

Dokumentation | DE

EL1202, EL125x

Digital Eingangsklemmen (2 und 4 kanalig, Distributed Clocks)



Inhaltsverzeichnis

| | | |
|----------|--|-----------|
| 1 | Vorwort | 5 |
| 1.1 | Produktübersicht zwei-/vierkanalige Digitale Eingangsklemmen | 5 |
| 1.2 | Hinweise zur Dokumentation | 6 |
| 1.3 | Wegweiser durch die Dokumentation | 7 |
| 1.4 | Sicherheitshinweise | 8 |
| 1.5 | Ausgabestände der Dokumentation | 9 |
| 1.6 | Versionsidentifikation von EtherCAT-Geräten | 10 |
| 1.6.1 | Allgemeine Hinweise zur Kennzeichnung | 10 |
| 1.6.2 | Versionsidentifikation von EL-Klemmen | 11 |
| 1.6.3 | Beckhoff Identification Code (BIC) | 12 |
| 1.6.4 | Elektronischer Zugriff auf den BIC (eBIC) | 14 |
| 2 | Produktbeschreibung | 16 |
| 2.1 | EL1202, EL1202-0100 | 16 |
| 2.1.1 | EL1202, EL1202-0100 - Einführung | 16 |
| 2.1.2 | EL1202, EL1202-0100 - Technische Daten | 17 |
| 2.2 | EL1252, EL1252-0010, EL1252-0050, EL1254 | 18 |
| 2.2.1 | EL1252, EL1252-0010, EL1252-0050, EL1254 - Einführung | 18 |
| 2.2.2 | EL1252, EL1252-0010, EL1252-0050, EL1254 - Technische Daten | 19 |
| 2.3 | Start | 19 |
| 3 | Grundlagen der Kommunikation | 21 |
| 3.1 | EtherCAT-Grundlagen | 21 |
| 3.2 | EtherCAT-Verkabelung - Drahtgebunden | 21 |
| 3.3 | Allgemeine Hinweise zur Watchdog-Einstellung | 22 |
| 3.4 | EtherCAT State Machine | 24 |
| 3.5 | CoE-Interface: Hinweis | 26 |
| 3.6 | Distributed Clock | 27 |
| 4 | Montage und Verdrahtung | 28 |
| 4.1 | Hinweise zum ESD-Schutz | 28 |
| 4.2 | Explosionsschutz | 29 |
| 4.2.1 | ATEX - Besondere Bedingungen (Standardtemperaturbereich) | 29 |
| 4.2.2 | ATEX - Besondere Bedingungen (erweiterter Temperaturbereich) | 31 |
| 4.2.3 | IECEX - Besondere Bedingungen | 32 |
| 4.2.4 | Weiterführende Dokumentation zu ATEX und IECEX | 33 |
| 4.3 | UL-Hinweise | 34 |
| 4.4 | Tragschienenmontage | 35 |
| 4.5 | Montagevorschriften für erhöhte mechanische Belastbarkeit | 38 |
| 4.6 | Anschluss | 38 |
| 4.6.1 | Anschlusstechnik | 38 |
| 4.6.2 | Verdrahtung | 40 |
| 4.7 | Einbaulagen | 43 |
| 4.8 | Positionierung von passiven Klemmen | 45 |
| 4.9 | EL1202, EL1202-0100 - LED und Anschlussbelegung | 46 |
| 4.10 | EL1252, EL1252-0010, EL1252-0050, EL1254 - LED und Anschlussbelegung | 47 |

| | | |
|----------|--|------------|
| 4.11 | Entsorgung | 48 |
| 5 | Inbetriebnahme | 49 |
| 5.1 | TwinCAT Quickstart | 49 |
| 5.1.1 | TwinCAT 2 | 52 |
| 5.1.2 | TwinCAT 3 | 62 |
| 5.2 | TwinCAT Entwicklungsumgebung | 75 |
| 5.2.1 | Installation der TwinCAT Realtime-Treiber | 75 |
| 5.2.2 | Hinweise zur ESI-Gerätebeschreibung | 81 |
| 5.2.3 | TwinCAT ESI Updater | 85 |
| 5.2.4 | Unterscheidung Online / Offline | 85 |
| 5.2.5 | OFFLINE Konfigurationserstellung | 86 |
| 5.2.6 | ONLINE Konfigurationserstellung | 91 |
| 5.2.7 | EtherCAT-Teilnehmerkonfiguration..... | 99 |
| 5.3 | Allgemeine Inbetriebnahmehinweise für einen EtherCAT-Slave | 108 |
| 5.4 | Konfiguration mit dem TwinCAT System Manager - Digitale Eingangs - und Ausgangsklemmen | 116 |
| 5.5 | Schaltverhalten | 121 |
| 5.6 | Empfindlichkeit des Eingangs | 121 |
| 5.7 | EL1202-0x00 | 122 |
| 5.7.1 | Auslieferungszustand | 122 |
| 5.7.2 | Funktionsweise | 122 |
| 5.7.3 | EL1202-0000 - Einstellungen EtherCAT | 123 |
| 5.7.4 | EL1202-0100 - Einstellungen EtherCAT | 123 |
| 5.7.5 | Konfiguration der Prozessdaten | 125 |
| 5.7.6 | Einstellungen Distributed Clocks..... | 126 |
| 5.8 | EL125x | 130 |
| 5.8.1 | EL125x - Auslieferungszustand | 130 |
| 5.8.2 | EL125x - Funktionsweise | 130 |
| 5.8.3 | EL125x - Prozessdaten | 132 |
| 5.8.4 | Beispielprogramme | 141 |
| 6 | Anhang | 147 |
| 6.1 | Firmware Kompatibilität | 147 |
| 6.2 | Firmware Update EL/ES/ELM/EM/EP/EPP/ERPxxxx | 147 |
| 6.2.1 | Gerätebeschreibung ESI-File/XML | 148 |
| 6.2.2 | Erläuterungen zur Firmware..... | 151 |
| 6.2.3 | Update Controller-Firmware *.efw | 152 |
| 6.2.4 | FPGA-Firmware *.rbf..... | 154 |
| 6.2.5 | Gleichzeitiges Update mehrerer EtherCAT-Geräte..... | 158 |
| 6.3 | Wiederherstellen des Auslieferungszustandes | 159 |
| 6.4 | Support und Service | 160 |

