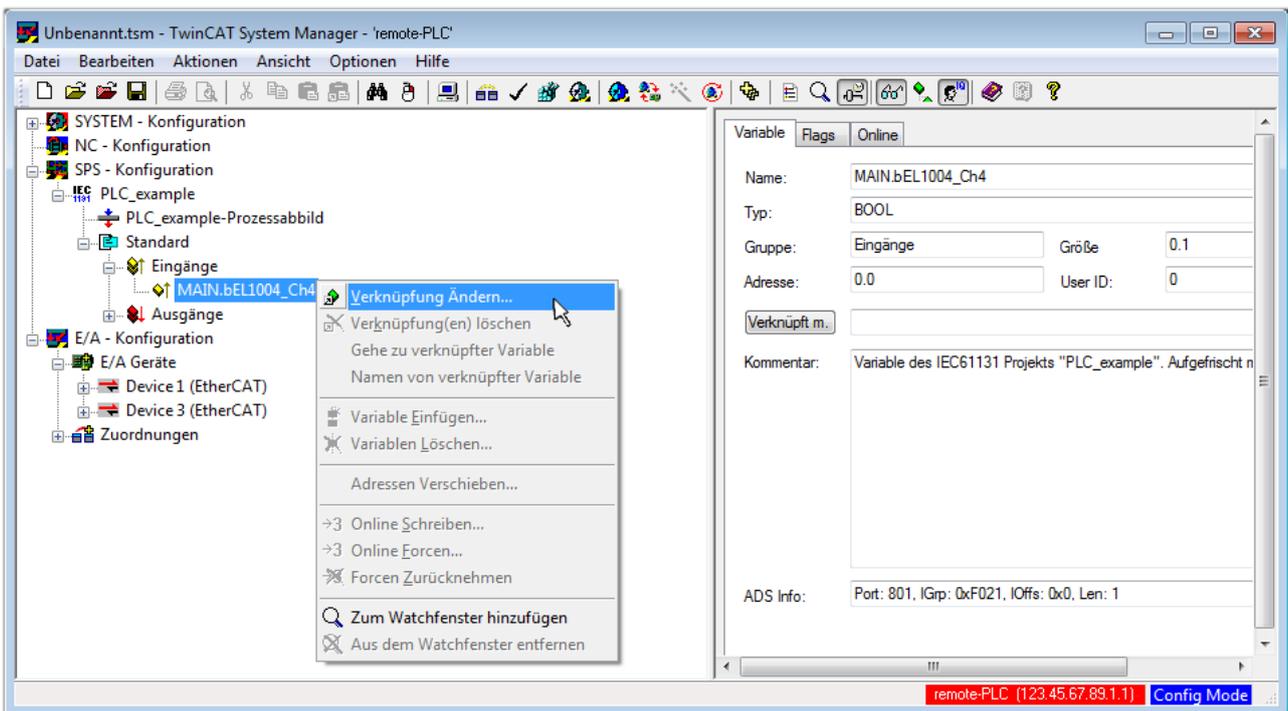


Abb. 46: Erstellen der Verknüpfungen PLC-Variablen zu Prozessobjekten

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

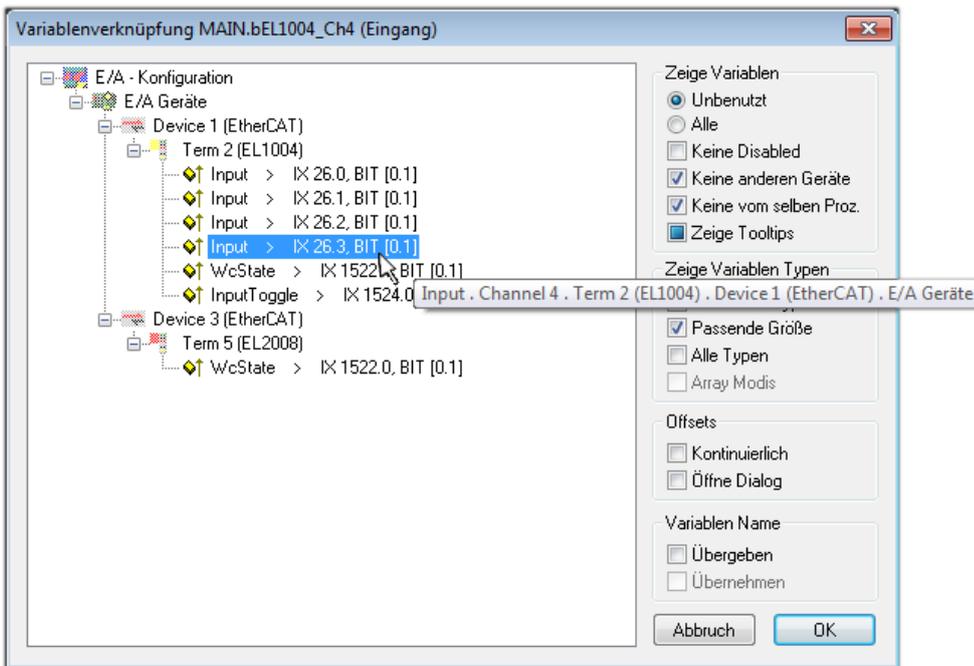


Abb. 47: Auswahl des PDO vom Typ BOOL

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:

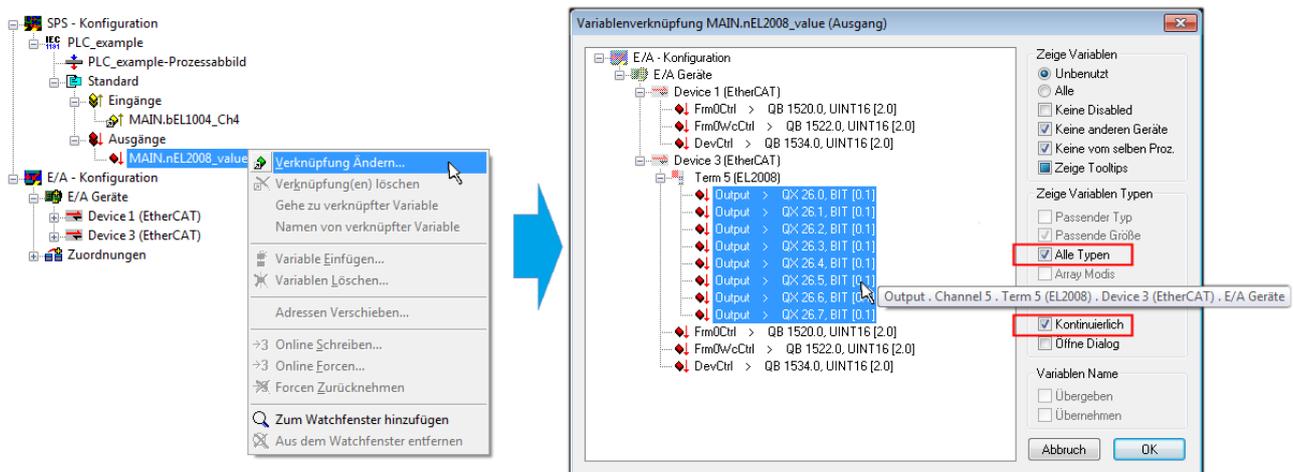


Abb. 48: Auswahl von mehreren PDO gleichzeitig: Aktivierung von „Kontinuierlich“ und „Alle Typen“

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:

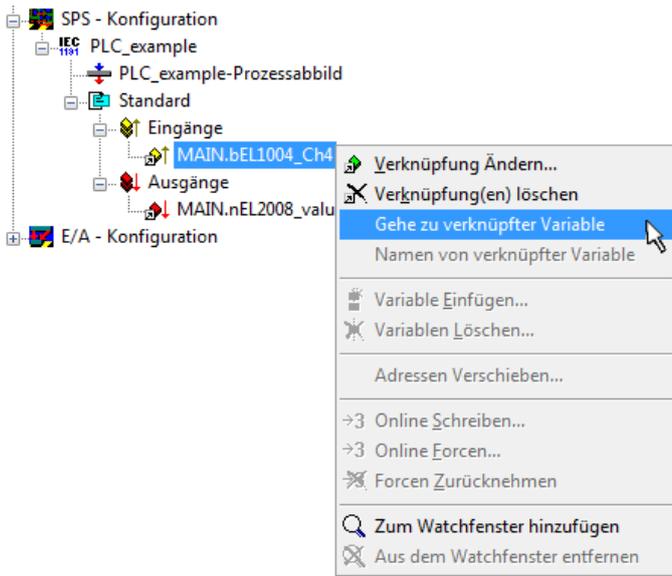


Abb. 49: Anwendung von „Goto Link Variable“ am Beispiel von „MAIN.bEL1004_Ch4“

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:

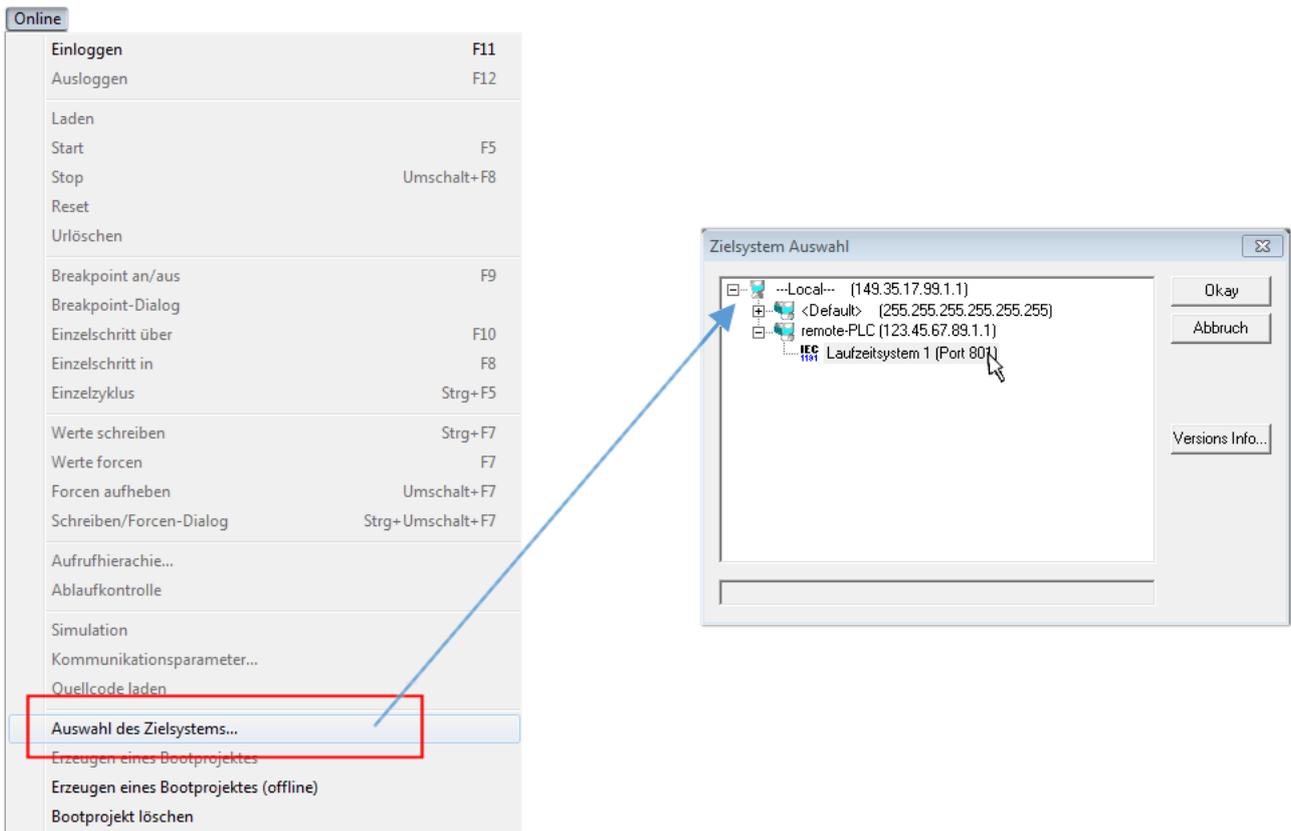


Abb. 50: Auswahl des Zielsystems (remote)

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:

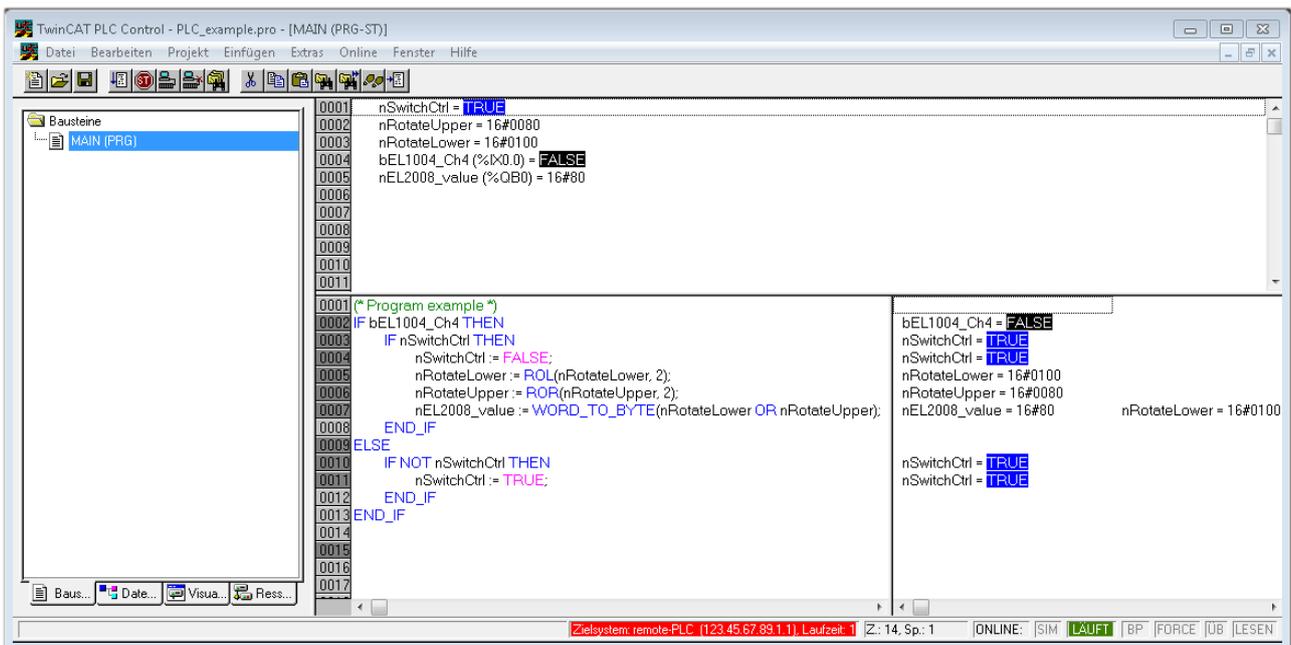


Abb. 51: PLC Control Logged-in, bereit zum Programmstart

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:

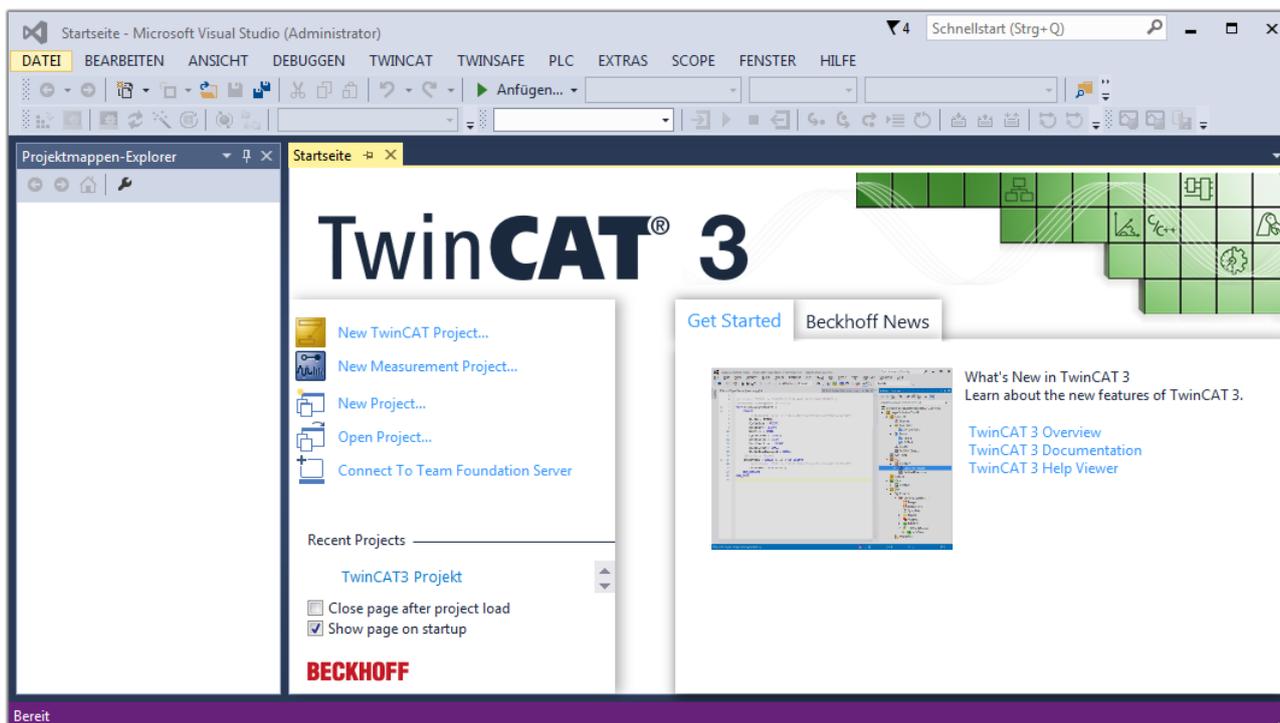


Abb. 52: Initiale Benutzeroberfläche TwinCAT 3

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

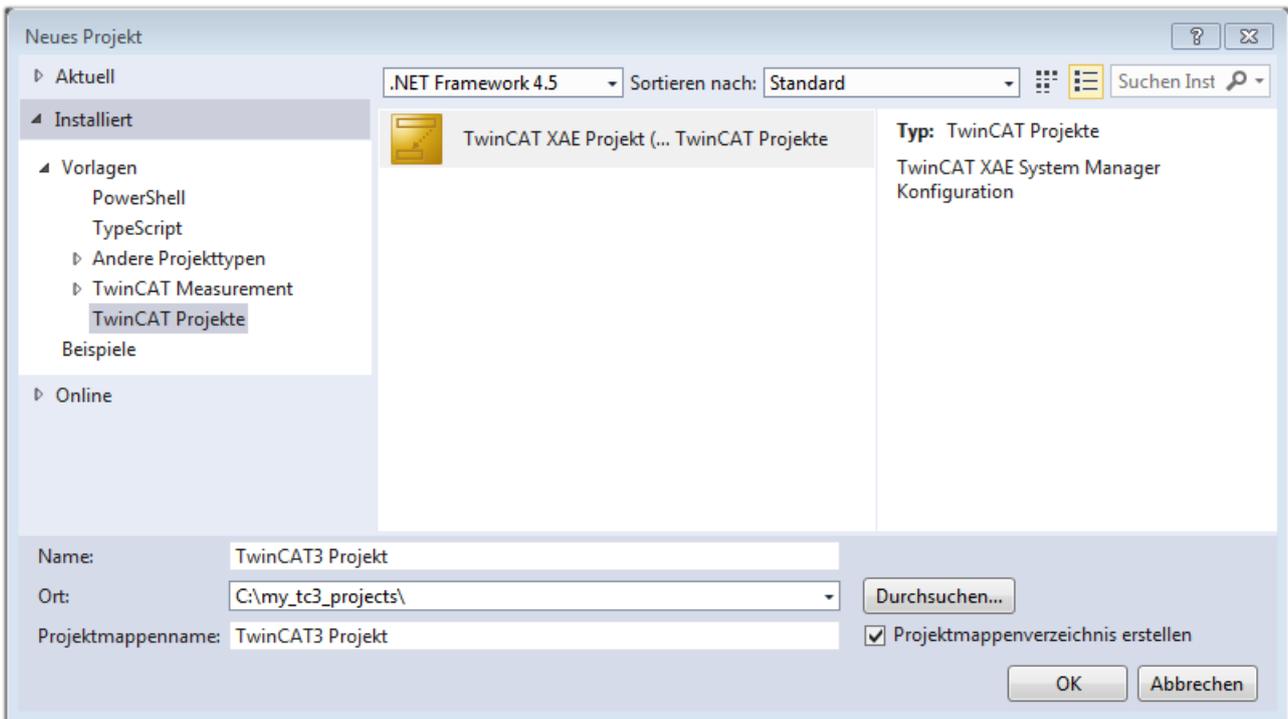


Abb. 53: Neues TwinCAT 3 Projekt erstellen

Im Projektmappen-Explorer liegt sodann das neue Projekt vor:

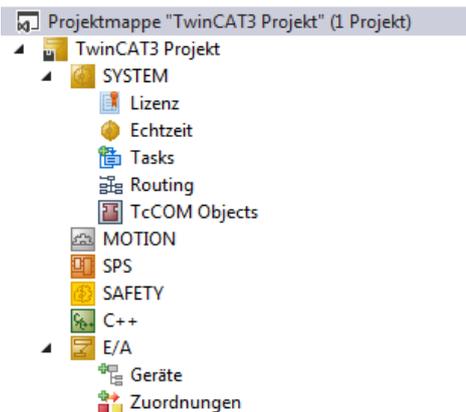
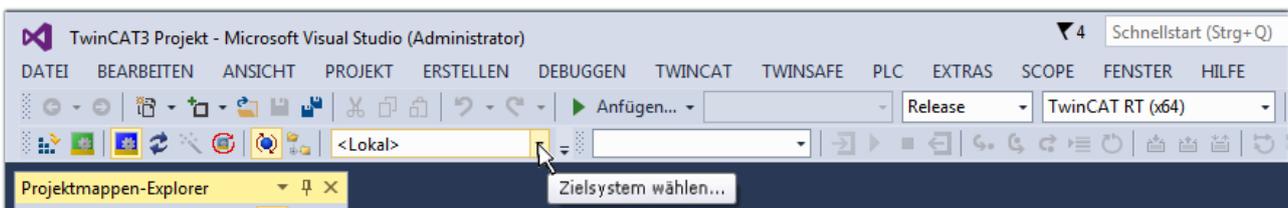


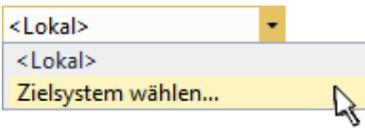
Abb. 54: Neues TwinCAT 3 Projekt im Projektmappen-Explorer

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 |> 63|“ 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:

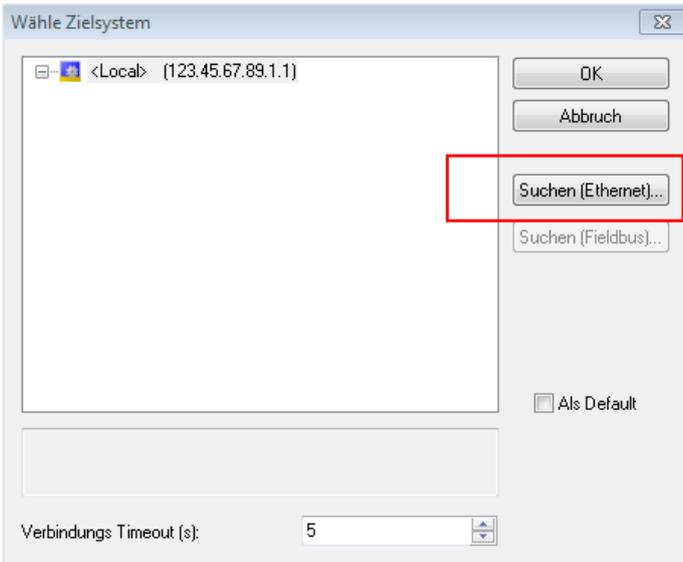


Abb. 55: Auswahldialog: Wähle Zielsystem

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

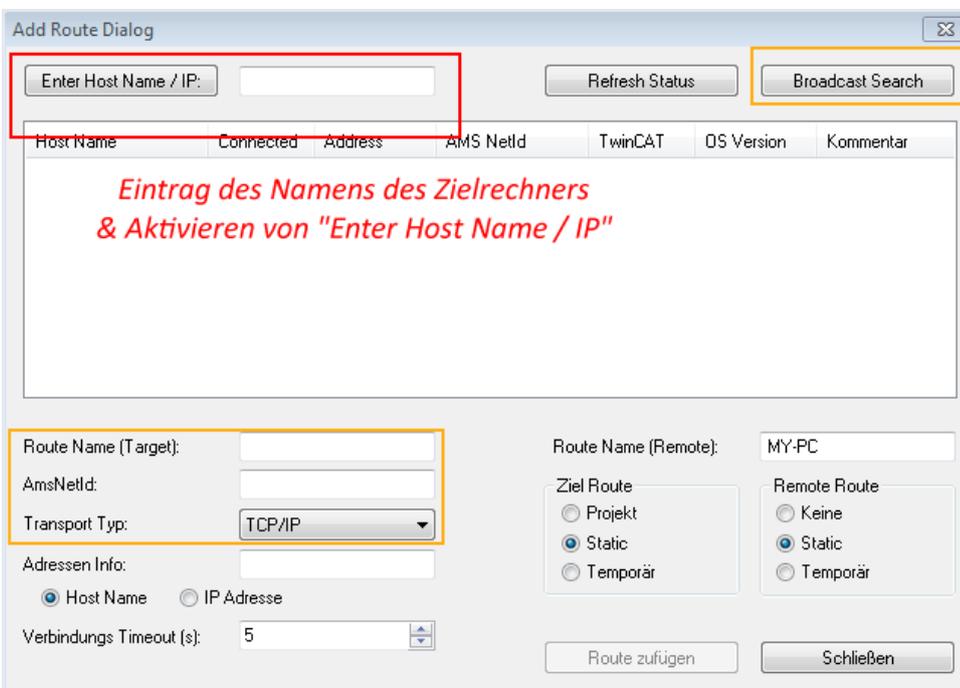
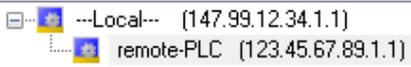


Abb. 56: PLC für den Zugriff des TwinCAT System Managers festlegen: Auswahl des Zielsystems

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.

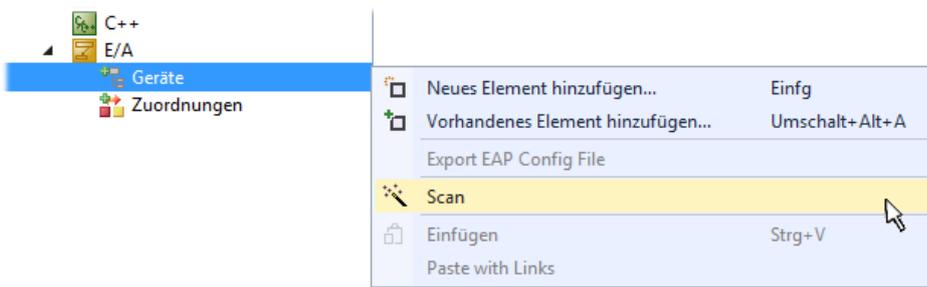


Abb. 57: Auswahl „Scan“

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

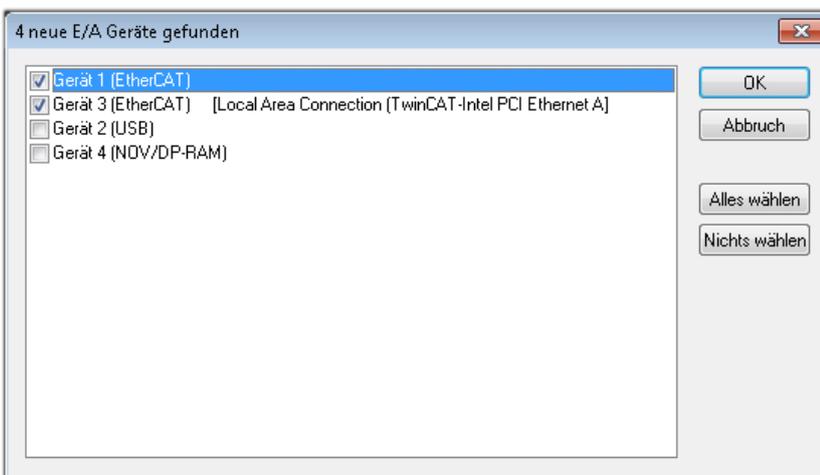


Abb. 58: Automatische Erkennung von E/A Geräten: Auswahl der einzubindenden Geräte

Ebenfalls ist anschließend die Meldung „nach neuen Boxen suchen“ zu bestätigen, um die an den Geräten angebotenen 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](#) [► 48] sieht das Ergebnis wie folgt aus:

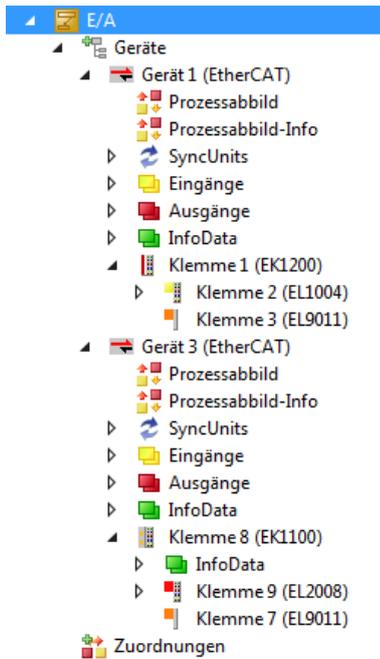


Abb. 59: Abbildung der Konfiguration in VS Shell der TwinCAT 3 Umgebung

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:

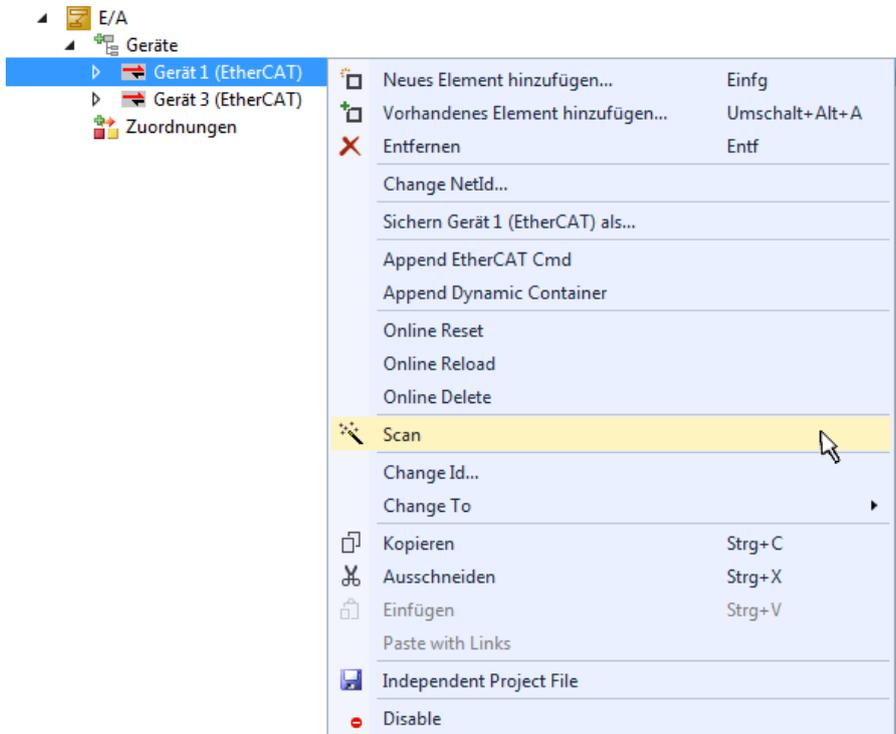


Abb. 60: Einlesen von einzelnen an einem Gerät befindlichen Klemmen

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

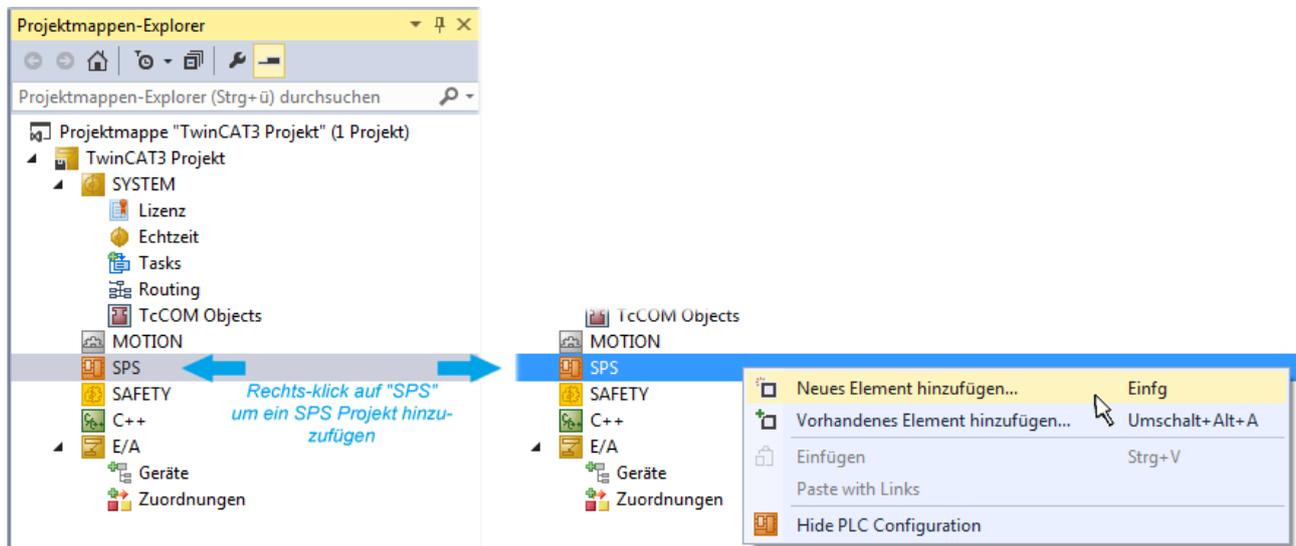


Abb. 61: Einfügen der Programmierumgebung in „SPS“

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

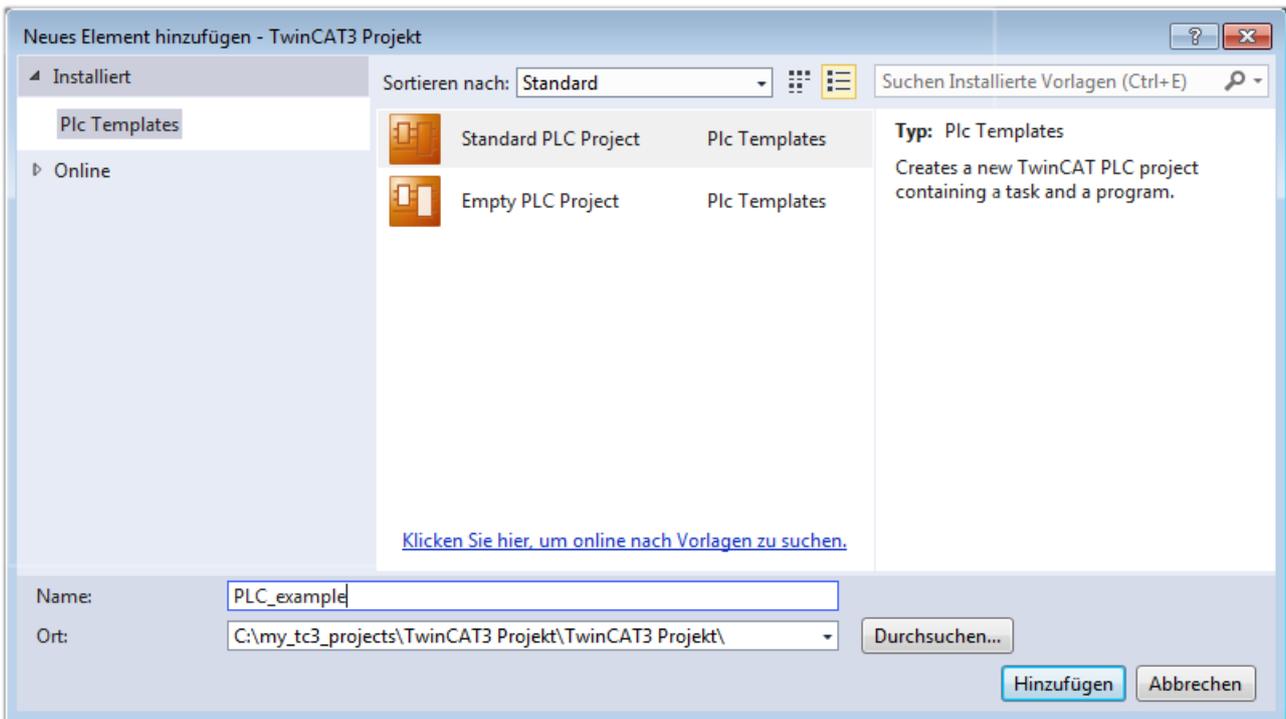


Abb. 62: Festlegen des Namens bzw. Verzeichnisses für die PLC Programmierungsumgebung

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:

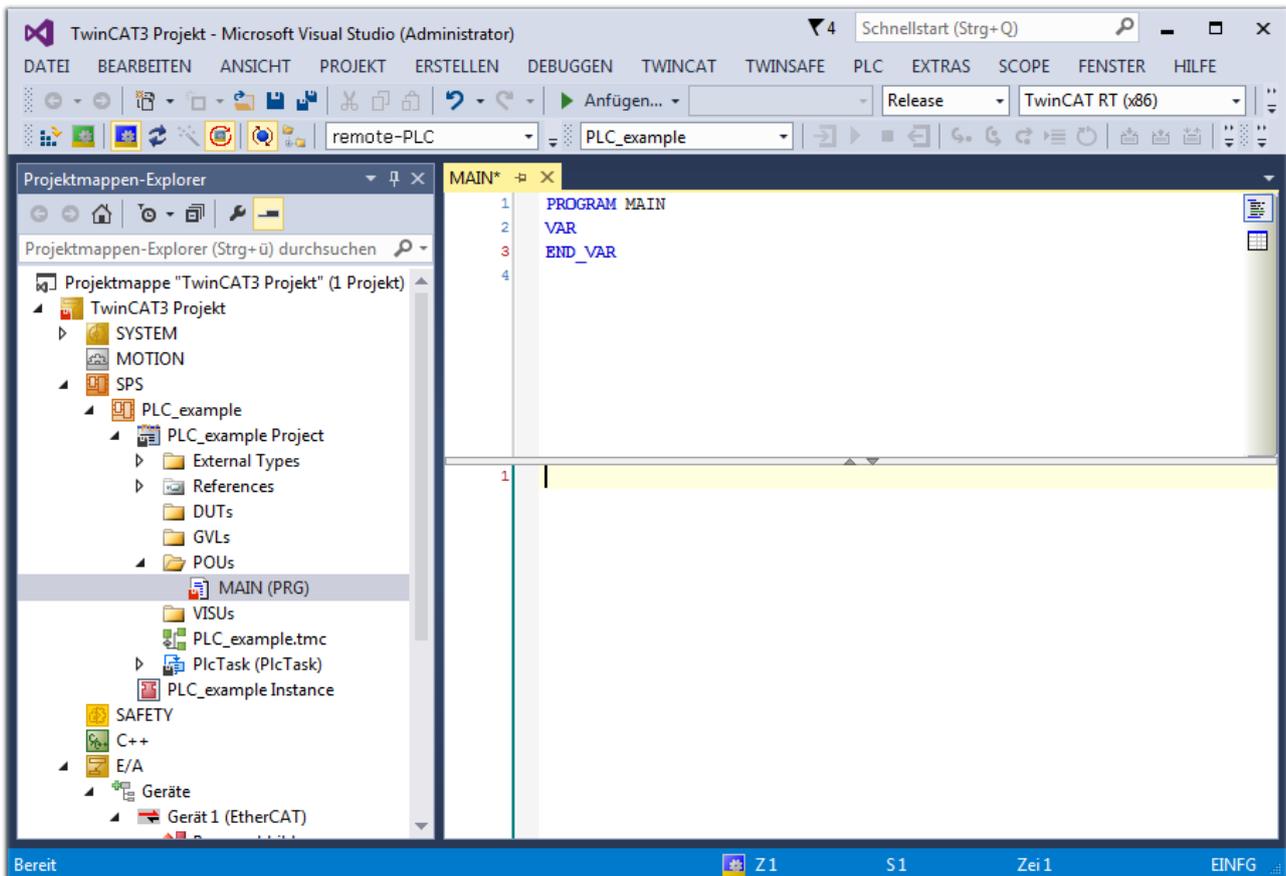


Abb. 63: Initiales Programm „Main“ des Standard PLC Projektes

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

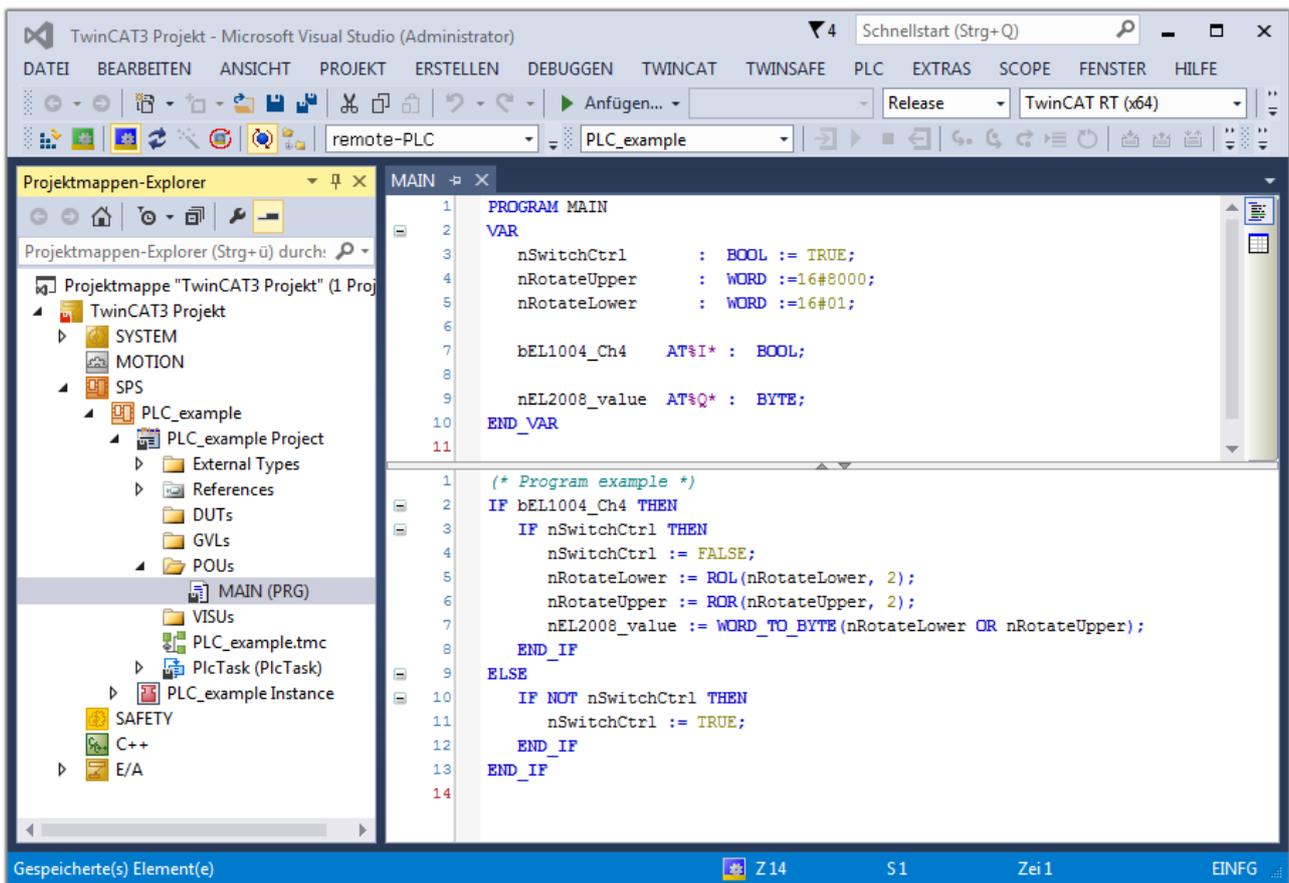


Abb. 64: Beispielprogramm mit Variablen nach einem Kompilervorgang (ohne Variablenanbindung)