1 Vorwort

1.1 Produktübersicht zwei-/vierkanalige Digitale Eingangsklemmen

[EL1202 \[► 16\]](#) Zweikanalige Digital-Eingangsklemme 24 V_{DC}, T_{ON}/T_{OFF} 1 µs

[EL1202-0100 \[► 16\]](#) Zweikanalige Digital-Eingangsklemme 24 V_{DC}, T_{ON}/T_{OFF} 1 µs, Distributed Clocks

[EL1252 \[► 18\]](#) Zweikanalige Digital-Eingangsklemme 24 V_{DC}, 1 µs, mit Time-Stamp

[EL1252 \[► 18\]](#) Zweikanalige Digital-Eingangsklemme 24 V_{DC}, 10 µs, mit Time-Stamp

[EL1252-0050 \[► 18\]](#) Zweikanalige Digital-Eingangsklemme 5 V_{DC}, 1 µs, mit Time-Stamp

[EL1254 \[► 18\]](#) Vierkanalige Digital-Eingangsklemme 24 V_{DC}, 1 µs, mit Time-Stamp

1.2 Hinweise zur Dokumentation

Zielgruppe

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

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

Das Fachpersonal ist verpflichtet, stets die aktuell gültige 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 weiterentwickelt.

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

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

Marken

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

Patente

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



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

Copyright

© Beckhoff Automation GmbH & Co. KG, Deutschland.

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

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

1.3 Wegweiser durch die Dokumentation

HINWEIS



Weitere Bestandteile der Dokumentation

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

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

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

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

Sollten Sie Vorschläge oder Anregungen zu unserer Dokumentation haben, schicken Sie uns bitte unter Angabe von Dokumentationstitel und Versionsnummer eine E-Mail an: dokumentation@beckhoff.com

1.4 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.

Signalwörter

Im Folgenden werden die Signalwörter eingeordnet, die in der Dokumentation verwendet werden. Um Personen- und Sachschäden zu vermeiden, lesen und befolgen Sie die Sicherheits- und Warnhinweise.

Warnungen vor Personenschäden

GEFAHR

Es besteht eine Gefährdung mit hohem Risikograd, die den Tod oder eine schwere Verletzung zur Folge hat.

WARNUNG

Es besteht eine Gefährdung mit mittlerem Risikograd, die den Tod oder eine schwere Verletzung zur Folge haben kann.

VORSICHT

Es besteht eine Gefährdung mit geringem Risikograd, die eine mittelschwere oder leichte Verletzung zur Folge haben kann.

Warnung vor Umwelt- oder Sachschäden

HINWEIS

Es besteht eine mögliche Schädigung für Umwelt, Geräte oder Daten.

Information zum Umgang mit dem Produkt



Diese Information beinhaltet z. B.:
Handlungsempfehlungen, Hilfestellungen oder weiterführende Informationen zum Produkt.

1.5 Ausgabestände der Dokumentation

| Version | Kommentar |
|-----------|--|
| 3.1.0 | <ul style="list-style-type: none"> • EL1252-0010 ergänzt • Update Kapitel "Technische Daten" • Anpassung Struktur |
| 3.0 | <ul style="list-style-type: none"> • Update Kapitel "Timestamp Funktion" • Anpassung Struktur |
| 2.9 | <ul style="list-style-type: none"> • Update Kapitel "Technische Daten" • Anpassung Struktur |
| 2.8 | <ul style="list-style-type: none"> • Kapitel "Empfindlichkeit des Eingangs" ergänzt • Anpassung Struktur |
| 2.7 | <ul style="list-style-type: none"> • Korrektur Kapitel "EL1252, EL1254 - LEDs und Anschlussbelegung" • Anpassung Struktur |
| 2.6 | <ul style="list-style-type: none"> • EL1254 hinzugefügt • Kapitel "Beckhoff Identification Code" hinzugefügt |
| 2.5 | <ul style="list-style-type: none"> • Update Kapitel "Inbetriebnahme" |
| 2.4 | <ul style="list-style-type: none"> • EL1202-0100 ergänzt • Anpassung Struktur • Update Kapitel "Technische Daten" |
| 2.3 | <ul style="list-style-type: none"> • Update Kapitel "Inbetriebnahme" |
| 2.2 | <ul style="list-style-type: none"> • Update Kapitel "Technische Daten" • Update Kapitel "Anschlusstechnik" -> "Anschluss" • Anpassung Struktur |
| 2.1 | <ul style="list-style-type: none"> • Update Kapitel "Hinweise zur Dokumentation" • Update Kapitel "Technische Daten" • Hinweis zum ESD-Schutz eingefügt • Kapitel "Montagevorschriften für Klemmen mit erhöhter mechanischer Belastbarkeit" eingefügt • Kapitel "ATEX - Besondere Bedingungen (erweiterter Temperaturbereich)" eingefügt • Kapitel "TwinCAT Quickstart" eingefügt • Update Kapitel "TwinCAT 2.1x" -> "TwinCAT Development Environment" • Update Kapitel "EL1252 - Prozessdaten" |
| 2.0 | <ul style="list-style-type: none"> • Erste Veröffentlichung im PDF - Format |
| 0.1 – 1.8 | *archiviert* |