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

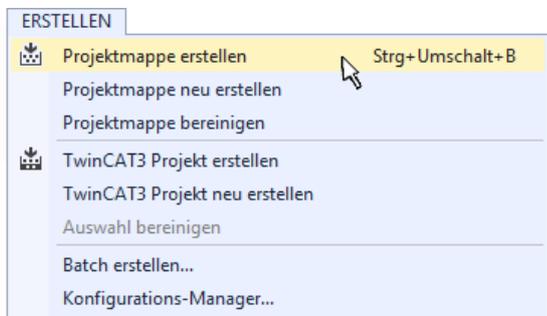
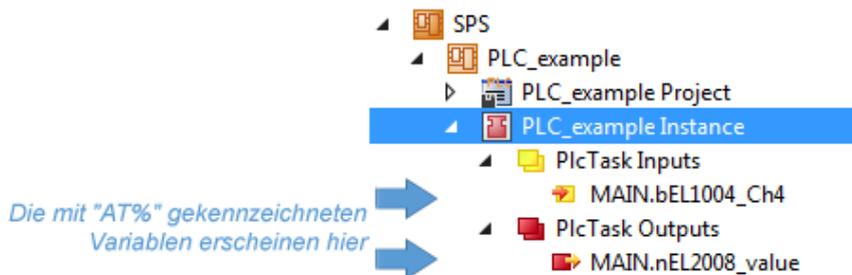


Abb. 65: Kompilierung des Programms starten

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:

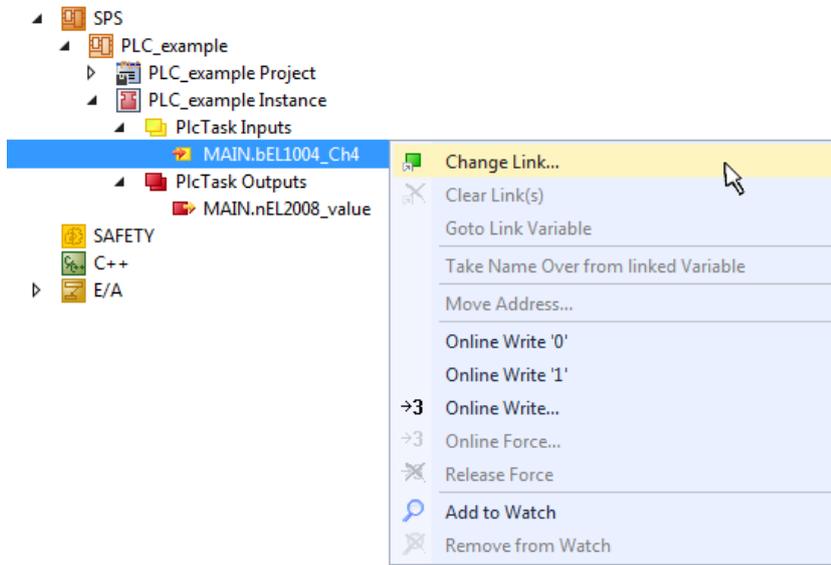


Abb. 66: Erstellen der Verknüpfungen PLC-Variablen zu Prozessobjekten

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

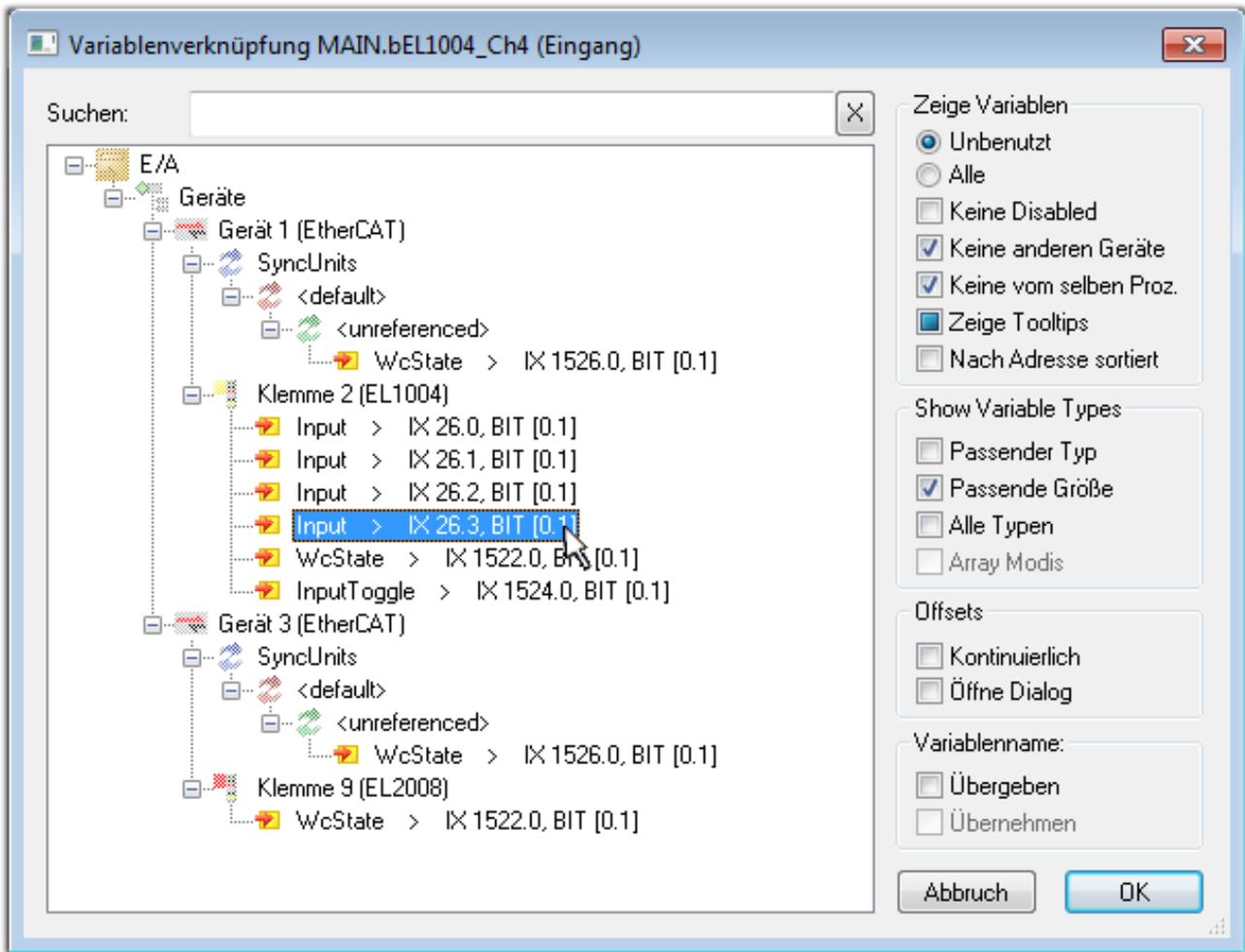


Abb. 67: Auswahl des PDO vom Typ BOOL

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:

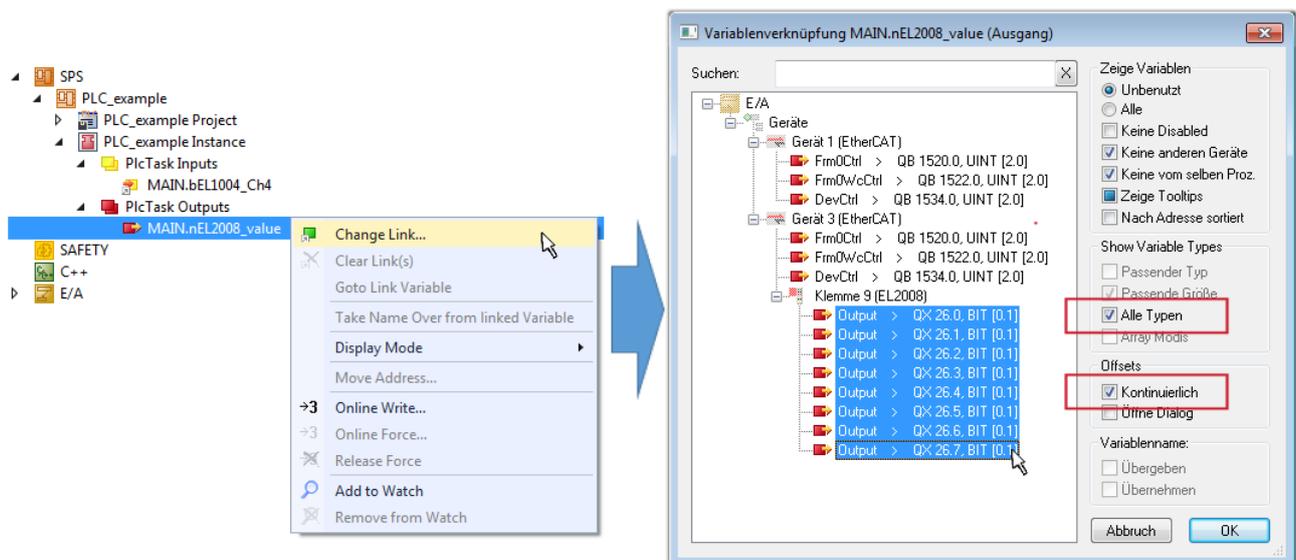


Abb. 68: Auswahl von mehreren PDO gleichzeitig: Aktivierung von „Kontinuierlich“ und „Alle Typen“

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:

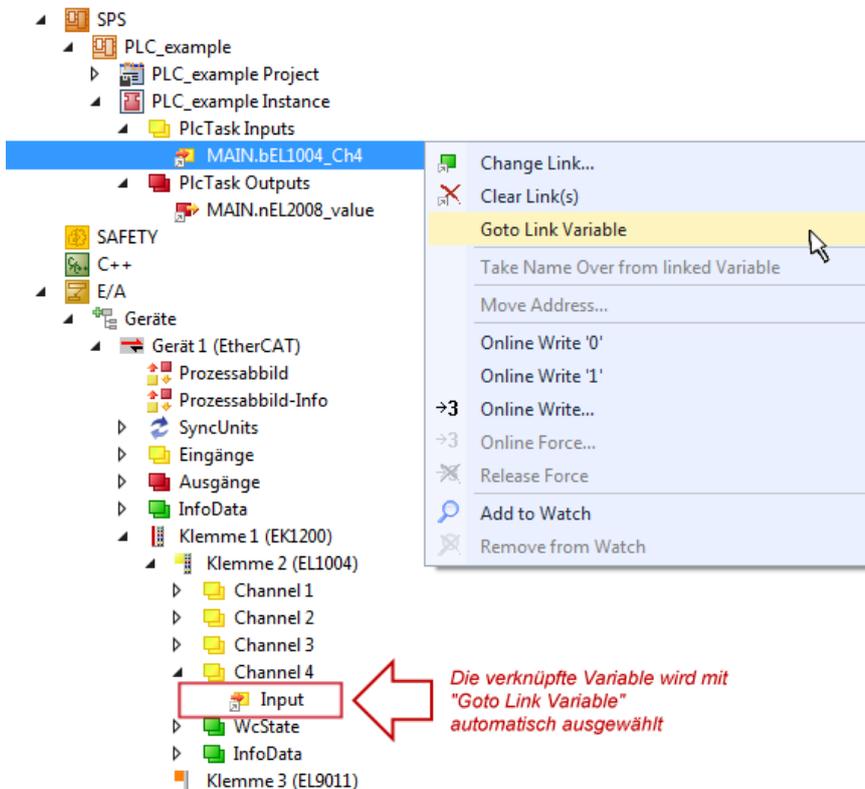


Abb. 69: Anwendung von "Goto Link Variable" am Beispiel von „MAIN.bEL1004_Ch4“

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.

● Hinweis zur Art der Variablen-Zuordnung

i Diese folgende Art der Variablen Zuordnung kann erst ab der TwinCAT Version V3.1.4024.4 verwendet werden und ist ausschließlich bei Klemmen mit einem Mikrocontroller verfügbar.

In TwinCAT ist es möglich eine Struktur aus den gemappten Prozessdaten einer Klemme zu erzeugen. Von dieser Struktur kann dann in der SPS eine Instanz angelegt werden, so dass aus der SPS direkt auf die Prozessdaten zugegriffen werden kann, ohne eigene Variablen deklarieren zu müssen.

Beispielhaft wird das Vorgehen an der EL3001 1-Kanal-Analog-Eingangsklemme -10...+10 V gezeigt.

1. Zuerst müssen die benötigten Prozessdaten im Reiter „Prozessdaten“ in TwinCAT ausgewählt werden.
2. Anschließend muss der SPS Datentyp im Reiter „PLC“ über die Check-Box generiert werden.
3. Der Datentyp im Feld „Data Type“ kann dann über den „Copy“-Button kopiert werden.

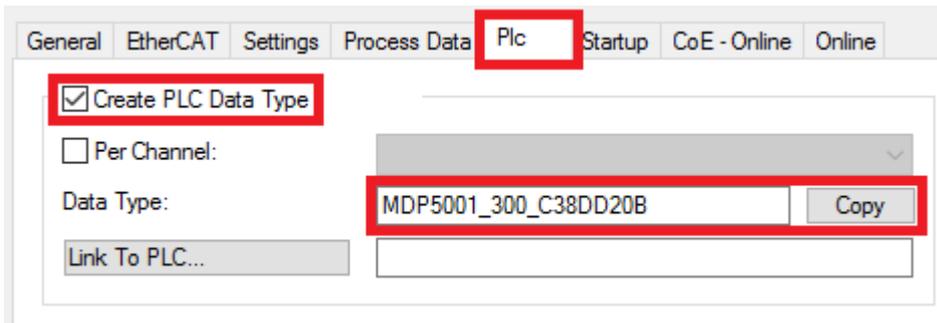


Abb. 70: Erzeugen eines SPS Datentyps

4. In der SPS muss dann eine Instanz der Datenstruktur vom kopierten Datentyp angelegt werden.

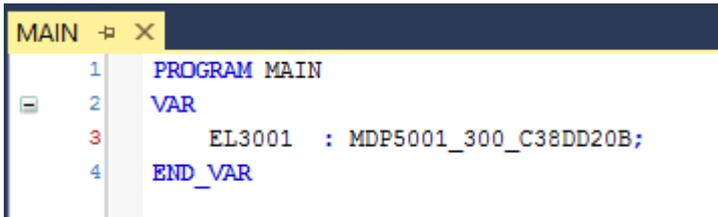


Abb. 71: Instance_of_struct

5. Anschließend muss die Projektmappe erstellt werden. Das kann entweder über die Tastenkombination „STRG + Shift + B“ gemacht werden oder über den Reiter „Erstellen“/ „Build“ in TwinCAT.

6. Die Struktur im Reiter „PLC“ der Klemme muss dann mit der angelegten Instanz verknüpft werden.

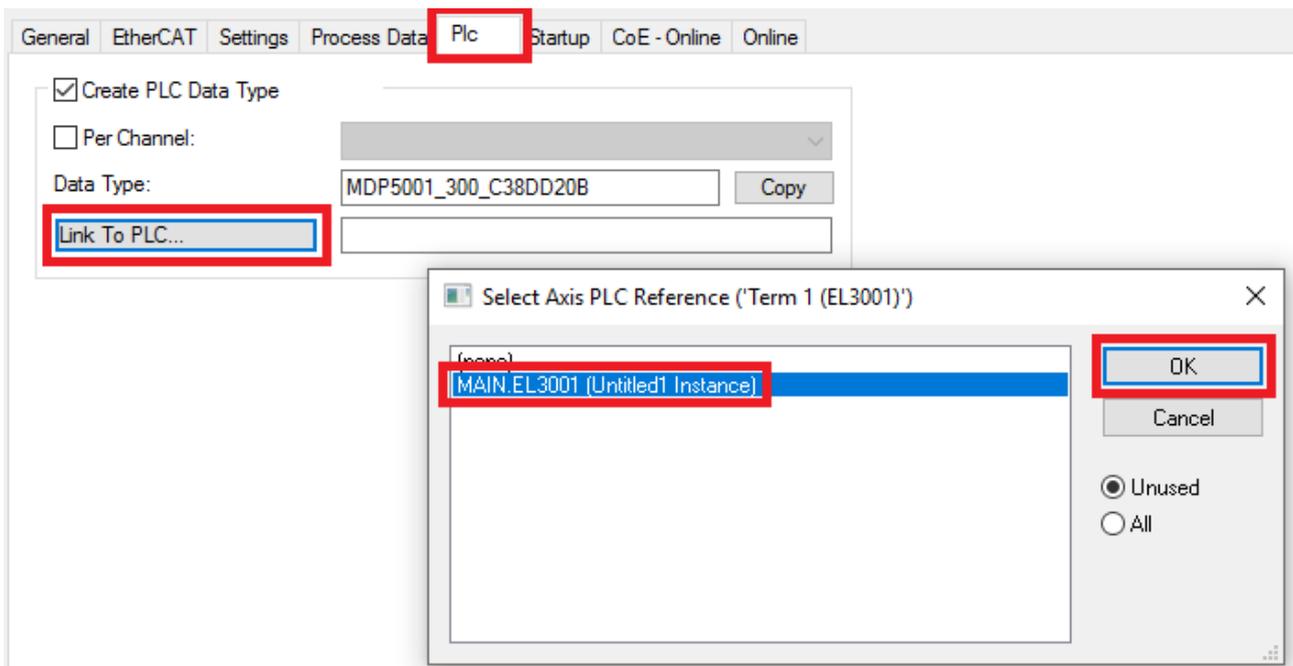


Abb. 72: Verknüpfung der Struktur

7. In der SPS können die Prozessdaten dann über die Struktur im Programmcode gelesen bzw. geschrieben werden.

```

MAIN*
1 PROGRAM MAIN
2 VAR
3   EL3001 : MDP5001_300_C38DD20B;
4
5   nVoltage: INT;
6 END_VAR

1 nVoltage := EL3001.MDP5001_300_Input.
2
3
4

```

Abb. 73: Lesen einer Variable aus der Struktur der Prozessdaten

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:

- ▲  Zuordnungen
 -  PLC_example Instance - Gerät 3 (EtherCAT) 1
 -  PLC_example Instance - Gerät 1 (EtherCAT) 1

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 Programmierumgebung zeigt sich mit einer Darstellung der Laufzeitwerte von einzelnen Variablen:

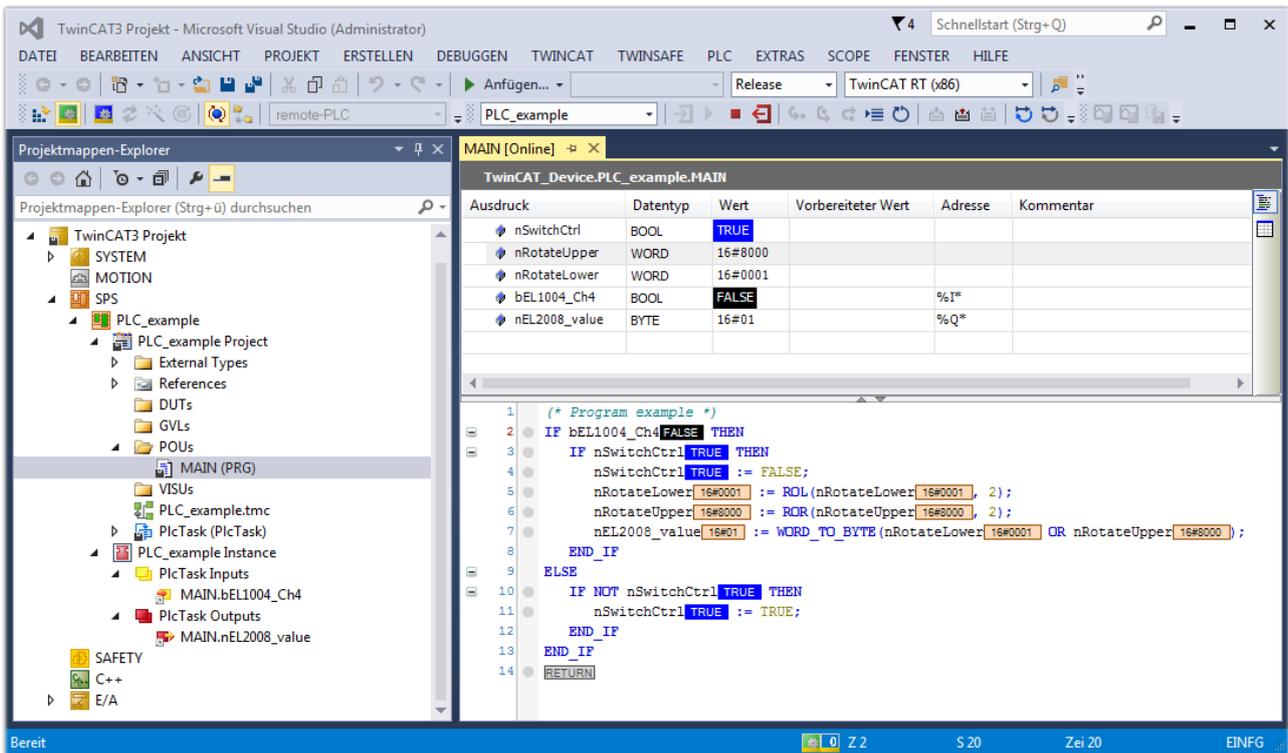


Abb. 74: TwinCAT 3 Entwicklungsumgebung (VS Shell): Logged-in, nach erfolgten Programmstart

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



Abb. 75: Aufruf im System Manager (TwinCAT 2)

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

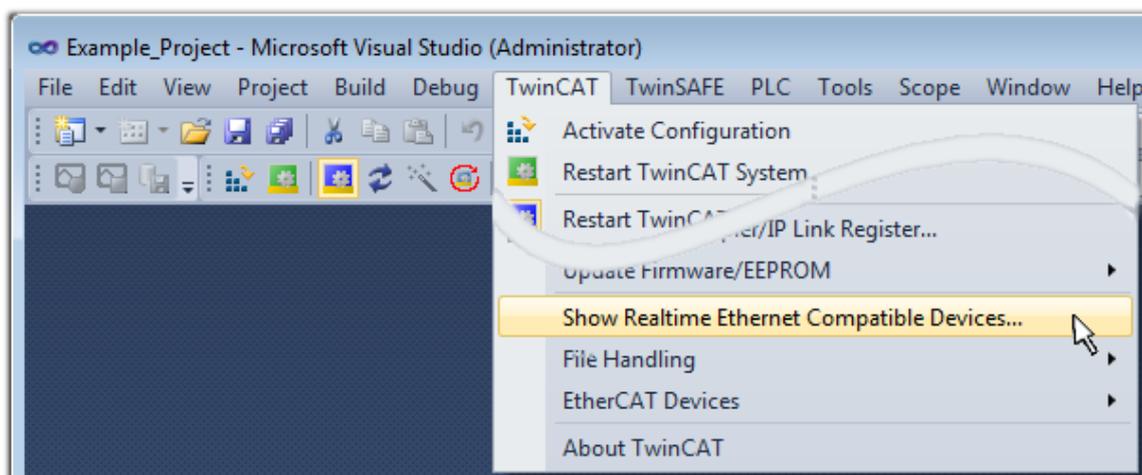


Abb. 76: Aufruf in VS Shell (TwinCAT 3)

Der folgende Dialog erscheint:

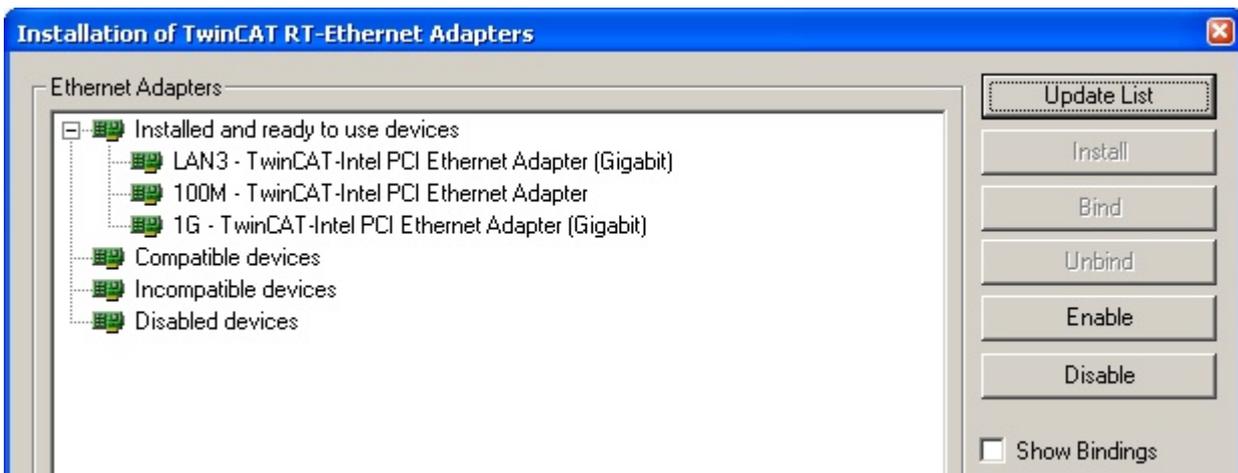


Abb. 77: Übersicht Netzwerkschnittstellen

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.

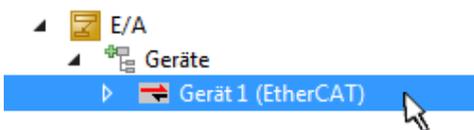
Ein Windows-Warnhinweis bezüglich des unsignierten Treibers kann ignoriert werden.

Alternativ kann auch wie im Kapitel *Offline Konfigurationserstellung, Abschnitt „Anlegen des Geräts EtherCAT“* [► 84] beschrieben, zunächst ein EtherCAT-Gerät eingetragen werden, um dann über dessen Eigenschaften (Karteireiter „Adapter“, Button „Kompatible Geräte...“) die kompatiblen Ethernet Ports einzusehen:



Abb. 78: 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)

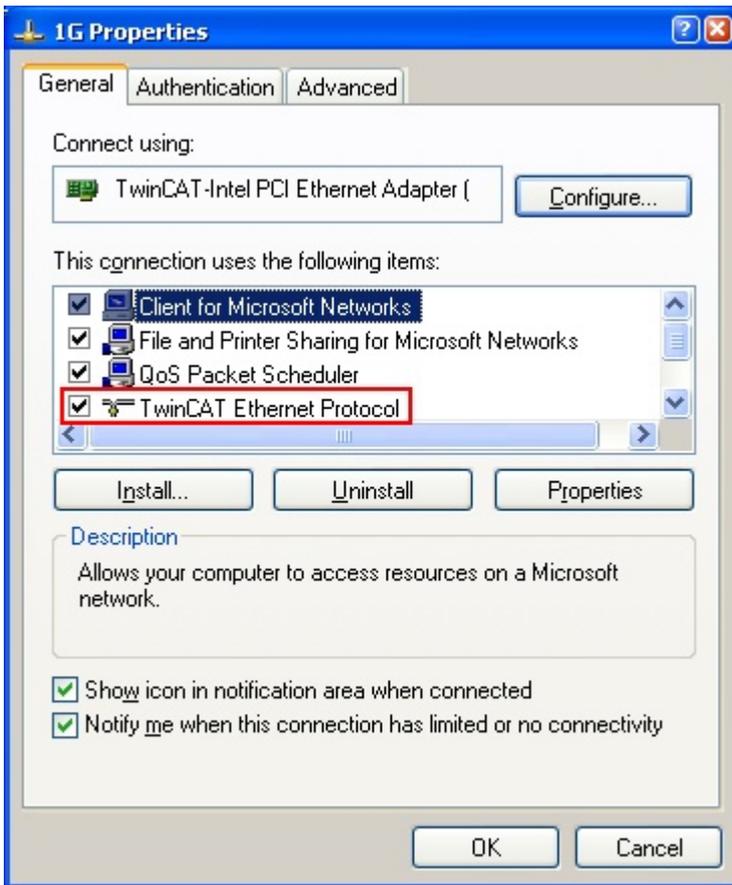


Abb. 79: Windows-Eigenschaften der Netzwerkschnittstelle

Eine korrekte Einstellung des Treibers könnte wie folgt aussehen:

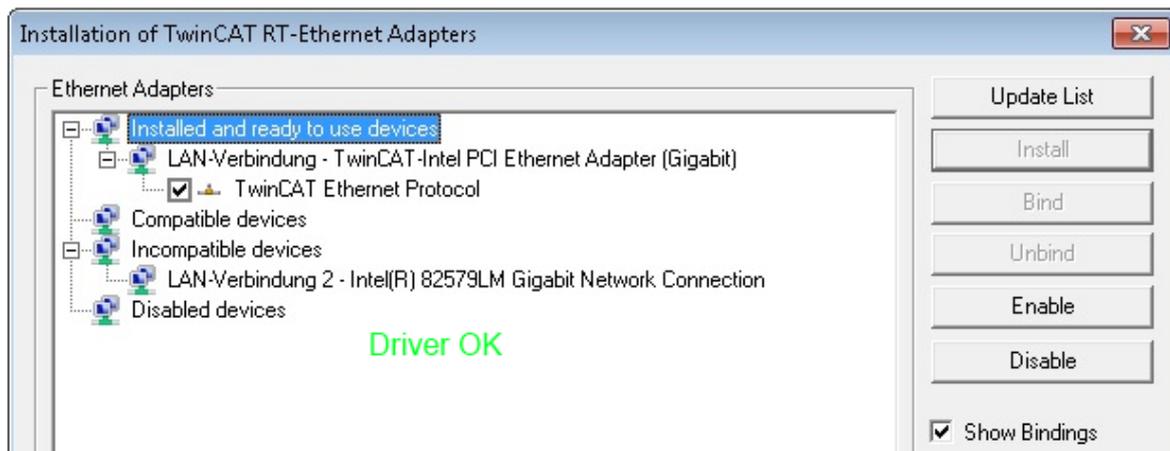


Abb. 80: Beispielhafte korrekte Treiber-Einstellung des Ethernet Ports

Andere mögliche Einstellungen sind zu vermeiden:

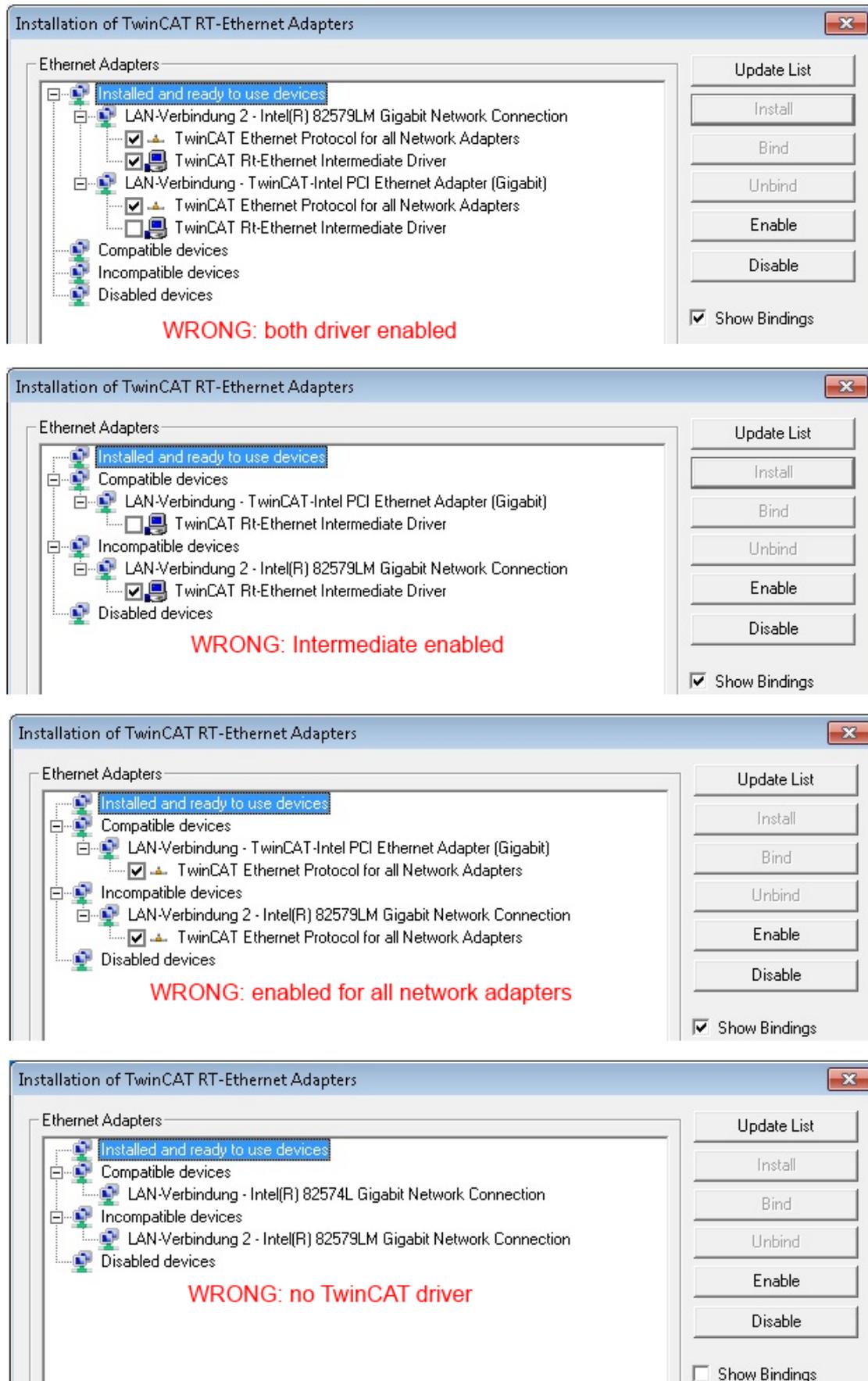


Abb. 81: Fehlerhafte Treiber-Einstellungen des Ethernet Ports

IP-Adresse des verwendeten Ports

i 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.

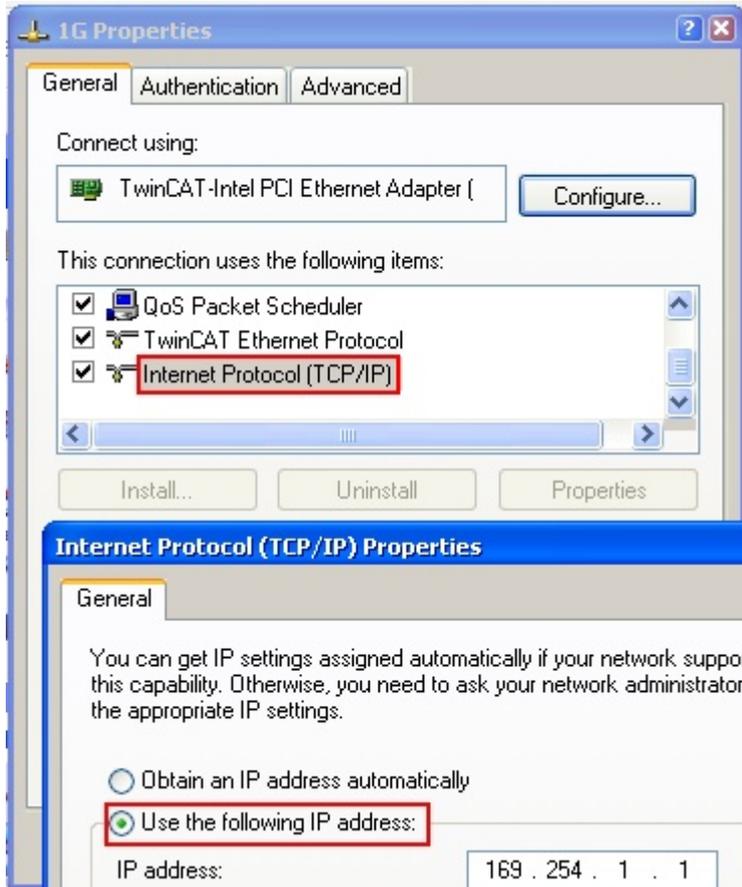


Abb. 82: TCP/IP-Einstellung des Ethernet Ports

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 \[► 83\]](#) zur Verfügung.



ESI

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

Geräteunterscheidung

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

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

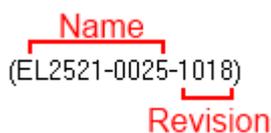


Abb. 83: Gerätebezeichnung: Struktur

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.

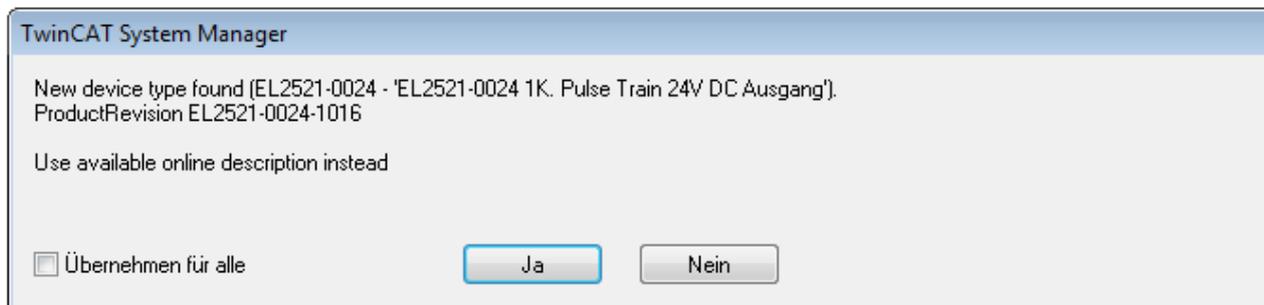


Abb. 84: Hinweisfenster OnlineDescription (TwinCAT 2)

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

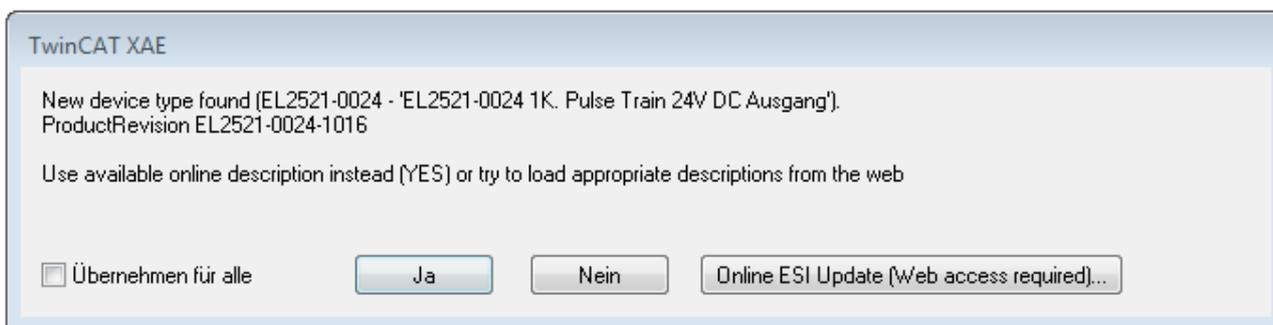


Abb. 85: Hinweisfenster OnlineDescription (TwinCAT 3)

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

HINWEIS

Veränderung der „üblichen“ Konfiguration durch Scan

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

Siehe dazu insbesondere das Kapitel „[Allgemeine Hinweise zur Verwendung von Beckhoff EtherCAT IO-Komponenten](#)“ und zur manuellen Konfigurationserstellung das Kapitel „[Offline Konfigurationserstellung](#) [► 84]“.

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. 86: Vom System Manager angelegt OnlineDescription.xml

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



Abb. 87: Kennzeichnung einer online erfassten ESI am Beispiel EL2521

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

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

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

i OnlineDescription unter TwinCAT 3.x

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

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

(Spracheinstellungen des Betriebssystems beachten!)

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

Fehlerhafte ESI-Datei

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

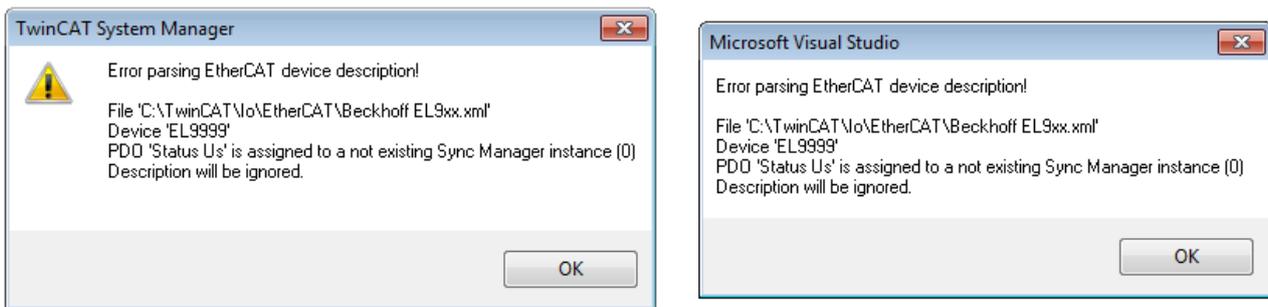


Abb. 88: Hinweisfenster fehlerhafte ESI-Datei (links: TwinCAT 2; rechts: TwinCAT 3)

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 System Manager bei Online-Zugang selbst nach aktuellen Beckhoff ESI-Dateien suchen:

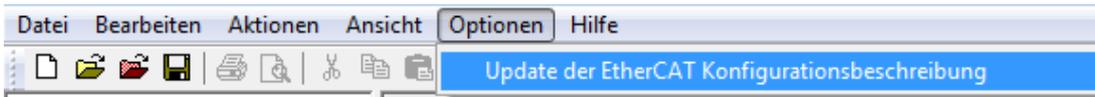


Abb. 89: Anwendung des ESI Updater (>=TwinCAT 2.11)

Der Aufruf erfolgt unter:
„Options“ → „Update EtherCAT Device Descriptions“.

Auswahl bei TwinCAT 3:

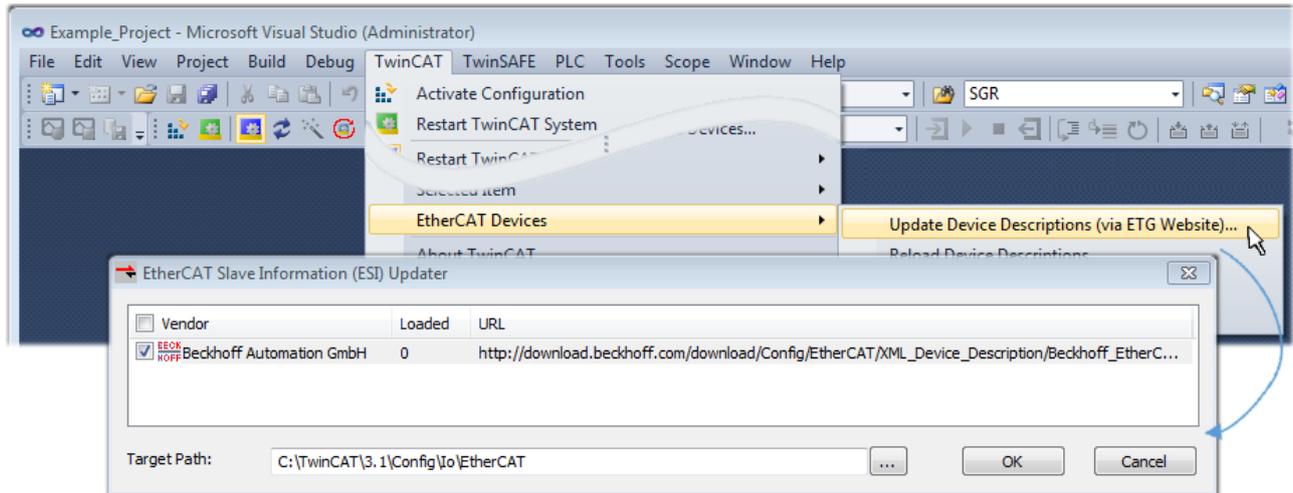


Abb. 90: Anwendung des ESI Updater (TwinCAT 3)

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“](#) [▶ 79].

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 \[► 89\]](#) (Ethernet-Port am IPC)
- [Erkennen der angeschlossenen EtherCAT-Teilnehmer \[► 90\]](#). Dieser Schritt kann auch unabhängig vom vorangehenden durchgeführt werden.
- [Problembehandlung \[► 93\]](#)

Auch kann [der Scan bei bestehender Konfiguration \[► 94\]](#) 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. 91: 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.

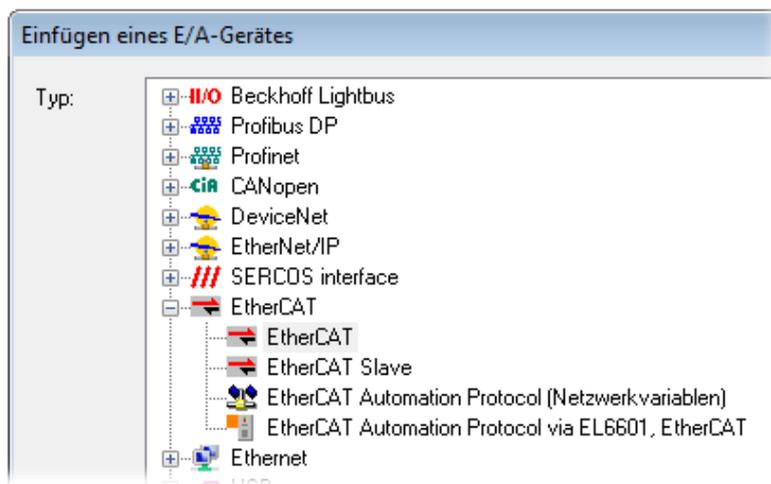


Abb. 92: Auswahl EtherCAT Anschluss (TwinCAT 2.11, TwinCAT 3)

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

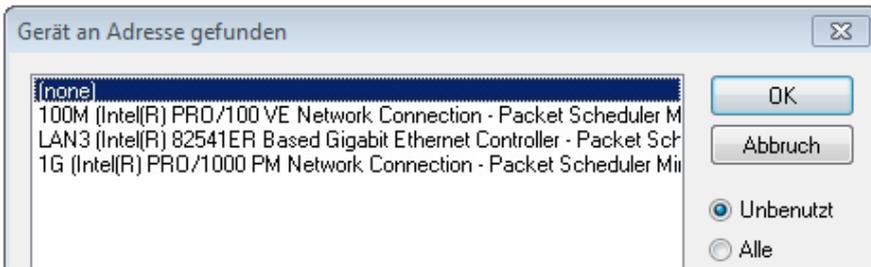


Abb. 93: Auswahl Ethernet Port

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)“.

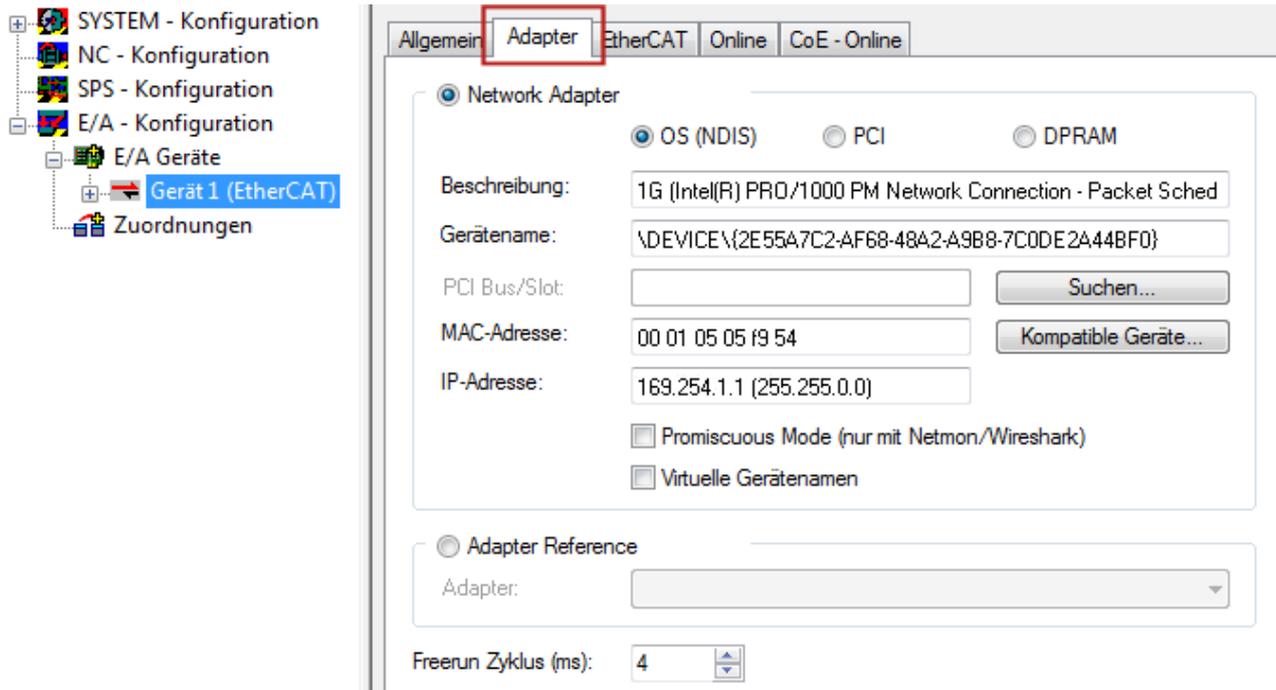
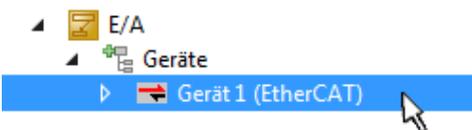


Abb. 94: Eigenschaften EtherCAT Gerät (TwinCAT 2)

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



i Auswahl 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](#) [|> 74](#)].

Definieren von EtherCAT Slaves

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

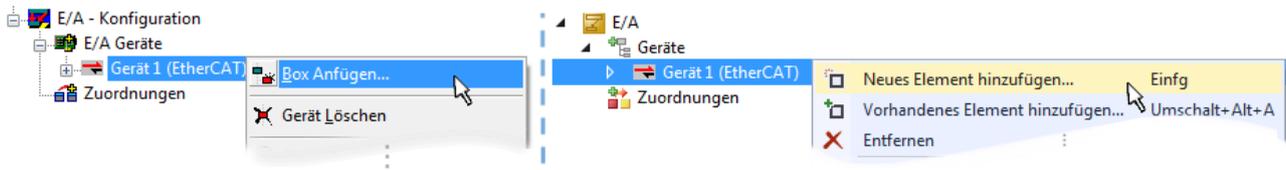


Abb. 95: Anfügen von EtherCAT Geräten (links: TwinCAT 2; rechts: TwinCAT 3)

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-Konnectore
- „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).

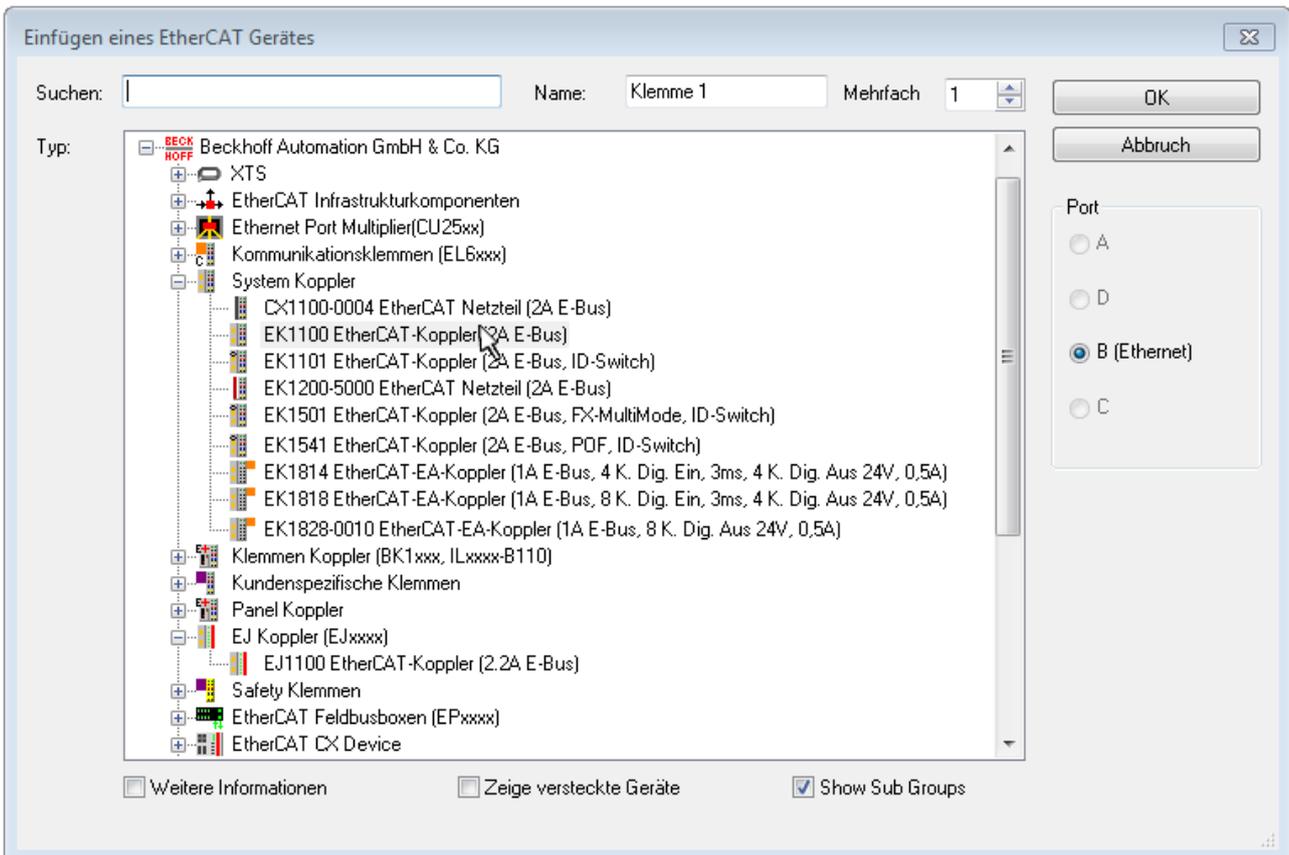


Abb. 96: Auswahldialog neues EtherCAT Gerät

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.

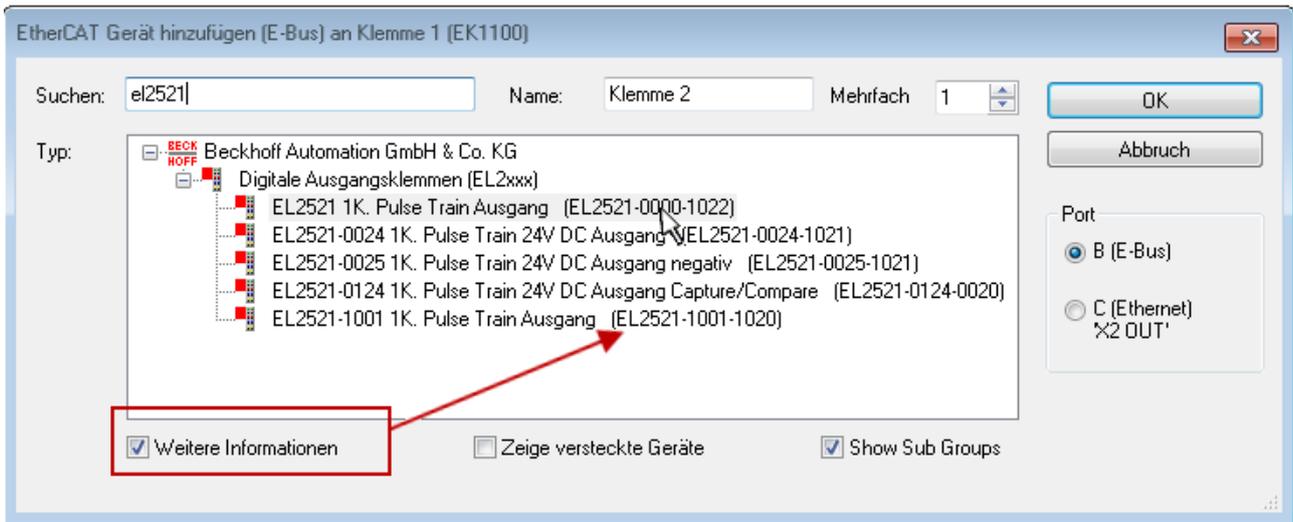


Abb. 97: Anzeige Geräte-Revision

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“.

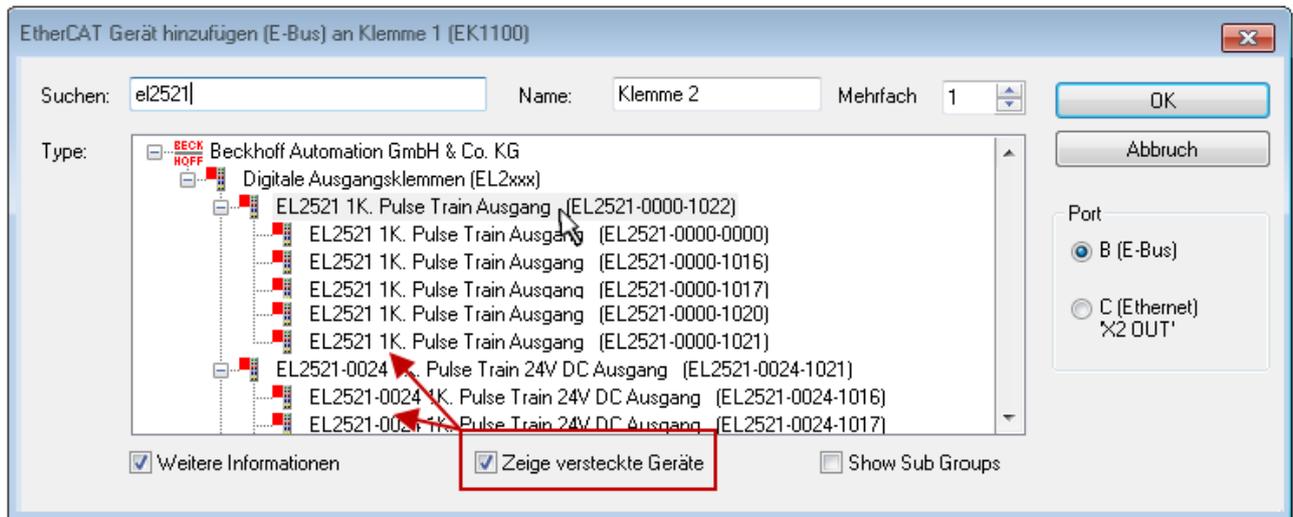


Abb. 98: Anzeige vorhergehender Revisionen

i Geräte-Auswahl nach Revision, Kompatibilität

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

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

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

Beispiel

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

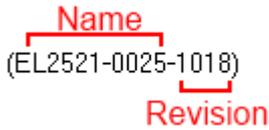


Abb. 99: Name/Revision Klemme

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 parametriert werden: Verlinkung mit der Task, CoE/DC-Einstellungen, PlugIn-Definition, StartUp-Einstellungen, ...

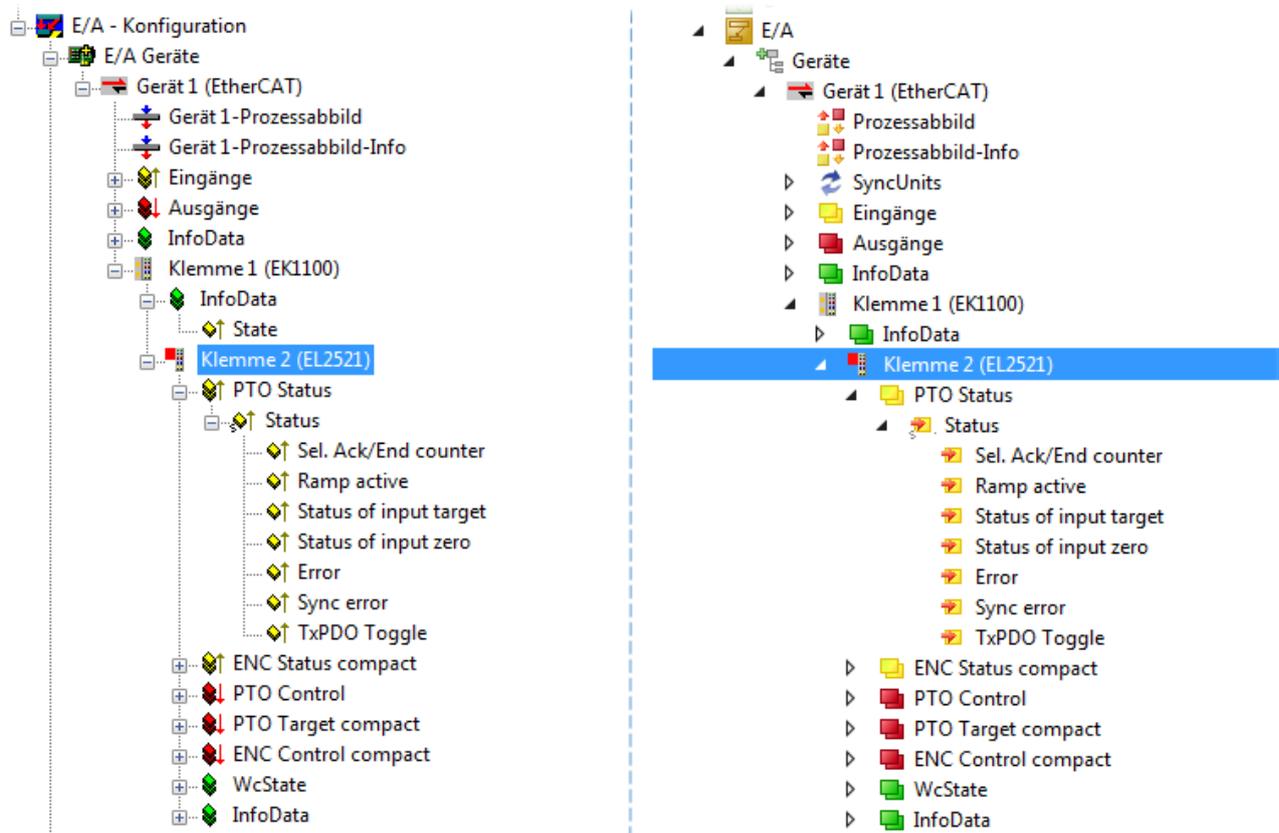


Abb. 100: EtherCAT Klemme im TwinCAT-Baum (links: TwinCAT 2; rechts: TwinCAT 3)

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)“

● Online Scannen im Config Mode

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

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



Abb. 101: 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.

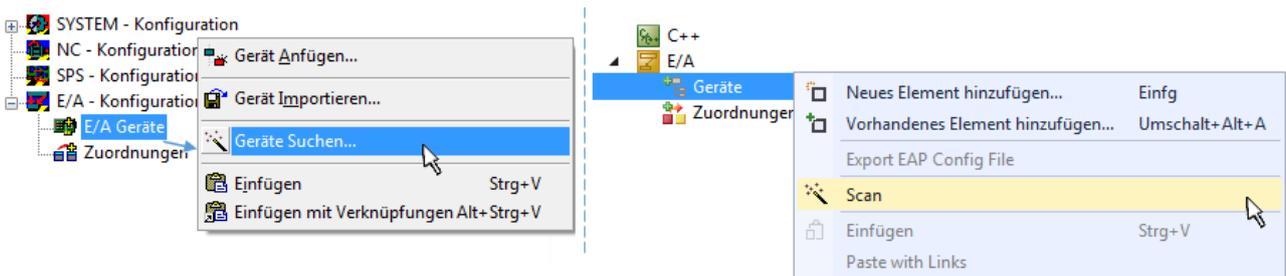


Abb. 102: Scan Devices (links: TwinCAT 2; rechts: TwinCAT 3)

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

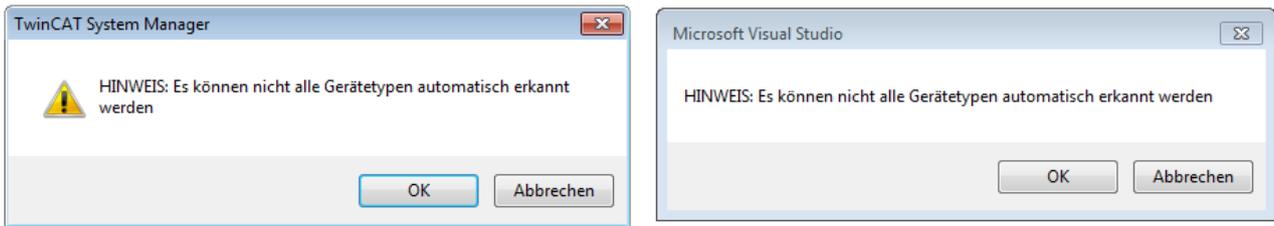


Abb. 103: Hinweis automatischer GeräteScan (links: TwinCAT 2; rechts: TwinCAT 3)

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.

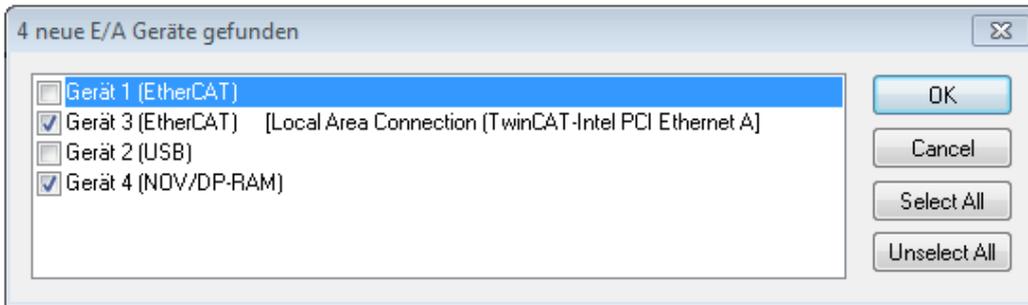


Abb. 104: Erkannte Ethernet-Geräte

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

● Auswahl Ethernet Port

i Es können nur Ethernet Ports für ein EtherCAT Gerät ausgewählt werden, für die der TwinCAT Realtime-Treiber installiert ist. Dies muss für jeden Port getrennt vorgenommen werden. Siehe dazu die entsprechende [Installationsseite](#) [\[► 74\]](#).

Erkennen/Scan der EtherCAT Teilnehmer

● Funktionsweise Online Scan

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

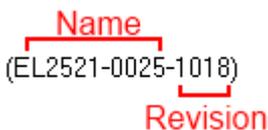


Abb. 105: Beispiel Default-Zustand

HINWEIS

Slave-Scan in der Praxis im Serienmaschinenbau

Die Scan-Funktion sollte mit Bedacht angewendet werden. Sie ist ein praktisches und schnelles Werkzeug, um für eine Inbetriebnahme eine Erst-Konfiguration als Arbeitsgrundlage zu erzeugen. Im Serienmaschinenbau bzw. bei Reproduktion der Anlage sollte die Funktion aber nicht mehr zur Konfigurationserstellung verwendet werden sondern ggf. zum [Vergleich \[► 94\]](#) 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:

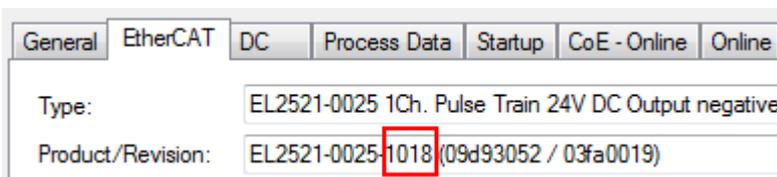


Abb. 106: Einbau EtherCAT-Klemme mit Revision -1018

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

Nun wird die Prototypenentwicklung abgeschlossen und der Serienbau der Maschine B gestartet, Beckhoff liefert dazu weiterhin die EL2521-0025-0018. Falls die Inbetriebnehmer der Abteilung Serienmaschinenbau immer einen Scan durchführen, entsteht dabei bei jeder Maschine wieder ein 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 [vergleichernder Scan \[► 94\]](#) 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:

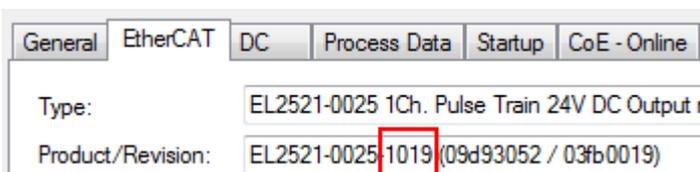


Abb. 107: Erkennen EtherCAT-Klemme mit Revision -1019

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

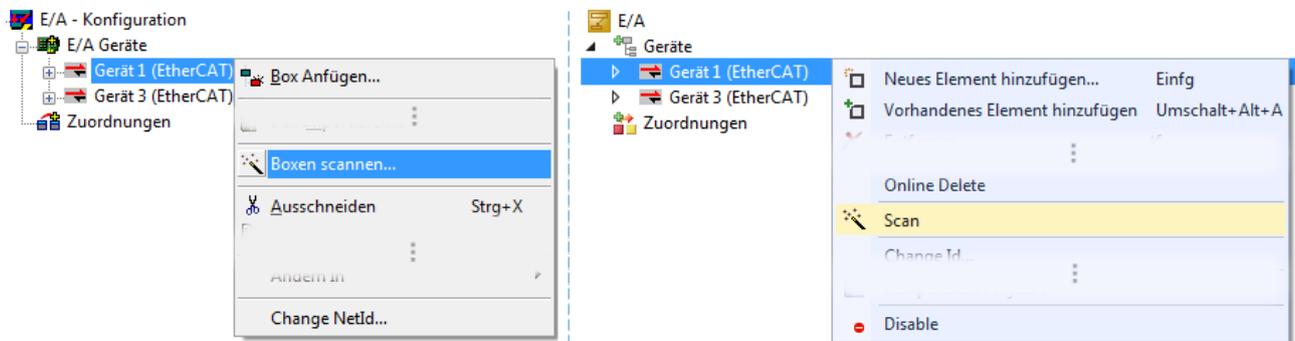


Abb. 109: Manuelles Auslösen des Teilnehmer-Scans auf festgelegtem EtherCAT Device (links: TwinCAT 2; rechts TwinCAT 3)

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



Abb. 110: Scanfortschritt am Beispiel von TwinCAT 2

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



Abb. 111: 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. 112: Anzeige des Wechsels zwischen „Free Run“ und „Config Mode“ unten rechts in der Statusleiste



Abb. 113: 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. 114: 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 [▶ 84] 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.

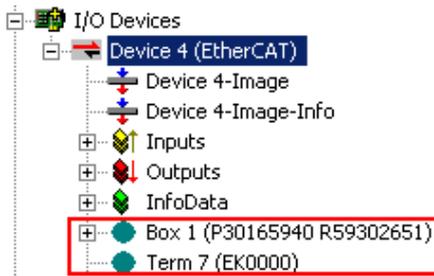


Abb. 115: Fehlerhafte Erkennung

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

Scan über bestehender Konfiguration

HINWEIS

Veränderung der Konfiguration nach Vergleich

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

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

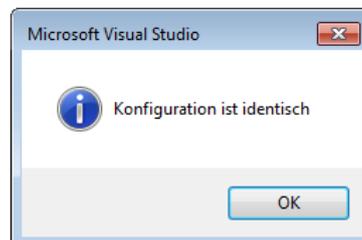
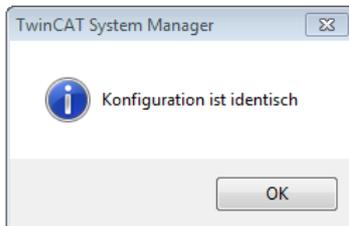


Abb. 116: Identische Konfiguration (links: TwinCAT 2; rechts TwinCAT 3)

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

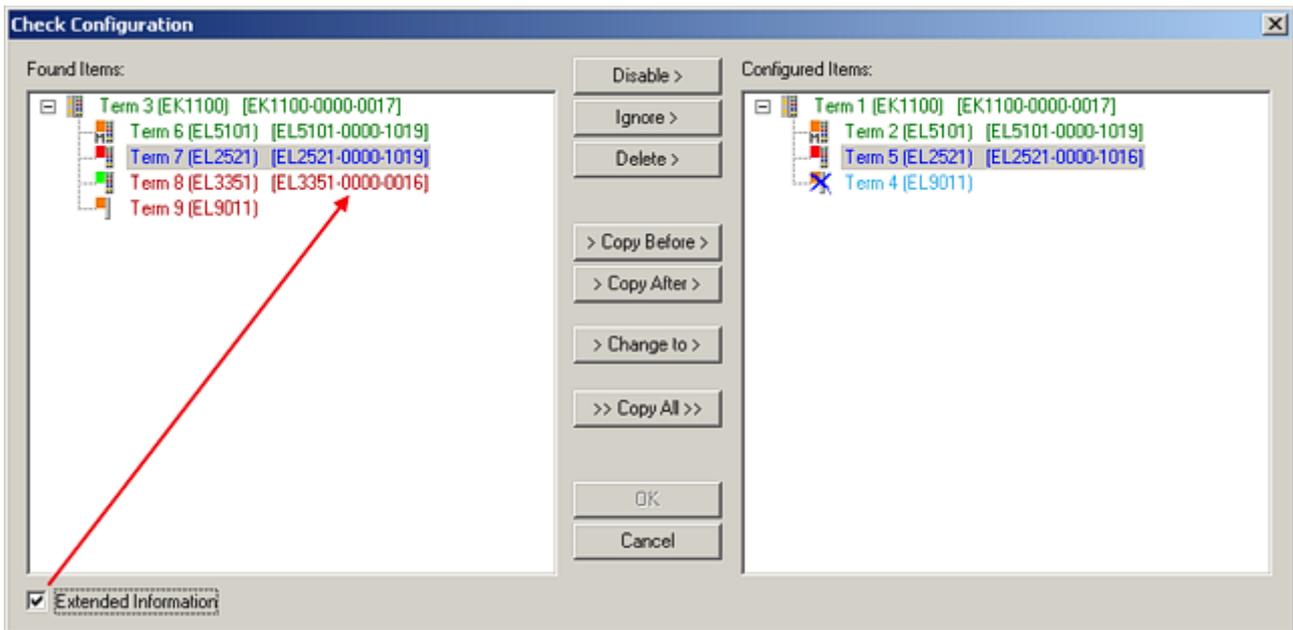


Abb. 117: Korrekturdialog

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

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

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.

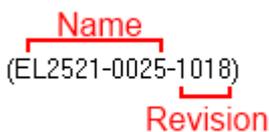


Abb. 118: Name/Revision Klemme

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.

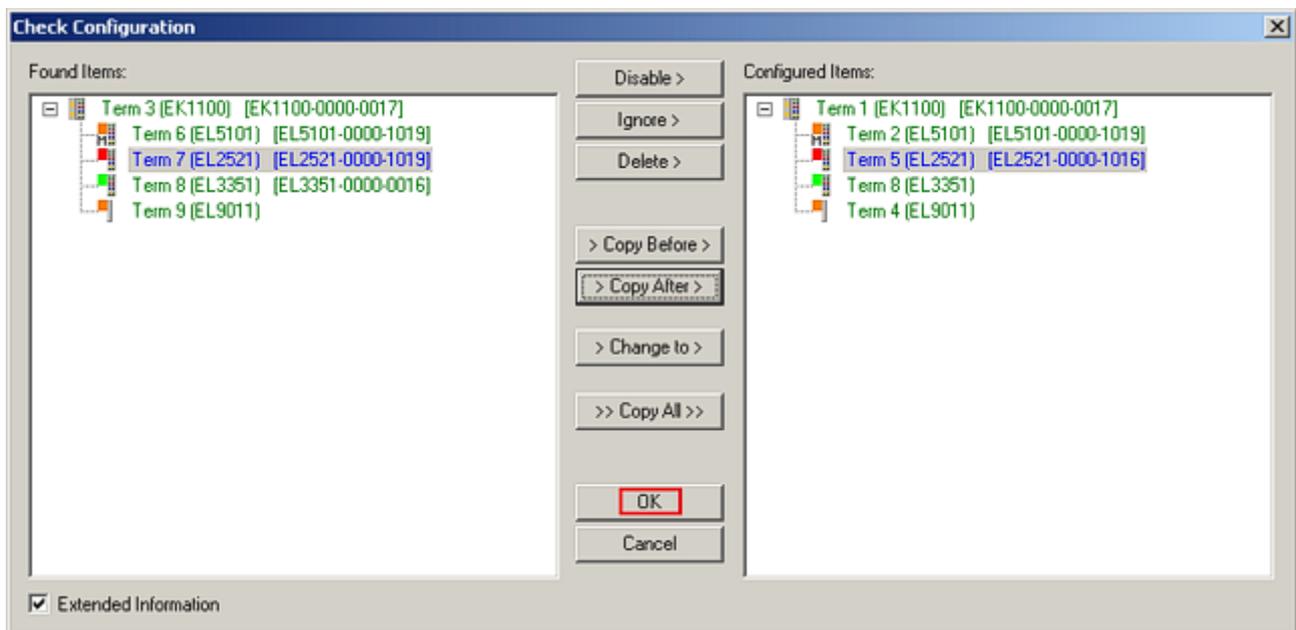


Abb. 119: Korrekturdialog mit Änderungen

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

Change to Compatible Type

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

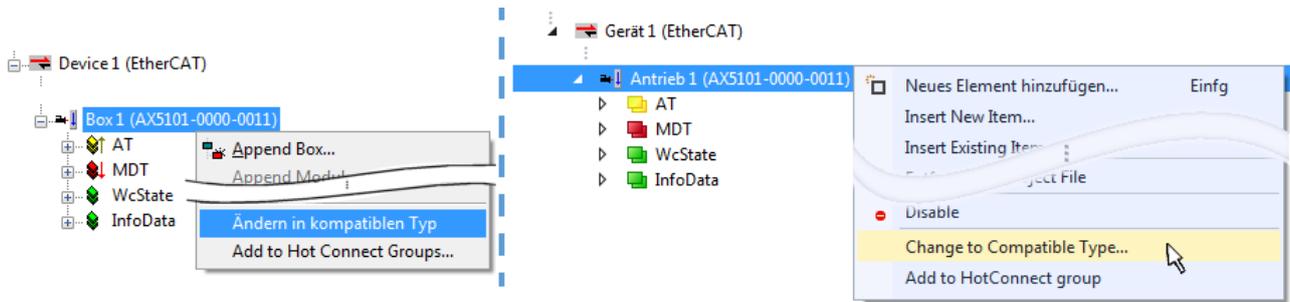


Abb. 120: Dialog „Change to Compatible Type...“ (links: TwinCAT 2; rechts TwinCAT 3)

Diese Funktion ist vorzugsweise auf die AX5000-Geräte anzuwenden.

Change to Alternative Type

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

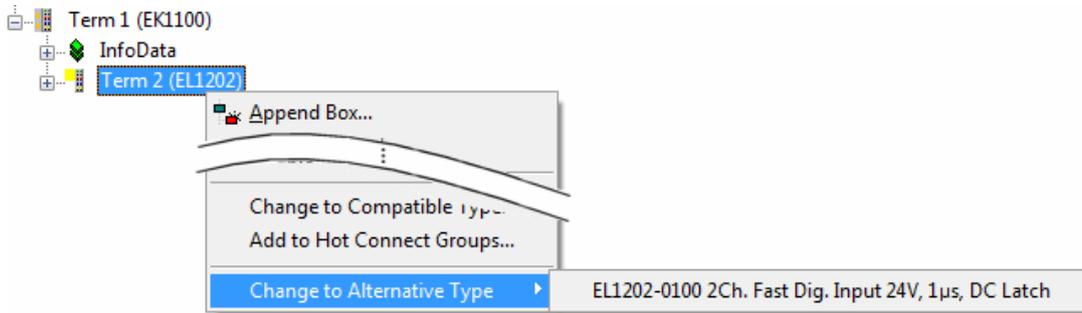


Abb. 121: TwinCAT 2 Dialog Change to Alternative Type

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).

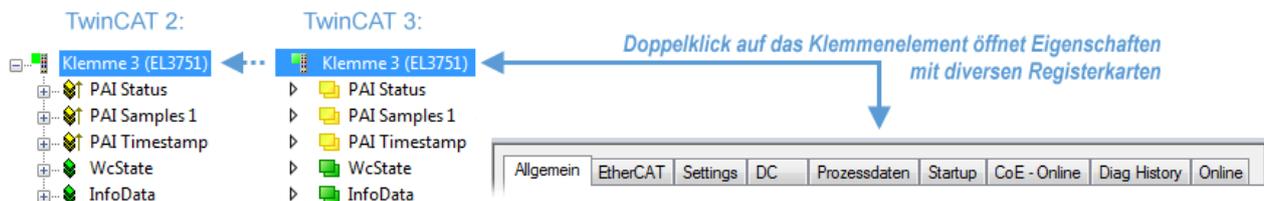


Abb. 122: „Baumzweig“ Element als Klemme EL3751

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“

Allgemein | EtherCAT | Prozessdaten | Startup | CoE - Online | Online

Name: Id:

Typ:

Kommentar:

Disabled Symbole erzeugen

Abb. 123: Karteireiter „Allgemein“

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

Karteireiter „EtherCAT“

Allgemein | EtherCAT | Prozessdaten | Startup | CoE - Online | Online

Typ:

Produkt / Revision:

Auto-Inc-Adresse:

EtherCAT-Adresse:

Vorgänger-Port:

<http://www.beckhoff.de/german/default.htm?EtherCAT/EL5001.htm>

Abb. 124: Karteireiter „EtherCAT“

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

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

Karteireiter „Prozessdaten“

Zeigt die (Allgemeine Slave PDO-) Konfiguration der Prozessdaten an. Die Eingangs- und Ausgangsdaten des EtherCAT-Slaves werden als CANopen Prozess-Daten-Objekte (**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.

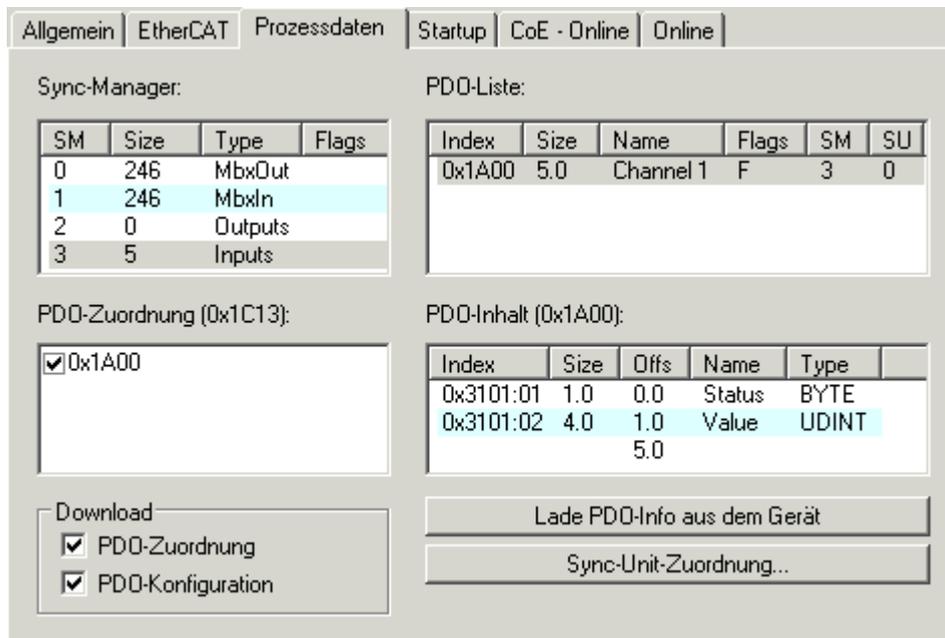


Abb. 125: Karteireiter „Prozessdaten“

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

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

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

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

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

The screenshot shows the 'Process Data' configuration window for an EtherCAT device. The left sidebar shows the device tree with 'Term 2 (EL3162)' selected (A). The 'Sync Manager' table (C) lists SMs 0, 1, 2, and 3 with sizes and types. SM 1 is selected (B). The 'PDO List' table (J) shows indices 0x1A00, 0x1A01, and 0x1A10. A context menu is open over 0x1A00 with 'Edit...' selected (F). The 'PDO Assignment' section (D) shows checkboxes for 0x1A00 and 0x1A01. The 'Download' section (G) has 'PDO Configuration' checked. The 'Predefined PDO Assignment' dropdown (E) is set to '(none)'. The 'PDO Content' table shows indices 0x3101:01 and 0x3101:02. The bottom table (H) shows the resulting process data variables.