1.6 Versionsidentifikation von EtherCAT-Geräten

1.6.1 Allgemeine Hinweise zur Kennzeichnung

Bezeichnung

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

- Familienschlüssel
- Typ
- Version
- Revision

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

Hinweise

- Die oben genannten Elemente ergeben die **technische Bezeichnung**, im Folgenden wird das Beispiel EL3314-0000-0016 verwendet.
- Davon ist EL3314-0000 die Bestellbezeichnung, umgangssprachlich bei „-0000“ dann oft nur EL3314 genannt. „-0016“ ist die EtherCAT-Revision.
- Die **Bestellbezeichnung** setzt sich zusammen aus
 - Familienschlüssel (EL, EP, CU, ES, KL, CX, ...)
 - Typ (3314)
 - Version (-0000)
- Die **Revision** -0016 gibt den technischen Fortschritt wie z. B. Feature-Erweiterung in Bezug auf die EtherCAT Kommunikation wieder und wird von Beckhoff verwaltet.
Prinzipiell kann ein Gerät mit höherer Revision ein Gerät mit niedrigerer Revision ersetzen, wenn nicht anders - z. B. in der Dokumentation - angegeben.
Jeder Revision zugehörig und gleichbedeutend ist üblicherweise eine Beschreibung (ESI, EtherCAT Slave Information) in Form einer XML-Datei, die zum Download auf der Beckhoff Webseite bereitsteht. Die Revision wird seit Januar 2014 außen auf den IP20-Klemmen aufgebracht, siehe Abb. „EL2872 mit Revision 0022 und Seriennummer 01200815“.
- Typ, Version und Revision werden als dezimale Zahlen gelesen, auch wenn sie technisch hexadezimal gespeichert werden.

1.6.2 Versionsidentifikation von EL-Klemmen

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

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

KK - Produktionswoche (Kalenderwoche)

YY - Produktionsjahr

FF - Firmware-Stand

HH - Hardware-Stand

Beispiel mit Seriennummer 12 06 3A 02:

12 - Produktionswoche 12

06 - Produktionsjahr 2006

3A - Firmware-Stand 3A

02 - Hardware-Stand 02



Abb. 1: EL2872 mit Revision 0022 und Seriennummer 01200815

1.6.3 Beckhoff Identification Code (BIC)

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



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

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

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

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

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

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

| Pos-Nr. | Art der Information | Erklärung | Datenidentifikator | Anzahl Stellen inkl. Datenidentifikator | Beispiel |
|---------|------------------------------------|--|--------------------|---|-----------------|
| 1 | Beckhoff-Artikelnummer | Beckhoff - Artikelnummer | 1P | 8 | 1P072222 |
| 2 | Beckhoff Traceability Number (BTN) | Eindeutige Seriennummer, Hinweis s. u. | SBTN | 12 | SBTNk4p562d7 |
| 3 | Artikelbezeichnung | Beckhoff Artikelbezeichnung, z. B. EL1008 | 1K | 32 | 1KEL1809 |
| 4 | Menge | Menge in Verpackungseinheit, z. B. 1, 10... | Q | 6 | Q1 |
| 5 | Chargennummer | Optional: Produktionsjahr und -woche | 2P | 14 | 2P401503180016 |
| 6 | ID-/Seriennummer | Optional: vorheriges Seriennummer-System, z. B. bei Safety-Produkten oder kalibrierten Klemmen | 51S | 12 | 51S678294 |
| 7 | Variante | Optional: Produktvarianten-Nummer auf Basis von Standardprodukten | 30P | 32 | 30PF971, 2*K183 |
| ... | | | | | |

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

Aufbau des BIC

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

1P072222**SBTN**k4p562d71**KEL**1809 Q1 **51S**678294

Entsprechend als DMC:



Abb. 3: Beispiel-DMC 1P072222SBTNk4p562d71KEL1809 Q1 51S678294

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 Dokumentation können keine Ansprüche auf Änderung geltend gemacht werden.

1.6.4 Elektronischer Zugriff auf den BIC (eBIC)

Elektronischer BIC (eBIC)

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

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

K-Bus Geräte (IP20, IP67)

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

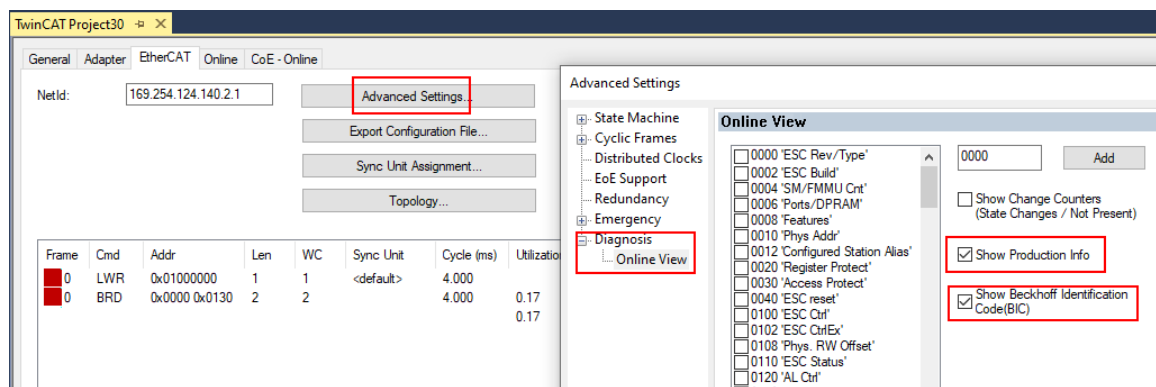
EtherCAT-Geräte (IP20, IP67)

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

In das ESI-EEPROM wird durch Beckhoff auch die eBIC geschrieben. Die Einführung des eBIC in die Beckhoff-IO-Produktion (Klemmen, Box-Module) erfolgt ab 2020; Stand 2023 ist die Umsetzung weitgehend abgeschlossen.

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

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



- Die BTN und Inhalte daraus werden dann angezeigt:

| No | Addr | Name | State | CRC | Fw | Hw | Production Data | ItemNo | BTN | Description | Quantity | BatchNo | SerialNo |
|----|------|-----------------|-------|-----|----|----|-----------------|--------|----------|-------------|----------|---------|----------|
| 1 | 1001 | Term 1 (EK1100) | OP | 0.0 | 0 | 0 | --- | | | | | | |
| 2 | 1002 | Term 2 (EL1018) | OP | 0.0 | 0 | 0 | 2020 KW36 Fr | 072222 | k4p562d7 | EL1809 | 1 | | 678294 |
| 3 | 1003 | Term 3 (EL3204) | OP | 0.0 | 7 | 6 | 2012 KW24 Sa | | | | | | |
| 4 | 1004 | Term 4 (EL2004) | OP | 0.0 | 0 | 0 | --- | 072223 | k4p562d7 | EL2004 | 1 | | 678295 |
| 5 | 1005 | Term 5 (EL1008) | OP | 0.0 | 0 | 0 | --- | | | | | | |
| 6 | 1006 | Term 6 (EL2008) | OP | 0.0 | 0 | 12 | 2014 KW14 Mo | | | | | | |
| 7 | 1007 | Term 7 (EK1110) | OP | 0 | 1 | 8 | 2012 KW25 Mo | | | | | | |

- Hinweis: ebenso können wie in der Abbildung zu sehen die seit 2012 programmierten Produktionsdaten HW-Stand, FW-Stand und Produktionsdatum per „Show Production Info“ angezeigt werden.
- Zugriff aus der PLC: Ab TwinCAT 3.1. Build 4024.24 stehen in der Tc2_EtherCAT Library ab v3.3.19.0 die Funktionen *FB_EcReadBIC* und *FB_EcReadBTN* zum Einlesen in die PLC bereit.

- Bei EtherCAT-Geräten mit CoE-Verzeichnis kann zusätzlich das Objekt 0x10E2:01 zur Anzeige der eigenen eBIC vorhanden sein, auch hierauf kann die PLC einfach zugreifen:
 - Das Gerät muss zum Zugriff in PREOP/SAFEOP/OP sein

| Index | Name | Flags | Value |
|---------|---|-------|---|
| 1000 | Device type | RO | 0x015E1389 (22942601) |
| 1008 | Device name | RO | ELM3704-0000 |
| 1009 | Hardware version | RO | 00 |
| 100A | Software version | RO | 01 |
| 100B | Bootloader version | RO | J0.1.27.0 |
| 1011:0 | Restore default parameters | RO | > 1 < |
| 1018:0 | Identity | RO | > 4 < |
| 10E2:0 | Manufacturer-specific Identification C... | RO | > 1 < |
| 10E2:01 | Subindex 001 | RO | 1P158442SBTN000@jekp1KELM3704 Q1 2P482001000016 |
| 10F0:0 | Backup parameter handling | RO | > 1 < |
| 10F3:0 | Diagnosis History | RO | > 21 < |
| 10F8 | Actual Time Stamp | RO | 0x170bfb277e |

- Das Objekt 0x10E2 wird in Bestandsprodukten vorrangig im Zuge einer notwendigen Firmware-Überarbeitung eingeführt.
- Ab TwinCAT 3.1. Build 4024.24 stehen in der Tc2_EtherCAT Library ab v3.3.19.0 die Funktionen *FB_EcCoEReadBIC* und *FB_EcCoEReadBTN* zum Einlesen in die PLC zur Verfügung
- Zur Verarbeitung der BIC/BTN Daten in der PLC stehen noch als Hilfsfunktionen ab TwinCAT 3.1 Build 4024.24 in der *Tc2_Uutilities* zur Verfügung
 - *F_SplitBIC*: Die Funktion zerlegt den BIC sBICValue anhand von bekannten Kennungen in seine Bestandteile und liefert die erkannten Teil-Strings in einer Struktur *ST_SplittedBIC* als Rückgabewert
 - *BIC_TO_BTN*: Die Funktion extrahiert vom BIC die BTN und liefert diese als Rückgabewert
- Hinweis: bei elektronischer Weiterverarbeitung ist die BTN als String(8) zu behandeln, der Identifier „SBTN“ ist nicht Teil der BTN.
- Zum technischen Hintergrund:
 Die neue BIC Information wird als Category zusätzlich bei der Geräteproduktion ins ESI-EEPROM geschrieben. Die Struktur des ESI-Inhalts ist durch ETG Spezifikationen weitgehend vorgegeben, demzufolge wird der zusätzliche herstellerepezifische Inhalt mithilfe einer Category nach ETG.2010 abgelegt. Durch die ID 03 ist für alle EtherCAT-Master vorgegeben, dass sie im Updatefall diese Daten nicht überschreiben bzw. nach einem ESI-Update die Daten wiederherstellen sollen. Die Struktur folgt dem Inhalt des BIC, siehe dort. Damit ergibt sich ein Speicherbedarf von ca. 50..200 Byte im EEPROM.
- Sonderfälle
 - Bei einer hierarchischen Anordnung mehrerer ESC (EtherCAT Slave Controller) in einem Gerät trägt lediglich der oberste ESC die eBIC-Information.
 - Sind mehrere ESC in einem Gerät verbaut die nicht hierarchisch angeordnet sind, tragen alle ESC die eBIC-Information gleich.
 - Besteht das Gerät aus mehreren Sub-Geräten mit eigener Identität, aber nur das TopLevel-Gerät ist über EtherCAT zugänglich, steht im CoE-Objekt-Verzeichnis 0x10E2:01 die eBIC dieses ESC, in 0x10E2:nn folgen die eBIC der Sub-Geräte.