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. 126: Konfigurieren der Prozessdaten

Manuelle Veränderung der Prozessdaten

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

Eine detaillierte Beschreibung [► 105] 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.

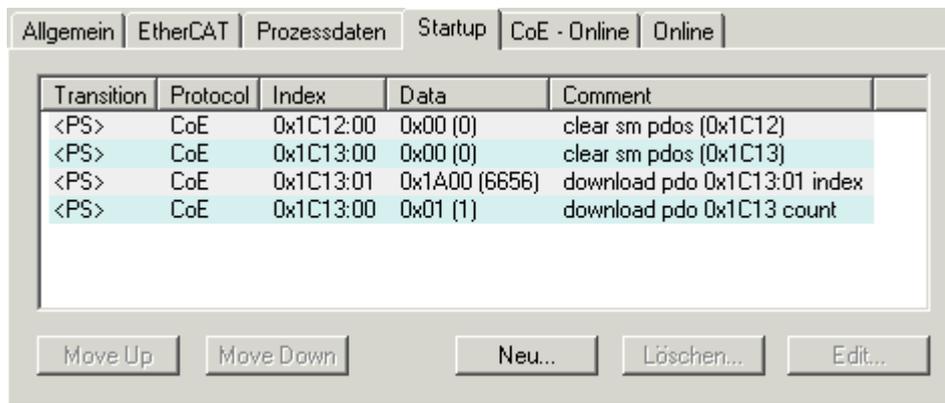


Abb. 127: Karteireiter „Startup“

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

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

Karteireiter „CoE - Online“

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

The screenshot shows the 'CoE - Online' dialog box with the following elements:

- Navigation tabs: Allgemein, EtherCAT, Prozessdaten, Startup, CoE - Online, Online.
- Buttons: Update List, Auto Update (checkbox), Advanced...
- Text field: All Objects
- Table of SDO objects:

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 parame...	RW	> 1 <
1011:01	Restore all	RW	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)	RW	> 1 <
1C13:01	Subindex 001	RW	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	RW	> 4 <
4061:01	disable frame error	RW	FALSE
4061:02	enable power failure Bit	RW	FALSE
4061:03	enable inhibit time	RW	FALSE
4061:04	enable test mode	RW	FALSE
4066	SSI-coding	RW	Gray code (1)
4067	SSI-baudrate	RW	500 kBaud (3)
4068	SSI-frame type	RW	Multiturn 25 bit (0)
4069	SSI-frame size	RW	0x0019 (25)
406A	Data length	RW	0x0018 (24)
406B	Min. inhibit time[μs]	RW	0x0000 (0)

Abb. 128: 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.

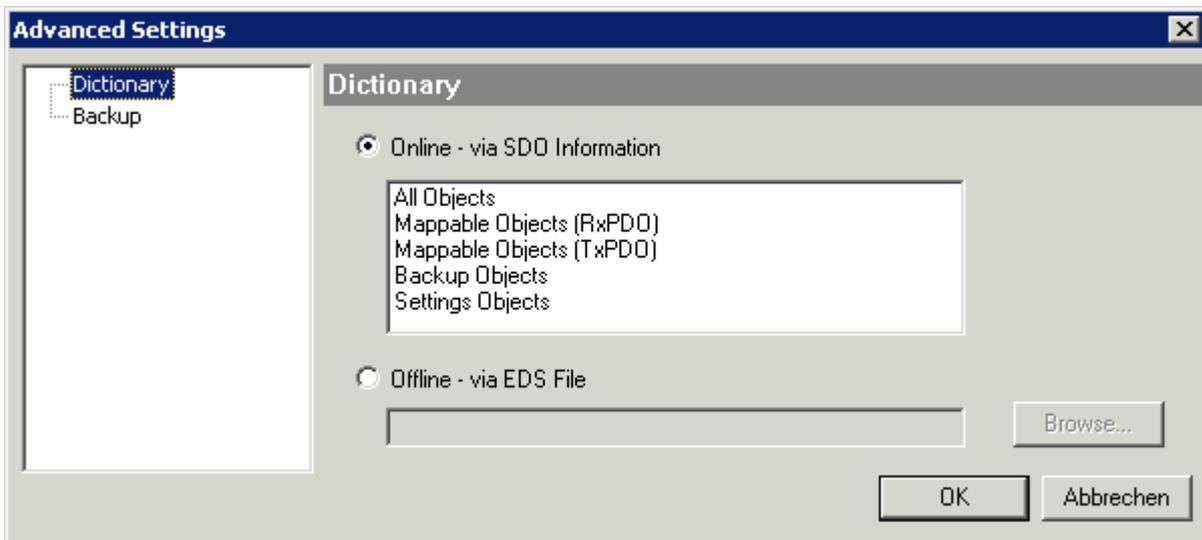


Abb. 129: Dialog „Advanced settings“

**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“

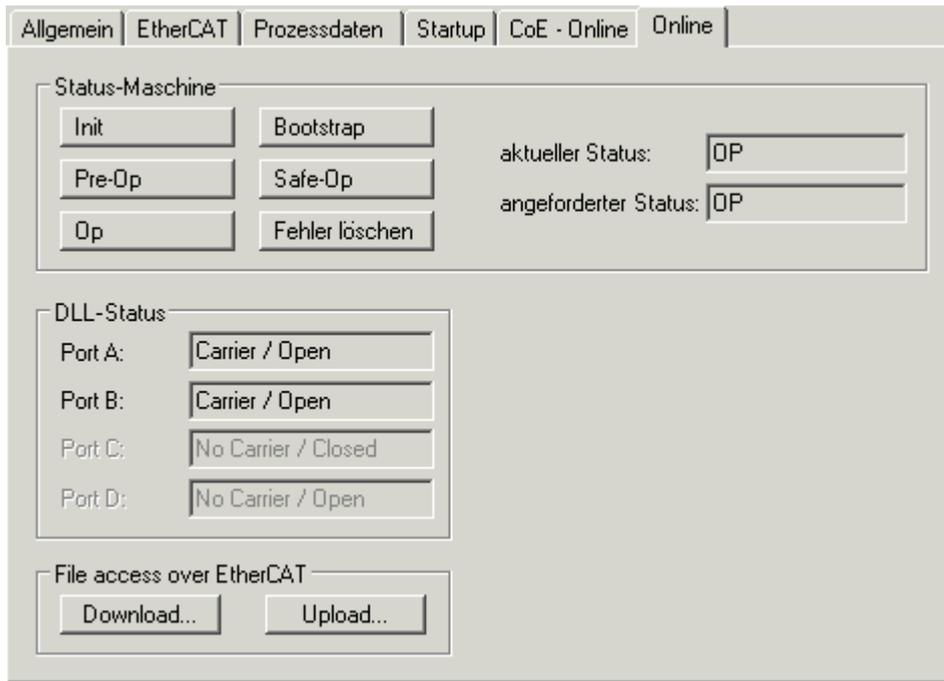


Abb. 130: Karteireiter „Online“

Status Maschine

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

DLL-Status

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

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

File Access over EtherCAT

Download

Mit dieser Schaltfläche können Sie eine Datei zum EtherCAT-Gerät schreiben.

Upload

Mit dieser Schaltfläche können Sie eine Datei vom EtherCAT-Gerät lesen.

Karteireiter „DC“ (Distributed Clocks)

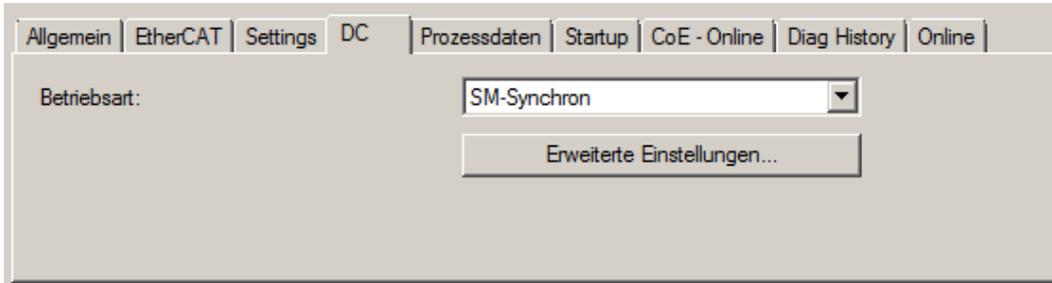


Abb. 131: Karteireiter „DC“ (Distributed Clocks)

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.

● Aktivierung der PDO-Zuordnung

I

- ✓ Wenn Sie die PDO-Zuordnung geändert haben, muss zur Aktivierung der neuen PDO-Zuordnung
 - a) der EtherCAT-Slave einmal den Statusübergang PS (von Pre-Operational zu Safe-Operational) durchlaufen (siehe [Karteireiter Online \[►_104\]](#))
 - b) der System-Manager die EtherCAT-Slaves neu laden

(Schaltfläche  bei TwinCAT 2 bzw.  bei TwinCAT 3)

PDO-Liste

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

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

PDO-Inhalt

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

Download

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

PDO-Zuordnung

Falls dieses Kontrollkästchen angewählt ist, wird die PDO-Zuordnung die in der PDO-Zuordnungsliste konfiguriert ist beim Startup zum Gerät herunter geladen. Die notwendigen, zum Gerät zu sendenden Kommandos können in auf dem Karteireiter [Startup \[►_101\]](#) 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 ihrer unterlagerten Ebenen diagnostisch erfassen.

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

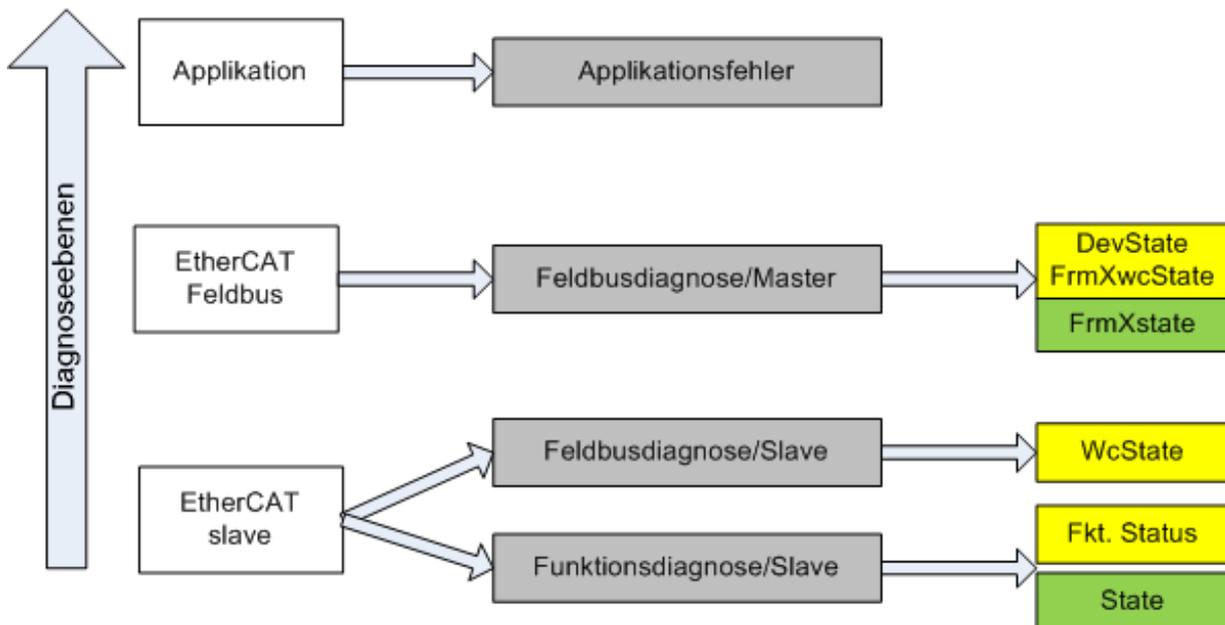


Abb. 132: Auswahl an Diagnoseinformationen eines EtherCAT Slave

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.

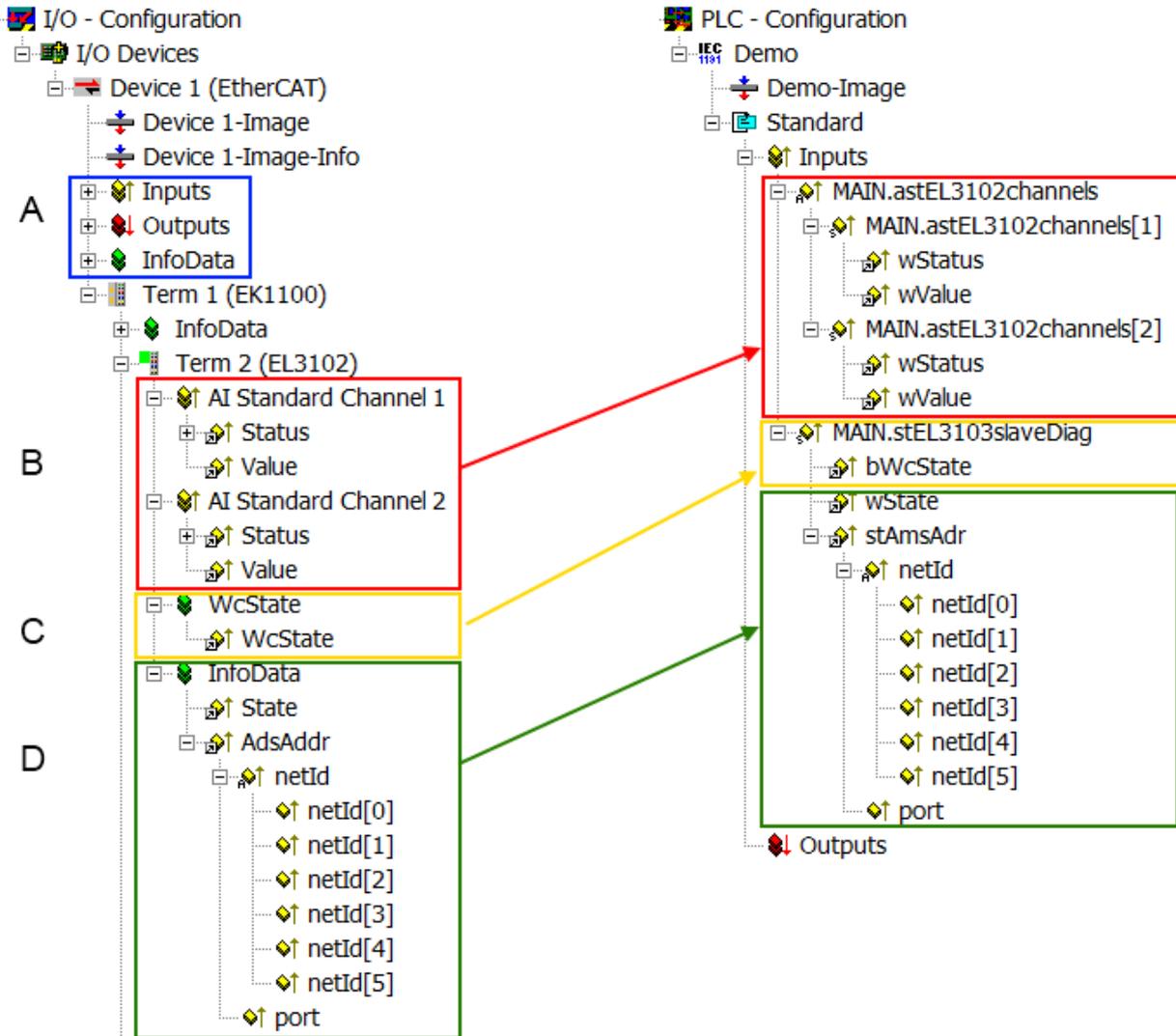


Abb. 133: Grundlegende EtherCAT Slave Diagnose in der PLC

Dabei werden folgende Aspekte abgedeckt:

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

HINWEIS

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

CoE-Parameterverzeichnis

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

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. 134: EL3102, CoE-Verzeichnis

i EtherCAT-Systemdokumentation

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

Einige Hinweise daraus in Kürze:

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

Inbetriebnahmehilfe im TwinCAT System Manager

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

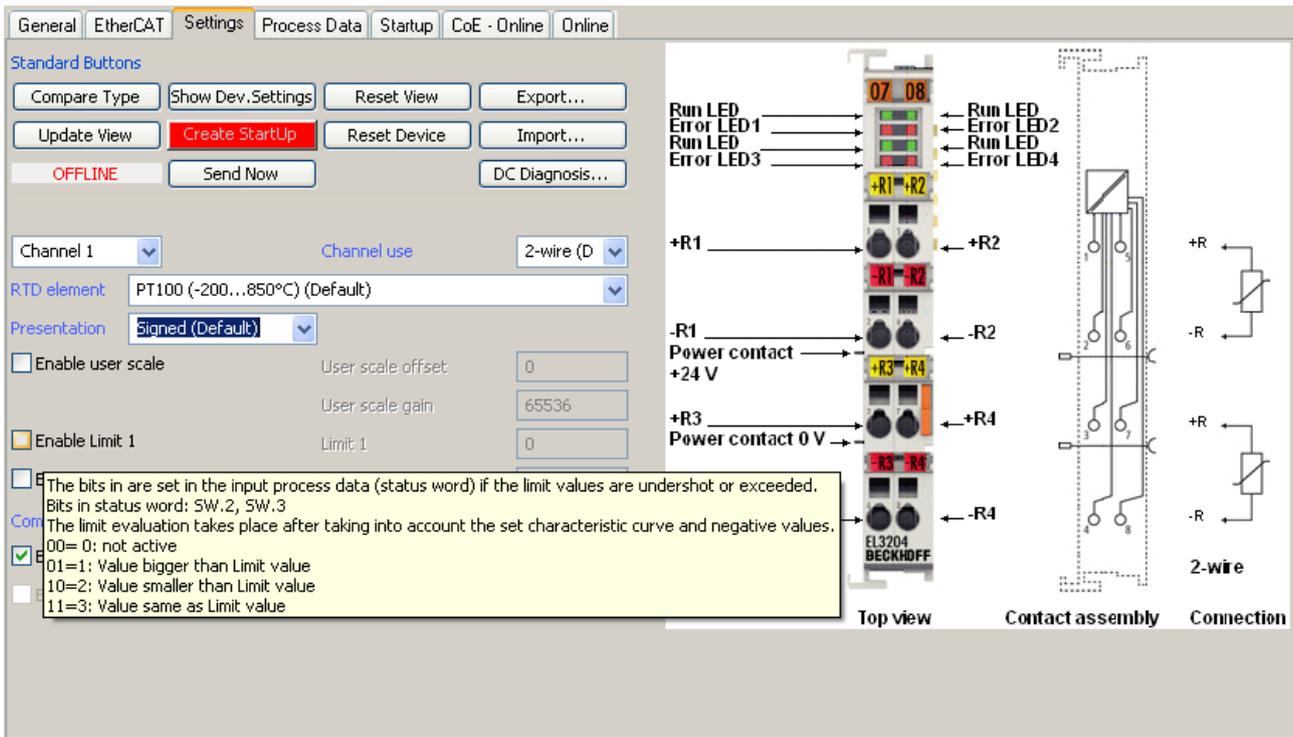


Abb. 135: Beispiel Inbetriebnahmehilfe für eine EL3204

Diese Inbetriebnahme verwaltet zugleich

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

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

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

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

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

- INIT
- PREOP
- SAFEOP
- OP

zu durchlaufen. Der EtherCAT Master ordnet diese Zustände an in Abhängigkeit der Initialisierungsroutinen, die zur Inbetriebnahme des Gerätes durch die ES/XML und Anwendereinstellungen (Distributed Clocks (DC), PDO, CoE) definiert sind. Siehe dazu auch Kapitel "Grundlagen der Kommunikation, EtherCAT State Machine [► 21]. 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.

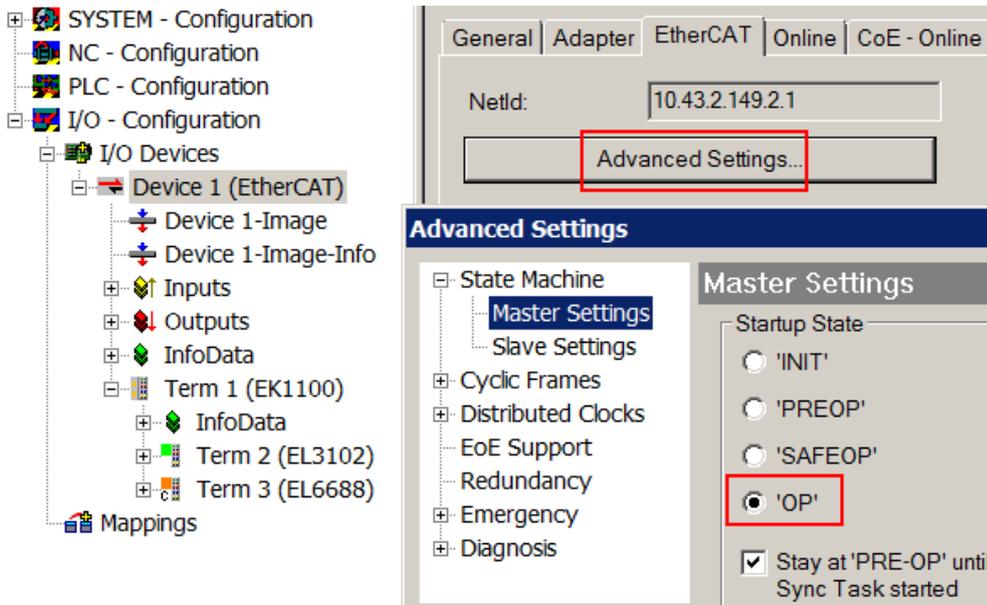


Abb. 136: Default Verhalten System Manager

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

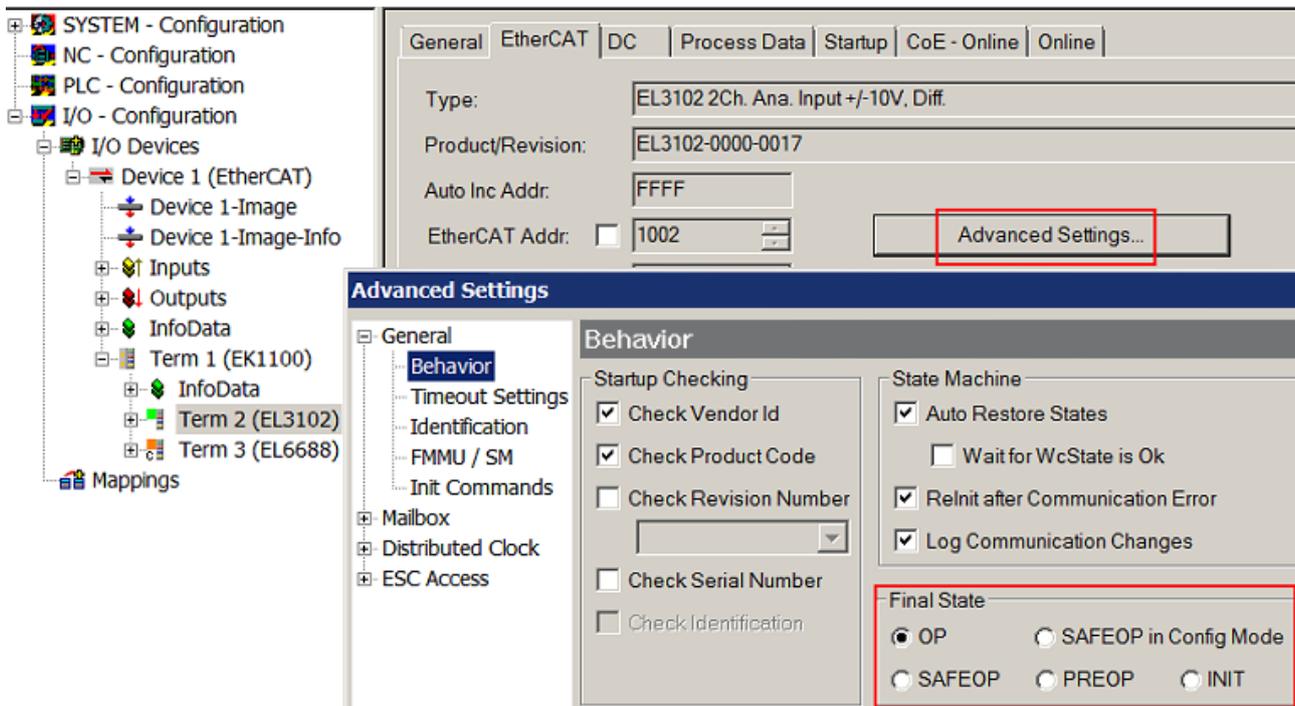


Abb. 137: Default Zielzustand im Slave

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.

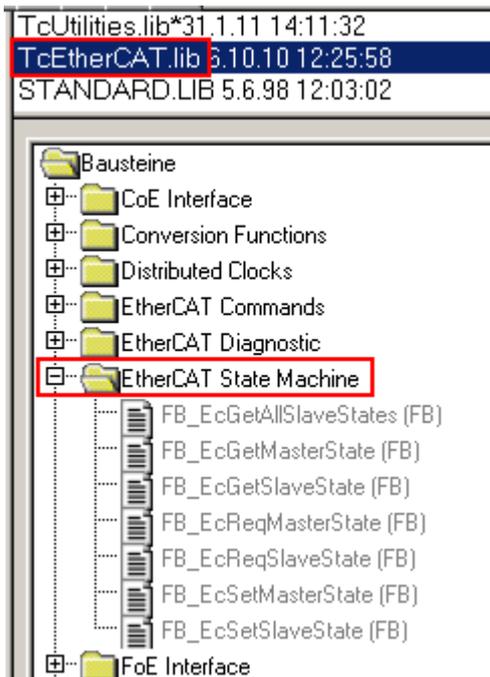


Abb. 138: PLC-Bausteine

Hinweis E-Bus-Strom

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

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

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

Abb. 139: Unzulässige Überschreitung E-Bus Strom

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

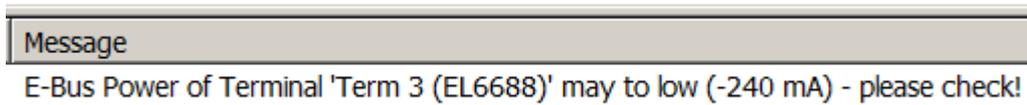


Abb. 140: Warnmeldung E-Bus-Überschreitung

HINWEIS

Achtung! Fehlfunktion möglich!

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

5.4 Oversampling Klemmen/Boxen und TwinCAT Scope

Grundsätzlich können Eingangsdaten einer Klemme/Box entweder direkt (über den aktivierten ADS-Server) oder über die Bildung einer PLC Variablen, auf die das PDO der Klemme/Box verweist mit dem Scope für deren Aufzeichnung erreicht werden. Beide Vorgehensweisen werden im Folgenden jeweils zunächst für TwinCAT 3 (kurz: TC3) und dann für TwinCAT 2 (TC2) erklärt.

Oversampling bedeutet, dass ein analoges oder digitales Eingangsgerät je Prozessdatenzyklus/EtherCAT-Zyklus (Dauer T) nicht nur einen Messwert liefert, sondern mehrere, die in konstantem Abstand $t < T$ ermittelt werden. Das Verhältnis T/t ist der Oversamplingfaktor n. In den Prozessdaten bietet so ein Kanal also nicht nur einen PDO zum Verlinken an wie hier im Beispiel die EL3102, sondern n davon wie die EL3702 und andere Oversampling-Klemmen/Boxen.

Der Begriff „Oversampling“ aus der Sicht von Beckhoff ist hierbei nicht zu verwechseln mit dem oversampling – Verfahren eines deltaSigma-ADC-Wandlers:

- **deltaSigma-ADC:** die Frequenz mit der der ADC das analoge Signal abtastet ist um ein Vielfaches schneller (üblicherweise MHz-Bereich) als die Frequenz der bereitgestellten digitalen Samples (üblicherweise kHz-Bereich) – dies wird Oversampling genannt, resultiert aus dem Funktionsprinzip diese Wandlertyps und dient u.a. dem AntiAliasing.
- **Beckhoff:** das Gerät/die Klemme/Box liest aus dem verwendeten ADC (der auch ein deltaSigma-ADC sein kann) digitale Samples n-mal öfter aus als die Zykluszeit beträgt und überträgt jedes Sample in die Steuerung – gebündelt als Oversampling-PDO-Block.

Beispielsweise sind diese beiden Methoden in der EL3751 in ihrer technischen Umsetzung nacheinander angeordnet und können somit gleichsam vorhanden sein.

EL3102

Name	Type	Size
↕↑ Status	Status_4099	2.0
↕↑ Value	INT	2.0
↕↑ Status	Status_4099	2.0
↕↑ Value	INT	2.0

EL3702

Name	Type	Size
↕↑ Ch1 CycleCount	UINT	2.0
↕↑ Ch1 Value	INT	2.0
↕↑ Ch1 Value	INT	2.0
↕↑ Ch1 Value	INT	2.0
↕↑ Ch1 Value	INT	2.0
↕↑ Ch1 Value	INT	2.0
↕↑ Ch1 Value	INT	2.0
↕↑ Ch1 Value	INT	2.0
↕↑ Ch1 Value	INT	2.0
↕↑ Ch1 Value	INT	2.0
↕↑ Ch1 Value	INT	2.0
↕↑ Ch2 CycleCount	UINT	2.0
↕↑ Ch2 Value	INT	2.0
↕↑ Ch2 Value	INT	2.0
↕↑ Ch2 Value	INT	2.0
↕↑ Ch2 Value	INT	2.0
↕↑ Ch2 Value	INT	2.0
↕↑ Ch2 Value	INT	2.0
↕↑ Ch2 Value	INT	2.0
↕↑ Ch2 Value	INT	2.0
↕↑ Ch2 Value	INT	2.0
↕↑ Ch2 Value	INT	2.0

Abb. 141: Oversampling-PDO der Serie EL37xx und im Vergleich mit EL31xx

Das Scope2 (TC2) bzw. ScopeView (TC3) kann entsprechend mehrere PDO je Zyklus einlesen und zeitrichtig darstellen.

5.4.1 Vorgehen bei TwinCAT 3

Ab TwinCAT 3.1 build 4012 und unter Verwendung der unten angegebenen Revision erkennt das integrierte ScopeView in seinem VariablenBrowser, dass die Oversampling-Daten ein Array-Paket sind und aktiviert ForceOversampling selbsttätig. Die Feldvariable ist per „Add Symbol“ als Array als Gesamtes auszuwählen (siehe Erläuterung im nächsten Abschnitt). Der erweiterte PDO-Name liefert dafür die Grundlage. Ab einer bestimmten Revision der jeweiligen Klemme/Box kann also ScopeView den Array-Typ einer Gruppe von Variablen von sich aus erkennen.

Klemme	Revision
EL4732	alle
EL4712	alle
EL3783	EL3783-0000-0017
EL3773	EL3773-0000-0019
EL3751	alle
EL3742	alle
EL3702	alle
EL3632	alle
EL2262	alle
EL1262-0050	alle
EL1262	alle
EP3632-0001	alle
EPP3632-0001	alle

Aufzeichnung einer PLC Variablen mit dem TwinCAT 3 – ScopeView

Unter Voraussetzung eines bereits erstellten TwinCAT 3 – Projekts und einer angeschlossenen PLC mit einer oversampling-fähigen Klemme/Box in der Konfiguration wird im Folgenden gezeigt, wie eine oversampling Variable im Scope (als Standard Bestandteil der TwinCAT 3 Umgebung) dargestellt werden kann. Dies wird ausgehend von einem Beispielprojekt „SCOPE_with_Oversampling“, einem Standard PLC Projekt in einigen Schritten erklärt.

Schritt 1: Hinzufügen eines Projektes „Scope YT“

Dem Beispielprojekt „SCOPE_with_Oversampling“ wird durch Rechtsklick (A) und der Auswahl (B) „Add“ → „New Project..“ ein TwinCAT Measurement – Projekt „Scope YT Projekt“ (C) hinzugefügt. Als Name wird „Scope for OS“ eingetragen. Das neue Projekt erscheint sogleich im Solution Explorer (D).

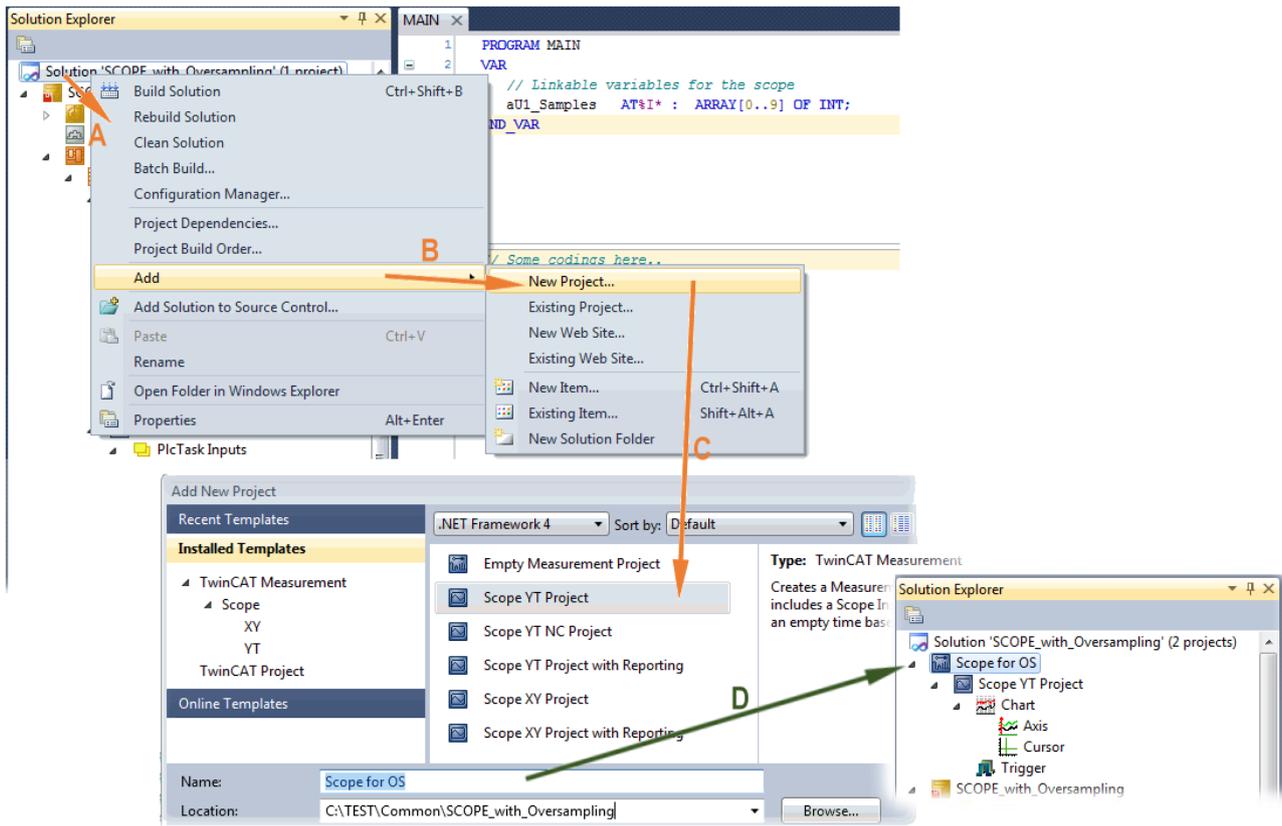


Abb. 142: Hinzufügen eines Scope Projekts zu einem bereits vorhandenen Projekt

Schritt 2a: Erzeugen einer PLC Variablen in einer POU

In der TwinCAT 3 Entwicklungsumgebung wird zunächst einer POU des Projekts eine Eingangsvariable als Feld mit entsprechender Größe des vorgegebenen Oversamplingfaktors in einer POU definiert wie im Folgenden im Beispiel mit strukturierten Text (ST) für die POU „MAIN“ für den Oversamplingfaktor 10 gezeigt ist:

```
PROGRAM MAIN
VAR
  aU1_Samples AT%I* : ARRAY[0..9] OF INT;
END_VAR
```

Die Kennzeichnung „AT%I*“ steht für die spätere Auslagerung dieser Feldvariable um sie mit den Prozessdatenobjekten (PDOs) einer Klemme/Box zu Verknüpfen. Anzumerken ist, dass die Feldvariable lediglich die gleiche Anzahl von Elementen wie der Oversampling Faktor haben muss; daher können die Indizes auch von 0 bis 9 gesetzt werden. Sobald der Kompilervorgang gestartet und erfolgreich abgeschlossen wurde (wobei zunächst nicht unbedingt Programmcode vorhanden sein muss), erscheint diese Feldvariable im Solution Explorer der TwinCAT 3 Entwicklungsumgebung in der Gruppe PLC unter „...Instance“.

In der folgenden Darstellung sind rechts Ausschnitte des Solution Explorers gezeigt. Beispielsweise wird hierbei das Verknüpfen einer Feldvariablen mit einem Satz an oversampling Prozessdaten einer EL3773 gezeigt:

Die Task ist als „TwinCAT Task With Image“ einzufügen und erzeugt dadurch auch einen „Inputs“ und „Outputs“ Ordner. Die Eigenschaften der neuen (oder ggf. Vorhandenen Task) muss die Einstellung „Create symbols“ aktiviert haben, damit der „Target Browser“ des Scope diese später auswählbar macht. Die Taskzykluszeit ist ggf. ebenfalls einzustellen. In diesem Fall wird beispielsweise bei 10 x Oversampling mit der EL3751 1 ms bei 100 µs Basiszeit, also 10 Ticks gewählt:

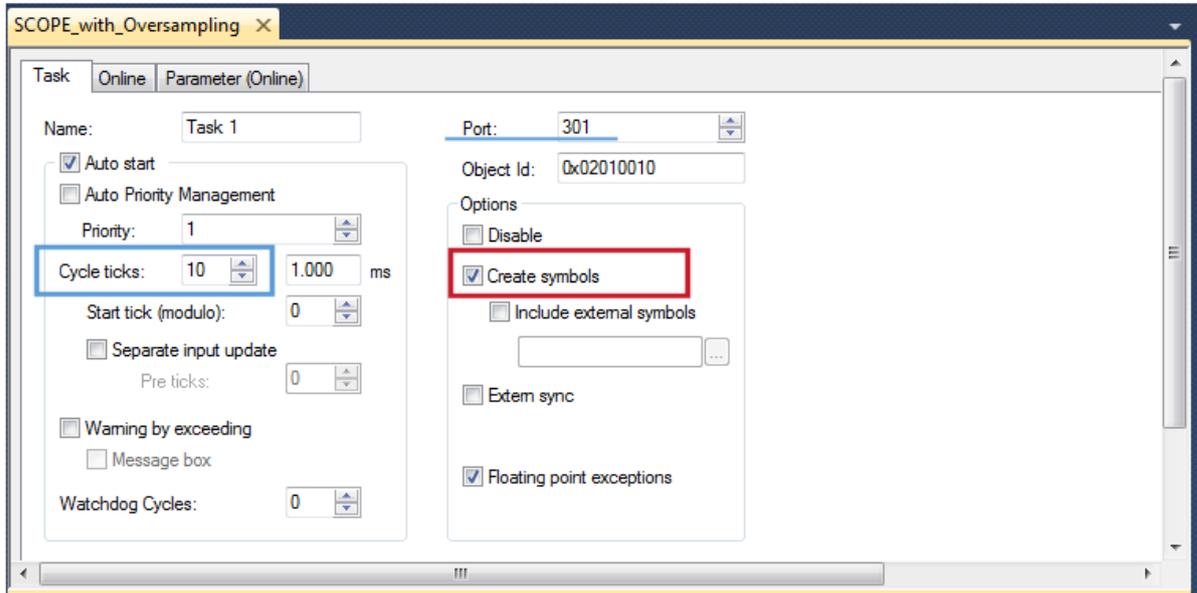


Abb. 145: Task Eigenschaft "Create symbols" ist zu aktivieren

Für die Portangabe liegt eine Voreinstellung vor (hier: 301) und kann falls nötig geändert werden. Diese Zahl muss später ggf. dem Scope bekannt gemacht werden. Durch einen rechts-Klick auf „Inputs“ kann nun die dem Oversampling zugrunde liegende Variable mit dem passenden Datentyp als Array hinzugefügt werden; in diesem Fall „ARRAY [0..9] OF DINT“ mit der Bezeichnung „Var 1“:

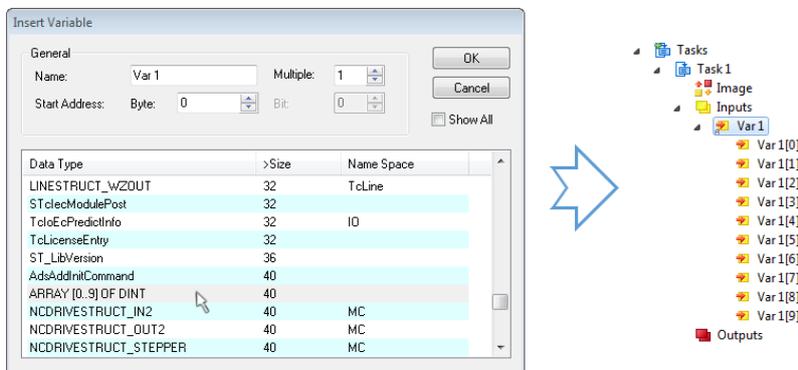


Abb. 146: Einfügen der zum Oversampling passenden Variablen „Var 1“

Schritt 3: Verknüpfen der Feldvariablen mit einem oversampling PDO

Durch Rechtsklick auf „MAIN.aUI_Samples“ (für den vorhergehenden Schritt 2a) bzw. „Var 1“ der freien Task 1(für den vorhergehenden Schritt 2b) im Solution Explorer wird ein Fenster zur Auswahl der Prozessdaten geöffnet:

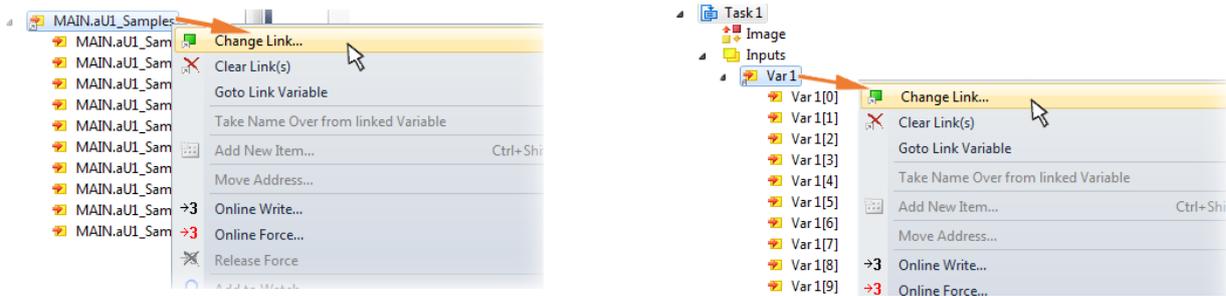


Abb. 147: Setzen der Verknüpfung der PLC Feldvariablen (links: vorhergehender Schritt 2a; rechts: vorhergehender Schritt 2b)

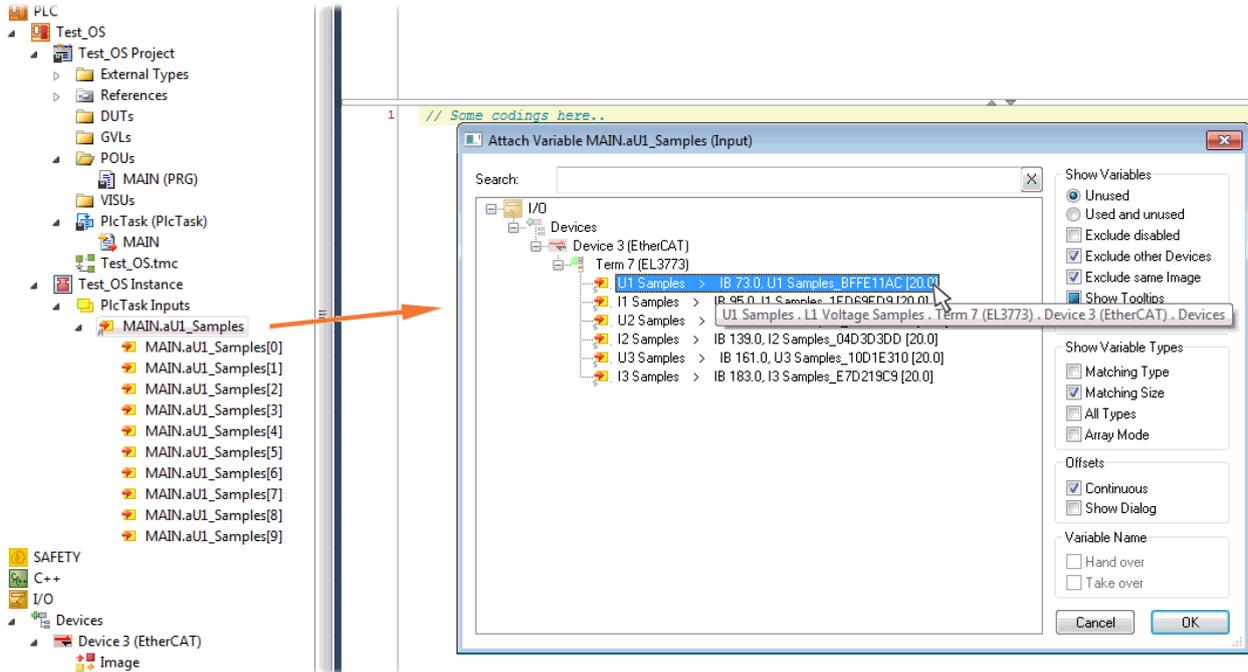


Abb. 148: Auswahl des EL3773 PDO "L1 Voltage Samples" zum Erstellen eines Links mit der PLC Feldvariablen „aU1_Samples“

Die Auswahl des PDO "U1 Samples" der EL3773 für "MAIN.aU1_Samples", wie oben gezeigt, basiert auf für den vorhergehenden Schritt 2a und ist ggf. für "Var 1" in gleicher Weise vorzunehmen.

Schritt 4: Auswahl der PLC Feldvariablen für die Y-Achse des Scope

Nun wird die Konfiguration aktiviert () und auf die PLC eingeloggt (), damit für den „target browser“ des Scope die Feldvariable zur Auswahl erscheinen kann.

Dazu wird mit einem Rechtsklick auf „Axis“ (A) das drop-down Menü für die Auswahl der Scope Funktionen geöffnet (B):

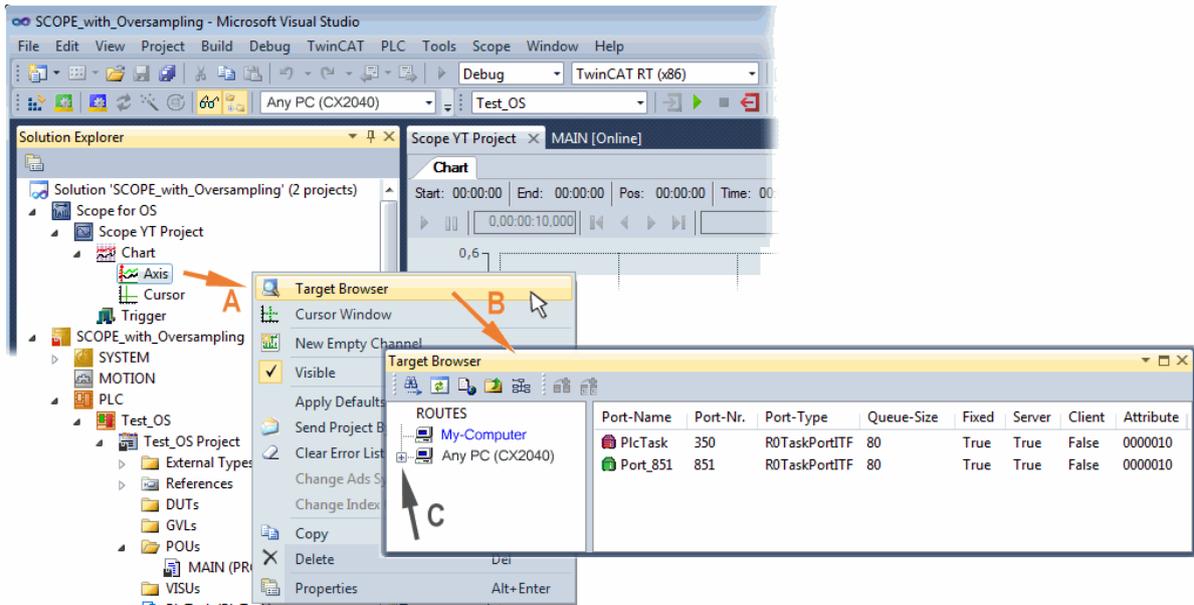


Abb. 149: Auswahl der oversampling - Variablen mit dem "target browser"

Mit dem Anwählen des jeweiligen Systems, der die PLC mit der Feldvariablen aus der POU „MAIN“ entspricht (in diesem Fall „Any PC (CX2040)“) wird bis zu der „aUI_Samples“ Variablen navigiert (C):

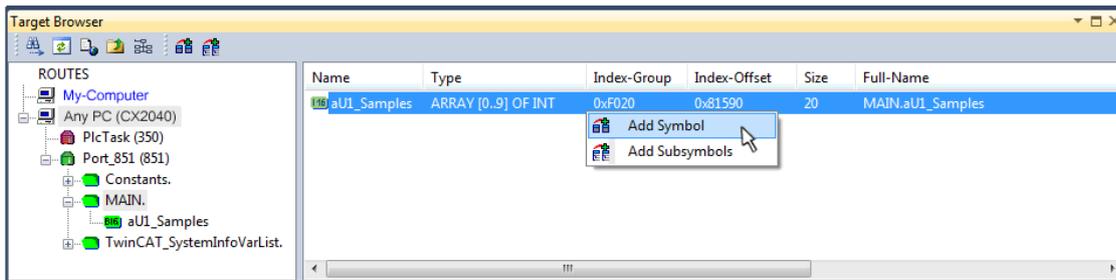


Abb. 150: Hinzufügen der "aUI_Samples" Feldvariablen zu "Axis" des Scope

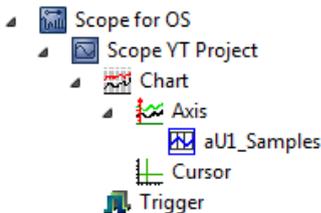
i Variable erscheint nicht im Target Browser

Falls „ROUTES“ keine Auswahlmöglichkeit der bereitgestellten Variablen bietet, sollte der entsprechende Port dem Target Browser bekannt gemacht werden:



"Enable Server Ports"

Mit „Add Symbol“ wird sogleich die „aUI_Samples“ Feldvariable unterhalb von „Axis“ des Scope-Projekts im Solution Explorer angezeigt.



Nun ist – obwohl bislang kein Programm vorliegt – mit  der Programmstart formal vorzunehmen. Mit

„Start Recording“  kann nun der Prozessdatenwert des Oversampling-PDO „L1 Voltage Samples“ über die verlinkte PLC Feldvariable zeitlich aufgezeichnet werden.

Als Beispiel wird eine Sinusförmige Eingangsmessgröße (204,5 Hz) im Folgenden dargestellt:

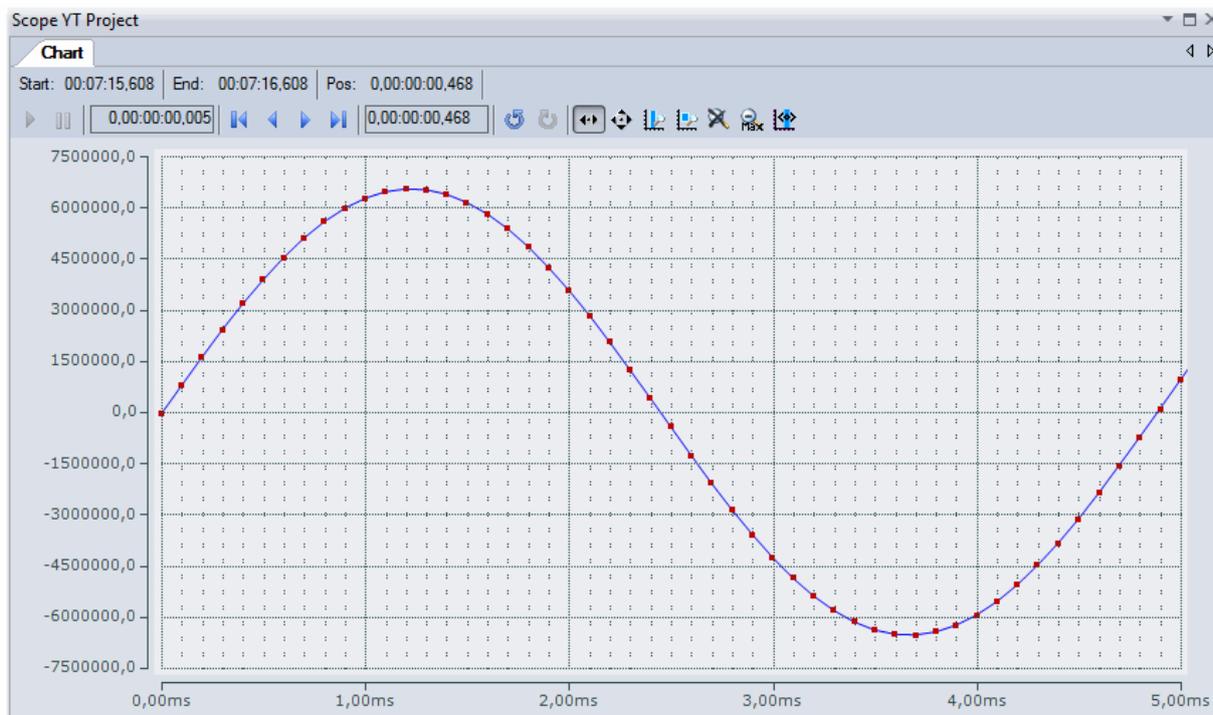


Abb. 151: Beispiel einer Messung eines Sinussignals mit 10 Fach Oversampling bei 1 ms Messzykluszeit

Mittels „Panning X“  ist nach Beendigung der Aufzeichnung  die X-Achse passend skaliert. Nachfolgend die „Chart“-Eigenschaft „Use X-Axis SubGrid“ auf „True“ mit 10 Teilungen sowie innerhalb der „ChannelNodeProperties“ die Eigenschaft „Marks“ auf „On“ mit den Farben „Line Color“ Blau und „Mark Color“ Rot eingestellt worden. Letzteres zeigt somit die 10 oversampling-Messpunkte durch die roten Markierungen.

Vorgehen bei TwinCAT 3 / alternativ per ADS

Bei früheren TwinCAT 3 Versionen (oder einer kleineren Revision der Klemme als wie in obiger Tabelle [\[► 116\]](#) angegeben) kann per Aktivierung des ADS Servers das Oversampling-PDO der betreffenden oversampling fähigen Klemme/Box für das ScopeView sichtbar gemacht werden.

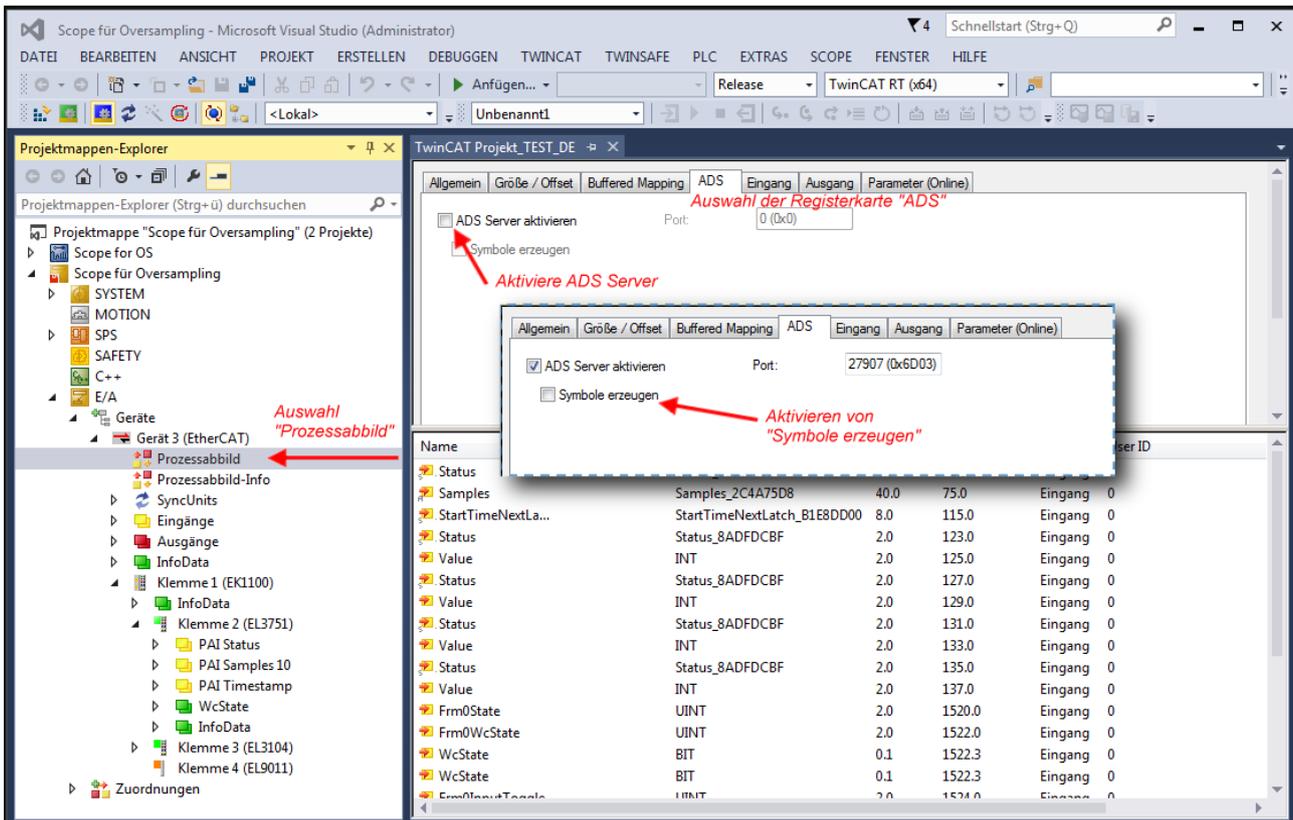


Abb. 152: Aktivierung des ADS Servers des EtherCAT Device (TwinCAT 3)

Die Aktivierung des Servers erfolgt durch Auswahl von „Image“ im linksseitigen Solution Explorer: „I/O → Devices → Device .. (EtherCAT) → Image“.

Hier wird dann der Karteireiter „ADS“ ausgewählt und jeweils die Checkbox „Enable ADS Server“ und dann „Create symbols“ aktiviert (der Port – Eintrag erfolgt automatisch).

Dadurch kann ohne eine eingebundene POU bzw. ohne einen Variablenverweis mit dem ScopeView per Target Browser auf Prozessdaten zugegriffen werden:

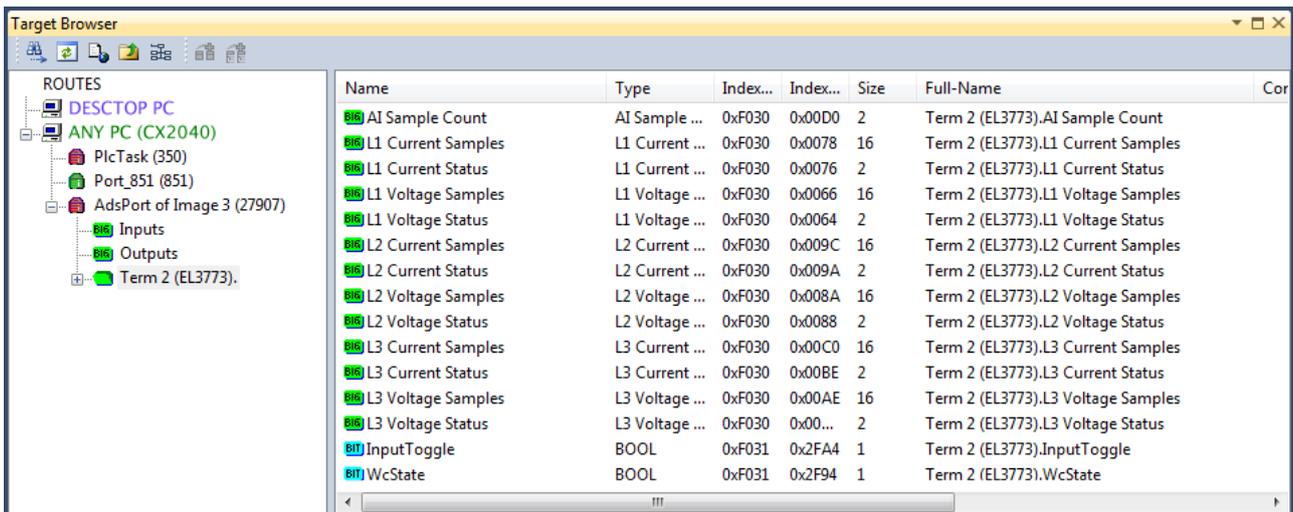
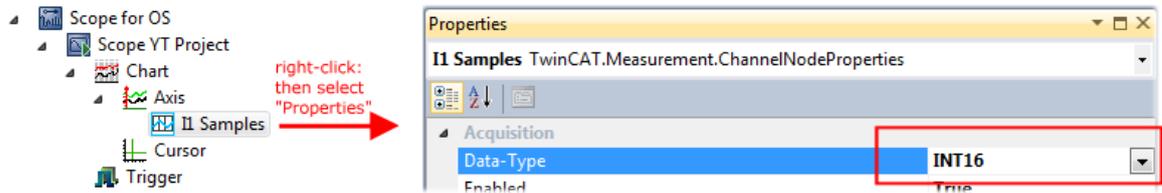


Abb. 153: Direkter Zugriff des ScopeView auf PDOs der Klemme

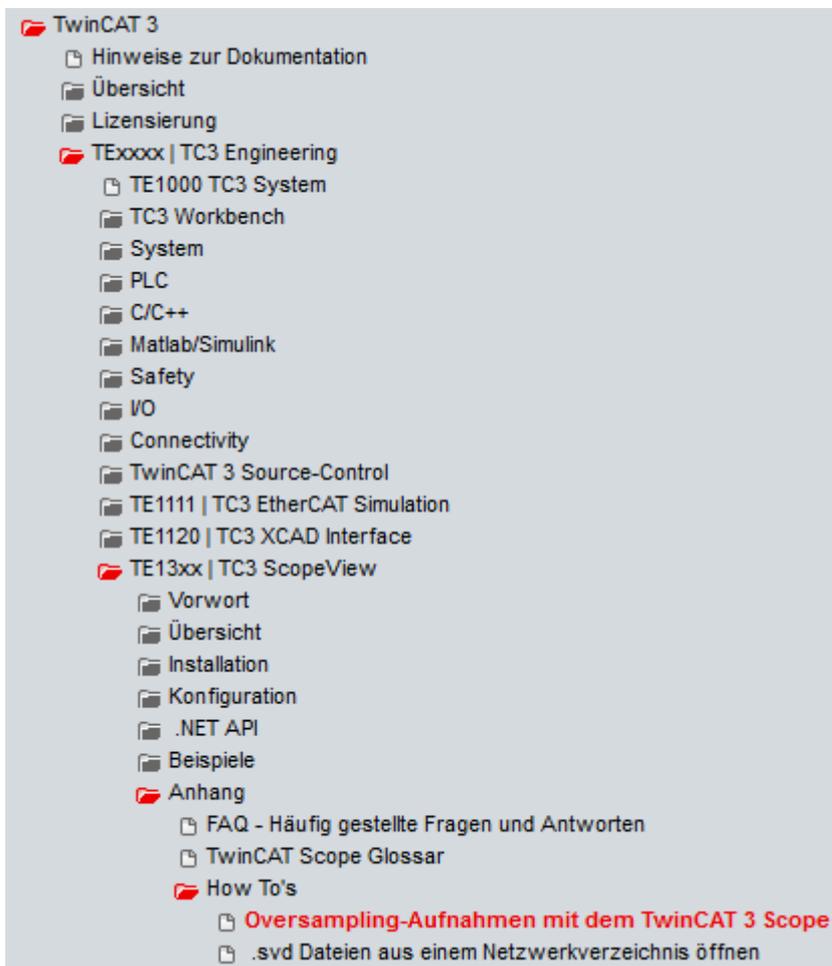
i Datentyp nicht korrekt

Es kann vorkommen, dass es dem „Target Browser“ nach dem Einfügen des oversampling PDO (entspricht i.d.R. einer Feldvariable) nicht gelingt den Datentyp zu ermitteln. In diesem Fall kann dieser nachträglich in den Kanaleigenschaften geändert werden:



i TwinCAT 3: ADS Server des EtherCAT Gerätes aktivieren

Siehe hierzu im Beckhoff Information System:
 infosys.beckhoff.com → TwinCAT 3 → TExxxx | TC3 Engineering → TE13xx | TC3 ScopeView → Anhang → How To's → Oversampling-Aufnahmen mit dem TwinCAT 3 Scope



5.4.2 Vorgehen bei TwinCAT 2

TwinCAT Scope2 unterstützt das Einlesen und die Anzeige von Oversampling-Prozessdaten wie sie von oversampling-fähigen Klemmen/Box zur Verfügung stehen.



Vorraussetzungen

- Es muss ein TwinCAT Scope2 auf dem System installiert sein.
- Es muss eine oversampling-fähige Klemme/Box in der Konfiguration vorhanden sein.

Das TwinCAT Scope2 bekommt über die ADS-Daten auch den Datentyp der Variablen übermittelt. Deshalb ist die ARRAY-Variable anzulegen

- in der PLC, [siehe Schritt 1a \[▶ 125\]](#)
- oder direkt im System Manager wenn nur eine freie Task vorliegt, [siehe Schritt 1b \[▶ 125\]](#)

Im Scope2 sind für beide Fälle dieselben Einstellungen vorzunehmen, [siehe Schritt 2 \[▶ 127\]](#)

Aufzeichnung einer PLC Variablen mit dem TwinCAT 2 – Scope2

Schritt 1a: Erzeugen einer PLC Variable über eine POU

Da die Kanaldaten in der PLC verwendet werden sollen, ist dort eine verlinkbare ARRAY-Variable anzulegen, wie in folgendem Beispiel gezeigt:

```
VAR
    aiEL3773_Ch1_DataIn AT%I*: ARRAY[1..10] OF INT;
END_VAR
```

Abb. 154: PLC Deklaration

Im System Manager erscheint diese dann in der Liste, in der Regel ist sie dann auch ohne weitere Maßnahmen über ADS erreichbar da PLC-Variablen immer als ADS-Symbol im Hintergrund angelegt werden.

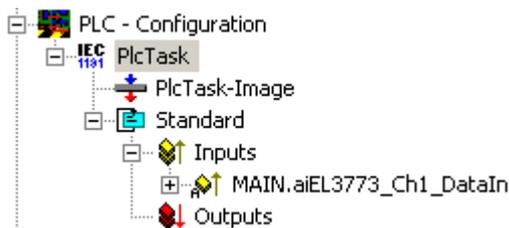


Abb. 155: PLC im System Manager

Hinweis: das Scope2 kann solche Variablen im Variablen Browser nur "sehen", wenn sich TwinCAT und die PLC im RUN befinden.

Schritt 1b: Erzeugen einer PLC Variable über eine freie Task

Die für das Scope2 notwendige Array-Variable kann alternativ auch manuell im System Manager definiert und angelegt werden.



Abb. 156: Add Variable Type

Wie bisher im Programm (POU „Main“) ist auch hier eine ARRAY-Variable vom gleichen Typ wie die oversampling PDO der jeweiligen Klemme/Box anzulegen. In diesem Beispiel nun ein Array 0..9 vom Typ INT, also mit 10 Feldern.

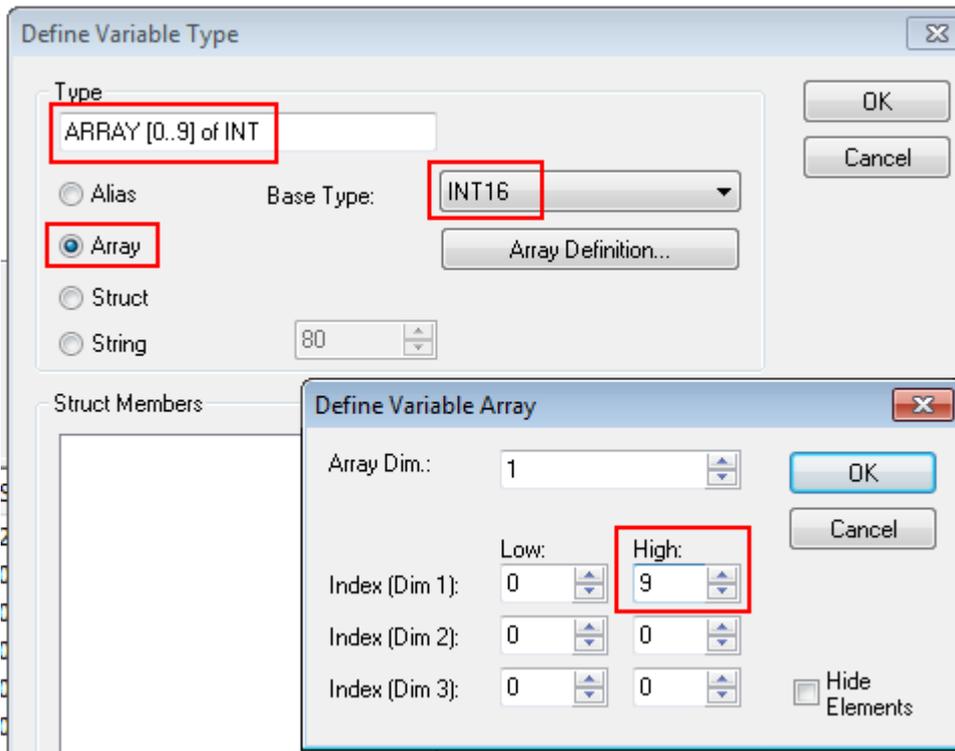


Abb. 157: Definieren des Variablen Typs

Wenn diese Variable dem System Manager bekannt ist, kann eine Instanz davon einer zusätzlichen Task mit Rechtsklick zugeordnet werden. Sie erscheint in der nach Bitgröße sortierten Übersicht.

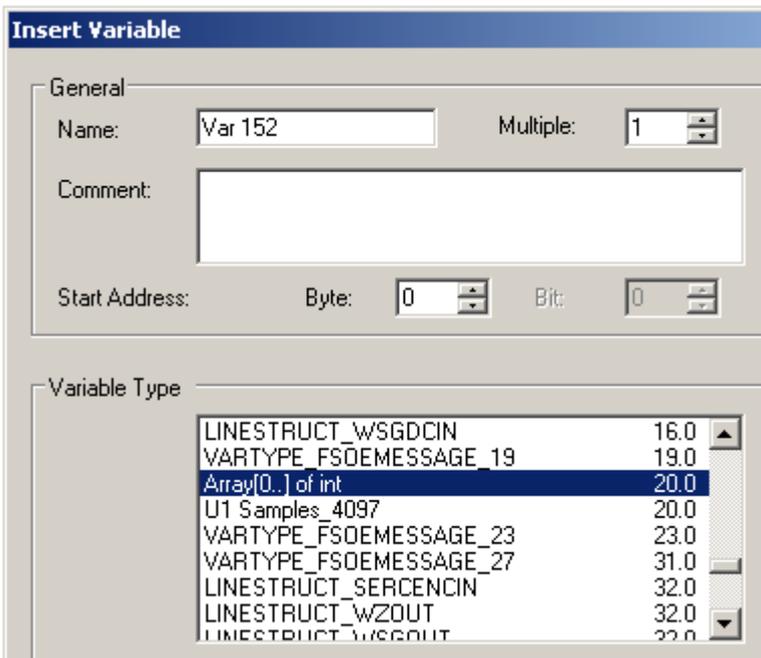


Abb. 158: Übersicht deklarierte Typen

In diesem Beispiel wird die Variable *Var152* angelegt. Sie kann nun mit dem PDO-Array vom jeweiligen Kanal der Klemme/Box verlinkt werden.

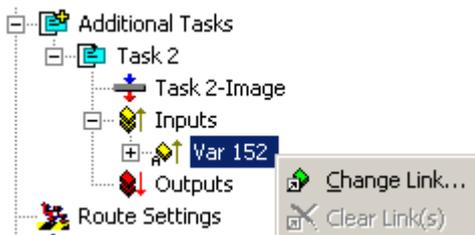


Abb. 159: Verlinken

Wenn im Dialog *MatchingSize* aktiviert ist, bieten sich direkt die einzelnen Kanäle an.

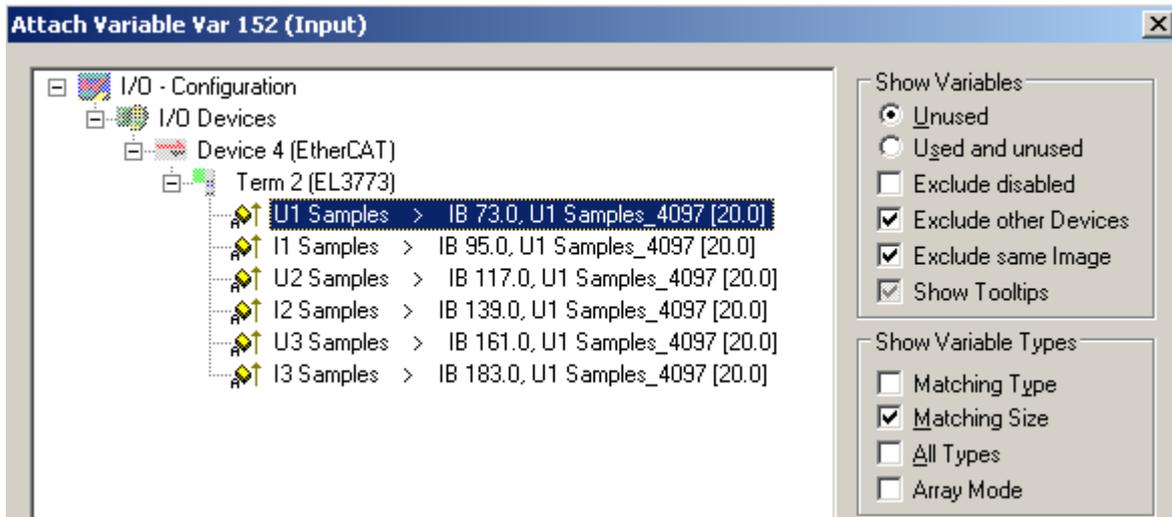


Abb. 160: Array-Variablen einer Oversampling-Klemme

Damit die Variablen auch über ADS im Scope2 zu finden sind, sind die ADS-Symbole zu aktivieren, so wie das Enable Auto-Start, sonst läuft die Task nicht selbsttätig. Dann werden ADS-Symboltabellen von allen Variablen angelegt, die diese Task in ihren Prozessdatenimages hat.

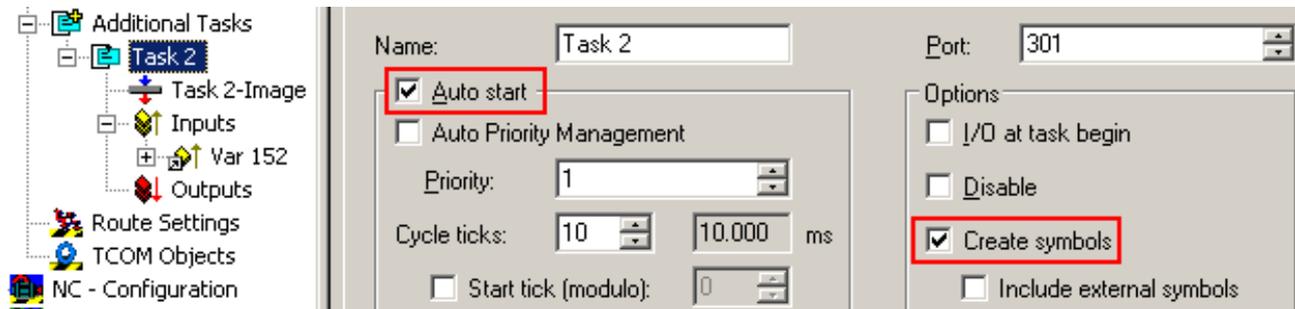


Abb. 161: Einstellungen in der zusätzlichen Task

Schritt 2: Konfiguration im Scope2

Damit die Verlinkung funktioniert, muss im System Manager je eine Array-Variable mit den Kanaldaten der jeweiligen Klemme/Box vorliegen, d. h. jedes Oversampling-Datenpaket muss in einem Array vorliegen. Diese Array-Variable ist manuell zu definieren und anzulegen, [siehe oben](#) [▶ 125].

Im Scope2 kann nun bis zur betreffenden Variable gebrowst werden.

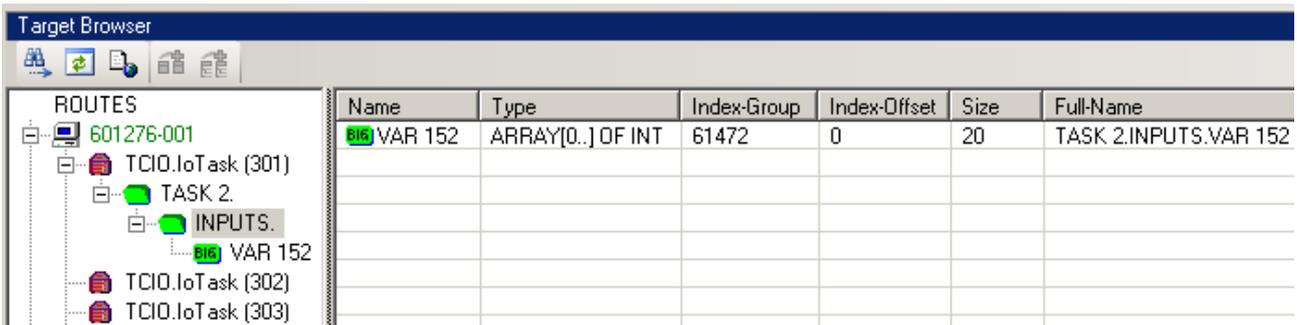


Abb. 162: Variablenbrowser bis zum Array VAR152

Es ist dann nicht das Array zu öffnen, sondern direkt das Array-Symbol per Rechtsklick *AddSymbol* auszuwählen.

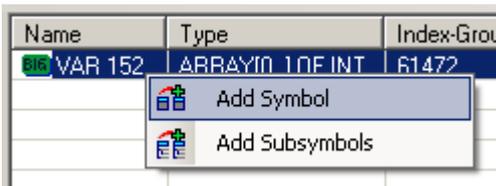


Abb. 163: AddSymbol auf dem Array

Im Einstellungsdialog des nun erzeugten Kanals ist *ForceOversampling* und *DataType* INT16 einzustellen. Ggf. ist dazu vorübergehend *SymbolBased* zu deaktivieren.

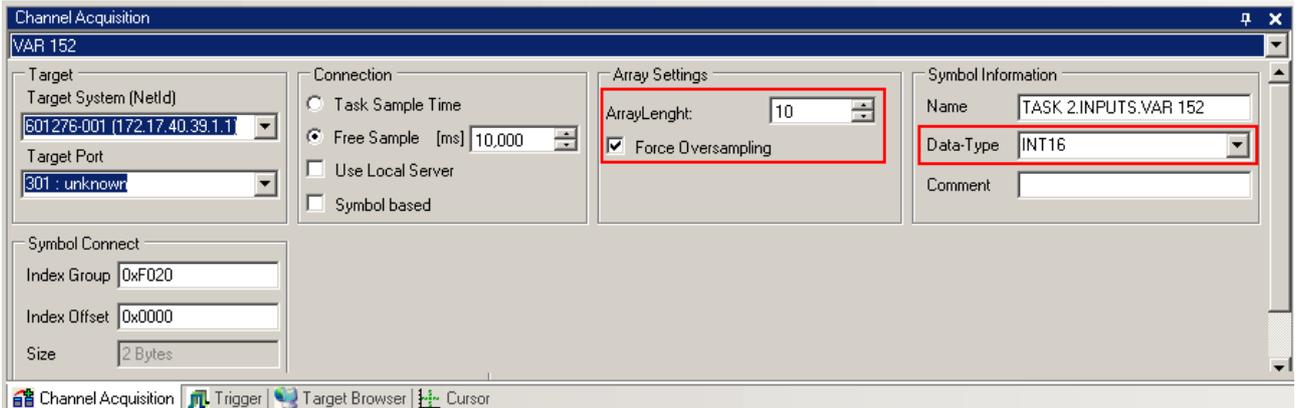


Abb. 164: Channel-Einstellungen

Zur Überprüfung, dass wirklich die einzelnen Oversampling-Werte geloggt werden, können im Scope2 die *Marks* aktiviert werden. Bitte beachten Sie die Zusammenhänge aus Task-Zykluszeit, Sampling-Zeit des Scope2-Kanals und Oversamplingfaktor.