PROFIBUS-, PROFINET-, DeviceNet-Geräte usw.

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

2 Produktbeschreibung

2.1 EL1202, EL1202-0100

2.1.1 EL1202, EL1202-0100 - Einführung

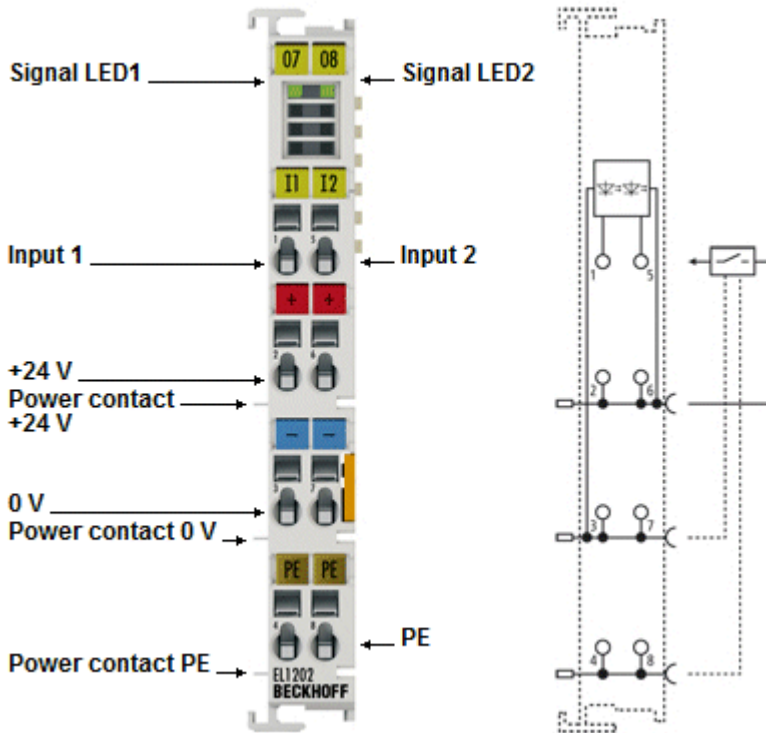


Abb. 4: EL1202

Zweikanalige Digital-Eingangsklemme 24 V_{DC}, T_{ON}/T_{OFF} 1 μs

Die digitale Eingangsklemme EL1202 erfasst die binären Steuersignale aus der Prozessebene und transportiert sie galvanisch getrennt zum übergeordneten Automatisierungsgerät. Sie ist für besonders schnelle Signale geeignet, da sie über eine sehr geringe Eingangsverzögerung verfügt. Bei der EL1202-0100 Variante sind die Distributed-Clocks aktiviert, d. h. die Eingangsdaten können synchron mit anderen Daten erfasst werden, die ebenfalls verteilt an Distributed-Clock-Klemmen angeschlossen sind. Die systemweite Genauigkeit liegt bei $\ll 1 \mu\text{s}$. Die EL1202 enthält zwei Kanäle, deren Signalzustand durch Leuchtdioden angezeigt wird.

Quick-Links

- [EtherCAT Funktionsgrundlagen](#)
- [LEDs und Anschlussbelegung \[► 46\]](#)
- [Inbetriebnahme \[► 49\]](#)

2.1.2 EL1202, EL1202-0100 - Technische Daten

| Technische Daten | EL1202 | EL1202-0100 |
|---|--|-------------|
| Digitale Eingänge | 2 | |
| Nennspannung der Eingänge | 24 V _{DC} (-15%/+20%) | |
| Signalspannung "0" | -3 V... +5 V (in Anlehnung an EN 61131-2, Typ 3) | |
| Signalspannung "1" | +11 V... +30 V (in Anlehnung an EN 61131-2, Typ 3) | |
| Eingangsstrom | typ. 3 mA (in Anlehnung an EN 61131-2, Typ 3) | |
| Eingangsverzögerung T _{ON} /T _{OFF} | < 1 µs | |
| Distributed Clocks (DC) | nein | ja |
| Spannungsversorgung für Elektronik | über den E-Bus | |
| Stromaufnahme aus dem E-Bus | typ. 110 mA | |
| Potenzialtrennung | 500 V (E-Bus/Feldspannung) | |
| Bitbreite im Prozessabbild | 2 Eingangs-Bits | |
| Konfiguration | keine Adress- oder Konfigurationseinstellung erforderlich | |
| 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 [▶ 28] | 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 [▶ 38] | |
| EMV-Festigkeit / Aussendung | gemäß EN 61000-6-2 / EN 61000-6-4 | |
| Schutzart | IP20 | |
| Einbaulage | beliebig | |
| Kennzeichnung / Zulassung*) | CE, EAC, UKCA ATEX [▶ 29], IECEx [▶ 32] cULus [▶ 34] | |

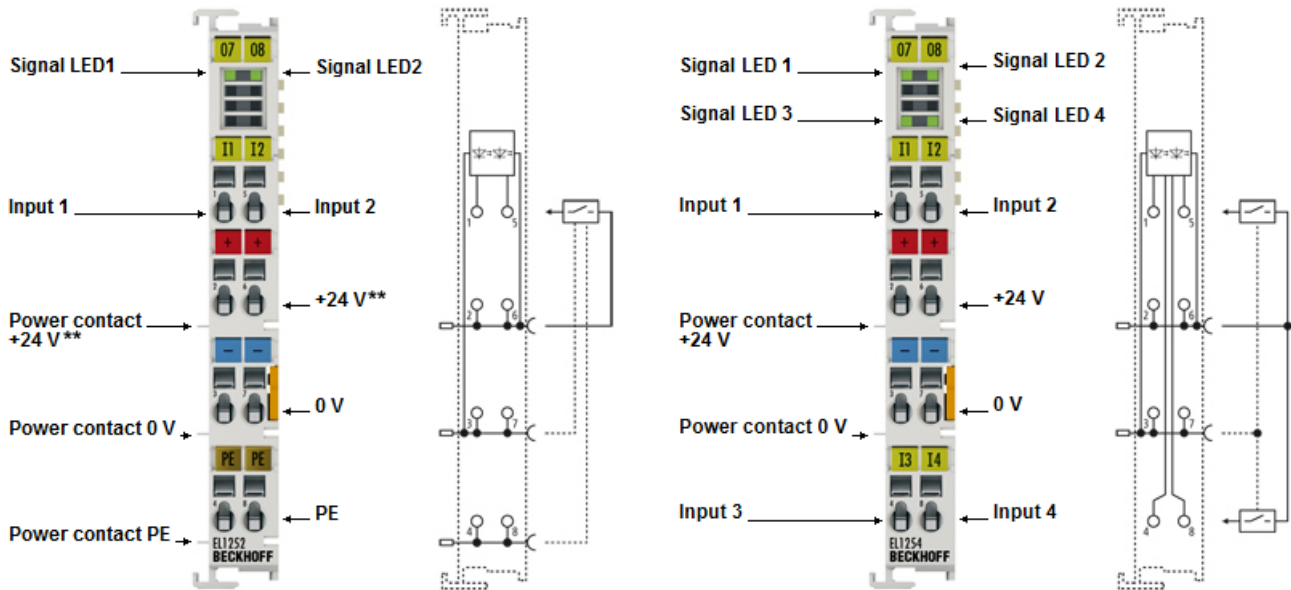
Ex-Kennzeichnungen

| Standard | Kennzeichnung |
|----------|------------------------|
| ATEX | II 3 G Ex nA IIC T4 Gc |
| IECEx | Ex nA IIC T4 Gc |

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

2.2 EL1252, EL1252-0010, EL1252-0050, EL1254

2.2.1 EL1252, EL1252-0010, EL1252-0050, EL1254 - Einführung



**) +5 V for EL1252-0050

Abb. 5: EL1252-00x0 und EL1254

Zwei-/Vierkanalige Digital-Eingangsklemme mit Timestamp

Die digitale Eingangsklemme EL1252 bzw. EL1254 erfasst schnelle binäre Steuersignale aus der Prozessebene und überträgt sie galvanisch getrennt zur Steuerung. Die Signale werden mit einem Zeitstempel versehen, der mit einer Auflösung von 1 ns den Zeitpunkt des letzten Flankenwechsels angibt. Mit dieser Technologie lassen sich Signalverläufe zeitlich exakt nachvollziehen und systemweit mit den Distributed-Clocks in Beziehung setzen. Eine maschinenweite, parallele Hardwareverdrahtung von Digitaleingängen oder Encodersignalen zu Synchronisationszwecken kann mit dieser Technik oft entfallen. In Verbindungen mit der EtherCAT-Klemme EL2252 (digitale Ausgangsklemme mit Zeitstempel) ermöglicht die EL1252/EL1254 zeitäquidistante Reaktionen weitgehend unabhängig von der Buszykluszeit.

Die Variante EL1252-0010 ist mit einem 10 µs (typ.) Eingangsfiler ausgestattet.

Mit der EL1252-0050 wird eine Variante mit 5 V Eingangsspannung (TTL-Pegel) zur Verfügung gestellt.

Quick-Links

- [EtherCAT Funktionsgrundlagen](#)
- [LEDs und Anschlussbelegung \[▶ 47\]](#)
- [Inbetriebnahme \[▶ 49\]](#)