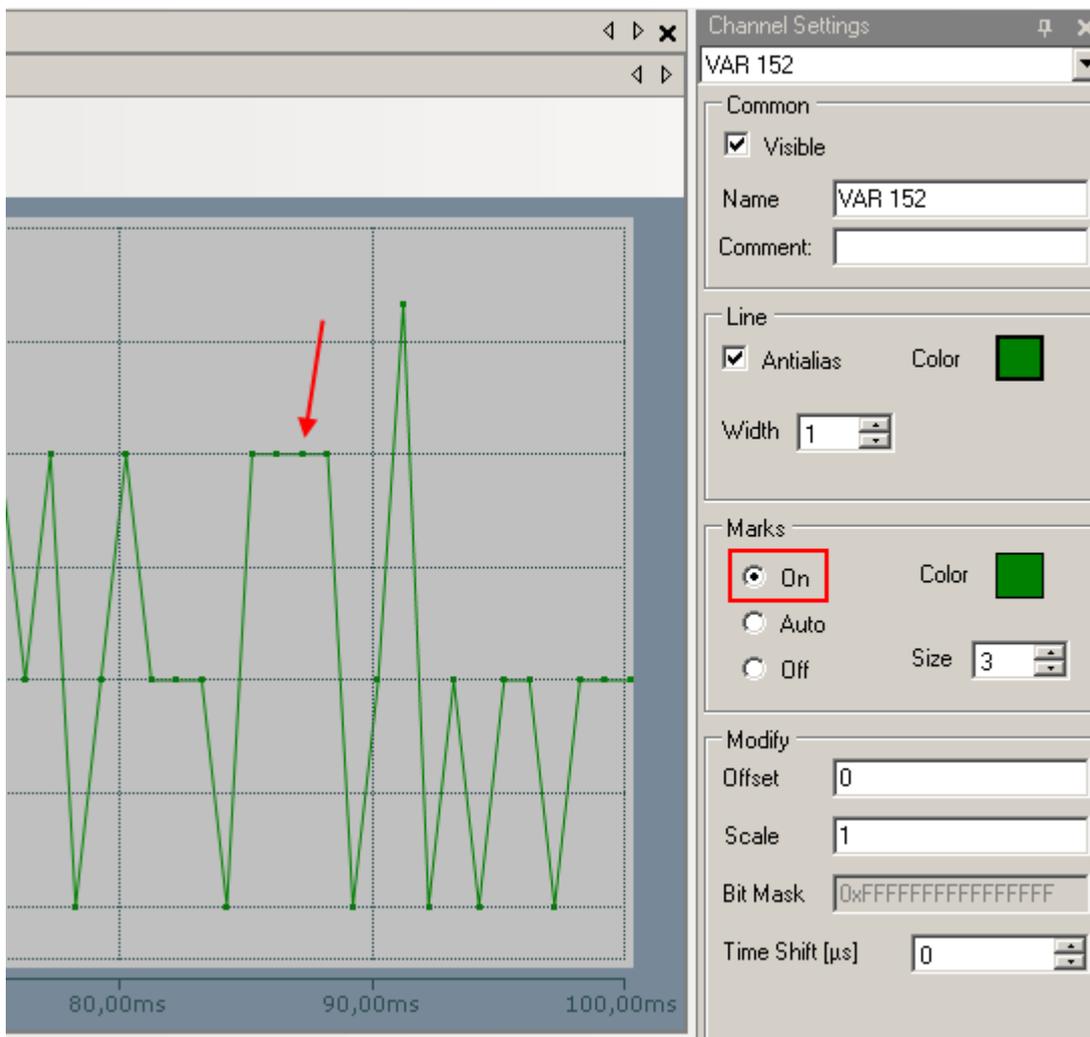


Abb. 165: Aktivieren der Marks

Ein weiteres Beispiel zeigt die folgende Abbildung der Darstellung einer Oversampling – Variablen der EL3751 mit 10 x Oversampling:

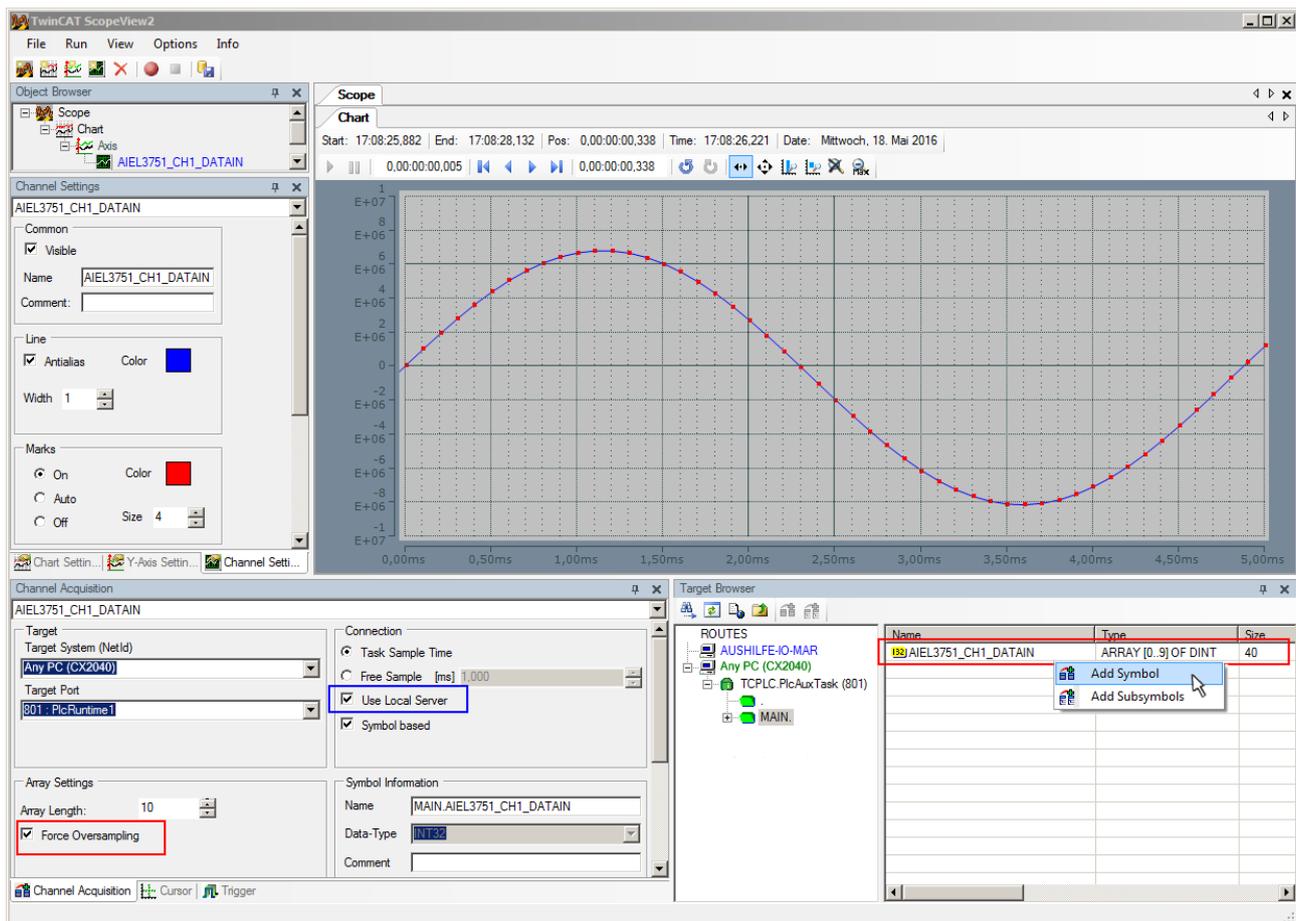


Abb. 166: Darstellung einer 10 x Oversampling-Variablen der EL3751 mit dem Scope2

In der Abbildung ist nachträglich eingezeichnet, dass die von der PLC stammende Oversampling Variable mit „Add Symbol“ einfach als Y-Kanal der Achse eingefügt wurde (Auswahl des PLC-POU Namen „MAIN“ im „ROUTES“ - Baum beachten). Hierbei ist „Force Oversampling“ aktiviert, da es sich nicht um eine von der Klemme/Box bereit gestellte Oversampling-Variablen handelt.

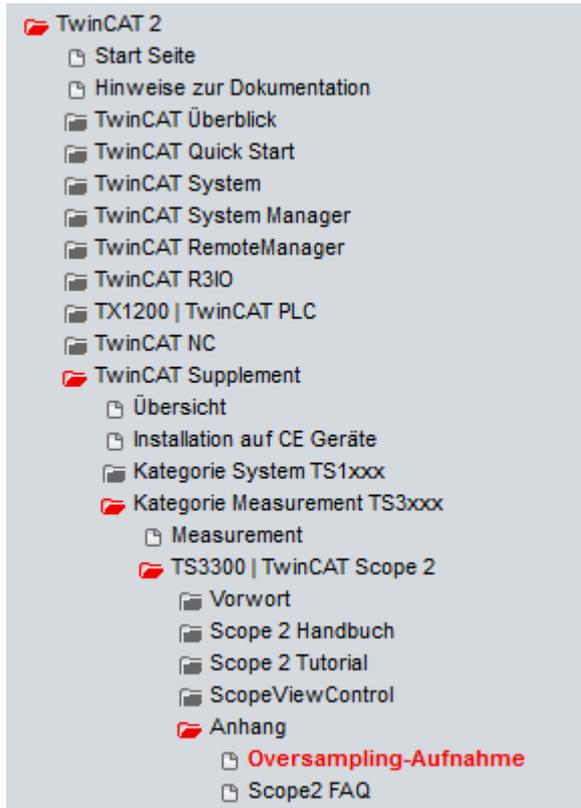
Vorgehen bei TwinCAT 2 / alternativ per ADS

Bei früheren TwinCAT 2 Versionen (oder einer kleineren Revision der Klemme als wie in obiger [Tabelle \[116\]](#) angegeben) kann per Aktivierung des ADS Servers das Oversampling-PDO der betreffenden oversampling fähigen Klemme/Box für das Scope2 sichtbar gemacht werden.

Es kann so ebenfalls auf die Erstellung einer Feldvariablen in einer PLC verzichtet werden. Dazu ist der ADS Server des EtherCAT Device zu aktivieren, an dem die oversampling fähige Klemme/Box angeschlossen ist.

i Siehe hierzu im Beckhoff Information System

infosys.beckhoff.com → TwinCAT 2 → TwinCAT Supplement → Kategorie Measurement TS3xxx → TS3300 | TwinCAT Scope 2 → Anhang → Oversampling Aufnahme



Beckhoff TwinCAT unterstützt das Scope2 bei einigen Oversampling-Geräten in spezieller Weise, indem es automatisch im Hintergrund ein besonderes ADS-Array-Symbol berechnet, das im Scope2 im Variablenbrowser erscheint. Dieses kann dann als Variable verlinkt werden und bringt automatisch die Array-Information mit.

Name	Type	Index...	Index...	Size	Full-Name
CH1 SAMPLE 0[0]	CH1 SAMPLE_0_TYPE	61488	73	2	TERM 2 (EL3702).CH1 SAMPLE 0[0]
CH1 SAMPLE 0[1]	CH1 SAMPLE_0_TYPE	61488	75	2	TERM 2 (EL3702).CH1 SAMPLE 0[1]
CH1 SAMPLE 0[2]	CH1 SAMPLE_0_TYPE	61488	77	2	TERM 2 (EL3702).CH1 SAMPLE 0[2]
CH1 SAMPLE 0[3]	CH1 SAMPLE_0_TYPE	61488	79	2	TERM 2 (EL3702).CH1 SAMPLE 0[3]
CH1 SAMPLE 0[4]	CH1 SAMPLE_0_TYPE	61488	81	2	TERM 2 (EL3702).CH1 SAMPLE 0[4]
CH1 SAMPLE 0[5]	CH1 SAMPLE_0_TYPE	61488	83	2	TERM 2 (EL3702).CH1 SAMPLE 0[5]
CH1 SAMPLE 0[6]	CH1 SAMPLE_0_TYPE	61488	85	2	TERM 2 (EL3702).CH1 SAMPLE 0[6]
CH1 SAMPLE 0[7]	CH1 SAMPLE_0_TYPE	61488	87	2	TERM 2 (EL3702).CH1 SAMPLE 0[7]
CH1 SAMPLE 0[8]	CH1 SAMPLE_0_TYPE	61488	89	2	TERM 2 (EL3702).CH1 SAMPLE 0[8]
CH1 SAMPLE 0[9]	CH1 SAMPLE_0_TYPE	61488	91	2	TERM 2 (EL3702).CH1 SAMPLE 0[9]
CH1 SAMPLE 0[T10]	CH1 SAMPLE_0_TYPE	61488	73	2	TERM 2 (EL3702).CH1 SAMPLE 0[T10]

Name	Type	Index...	Index...	Size	Full-Name
CH1 VALUE	INT16	61488	73	2	TERM 2 (EL3702).CH1 SAMPLE 0[T10].CH1 VALUE

Abb. 169: Automatisch berechnete Array-Variable (rot) im Scope2

Zusammenfassung: es muss eine ARRAY-Variable vorliegen die über ADS erreichbar ist. Dies kann eine PLC-Variable, eine im System Manager definierte ARRAY-Variable sein oder alternativ ist der ADS Server des Device der Klemme/Box aktiviert. Diese wird dann vom Scope2 erkannt.

5.5 Grundlagen zur Funktion

Inhaltsverzeichnis

- [Auslieferungszustand \[► 133\]](#)
- [Distributed Clock \[► 133\]](#)
- [Eingangsscharakteristik \[► 134\]](#)
- [Startverhalten \[► 135\]](#)
- [Prozessdaten \[► 135\]](#)
- [Tipps zum Betrieb \[► 137\]](#)

Auslieferungszustand

Bei der Erstinbetriebnahme der EL1262 sind keine besonderen Einstellungen erforderlich. Die EL1262 arbeitet als normale 2 kanalige digitale Eingangsklemme.

● XML Device Description



Sollte in Ihrem System die XML-Beschreibung der EL1262 nicht vorliegen, können Sie die entsprechende aktuellste XML-Datei im Download-Bereich auf der [Beckhoff Website](#) herunterladen und entsprechend der Installationsanweisungen installieren.

Distributed Clock

Distributed Clock Für das Oversampling ist ein Taktgeber in der Klemme nötig, der die einzelnen Messwerterfassungen auslöst. Dazu wird die lokale Uhr in der Klemme genutzt, genannt Distributed Clock.

Die Distributed Clock stellt eine lokale Uhr im 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 $< 100\text{ ns}$ synchronisiert.

In der EL1262 ist nur ein Umfang von 32 Bit realisiert.

● EtherCAT und Distributed Clocks



Auf der Beckhoff Website können Sie eine grundlegende [Einführung in das Thema EtherCAT und Distributed Clocks](#) herunterladen.

Beispiel:

Der Feldbus/EtherCAT Master wird mit 1 ms Zykluszeit betrieben weil z.B. die übergeordnete SPS mit 1 ms Zykluszeit betrieben wird. Damit wird alle 1 ms ein EtherCAT-Frame zur Abholung der Prozessdaten der EL1262 geschickt. Im ESC wird deshalb durch die lokale Uhr in der Klemme alle 1 ms (1 kHz) ein Interrupt ausgelöst, der die Prozessdaten rechtzeitig für den abholenden EtherCAT-Frame bereitstellt. Dieser erste Interrupt wird SYNC1 genannt.

Die EL1262 sei im TwinCAT Systemmanager auf ein Oversampling $n = 1000$ eingestellt, *Auswahldialog Oversamplingfaktoren der EL1262 im TwinCAT SystemManager*. Dadurch generiert der ESC in der Klemme einen zweiten Interrupt mit einer n -fach höheren Frequenz, hier also 1 MHz oder 1 μ s Periode. Dieser Interrupt wird SYNC0 genannt. Bei jedem SYNC0-Signal wird die anliegende Spannung als digitaler Wert 0/1 erfasst und die ermittelten Werte nacheinander in einem Puffer abgelegt.

Durch die Generierung des SYNC0-Pulses aus der lokalen synchronisierten Uhr im Distributed Clocks Verbund ist gewährleistet, dass die Erfassung der Eingangswerte in zeitlich hochkonstant gleichen Abständen mit der Periode des SYNC1-Pulses erfolgt.

Der maximale Oversamplingfaktor ist abhängig vom Speicherumfang des eingesetzten ESC und beträgt bei der EL1262 in der Version KKYY0200 $n = 1000$.

Die im Puffer gesammelten Werte werden als Paket an die übergeordnete Steuerung übergeben. Bei 2 Kanälen und $n = 1000$ werden so je EtherCAT-Zyklus $2 \times 1000 \text{ Bit} = 2000 \text{ Bit} = 250 \text{ Byte}$ Prozessdaten übermittelt.

Der Oversamplingfaktor der EL1262 ist von 1 bis 1000 in vorgegebenen Werten einstellbar.

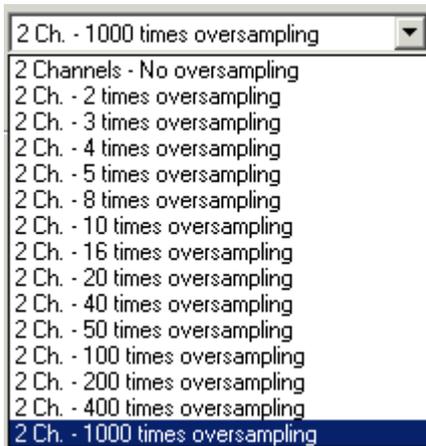


Abb. 170: *Auswahldialog Oversamplingfaktoren der EL1262 im TwinCAT SystemManager*

Es ist zu beachten, dass sich die Ausprägung des Prozessabbildes der EL1262 je nach Oversamplingfaktor ändert, siehe Beschreibung der [Prozessdaten](#) [► 135].

● Oversamplingfaktor

i Bei der Berechnung des SYNC0 aus dem SYNC1-Puls durch die manuelle Vorgabe eines Oversamplingfaktors ist darauf zu achten, daß für SYNC0 nur ganzzahlige Werte im Nanosekundenabstand berechnet werden. Beispiel: 187.500 μ s ist zulässig, 333.3 μ s nicht ! Andere Werte als die im Dialog angebotenen sind nicht möglich. Wird mit unplausiblen Werten gearbeitet, erreicht die Klemme zwar den OP-State, verhält sich aber wie mit eingestelltem Oversampling-Faktor 1 und es stehen nur im 1. Bit gültige Daten. Beispiel: Bei SYNC1/EtherCAT Zyklus = 1 ms sind Oversamplingfaktoren wie 1, 2, 5 oder 100 zulässig, nicht aber 3!

Eingangskarakteristik

Die Eingangskarakteristik der EL1262 entspricht EN61131-2:2003 Typ1.

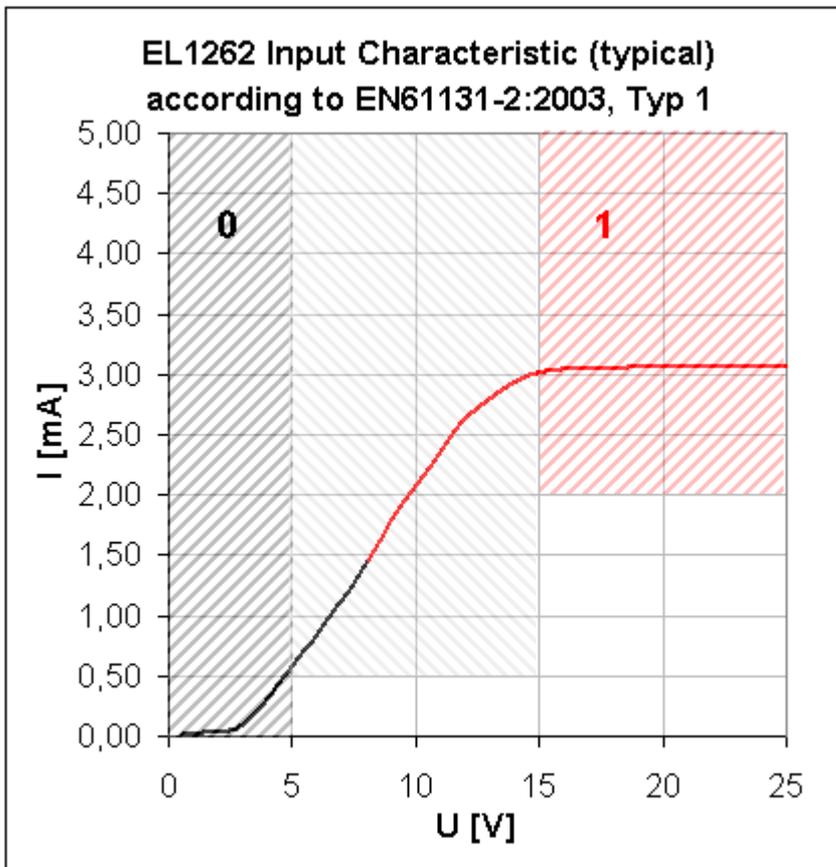


Abb. 171: Typische Eingangscharakteristik der EL1262, Beckhoff behält sich unangekündigte Änderungen vor!

Die Eingangsschaltung der EL12xx ist auf schnelle Signaländerungen und kürzest möglich Signalerfassung optimiert. Die Dauer, die eine Signaländerung als steigende/fallende Flanke vom Klemmpunkt an der Klemmenvorderseite bis zur Logik der zentralen Auswerteeinheit (ESC) benötigt, liegt bei der EL12xx-Baureihe spezifiziert bei $T_{on}/T_{off} < 1 \mu s$, sowohl für steigende (T_{on}) wie für fallende Flanke (T_{off}). Durch diese geringe absolute Durchlaufzeit ist auch die Temperaturdrift der Durchlaufzeit sehr gering.

Es ist zu bedenken, dass die Eingangsbeschaltung *keinerlei* Filterung aufweist. Sie ist auf schnellste Signalübertragung vom Eingang zur Auswerteeinheit optimiert. Schnelle Pegeländerungen/Pulse im μs -Bereich treffen also ungefiltert/ungedämpft an der Auswerteeinheit ein. Gegebenenfalls sind geschirmte Leitungen zu verwenden um Umgebungseinflüsse auszuschließen.

Der Sensor/Signalgeber muss eine ausreichend steile Signalfanke erzeugen können. Das verwendete Netzteil sollte über ausreichend Reserven/Puffer verfügen, damit trotz kapazitiven/induktiven Zuleitungsverlusten das Signal die Klemme mit ausreichender Flankensteilheit erreicht.

Startverhalten

Ab dem Start des EtherCAT Feldbus benötigt die EL1262 rund 60 Buszyklen, bis sie im OP-Zustand erstmals und fortlaufend Prozessdaten liefert.

Prozessdaten

Die EL1262 bietet eine Reihe an Prozessdaten zur Übermittlung an, im Default-Zustand stellt sich die Klemme im Systemmanager dar wie in *Default-Zustand EL1262*.

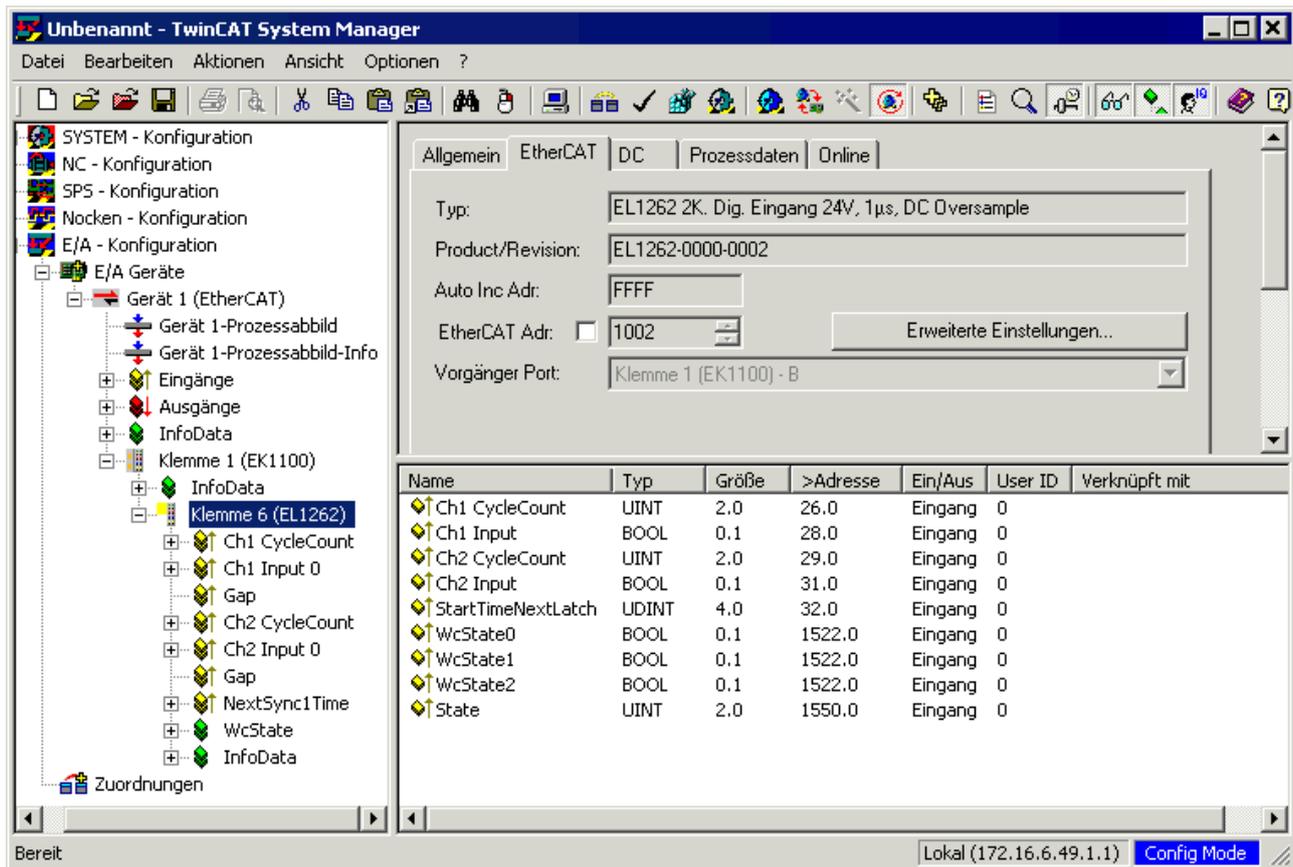


Abb. 172: Default-Zustand EL1262

- Chx Cycle Count**
 Der Zykluszähler der EL1262 - in jedem Zyklus zählt die EL1262 diesen 16 Bit Zähler um 1 hoch. Das kann zur Kontrolle der EL1262 auf verlorene Frames oder Datenwiederholungen verwendet werden. Die Zykluszähler beider Kanäle zeigen dabei denselben Wert an.
- Chx Input 0**
 Je nach gewähltem Oversamplingfaktor werden hier die digitalen Eingangswerte aufgeführt, von 1 Bit bis 125 Byte je Kanal.
- Gap**
 diese Variable dient nur als Platzhalter und ist kein verwendbares Prozessdatum
- NextSync1Time**
 Wie oben aufgeführt löst der SYNC1-Interrupt in der EL1262 im Gleichtakt mit dem Feldbus das Bereitstellen der gesammelten Prozessdaten aus. Außerdem ist der Zeitpunkt des SYNC1-Interrupts gleich dem Zeitpunkt des ersten SYNC0-Interrupts, der das Einlesen der Eingänge bestimmt. Der in einem EtherCAT-Zyklus von der EL1262 übermittelte Wert NextSync1Time ist dabei der Startwert des *nächsten* SYNC1-Interrupts, aufgelöst mit 32 Bit (s. [Distributed Clocks](#) | 133]). Das Prozessdatum NextSync1Time kann im Reiter ProcessData abgeschaltet werden. Mit NextSync1Time kann der Einlesezeitpunkt jedes einzelnen Samples im Rahmen der Distributed Clocks Genauigkeit bestimmt werden.

i Präsentation Chx Input

Das Prozessdatum Chx Input muß einen sehr großen Wertebereich abdecken, von 1 Bit bis 1000 Bit. Um die Darstellung im Konfigurationsbaum und die Verknüpfung mit Task-Variablen dennoch übersichtlich zu halten, stellen sich die Chx Input-Variablen je nach Umfang als Bit oder Byte dar. Oversamplingfaktor ≤ 100 : Darstellung als einzelne Bits Oversamplingfaktor > 100 : Zusammenfassung der Bits in ganzen Bytes Die Task, die die Prozessdaten der EL1262 empfängt, muss also im einen Fall mit einem Array an Bits, im anderen Fall mit einem Array an Bytes aufwarten.

Tipps zum Betrieb

Distributed Clocks Einstellungen

In den erweiterten Einstellungen der EL1262 zu den Distributed Clocks kann der Zeitpunkt des SYNC1-Interrupts etwas vorverlegt werden, siehe *erweiterte Einstellungen EL1262, Distributed Clocks*. Durch die Checkbox "Based on Input Reference" wird der SYNC1-Interrupt um einige μs vorverlegt. Weitere Informationen dazu siehe *Systembeschreibung Distributed Clocks* [▶ 133].

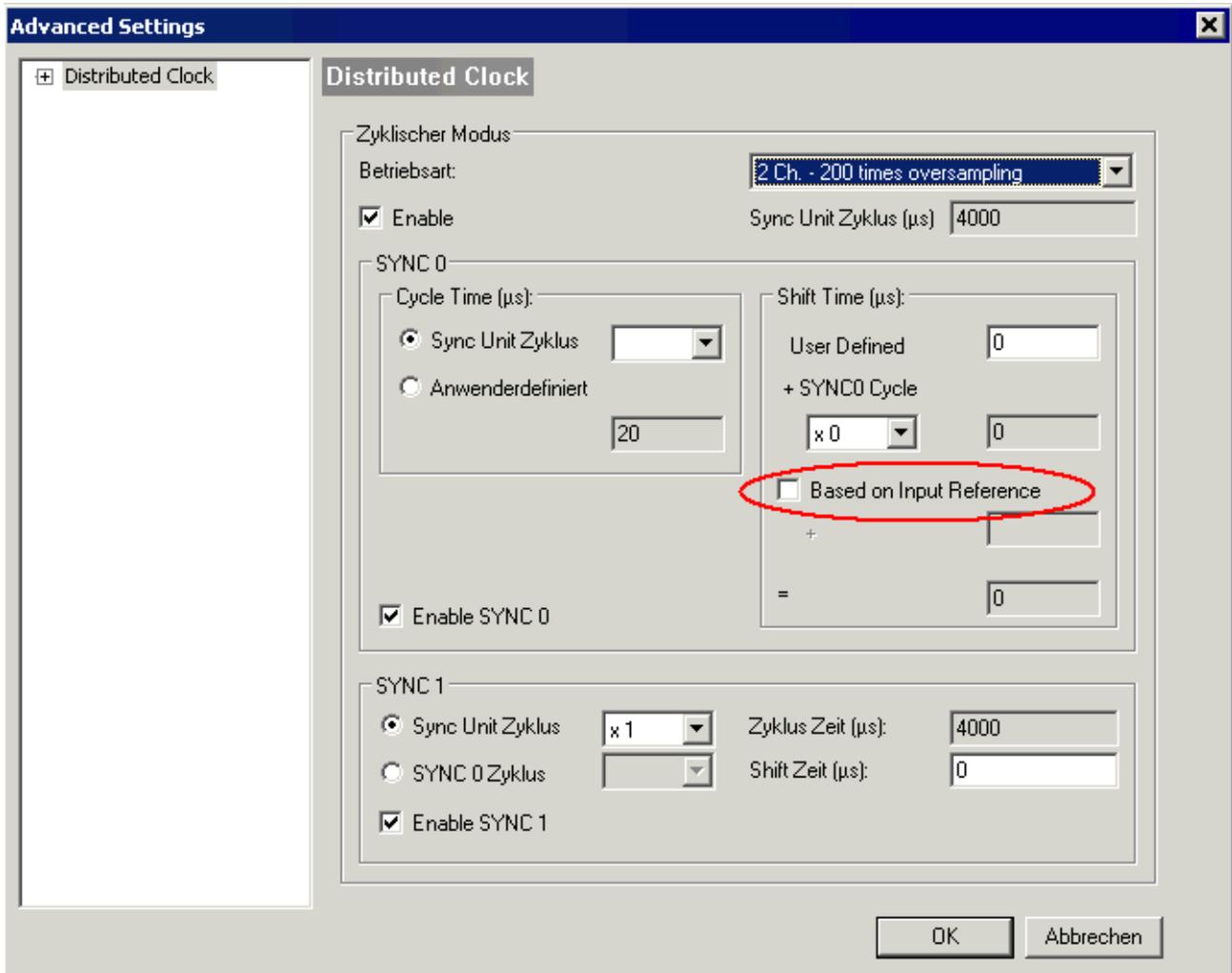
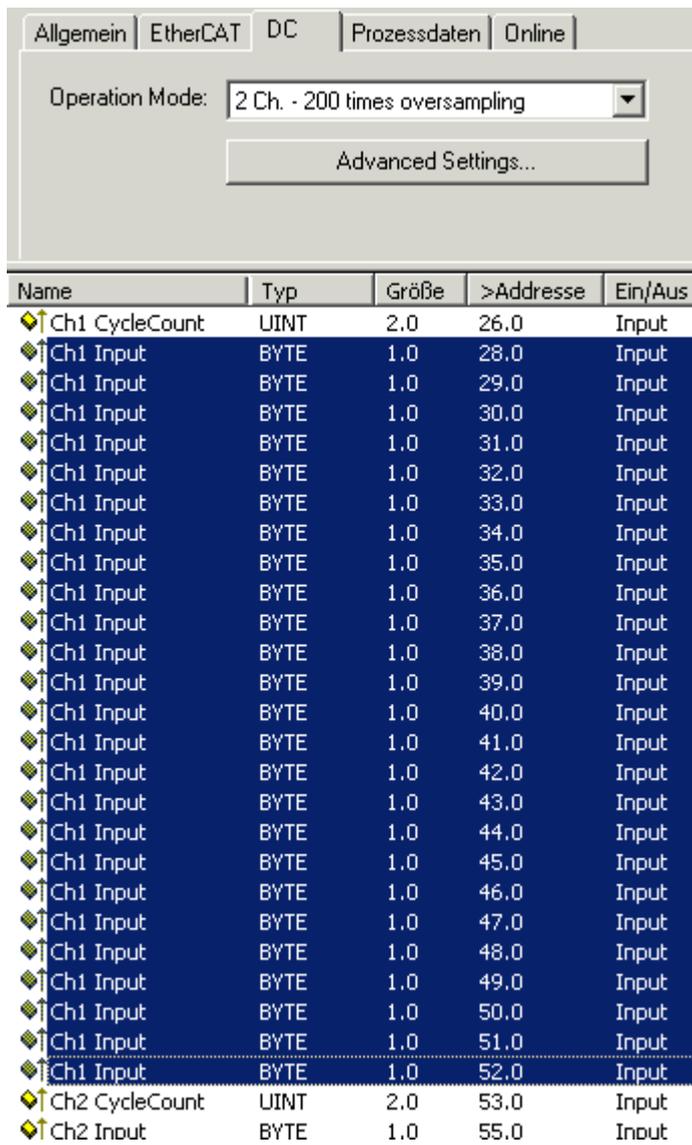


Abb. 173: Erweiterte Einstellungen EL1262, Distributed Clocks

Verknüpfung umfangreicher Variablen

Wenn Sie größere Speicherbereiche mit fortlaufenden Variablen verknüpfen wollen, können Sie die Option "Change Multi Link" benutzen, siehe dazu folgenden Ablauf:



The screenshot shows a software interface with tabs for 'Allgemein', 'EtherCAT', 'DC', 'Prozessdaten', and 'Online'. The 'DC' tab is active, showing 'Operation Mode: 2 Ch. - 200 times oversampling' and an 'Advanced Settings...' button.

Name	Typ	Größe	>Adresse	Ein/Aus
Ch1 CycleCount	UINT	2.0	26.0	Input
Ch1 Input	BYTE	1.0	28.0	Input
Ch1 Input	BYTE	1.0	29.0	Input
Ch1 Input	BYTE	1.0	30.0	Input
Ch1 Input	BYTE	1.0	31.0	Input
Ch1 Input	BYTE	1.0	32.0	Input
Ch1 Input	BYTE	1.0	33.0	Input
Ch1 Input	BYTE	1.0	34.0	Input
Ch1 Input	BYTE	1.0	35.0	Input
Ch1 Input	BYTE	1.0	36.0	Input
Ch1 Input	BYTE	1.0	37.0	Input
Ch1 Input	BYTE	1.0	38.0	Input
Ch1 Input	BYTE	1.0	39.0	Input
Ch1 Input	BYTE	1.0	40.0	Input
Ch1 Input	BYTE	1.0	41.0	Input
Ch1 Input	BYTE	1.0	42.0	Input
Ch1 Input	BYTE	1.0	43.0	Input
Ch1 Input	BYTE	1.0	44.0	Input
Ch1 Input	BYTE	1.0	45.0	Input
Ch1 Input	BYTE	1.0	46.0	Input
Ch1 Input	BYTE	1.0	47.0	Input
Ch1 Input	BYTE	1.0	48.0	Input
Ch1 Input	BYTE	1.0	49.0	Input
Ch1 Input	BYTE	1.0	50.0	Input
Ch1 Input	BYTE	1.0	51.0	Input
Ch1 Input	BYTE	1.0	52.0	Input
Ch2 CycleCount	UINT	2.0	53.0	Input
Ch2 Input	BYTE	1.0	55.0	Input

Abb. 174: Markieren der Variablen in der Klemme mit der Maus

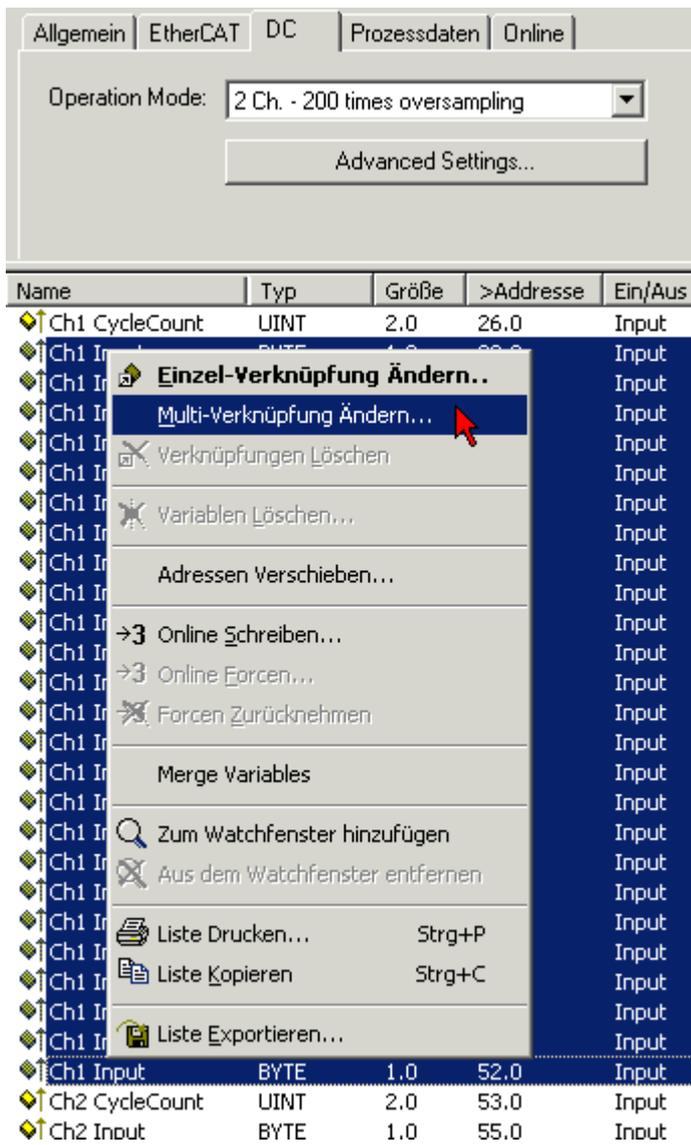


Abb. 175: Rechtsklick, Change Multi Link

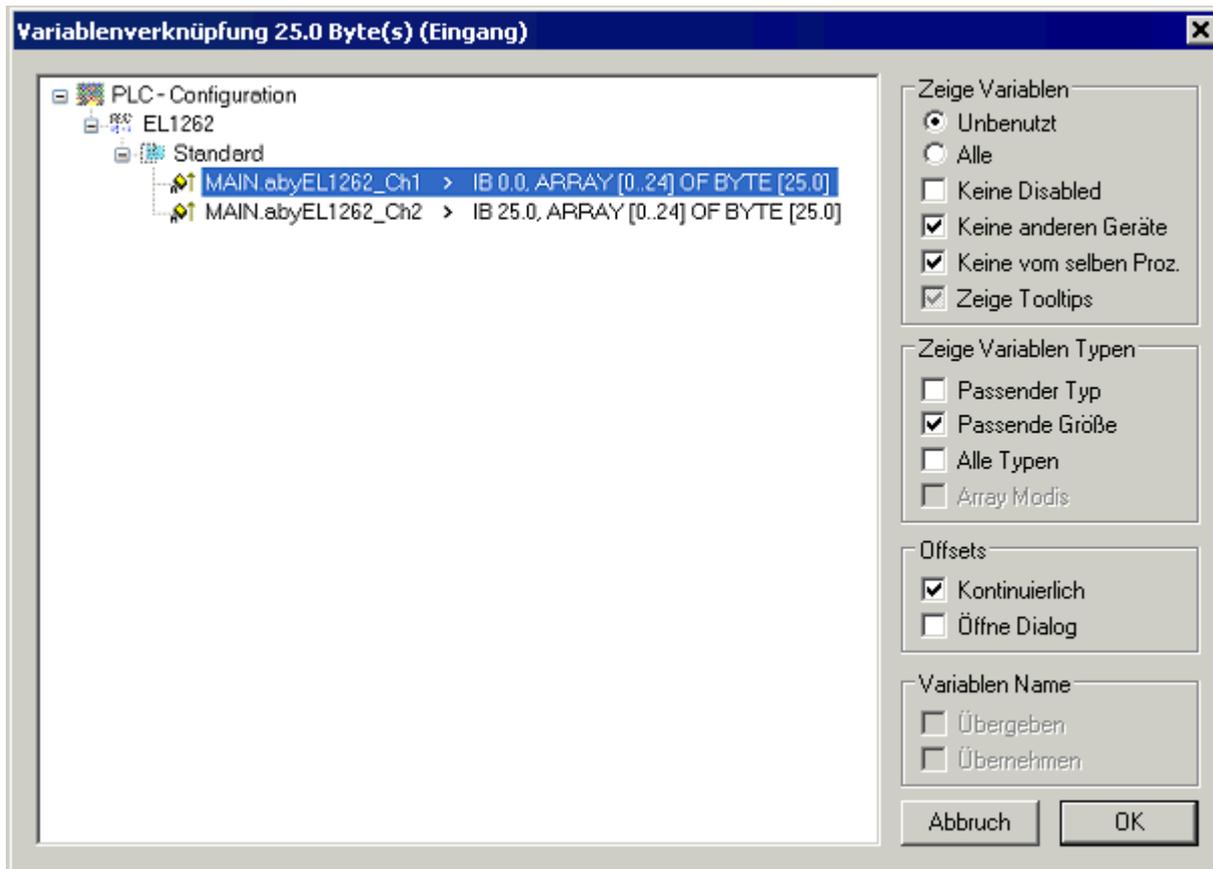


Abb. 176: Entsprechende Variablenmenge aus der Task wählen

5.6 Empfindlichkeit des Eingangs

Die Eingangsschaltung der EL12xx ist auf schnelle Signaländerungen und kürzest mögliche Signalerfassung optimiert. Die Dauer, die eine Signaländerung als steigende/fallende Flanke vom Klemmpunkt an der Klemmenvorderseite bis zur Logik der zentralen Auswerteinheit (ESC) benötigt, liegt bei der EL12xx-Baureihe spezifiziert bei $T_{ON}/T_{OFF} < 1 \mu s$, sowohl für steigende (T_{ON}) wie für fallende Flanke (T_{OFF}). Durch diese geringe absolute Durchlaufzeit ist auch die Temperaturdrift der Durchlaufzeit sehr gering.

Es ist zu bedenken, dass die Eingangsbeschaltung je nach Typ keinerlei oder wenig Filterung aufweist. Sie ist auf schnellste Signalübertragung vom Eingang zur Auswerteinheit optimiert. Schnelle Pegeländerungen/Pulse im μs -Bereich z.B. durch mögliche EMV-Einflüsse treffen also ungefiltert/ungedämpft an der Auswerteinheit ein und werden ggf. als Zustandsänderung des Eingangs sichtbar. Gegebenenfalls sind geschirmte Leitungen zu verwenden, um Umgebungseinflüsse auszuschließen.

5.7 Anwendung des SENT Protokolls mit EL1262-0050

SAE J2716 SENT (Single Edge Nibble Transmission)

Das SENT Protokoll ist ein Schema für die Punkt-zu-Punkt Übertragung von Signalwerten eines Sensors zu einer Steuerung. Es dient vor allem der Übertragung hochauflösender Daten mit geringeren Kosten für die Umsetzung als herkömmliche Lösungen zur seriellen Datenübertragung. ⁽¹⁾

Hardware

Das SENT-Protokoll bildet eine Einweg-Schnittstelle zur synchronen Datenübertragung für das drei Verbindungsleitungen erforderlich sind: die Signalleitung, (Lo-Zustand $< 0,5 V$ / Hi-Zustand $> 4,1 V$), eine Verbindung für die Spannungsversorgung (5 V) und eine Verbindung für Masse (GND).

Protokoll

Die Daten werden in Einheiten von 4 Bits Übertragen (1 Nibble). Das Zeitintervall zwischen zwei aufeinander folgenden fallenden Flanken (single edge) des modulierten Signals mit einer konstanten Amplitude kennzeichnet den Anfang eines Telegrams und ist von der Empfängerseite entsprechend auszuwerten.

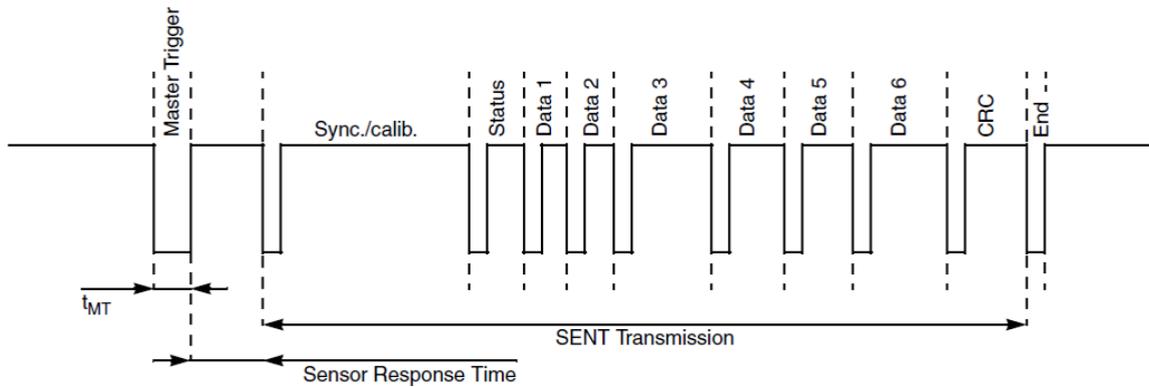


Abb. 177: SENT Protokoll

Eine SENT Nachricht ist 32 Bits lang (8 Nibble) und besteht aus:

- 24 Bits (6 Nibble) Signaldaten die Beispielsweise zwei Kanäle für Messwerte mit jeweils 3 Nibble wiedergeben (wie etwa Temperatur und Druck)
- 4 Bits (1 Nibble) CRC zur Fehlererkennung
- 4 Bits (1 Nibble) Status-/ Kommunikationsinformation

(1) SAE J2716 standard, sae.org, accessed 2011-09-13

Implementierung für die Steuerung

```

fb_SENT
wEL1262_State (%IB128) = 16#0008
bEL1262_WC (%IX130.0) = FALSE
byInput (%IB0)
fb_Flanke
iNewData = 16#2F45
byStatus = 16#0C
iValue_1 = 16#00CD
iValue_2 = 16#0034
LogicCheckOK = 16#00002F45
LogicChecknOK = 16#00000000

IF wEL1262_State.3 AND NOT bEL1262_WC THEN

    fb_SENT(byInput:=byInput); (* Call Sent functionblock *)

    fb_Flanke(CLK:=fb_SENT.bNewData); (* if new Data are available *)
    IF fb_Flanke.Q THEN
        iNewData:=iNewData+1; (* Counter: Counts up ++1 if a sent protocol received *)
        byStatus:=fb_SENT.arSentData[0];
        iValue_1:=BYTE_TO_WORD(fb_SENT.arSentData[3])+ROL(BYTE_TO_WORD(fb_SENT.arSentData[4])*16#F;
        (* Only for Slave which mirror the Data nibbles *)
        IF (fb_SENT.arSentData[1]+fb_SENT.arSentData[6])=15 THEN
            LogicCheckOK:=LogicCheckOK+1;
        ELSE
            LogicChecknOK:=LogicChecknOK+1;
        END_IF
    END_IF
END_IF

```

Abb. 178: Auszug der ST-Implementierung in TwinCAT

Sehen Sie dazu auch

 Beispielprogramme [► 143]

5.8 Zugriff auf TEDS mit EL1262-0050 und EL2262

Mit den beiden Klemmen EL1262-0050 und EL2262 kann eine einfache Kommunikation mit TEDS Modulen als Bestandteil von Sensoren oder Aktoren stattfinden.

Siehe folgendes [Beispiel \(Lesen und Schreiben von TEDS Daten\)](#) [► 146].

U.a. kann mit dem Beispiel die URN ausgelesen werden, um damit weitere Funktionen anzuwenden.

5.9 Beispielprogramme

● Verwendung der Beispielprogramme

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

Beispiel 1: Frequenzmessung mit induktivem Sensor

 [Download \(https://infosys.beckhoff.com/content/1031/el1262/Resources/zip/1675495563.zip\)](https://infosys.beckhoff.com/content/1031/el1262/Resources/zip/1675495563.zip)

Daten:

- 1 ms Zykluszeit

- 1000 fach Oversampling auf beiden Kanälen

Anschlusschema:

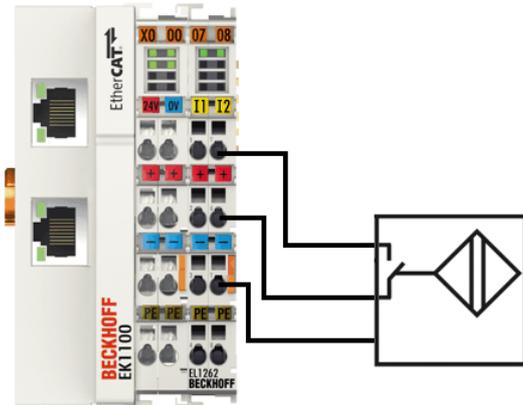


Abb. 179: Verdrahtung für Beispielprogramm 1

Beispiel 2: Mitlesen des SENT-Protokolls

Download TwinCAT 2 (<https://infosys.beckhoff.com/content/1031/el1262/Resources/zip/4241239179.zip>)

Download TwinCAT 3 (<https://infosys.beckhoff.com/content/1031/el1262/Resources/zip/9757494539.zip>)

- Erforderliche Hardware:
 - EL1262-0050
 - EL9505
 - Eine Steuerung die mindestens 1 ms Taskzykluszeit erlaubt (IPC/ CX)

Anschlusschema:

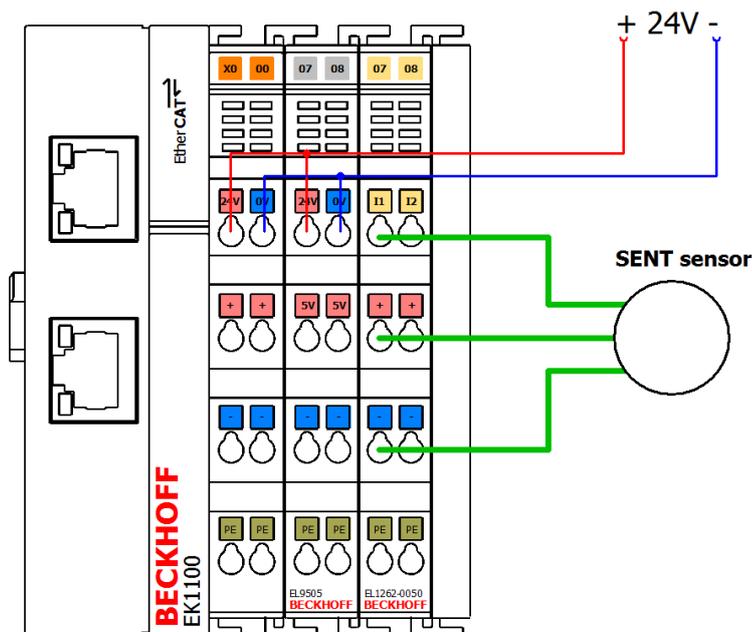


Abb. 180: Verdrahtung für Beispielprogramm 2

Die EL1262-0050 kann mit einem Oversampling von 1 µs arbeiten, so dass 1000 Bit in 1 ms zur Verfügung stehen.

Eine SENT Nachricht hat eine Auflösung von 3 µs pro Digit – daher ist eine Abtastung mit 1 µs für die Interpretation des Signals ausreichend.

Starten des Beispielprogramms

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

Für den Prüfaufbau wurde folgende Hardware und Software verwendet:

- TwinCAT-Master-PC mit Betriebssystem Windows XP Professional SP 3, TwinCAT Version 2.10 (Build 1330) und INTEL PRO/100 VE Ethernet-Adapter
- Beckhoff EtherCAT Koppler EK1100, Klemmen EL1262 und EL9011
- Induktiver, positiv schaltender Näherungsschalter in 3-Leitertechnik, max. Schaltfrequenz: 3000 Hz

Vorgehensweise zum Starten des Programms

- Nach Klick auf den Download-Button speichern Sie das Zip-Archiv lokal auf ihrer Festplatte und entpacken die *.TSM (Konfigurationsdatei und *.PRO (PLC-Programmdatei) in einem temporären Arbeitsordner
- Start der *.TSM-Datei und *.PRO Datei; der TwinCAT-System Manager und die TwinCAT PLC öffnen sich
- Schließen Sie die Hardware entsprechend [Verdrahtung für Beispielprogramm 1 \[► 142\]](#) an (anstatt des induktiven Näherungsschalters können auch andere elektrische oder mechanische Schaltelemente mit Schließfunktion verwendet werden) und verbinden Sie den Ethernet-Adapter ihres PCs mit dem EtherCAT-Koppler (weitere Hinweise hierzu finden sie in den entsprechenden Kopplerhandbüchern)
- Auswahl des lokalen Ethernet-Adapters (ggf. mit Echtzeit-Treiber) unter Systemkonfiguration, E/A - Konfiguration, E/A -Geräte, Gerät (EtherCAT); dann unter Karteireiter "Adapter", "Suchen..." den entsprechenden Adapter auswählen und bestätigen (siehe Abb. *Suchen des Ethernet-Adapters + Auswahl und Bestätigung des Ethernet-Adapters*)

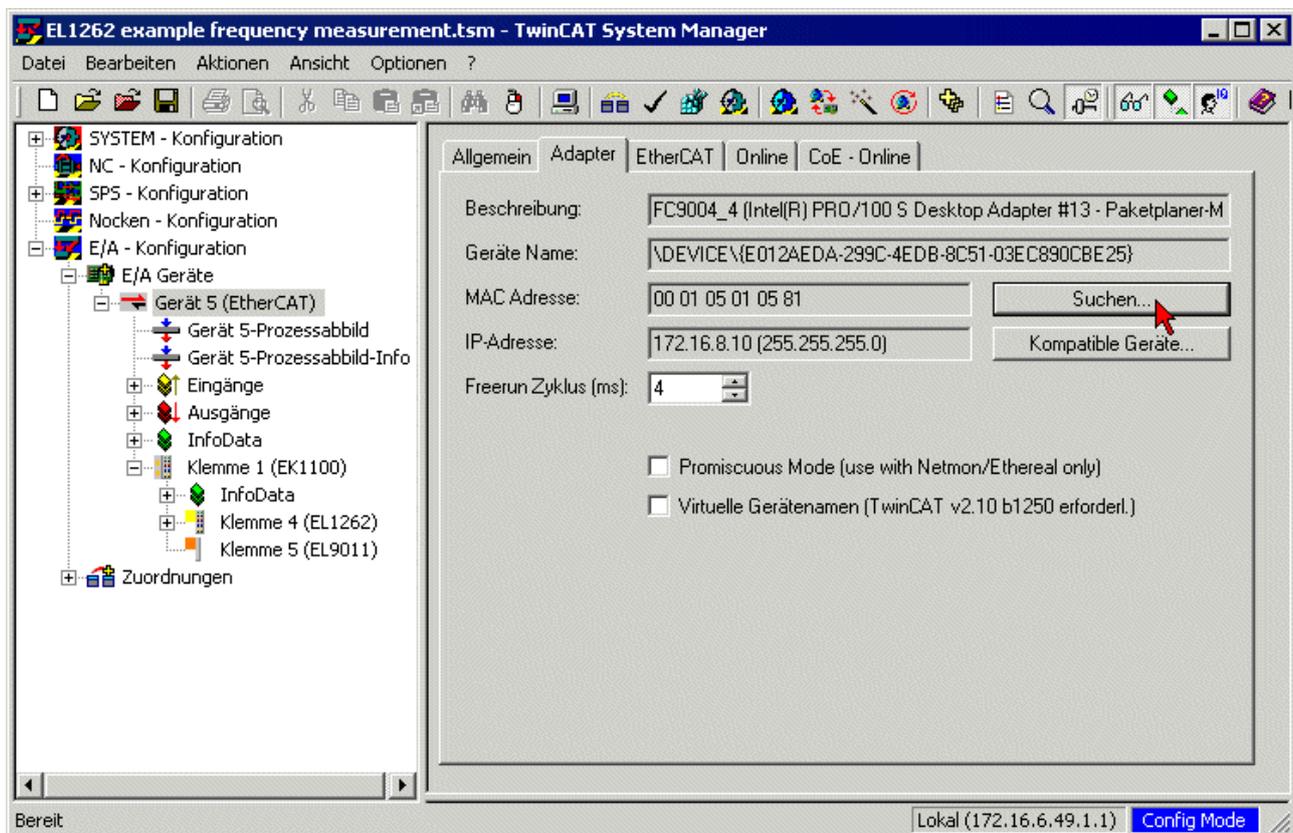


Abb. 181: Suchen des Ethernet-Adapters

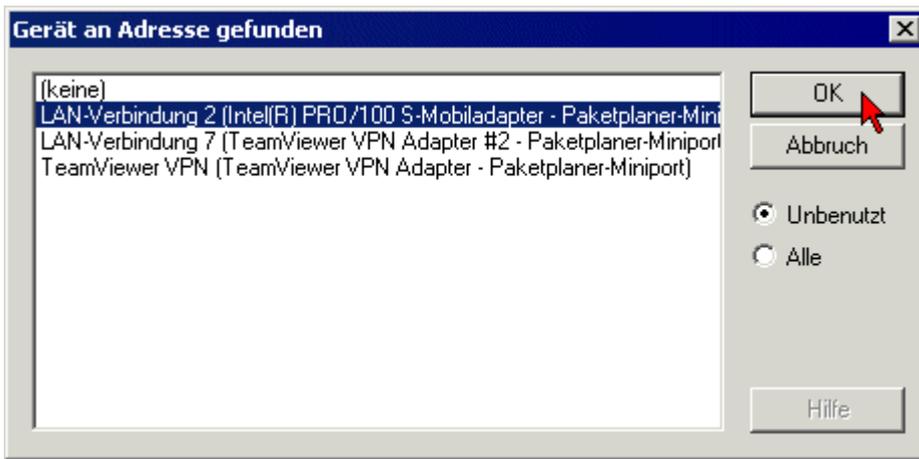


Abb. 182: Auswahl und Bestätigung des Ethernet-Adapters

Aktivierung der Konfiguration und bestätigen (Abb. Aktivierung der Konfiguration + Konfigurationsaktivierung bestätigen)



Abb. 183: Aktivierung der Konfiguration



Abb. 184: Konfigurationsaktivierung bestätigen

- Neue Variablenzuordnung bestätigen, Neustart im RUN-Modus (Abb. Variablenzuordnung erzeugen + Neustart TwinCAT im RUN-Modus)



Abb. 185: Variablenzuordnung erzeugen



Abb. 186: Neustart TwinCAT im RUN-Modus

- In der TwinCAT PLC unter Menü "Projekt" -> "Alles Übersetzen" das Projekt übersetzen (Abb. *Projekt übersetzen*)

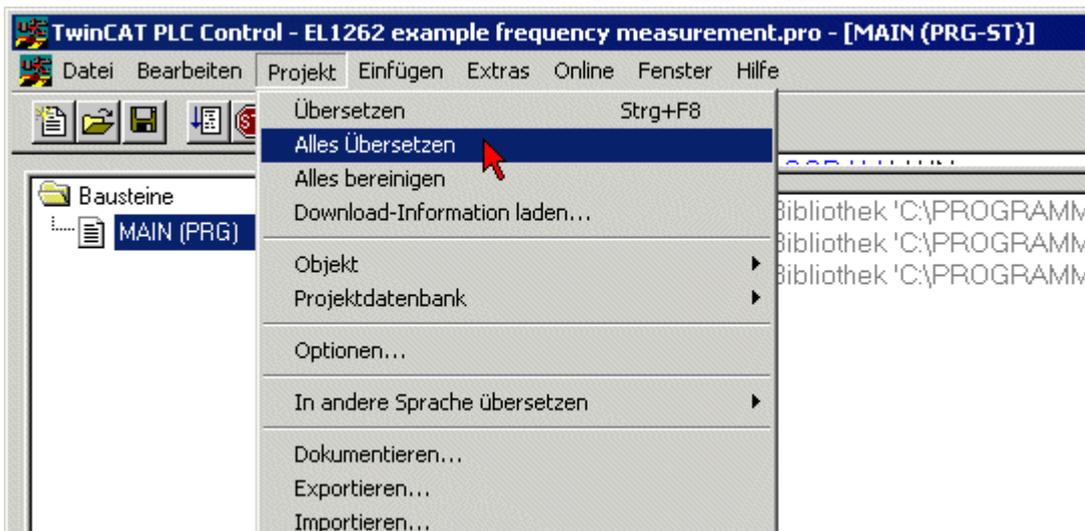


Abb. 187: Projekt übersetzen

- In der TwinCAT PLC: Einloggen mit der Taste "F11", Laden des Programms bestätigen (Abb. *Programmstart bestätigen*), Start des Programms mit Taste "F5"



Abb. 188: Programmstart bestätigen

Beispiel 3: Lesen und Schreiben von TEDS Daten

Programmbeschreibung/ Funktion

In diesem Beispielprogramm wird ein Weg aufgezeigt wie die Daten eines separaten TEDS-Moduls gelesen/ geschrieben werden können (TEDS = Transducer Electronic Data Sheet). Solche TEDS-Module sind am Markt für Nachrüstungen von Sensoren oder Aktoren verfügbar, um das Gerät nach der Installation zu identifizieren oder spezifische Daten auszulesen (Kalibrierung, Hersteller, ..). In diesem Beispiel wurde ein HBM TEDS 1-TEDS-BOARD-L, Stand 2018 verwendet.

Dieses Beispielprogramm ist ausdrücklich als Machbarkeitsdemonstration gedacht, ein Anspruch auf Interoperabilität mit beliebigen TEDS-Modulen besteht nicht. Es obliegt dem Anwender die hier formulierten Methoden auf seine eigene Implementation zu übertragen.

Diese Demonstration deckt nicht im Sensor integrierte TEDS-Module ab, die auf den Sensorleitungen kommunizieren. Dies ist so bei IEPE (Schwingung, Vibration) oder Dehnungsmessstreifen/Messbrücken üblich. Der Anschluss eines mit TEDS ausgerüsteten IEPE-Sensors ist u.a. an die Beckhoff ELM3602/ ELM3604 Klemmen möglich.

Folgender Aufbau ist erforderlich:

[EK1100] + [EL2262] + [EL9505] + [EL1262-0050] + EL9011

Der Aufbau kann 2 TEDS-Module ansteuern, hier wird nur der 1-kanalige Betrieb aufgezeigt.

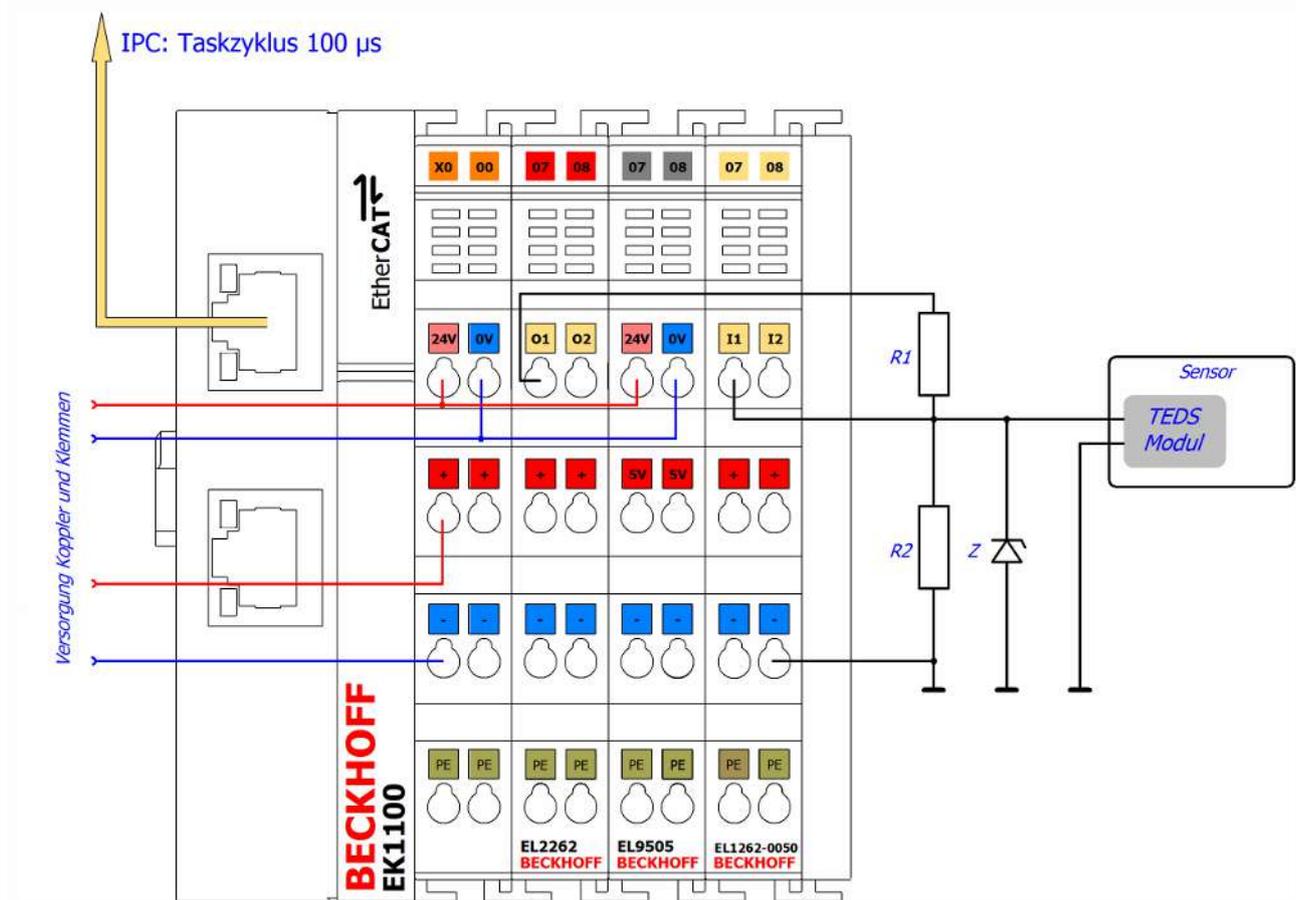


Abb. 189: Verdrahtung für Beispielprogramm 3

Der Spannungsteiler kann z.B. mit $R1 = 2180 \Omega$ (z.B. $680 \Omega + 1500 \Omega$) und $R2 = 680 \Omega$ dimensioniert werden; die Z-Diode mit $Z = 5,1 V$.

Hinweise zum Programm (Visualisierung)

Es ist zunächst die URN auszulesen (A). Nur damit sind weitere Funktionen anwendbar.

Das Programm ermittelt die URN für jedes Bit mit einer Neuinitialisierung des Moduls, da die Klemme für den Eingang einen zu großen Zeitversatz hervorruft (siehe Angabe oben rechts „Bit repeat count“).

Das Schreiben von Daten kann wahlweise durch Eingabe von (B) Hexadezimalwerten oder (C) einer Textzeichenkette (ASCII) erfolgen (Hexadezimalwerte müssen mit Leerzeichen getrennt in dem Textfeld vorliegen). Welche der beiden Eingaben für das Schreiben verwendet werden soll kann mit dem Kontrollkästchen „Write ASCII data“ (E) bestimmt werden:

A
GET URN

Family Code: 0x23 0x3E 0xCD 0x68 0x02 0x00 0x00

Serial No.: 0x5B

CRC: 0x5B

	Data (hex):
#1:	44 69 65 20 49 44 20 64 65 73 20 54 45 44 53 20 28 54 72 61 6E 73 64 75 63 65 72 20 45 6C 65 63
#2:	74 72 6F 6E 69 63 20 44 61 74 61 20 53 68 65 65 74 29 20 69 73 74 20 64 69 65 20 55 52 4E 20 28
#3:	55 6E 69 71 75 65 20 52 65 67 69 73 74 72 61 74 69 6F 6E 20 4E 75 6D 62 65 72 29 20 6D 69 74 20
#4:	46 61 6D 69 6C 79 43 6F 64 65 2C 53 65 72 69 65 6E 2D 4E 75 6D 6D 65 72 20 75 6E 64 20 43 52 43

TEDS module info:

Module supported: ● ●

Address space: 512

Scratchpad size: 32

Page size: 32

Write supported: ● ●

2 byte addressing: ● ●

Application register: ● ●

CRC valid: ● ●

C Data (ASCII): Die ID des TEDS (Transducer Electronic Data Sheet) ist die URN (Unique Registration Number) mit FamilyCode, Serien-Nummer und CRC E Write ASCII data

D
READ MEM

TEDS address: 384 + 128 - 128

WRITE MEM

page: 12 + -

Execute command

Write complete read size G

Include application register (hex): H

Command: 0x2004000C

00 00 00 00 00 00 00 00

Status: 0 (no error)

Abb. 190: Visualisierung des Beispielprogramms zu TEDS mit EL1262-0050 und EL2262

Die Grundlegende Funktion nach der Ermittelten URN ist (D) das Lesen (READ MEM) und Schreiben (WRITE MEM) von TEDS Daten. Durch absetzen eines solchen Kommandos wird in dem Textfeld (H) die zugehörige Kommandoanweisung erzeugt und kann auch verändert sowie dann mit „Execute command“ ausgeführt werden. Über +/- kann eine Änderung der Adresse erfolgen. Sowohl die Startadresse als auch "page" kann für Schreib-/ Lesezugriffe direkt eingegeben werden.

Die hexadezimal dargestellten Daten (B) des Textfeldes #1 bis #4 stellen je 32 Byte von insgesamt 128 Byte des Schreib/ Lesebuffers dar, wie er in dem Beispielprogramm konfiguriert ist. Wird das Kontrollkästchen „Complete read size“ (G) deaktiviert, wird i.d.R. nur der Inhalt vom Textfeld #1 für das Schreiben verwendet (es sei denn, das Modul besitzt Seitenspeicheradressen > 32 Byte). Dementsprechend werden von den ASCII Daten nur die ersten Zeichen geschrieben. In jedem Fall werden die Anzahl Bytes verwendet, wie seitens des TEDS Moduls für eine "page" konfiguriert ist. Zu beachten ist, dass das Modul i.d.R. nur Schreibzugriffe auf Adressen zulässt, die ein Vielfaches einer Seitenspeichergröße sind. Somit führt z.B. bei einer Seitenspeichergröße von 32 Bytes und der Eingabe einer Adresse 234 ein WRITE MEM Befehl zu einer Fehlermeldung 0x35 'writing fail'. Wird jedoch die Adresse 352 verwendet, ist das gültig und es kommt zu keinen Fehler.

Zudem erlaubt (G) „Include application register“ auch die Auswahl, ob das Applikationsregister beschrieben oder gelesen werden soll.

Download:

<https://infosys.beckhoff.com/content/1031/el1262/Resources/zip/5750275595.zip>

Informationen zur TEDS-Funktionalität der ELM3xxx befinden sich im Kapitel „ELM Features/ TEDS“.

Vorbereitungen zum Starten des Beispielprogramms (tnzip - Datei/ TwinCAT 3)

- Nach Klick auf den Download-Button speichern Sie das Zip-Archiv lokal auf ihrer Festplatte und entpacken die *.tnzip -Archivdatei in einem temporären Ordner.

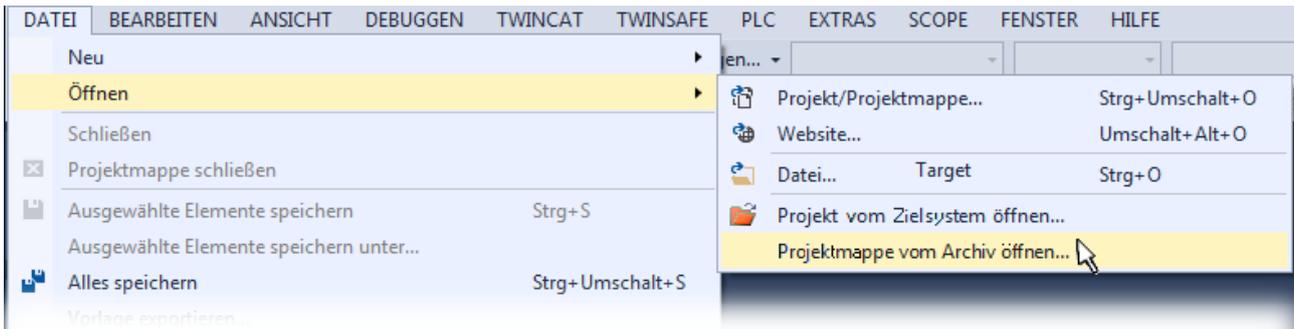


Abb. 191: Öffnen des *.tnzip - Archives

- Wählen Sie die zuvor entpackte .tnzip Datei (Beispielprogramm) aus.
- Ein weiteres Auswahlfenster öffnet sich: wählen nun Sie das Zielverzeichnis, wo das Projekt gespeichert werden soll.
- Die generelle Vorgehensweise für die Inbetriebnahme der PLC bzw. dem Start des Programms kann u. a. den Klemmen-Dokumentationen oder der EtherCAT-Systemdokumentation entnommen werden.
- Das EtherCAT Gerät im Beispiel ist in der Regel. zuvor ihrem vorliegenden System bekannt zu machen. Verwenden Sie nach Auswahl des EtherCAT Gerätes im „Projektmappen-Explorer“ rechtsseitig den Karteireiter „Adapter“ und Klicken „Suchen...“:

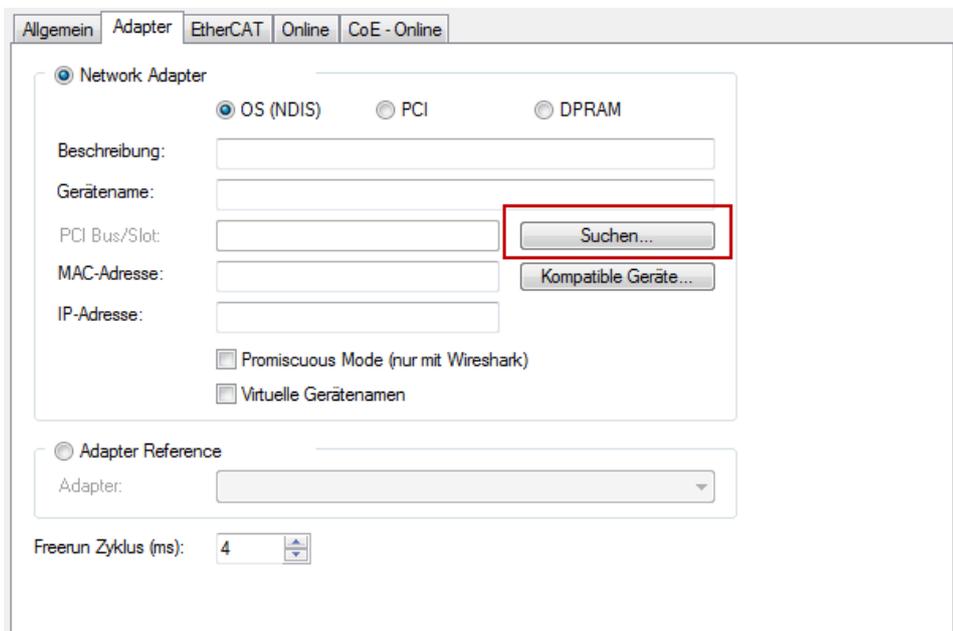
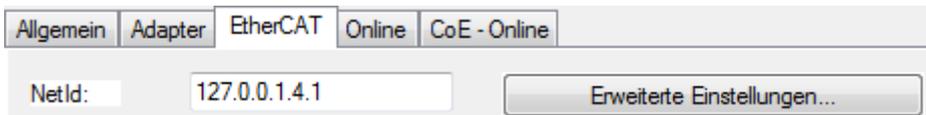


Abb. 192: Suche der bestehenden HW-Konfiguration zur bestehenden EtherCAT-Konfiguration

- Überprüfen der NetId: der Karteireiter „EtherCAT“ des EtherCAT Gerätes zeigt die konfigurierte NetId:



Diese muss mit den ersten vier Zahlenwerten mit der Projekt-NetId des Zielsystems übereinstimmen. Die NetId des Projektes kann oben in einem Textfeld der TwinCAT-Umgebung eingesehen werden. Ein pull-down Menü kann durch einen Klick rechts im Textfeld geöffnet werden; dort ist zu jedem Rechnernamen eines Zielsystems die NetId in Klammern angegeben.

- Ändern der NetId: mit einem Rechtsklick auf „Gerät EtherCAT“ im Projektmappen-Explorer öffnet sich das Kontextmenü, in dem „Ändern der NetId“ auszuwählen ist. Die ersten vier Zahlen der NetId des Projektes sind einzutragen. die beiden letzten Werte sind in der Regel 4.1.
Beispiel:
 - NetId des Projektes: myComputer (123.45.67.89.1.1)
 - Eintrag per „Change NetId...“: 123.45.67.89.4.1

6 Anhang

6.1 EtherCAT AL Status Codes

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

6.2 Firmware Kompatibilität

Die Klemmen der EL12xx Serie verfügen über keine Firmware.

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

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

HINWEIS

Nur TwinCAT 3 Software verwenden!

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

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

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

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

Speicherorte

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

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

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

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

Vereinfachtes Update per Bundle-Firmware

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

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

Nach dem Update sollte eine Erfolgskontrolle durchgeführt werden

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

HINWEIS

Beschädigung des Gerätes möglich!

- ✓ Beim Herunterladen von neuen Gerätedateien ist zu beachten

a) Das Herunterladen der Firmware auf ein EtherCAT-Gerät darf nicht unterbrochen werden.

b) Eine einwandfreie EtherCAT-Kommunikation muss sichergestellt sein, CRC-Fehler oder LostFrames dürfen nicht auftreten.

c) Die Spannungsversorgung muss ausreichend dimensioniert, die Pegel entsprechend der Vorgabe sein.

⇒ Bei Störungen während des Updatevorgangs kann das EtherCAT-Gerät ggf. nur vom Hersteller wieder in Betrieb genommen werden!

6.3.1 Gerätebeschreibung ESI-File/XML

HINWEIS

ACHTUNG bei Update der ESI-Beschreibung/EEPROM

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

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

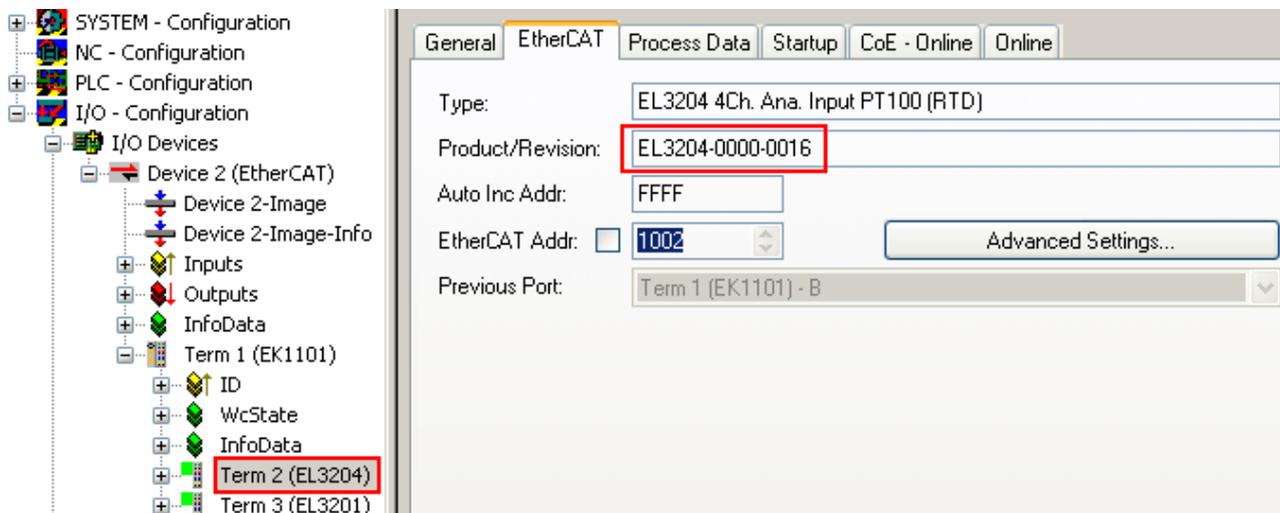


Abb. 193: Geräteerkennung aus Name EL3204-0000 und Revision -0016

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

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

i Update von XML/ESI-Beschreibung

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

Anzeige der Slave-Kennung ESI

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

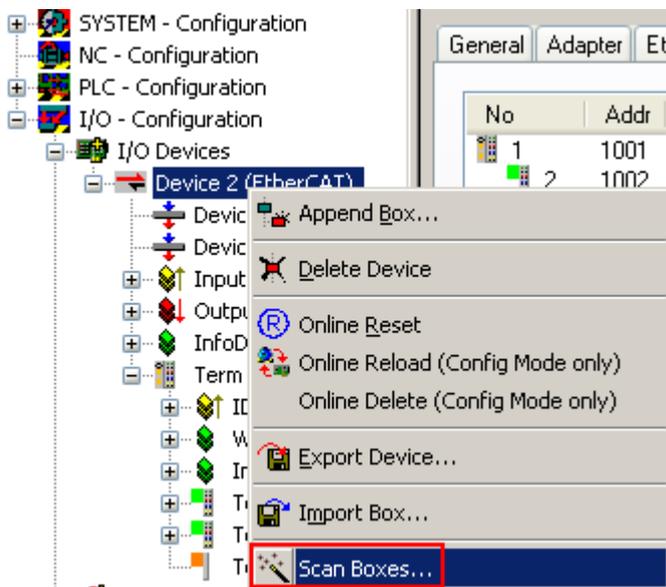


Abb. 194: Rechtsklick auf das EtherCAT Gerät bewirkt das Scannen des unterlagerten Feldes

Wenn das gefundene Feld mit dem konfigurierten übereinstimmt, erscheint



Abb. 195: Konfiguration identisch

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

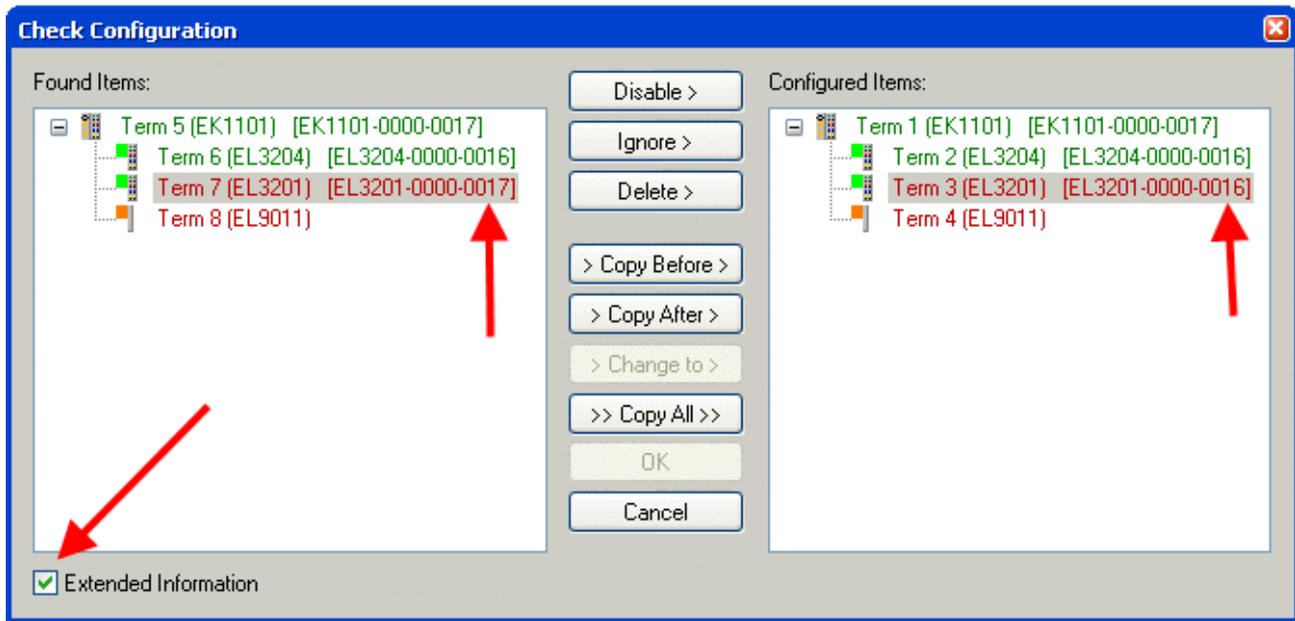


Abb. 196: Änderungsdialog

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*

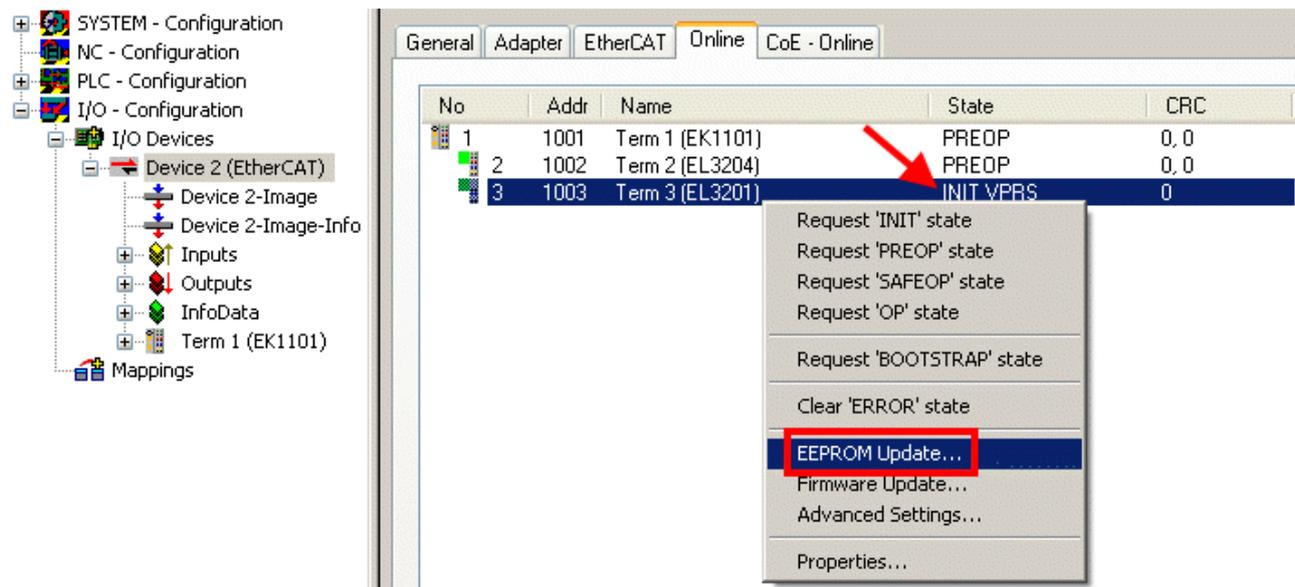


Abb. 197: EEPROM Update

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.