2.2.2 EL1252, EL1252-0010, EL1252-0050, EL1254 - Technische Daten

| Technische Daten | EL1252 | EL1252-0010 | EL1252-0050 | EL1254 |
|---|---|-------------|---|--|
| digitale Eingänge | 2 | | | 4 |
| Nennspannung der Eingänge | 24 V _{DC} (-15%/+20%) | | 5 V _{DC} (-15%/+20%) | 24 V _{DC} (-15%/+20%) |
| Signalspannung "0" | -3 V ... +5 V (in Anlehnung an EN 61131-2, Typ 3) | | < 0,8 V | -3 V ... +5 V (in Anlehnung an EN 61131-2, Typ 3) |
| Signalspannung "1" | +11 V ... +30 V (in Anlehnung an EN 61131-2, Typ 3) | | >2,4 V | +11 V ... +30 V (in Anlehnung an EN 61131-2, Typ 3) |
| Eingangsstrom | typ. 3 mA (in Anlehnung an EN 61131-2, Typ 3) | | typ. 50 µA | typ. 3 mA (in Anlehnung an EN 61131-2, Typ 3) |
| EingangsfILTER | 1 µs | 10 µs | 1 µs | |
| Eingangsverzögerung T _{ON} /T _{OFF} | < 1 µs | | | |
| Auflösung Timestamp | 1 ns | | | |
| Genauigkeit Timestamp in der Klemme | 10 ns (+ Eingangsverzögerung) | | | |
| Genauigkeit Distributed Clocks (DC) | << 1 µs | | | |
| Spannungsversorgung für Elektronik | über den E-Bus | | | |
| Stromaufnahme aus dem E-Bus | typ. 110 mA | | typ. 90 mA | typ. 110 mA |
| Potenzialtrennung | 500 V (E-Bus/Feldspannung) | | | |
| Bitbreite im Prozessabbild | 2 Eingangs-Bits + 4 Timestamps | | | 4 Eingangs-Bits + 8 Timestamps |
| Konfiguration | keine Adress- oder Konfigurationseinstellung erforderlich | | | |
| Gewicht | ca. 55 g | | | |
| zulässiger Umgebungstemperaturbereich im Betrieb | -25°C ... +60°C (erweiterter Temperaturbereich) | | 0°C ... +55°C | |
| zulässiger Umgebungstemperaturbereich bei Lagerung | -40°C ... +85°C | | -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 [► 28] | 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 [► 38] | | | gemäß EN 60068-2-6 / EN 60068-2-27 |
| EMV-Festigkeit / Aussendung | gemäß EN 61000-6-2 / EN 61000-6-4 | | | |
| Schutzart | IP20 | | | |
| Einbaulage | beliebig | | | |
| Kennzeichnung / Zulassung*) | CE, EAC, UKCA ATEX [► 31] , IECEx [► 32] cULus [► 34] | | CE, EAC, UKCA ATEX [► 29] , IECEx [► 32] cULus [► 34] | CE, EAC, UKCA |

Ex-Kennzeichnungen

| Standard | Kennzeichnung |
|----------|------------------------|
| ATEX | II 3 G Ex nA IIC T4 Gc |
| IECEx | Ex nA IIC T4 Gc |

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

2.3 Start

Zur Inbetriebsetzung:

- montieren Sie den EL12xx wie im Kapitel [Montage und Verdrahtung \[► 28\]](#) beschrieben

- konfigurieren Sie den EL12xx in TwinCAT wie im Kapitel [Inbetriebnahme \[► 49\]](#) 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 m + 90 m + 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 vier 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 gekreuzte Leitungen (Cross-Over) verwendet werden.

i Empfohlene Kabel

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

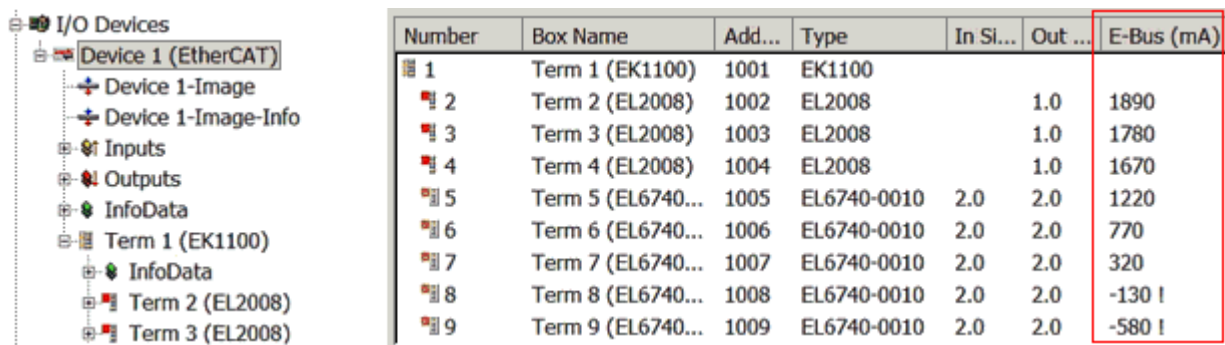
Geeignete Kabel zur Verbindung von EtherCAT-Geräten finden Sie auf der [Beckhoff Website!](#)

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 berechnete, theoretische maximale E-Bus-Strom angezeigt. Eine Unterschreitung wird durch einen 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. 6: 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 EtherCAT-Klemmen sind mit einer Sicherungseinrichtung (Watchdog) ausgestattet, die z. B. bei unterbrochenem Prozessdatenverkehr nach einer voreinstellbaren Zeit die Ausgänge (sofern vorhanden) in einen gegebenenfalls vorgebbaren Zustand schaltet, in Abhängigkeit von Gerät und Einstellung z. B. auf FALSE (aus) oder einen Ausgabewert.