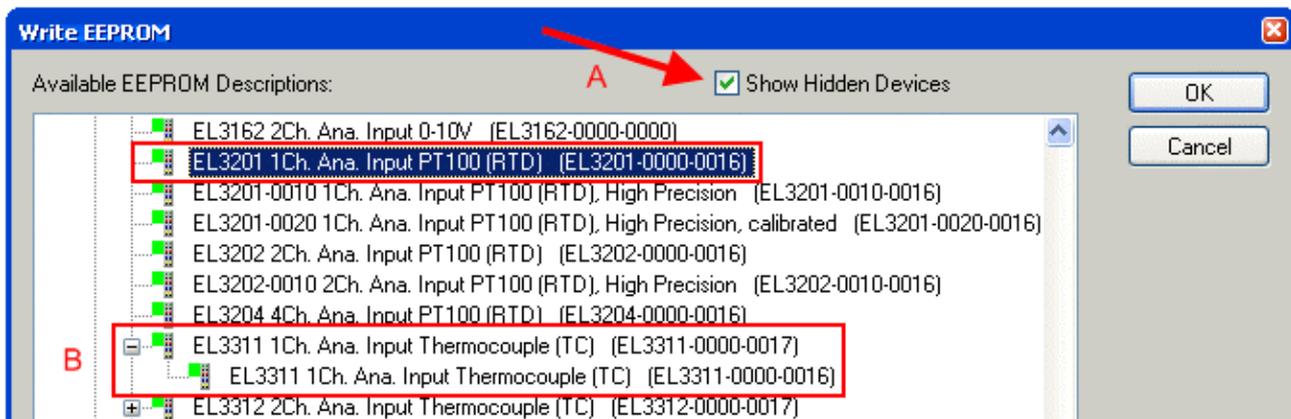


Abb. 198: Auswahl des neuen ESI

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

i 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.

6.3.2 Erläuterungen zur Firmware

Versionsbestimmung der Firmware

Versionsbestimmung nach Laseraufdruck

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

KK - Produktionswoche (Kalenderwoche)

YY - Produktionsjahr

FF - Firmware-Stand

HH - Hardware-Stand

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

12 - Produktionswoche 12

10 - Produktionsjahr 2010

03 - Firmware-Stand 03

02 - Hardware-Stand 02

Versionsbestimmung mit dem System-Manager

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

i CoE-Online und Offline-CoE

Es existieren zwei CoE-Verzeichnisse:

- **online:** es wird im EtherCAT Slave vom Controller angeboten, wenn der EtherCAT Slave dies unterstützt. Dieses CoE-Verzeichnis kann nur bei angeschlossenem und betriebsbereitem Slave angezeigt werden.
- **offline:** in der EtherCAT Slave Information ESI/XML kann der Default-Inhalt des CoE enthalten sein. Dieses CoE-Verzeichnis kann nur angezeigt werden, wenn es in der ESI (z. B. „Beckhoff EL5xx.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.

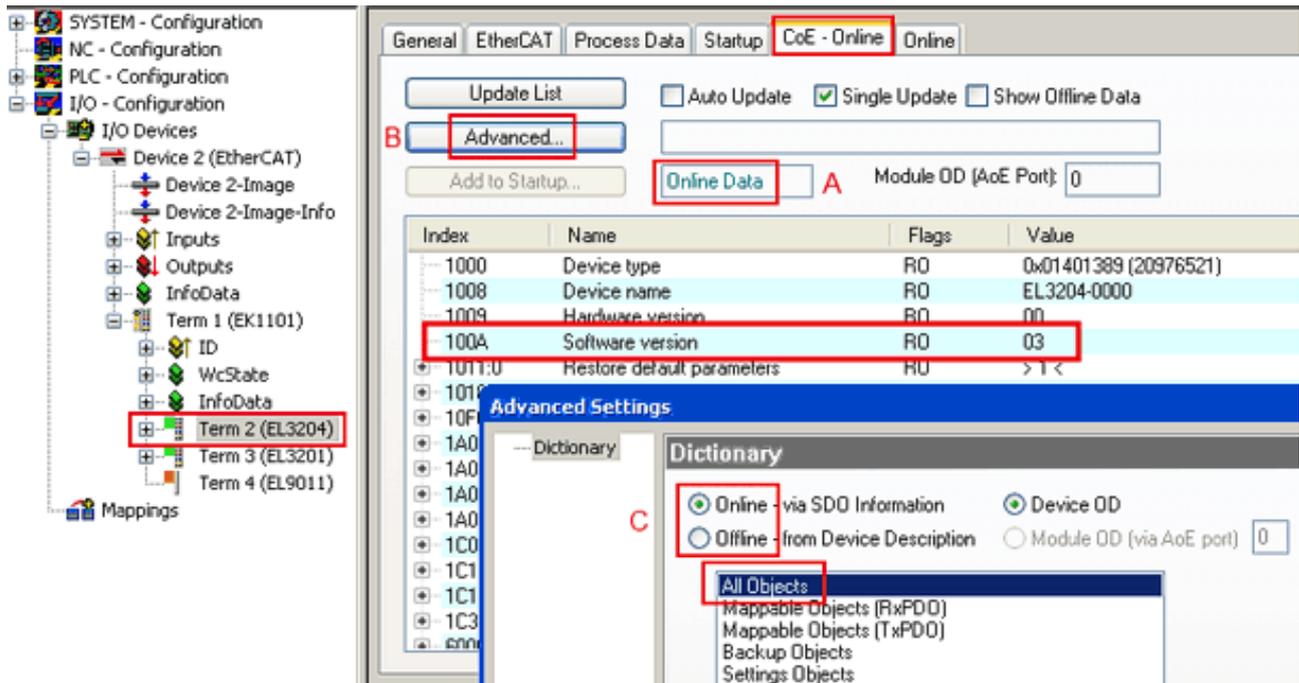


Abb. 199: Anzeige FW-Stand EL3204

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.

6.3.3 Update Controller-Firmware *.efw

i CoE-Verzeichnis

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

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

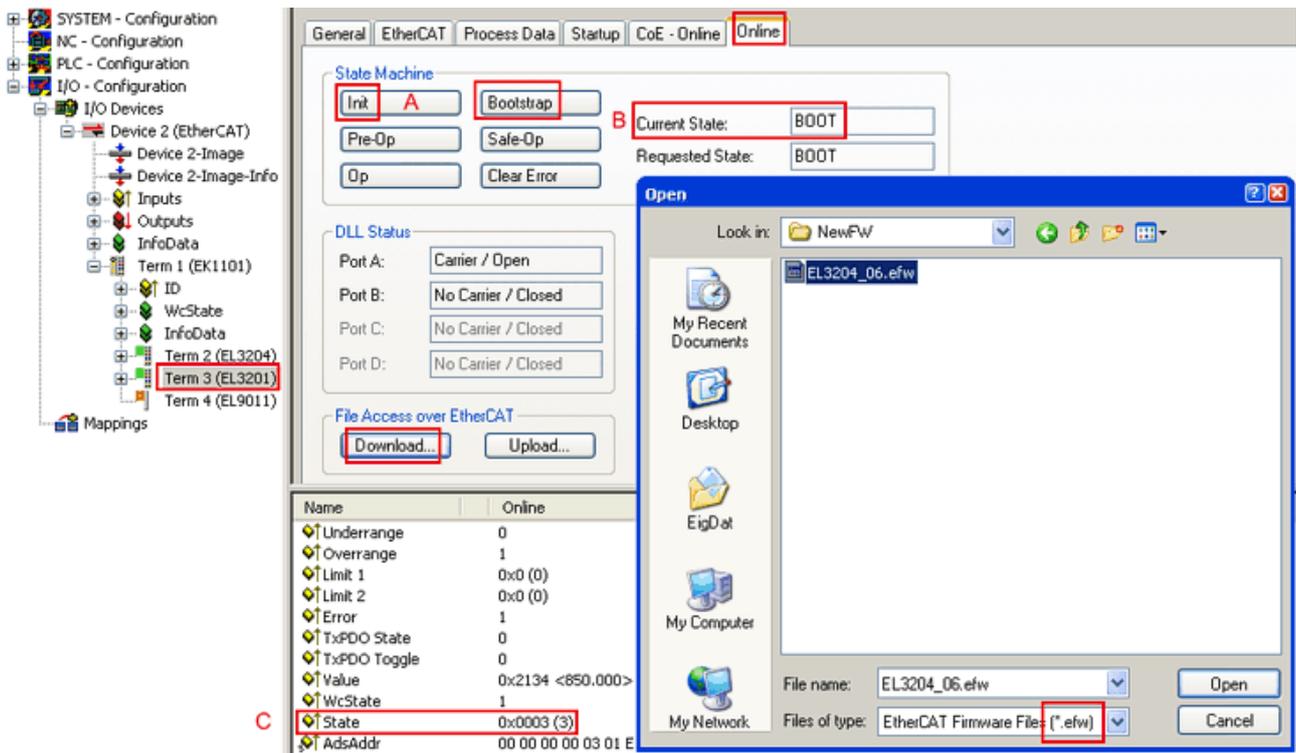
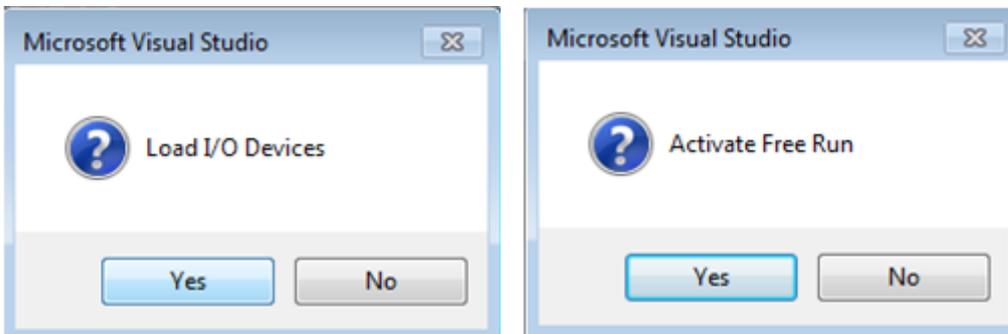


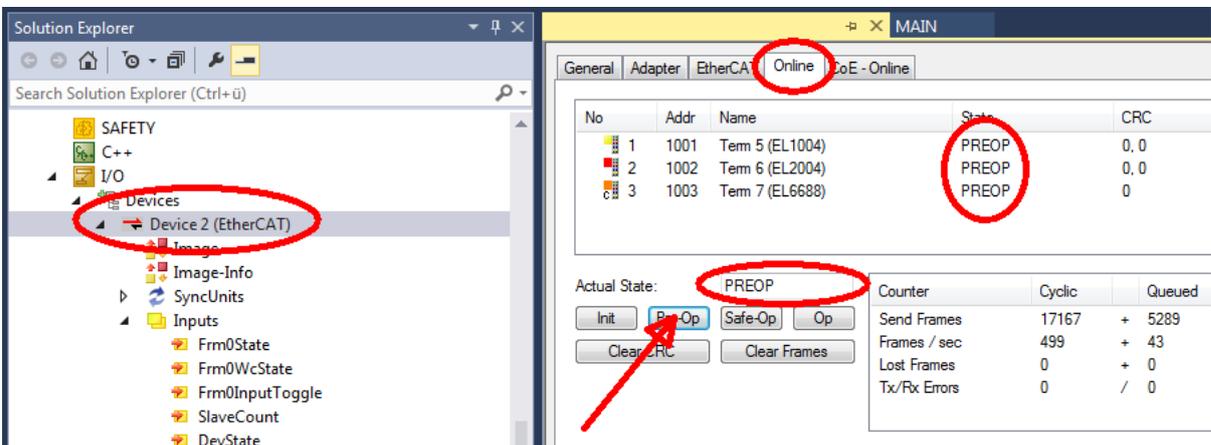
Abb. 200: Firmware Update

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

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

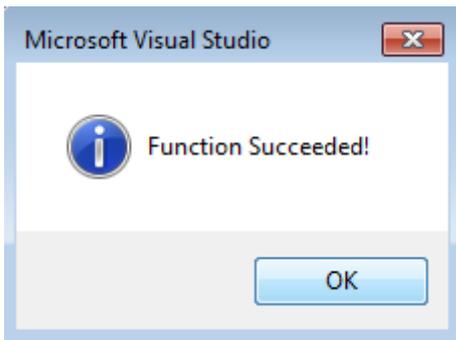


- EtherCAT Master in PreOP schalten



- Slave in INIT schalten (A)
- Slave in BOOTSTRAP schalten

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



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

6.3.4 FPGA-Firmware *.rbf

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

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

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

Versionsbestimmung mit dem System-Manager

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

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

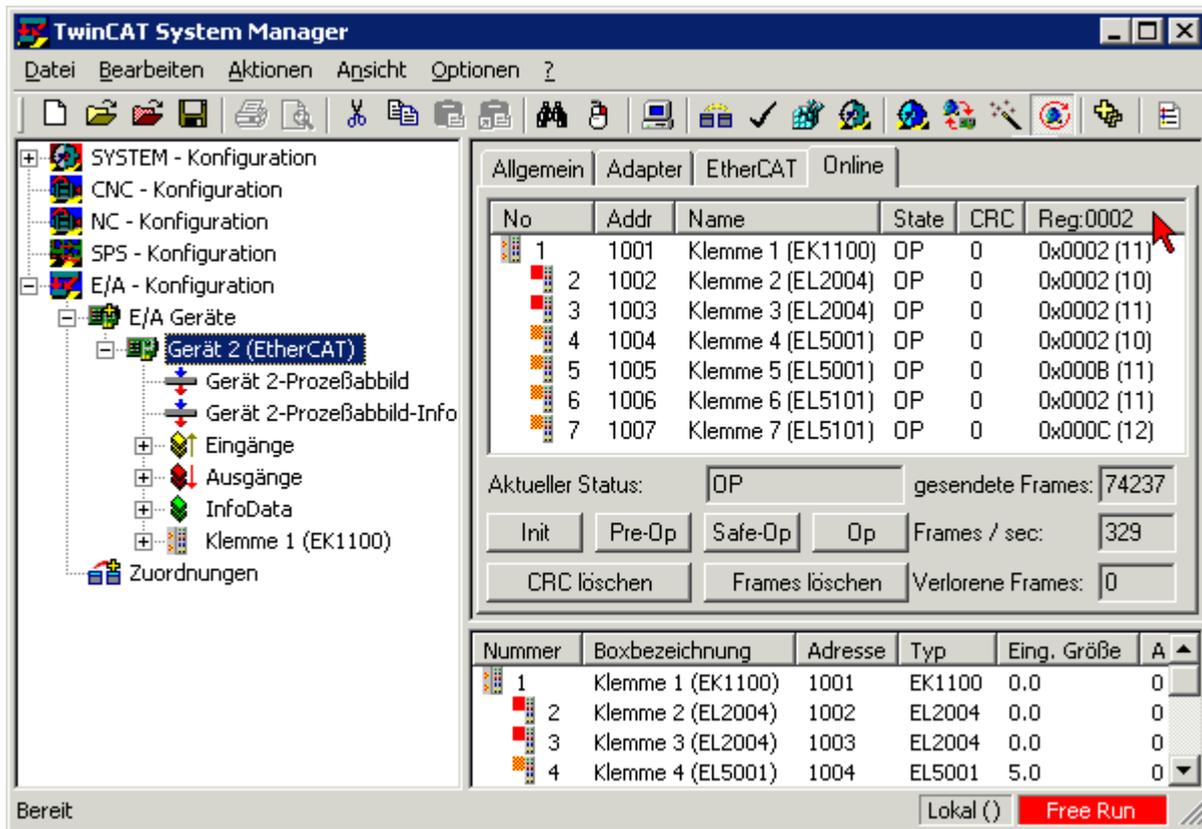
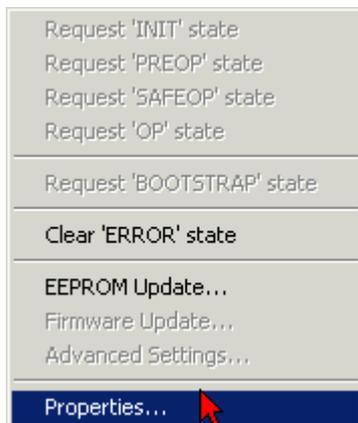


Abb. 201: Versionsbestimmung FPGA-Firmware

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. 202: 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.

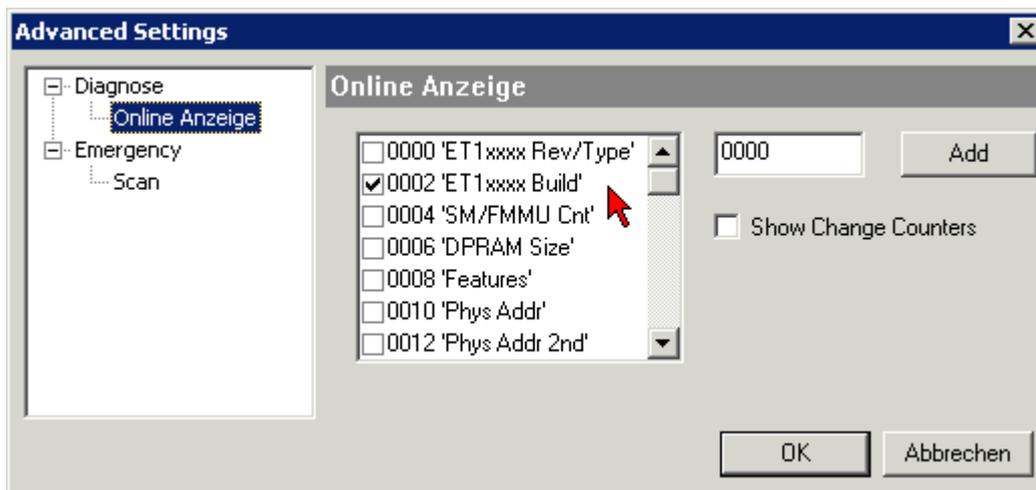


Abb. 203: Dialog *Advanced settings*

Update

Für das Update der FPGA-Firmware

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

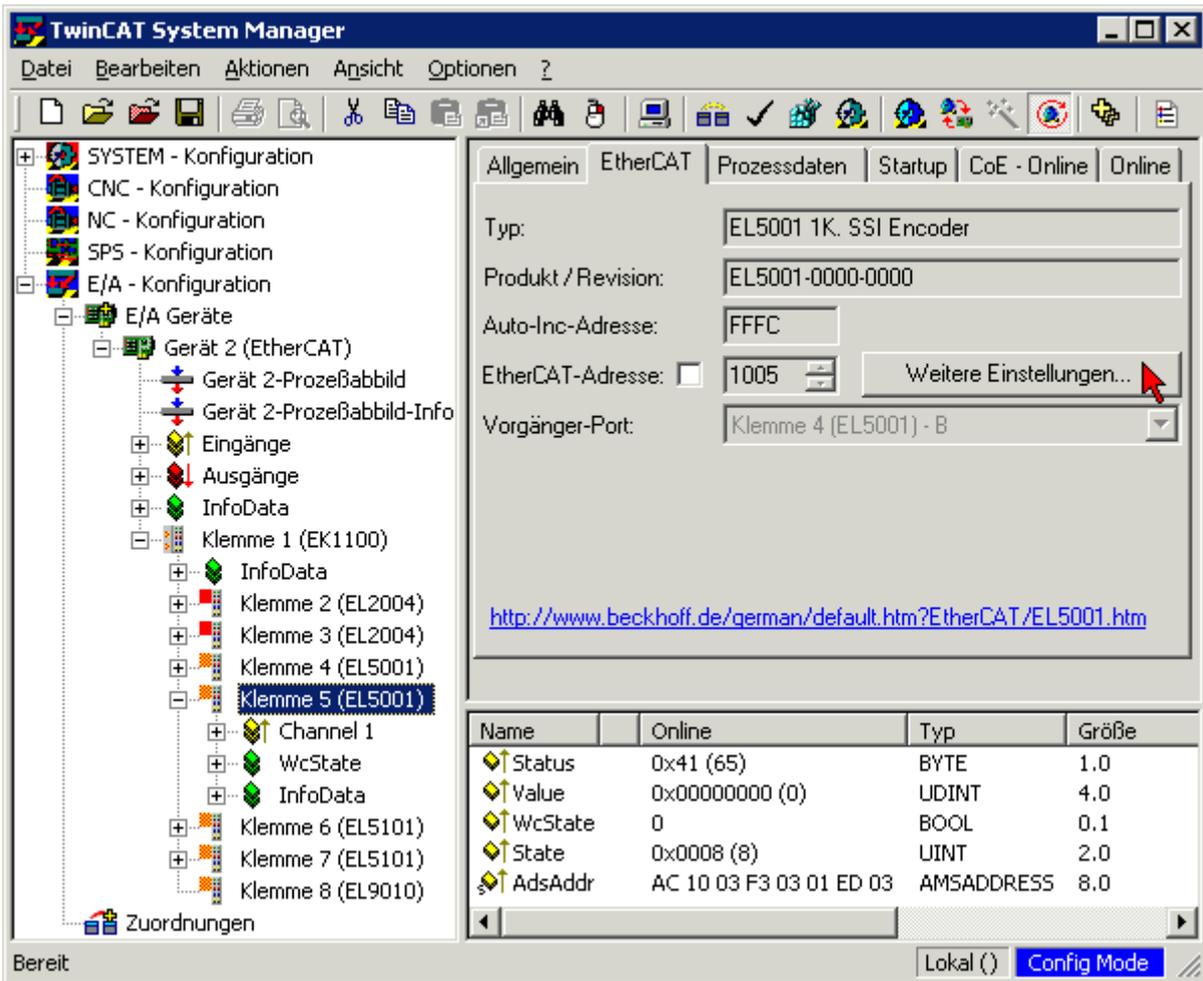
Ältere Firmware-Stände können nur vom Hersteller aktualisiert werden!

Update eines EtherCAT-Geräts

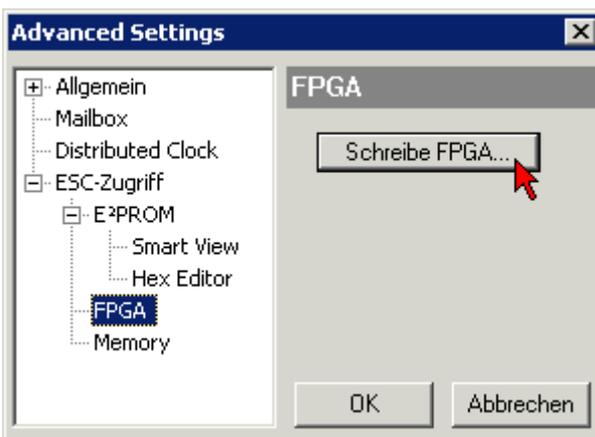
Es ist folgender Ablauf einzuhalten, wenn keine anderen Angaben z. B. durch den Beckhoff Support vorliegen:

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

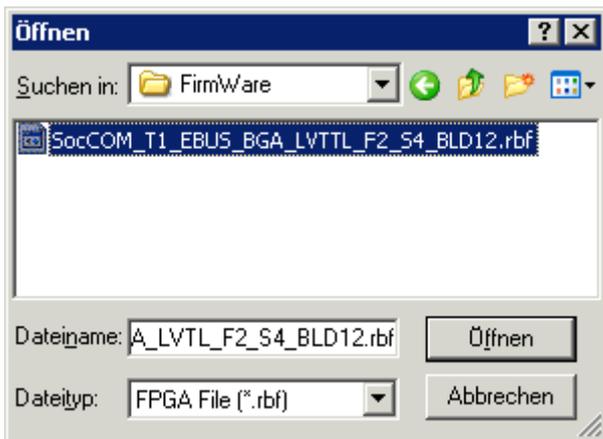
- Wählen Sie im TwinCAT System-Manager die Klemme an, deren FPGA-Firmware Sie aktualisieren möchten (im Beispiel: Klemme 5: EL5001) und klicken Sie auf dem Karteireiter *EtherCAT* auf die Schaltfläche *Weitere Einstellungen*:



- Im folgenden Dialog *Advanced Settings* klicken Sie im Menüpunkt *ESC-Zugriff/E²PROM/FPGA* auf die Schaltfläche *Schreibe FPGA*:



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



- Abwarten bis zum Ende des Downloads
- Slave kurz stromlos schalten (nicht unter Spannung ziehen!). Um die neue FPGA-Firmware zu aktivieren ist ein Neustart (Aus- und Wiedereinschalten der Spannungsversorgung) des EtherCAT-Geräts erforderlich
- Kontrolle des neuen FPGA-Standes

HINWEIS

Beschädigung des Gerätes möglich!

Das Herunterladen der Firmware auf ein EtherCAT-Gerät dürfen Sie auf keinen Fall unterbrechen! Wenn Sie diesen Vorgang abbrechen, dabei die Versorgungsspannung ausschalten oder die Ethernet-Verbindung unterbrechen, kann das EtherCAT-Gerät nur vom Hersteller wieder in Betrieb genommen werden!

6.3.5 Gleichzeitiges Update mehrerer EtherCAT-Geräte

Die Firmware von mehreren Geräten kann gleichzeitig aktualisiert werden, ebenso wie die ESI-Beschreibung. Voraussetzung hierfür ist, dass für diese Geräte die gleiche Firmware-Datei/ESI gilt.

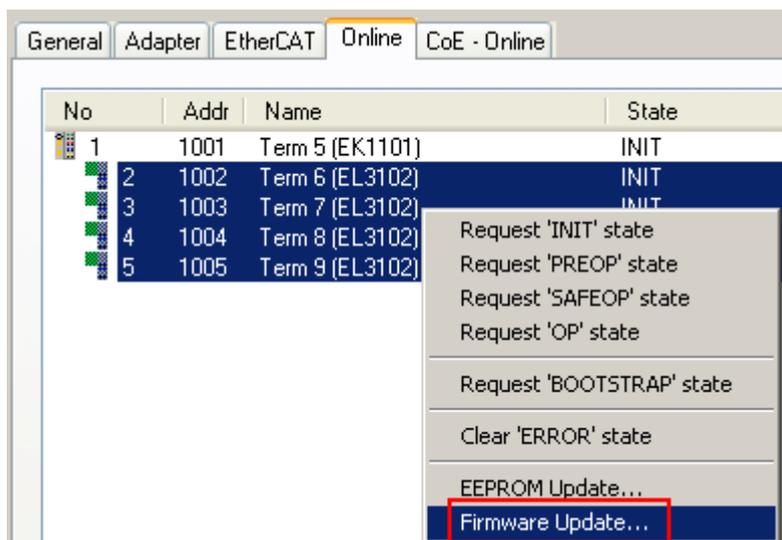


Abb. 204: Mehrfache Selektion und FW-Update

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

6.4 Wiederherstellen des Auslieferungszustandes

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

The screenshot shows the 'CoE - Online' tab in the TwinCAT System Manager. A table lists various PDO objects. The object '1011:01 SubIndex 001' is selected, and a red arrow points to it. Below the table is a detailed view of the selected object's properties.

Index	Name	Flags	Wert
1000	Device type	RO	0x00001389 (5001)
1008	Device name	RO	EL5101
1009	Hardware version	RO	09
100A	Software version	RO	10
1011:0	Restore default parameters	RO	> 1 <
1011:01	SubIndex 001	RW	0x00000000 (0)
1018:0	Identity	RO	> 4 <

Name	Typ	Größe	>Adre...	Ein/Aus	User ID	Verknüpft mit
Status	USINT	1.0	26.0	Eingang	0	
Value	UINT	2.0	27.0	Eingang	0	
Latch	UINT	2.0	29.0	Eingang	0	
WcState	BOOL	0.1	1522.0	Eingang	0	
State	UINT	2.0	1550.0	Eingang	0	
AdsAddr	AMSADDRESS	8.0	1552.0	Eingang	0	
netId	ARRAY Tn....	6.0	1552.0	Eingang	0	

Abb. 205: Auswahl des PDO *Restore default parameters*

Durch Doppelklick auf *SubIndex 001* gelangen Sie in den Set Value -Dialog. Tragen Sie im Feld *Dec* den Wert **1684107116** oder alternativ im Feld *Hex* den Wert **0x64616F6C** ein und bestätigen Sie mit OK (Abb. *Eingabe des Restore-Wertes im Set Value Dialog*).

Alle Backup-Objekte werden so in den Auslieferungszustand zurückgesetzt.

The 'Set Value Dialog' window is shown with the following fields and values:

- Dec: 1684107116
- Hex: 0x64616F6C
- Float: 1684107116
- Bool: 0
- Binär: 6C 6F 61 64
- Bitgröße: 32 (selected)

The 'OK' button is highlighted with a red arrow.

Abb. 206: Eingabe des Restore-Wertes im Set Value Dialog

● Alternativer Restore-Wert

I 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!

6.5 Support und Service

Beckhoff und seine weltweiten Partnerfirmen bieten einen umfassenden Support und Service, der eine schnelle und kompetente Unterstützung bei allen Fragen zu Beckhoff Produkten und Systemlösungen zur Verfügung stellt.

Beckhoff Niederlassungen und Vertretungen

Wenden Sie sich bitte an Ihre Beckhoff Niederlassung oder Ihre Vertretung für den lokalen Support und Service zu Beckhoff Produkten!

Die Adressen der weltweiten Beckhoff Niederlassungen und Vertretungen entnehmen Sie bitte unseren Internetseiten: <https://www.beckhoff.de>

Dort finden Sie auch weitere Dokumentationen zu Beckhoff Komponenten.

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

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
Internet: <https://www.beckhoff.de>

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1	EL5021 EL-Klemme, Standard IP20-IO-Gerät mit Seriennummer/ Chargennummer und Revisionskennzeichnung (seit 2014/01)	9
Abb. 2	EK1100 EtherCAT Koppler, Standard IP20-IO-Gerät mit Seriennummer/ Chargennummer	9
Abb. 3	CU2016 Switch mit Seriennummer/ Chargennummer	10
Abb. 4	EL3202-0020 mit Seriennummer/ Chargennummer 26131006 und eindeutiger ID-Nummer 204418	10
Abb. 5	EP1258-00001 IP67 EtherCAT Box mit Chargennummer/ DateCode 22090101 und eindeutiger Seriennummer 158102	10
Abb. 6	EP1908-0002 IP67 EtherCAT Safety Box mit Chargennummer/ DateCode 071201FF und eindeutiger Seriennummer 00346070	10
Abb. 7	EL2904 IP20 Safety Klemme mit Chargennummer/ DateCode 50110302 und eindeutiger Seriennummer 00331701	11
Abb. 8	ELM3604-0002 Klemme mit eindeutiger ID-Nummer (QR Code) 100001051 und Seriennummer/ Chargennummer 44160201	11
Abb. 9	BIC als Data Matrix Code (DMC, Code-Schema ECC200)	12
Abb. 10	EL1262-0000	14
Abb. 11	EL1262-0050	14
Abb. 12	System Manager Stromberechnung	19
Abb. 13	Karteireiter EtherCAT -> Erweiterte Einstellungen -> Verhalten --> Watchdog	20
Abb. 14	Zustände der EtherCAT State Machine	22
Abb. 15	Karteireiter „CoE-Online“	24
Abb. 16	StartUp-Liste im TwinCAT System Manager	25
Abb. 17	Offline-Verzeichnis	26
Abb. 18	Online-Verzeichnis	27
Abb. 19	Federkontakte der Beckhoff I/O-Komponenten	29
Abb. 20	Montage auf Tragschiene	30
Abb. 21	Demontage von Tragschiene	31
Abb. 22	Linksseitiger Powerkontakt	32
Abb. 23	Standardverdrahtung	34
Abb. 24	Steckbare Verdrahtung	34
Abb. 25	High-Density-Klemmen	35
Abb. 26	Befestigung einer Leitung an einem Klemmenanschluss	36
Abb. 27	Empfohlene Abstände bei Standard-Einbaulage	38
Abb. 28	Weitere Einbaulagen	39
Abb. 29	Korrekte Positionierung	40
Abb. 30	Inkorrekte Positionierung	40
Abb. 31	EL1262-0000	45
Abb. 32	EL1262-0050	46
Abb. 33	Bezug von der Anwender Seite (Inbetriebnahme) zur Installation	48
Abb. 34	Aufbau der Steuerung mit Embedded-PC, Eingabe (EL1004) und Ausgabe (EL2008)	49
Abb. 35	Initiale Benutzeroberfläche TwinCAT 2	50
Abb. 36	Wähle Zielsystem	51
Abb. 37	PLC für den Zugriff des TwinCAT System Managers festlegen: Auswahl des Zielsystems	51
Abb. 38	Auswahl „Gerät Suchen.“	52
Abb. 39	Automatische Erkennung von E/A Geräten: Auswahl der einzubindenden Geräte	52
Abb. 40	Abbildung der Konfiguration im TwinCAT 2 System Manager	53

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

Abb. 87	Kennzeichnung einer online erfassten ESI am Beispiel EL2521	81
Abb. 88	Hinweisfenster fehlerhafte ESI-Datei (links: TwinCAT 2; rechts: TwinCAT 3).....	82
Abb. 89	Anwendung des ESI Updater (>=TwinCAT 2.11).....	83
Abb. 90	Anwendung des ESI Updater (TwinCAT 3)	83
Abb. 91	Anfügen eines EtherCAT Device: links TwinCAT 2; rechts TwinCAT 3	84
Abb. 92	Auswahl EtherCAT Anschluss (TwinCAT 2.11, TwinCAT 3)	84
Abb. 93	Auswahl Ethernet Port	85
Abb. 94	Eigenschaften EtherCAT Gerät (TwinCAT 2).....	85
Abb. 95	Anfügen von EtherCAT Geräten (links: TwinCAT 2; rechts: TwinCAT 3).....	86
Abb. 96	Auswahldialog neues EtherCAT Gerät	86
Abb. 97	Anzeige Geräte-Revision	87
Abb. 98	Anzeige vorhergehender Revisionen.....	87
Abb. 99	Name/Revision Klemme	88
Abb. 100	EtherCAT Klemme im TwinCAT-Baum (links: TwinCAT 2; rechts: TwinCAT 3).....	88
Abb. 101	Unterscheidung Lokalsystem/ Zielsystem (links: TwinCAT 2; rechts: TwinCAT 3)	89
Abb. 102	Scan Devices (links: TwinCAT 2; rechts: TwinCAT 3).....	89
Abb. 103	Hinweis automatischer GeräteScan (links: TwinCAT 2; rechts: TwinCAT 3)	90
Abb. 104	Erkannte Ethernet-Geräte	90
Abb. 105	Beispiel Default-Zustand.....	90
Abb. 106	Einbau EtherCAT-Klemme mit Revision -1018.....	91
Abb. 107	Erkennen EtherCAT-Klemme mit Revision -1019	91
Abb. 108	Scan-Abfrage nach dem automatischen Anlegen eines EtherCAT Gerätes (links: TwinCAT 2; rechts TwinCAT 3)	92
Abb. 109	Manuelles Auslösen des Teilnehmer-Scans auf festgelegtem EtherCAT Device (links: TwinCAT 2; rechts TwinCAT 3)	92
Abb. 110	Scanfortschritt am Beispiel von TwinCAT 2	92
Abb. 111	Abfrage Config/FreeRun (links: TwinCAT 2; rechts TwinCAT 3).....	92
Abb. 112	Anzeige des Wechsels zwischen „Free Run“ und „Config Mode“ unten rechts in der Status- leiste	93
Abb. 113	TwinCAT kann auch durch einen Button in diesen Zustand versetzt werden (links: TwinCAT 2; rechts TwinCAT 3)	93
Abb. 114	Beispielhafte Online-Anzeige	93
Abb. 115	Fehlerhafte Erkennung	94
Abb. 116	Identische Konfiguration (links: TwinCAT 2; rechts TwinCAT 3)	94
Abb. 117	Korrekturdialog	95
Abb. 118	Name/Revision Klemme	96
Abb. 119	Korrekturdialog mit Änderungen	96
Abb. 120	Dialog „Change to Compatible Type...“ (links: TwinCAT 2; rechts TwinCAT 3).....	97
Abb. 121	TwinCAT 2 Dialog Change to Alternative Type	97
Abb. 122	„Baumzweig“ Element als Klemme EL3751	97
Abb. 123	Karteireiter „Allgemein“	98
Abb. 124	Karteireiter „EtherCAT“	98
Abb. 125	Karteireiter „Prozessdaten“	99
Abb. 126	Konfigurieren der Prozessdaten	100
Abb. 127	Karteireiter „Startup“	101
Abb. 128	Karteireiter „CoE - Online“	102
Abb. 129	Dialog „Advanced settings“	103

Abb. 130 Karteireiter „Online“	104
Abb. 131 Karteireiter „DC“ (Distributed Clocks)	105
Abb. 132 Auswahl an Diagnoseinformationen eines EtherCAT Slave	107
Abb. 133 Grundlegende EtherCAT Slave Diagnose in der PLC	108
Abb. 134 EL3102, CoE-Verzeichnis.....	110
Abb. 135 Beispiel Inbetriebnahmehilfe für eine EL3204	111
Abb. 136 Default Verhalten System Manager	112
Abb. 137 Default Zielzustand im Slave	112
Abb. 138 PLC-Bausteine.....	113
Abb. 139 Unzulässige Überschreitung E-Bus Strom	114
Abb. 140 Warnmeldung E-Bus-Überschreitung	114
Abb. 141 Oversampling-PDO der Serie EL37xx und im Vergleich mit EL31xx	115
Abb. 142 Hinzufügen eines Scope Projekts zu einem bereits vorhandenen Projekt	117
Abb. 143 Darstellung der erstellten PLC Feldvariablen („aUI_Samples“) zur Verknüpfung mit oversampling PDOs einer EL3773	118
Abb. 144 Einfügen einer "freien" Task	118
Abb. 145 Task Eigenschaft "Create symbols" ist zu aktivieren.....	119
Abb. 146 Einfügen der zum Oversampling passenden Variablen „Var 1“.....	119
Abb. 147 Setzen der Verknüpfung der PLC Feldvariablen (links: vorhergehender Schritt 2a; rechts: : vorhergehender Schritt 2b).....	120
Abb. 148 Auswahl des EL3773 PDO "L1 Voltage Samples" zum Erstellen eines Links mit der PLC Feldvariablen „aUI_Samples“	120
Abb. 149 Auswahl der oversampling - Variablen mit dem "target browser"	121
Abb. 150 Hinzufügen der "aUI_Samples" Feldvariablen zu "Axis" des Scope	121
Abb. 151 Beispiel einer Messung eines Sinussignals mit 10 Fach Oversampling bei 1 ms Messzykluszeit	122
Abb. 152 Aktivierung des ADS Servers des EtherCAT Device (TwinCAT 3).....	123
Abb. 153 Direkter Zugriff des ScopeView auf PDOs der Klemme	123
Abb. 154 PLC Deklaration.....	125
Abb. 155 PLC im System Manager	125
Abb. 156 Add Variable Type	125
Abb. 157 Definieren des Variablen Typs.....	126
Abb. 158 Übersicht deklarierte Typen.....	126
Abb. 159 Verlinken.....	127
Abb. 160 Array-Variablen einer Oversampling-Klemme	127
Abb. 161 Einstellungen in der zusätzlichen Task.....	127
Abb. 162 Variablenbrowser bis zum Array VAR152	128
Abb. 163 AddSymbol auf dem Array.....	128
Abb. 164 Channel-Einstellungen.....	128
Abb. 165 Aktivieren der Marks	129
Abb. 166 Darstellung einer 10 x Oversampling-Variablen der EL3751 mit dem Scope2.....	130
Abb. 167 Aktivierung des ADS Servers des EtherCAT Device (TwinCAT 2).....	131
Abb. 168 Direkter Zugriff des Scope2 auf PDOs der Klemme	131
Abb. 169 Automatisch berechnete Array-Variable (rot) im Scope2	132
Abb. 170 Auswahldialog Oversamplingfaktoren der EL1262 im TwinCAT SystemManager	134
Abb. 171 Typische Eingangscharakteristik der EL1262, Beckhoff behält sich unangekündigte Änderungen vor!.....	135

Abb. 172 Default-Zustand EL1262.....	136
Abb. 173 Erweiterte Einstellungen EL1262, Distributed Clocks.....	137
Abb. 174 Markieren der Variablen in der Klemme mit der Maus	138
Abb. 175 Rechtsklick, Change Multi Link.....	139
Abb. 176 Entsprechende Variablenmenge aus der Task wählen	140
Abb. 177 SENT Protokoll	141
Abb. 178 Auszug der ST-Implementierung in TwinCAT	142
Abb. 179 Verdrahtung für Beispielprogramm 1	143
Abb. 180 Verdrahtung für Beispielprogramm 2.....	143
Abb. 181 Suchen des Ethernet-Adapters.....	144
Abb. 182 Auswahl und Bestätigung des Ethernet-Adapters	145
Abb. 183 Aktivierung der Konfiguration.....	145
Abb. 184 Konfigurationsaktivierung bestätigen.....	145
Abb. 185 Variablenzuordnung erzeugen.....	145
Abb. 186 Neustart TwinCAT im RUN-Modus.....	146
Abb. 187 Projekt übersetzen.....	146
Abb. 188 Programmstart bestätigen	146
Abb. 189 Verdrahtung für Beispielprogramm 3.....	147
Abb. 190 Visualisierung des Beispielprogramms zu TEDS mit EL1262-0050 und EL2262.....	148
Abb. 191 Öffnen des *. tzip - Archives	149
Abb. 192 Suche der bestehenden HW-Konfiguration zur bestehenden EtherCAT-Konfiguration	149
Abb. 193 Gerätekennung aus Name EL3204-0000 und Revision -0016.....	151
Abb. 194 Rechtsklick auf das EtherCAT Gerät bewirkt das Scannen des unterlagerten Feldes.....	152
Abb. 195 Konfiguration identisch	152
Abb. 196 Änderungsdialog.....	153
Abb. 197 EEPROM Update.....	153
Abb. 198 Auswahl des neuen ESI.....	154
Abb. 199 Anzeige FW-Stand EL3204	155
Abb. 200 Firmware Update	156
Abb. 201 Versionsbestimmung FPGA-Firmware	158
Abb. 202 Kontextmenu Eigenschaften (Properties).....	158
Abb. 203 Dialog Advanced settings	159
Abb. 204 Mehrfache Selektion und FW-Update	161
Abb. 205 Auswahl des PDO Restore default parameters	162
Abb. 206 Eingabe des Restore-Wertes im Set Value Dialog	162

Mehr Informationen:

[www.beckhoff.com/de-de/produkte/i-o/ethercat-klemmen/
el1xxx-digital-eingang/el1262.html](http://www.beckhoff.com/de-de/produkte/i-o/ethercat-klemmen/el1xxx-digital-eingang/el1262.html)

Beckhoff Automation GmbH & Co. KG
Hülshorstweg 20
33415 Verl
Deutschland
Telefon: +49 5246 9630
info@beckhoff.de
www.beckhoff.de