Der EtherCAT Slave Controller verfügt dazu über zwei Watchdogs:

- Sync Manager (SM)-Watchdog (default: 100 ms)
- Process-Data (PDI)-Watchdog (default: 100 ms)

Deren Zeiten werden in TwinCAT wie folgt einzeln parametrierbar:

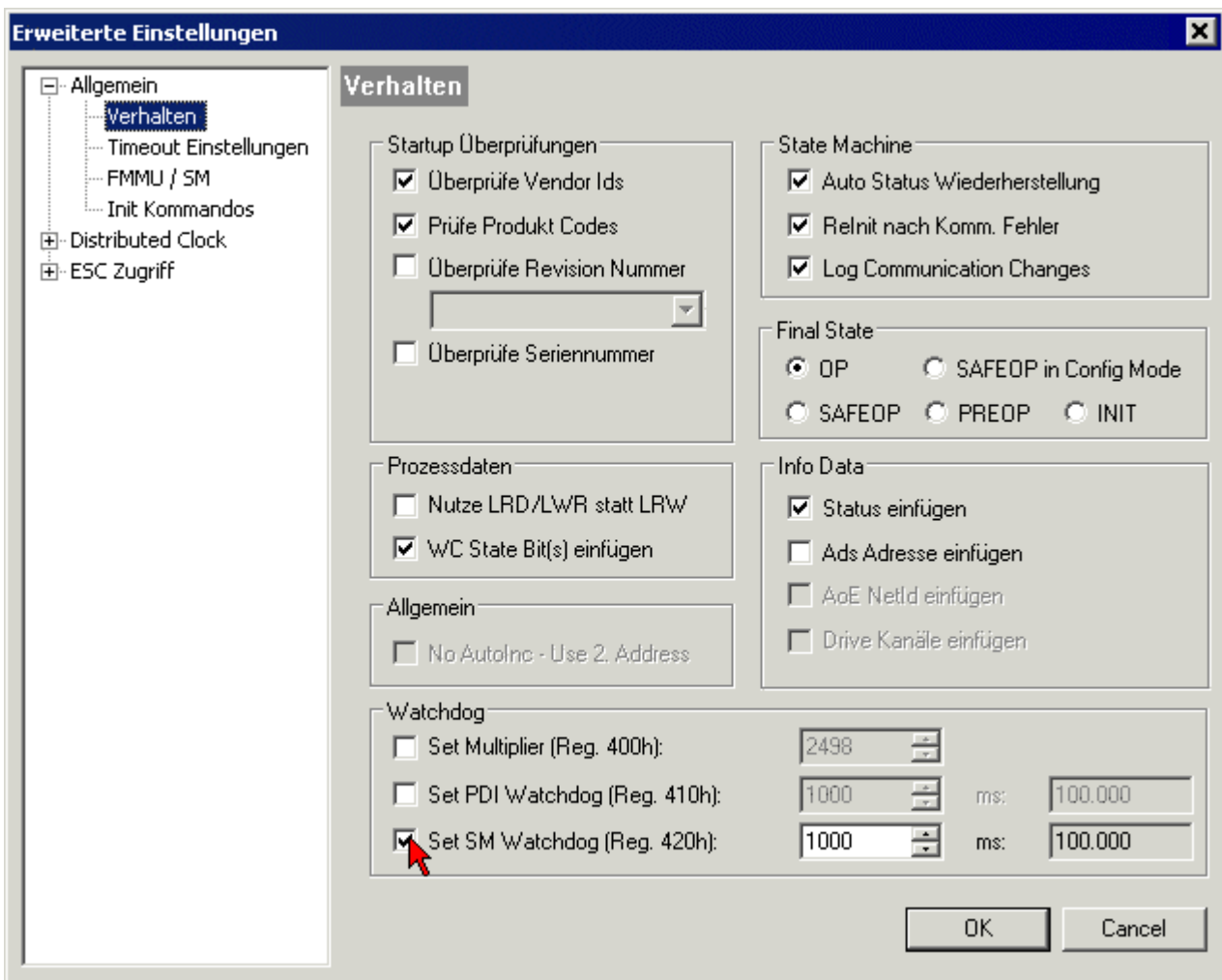


Abb. 7: Karteireiter EtherCAT -> Erweiterte Einstellungen -> Verhalten -> Watchdog

Anmerkungen:

- Das Multiplier-Register 400h (hexadezimal, also 0x0400), ist für beide Watchdogs gültig.
- Jeder Watchdog hat seine eigene Timer-Einstellung 410h bzw. 420h, die zusammen mit dem Multiplier eine resultierende Zeit ergibt.
- Wichtig: die Multiplier-/Timer-Einstellung wird nur dann beim EtherCAT-Start in den Slave geladen, wenn die Checkbox davor aktiviert ist. Ist diese nicht aktiviert, wird nichts herunter geladen und die im ESC befindliche Einstellung bleibt unverändert.
- Die heruntergeladenen Werte können in den ESC-Registern 400h, 410h und 420h eingesehen werden: ESC Zugriff -> Speicher (ESC Access -> Memory).

SM-Watchdog (SyncManager-Watchdog)

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

Der SyncManager-Watchdog ist also eine Überwachung auf korrekte und rechtzeitige Prozessdatenkommunikation zwischen Master und ESC, die allein auf EtherCAT-Ebene abläuft.

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

Register 400h/420h parametrierbar, aber vom Microcontroller (μC) ausgeführt und kann deutlich darunter liegen. Außerdem kann die Ausführung dann einer gewissen Zeitunsicherheit unterliegen. Da der TwinCAT-Diallog ggf. Eingaben bis 65535 zulässt, wird ein Test der gewünschten Watchdog-Zeit empfohlen.

PDI-Watchdog (Process Data Watchdog)

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

PDI 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, nun aber von der Applikationsseite aus betrachtet.

Berechnung

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

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

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

⚠ VORSICHT

Ungewolltes Verhalten des Systems möglich!

Die Abschaltung des SM-Watchdog durch SM-Watchdog = 0 funktioniert erst in Klemmen ab Revision -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
- Operational
- Bootstrap

Regulärer Zustand eines jeden EtherCAT-Slaves nach dem Hochlauf ist der Status Operational (OP).

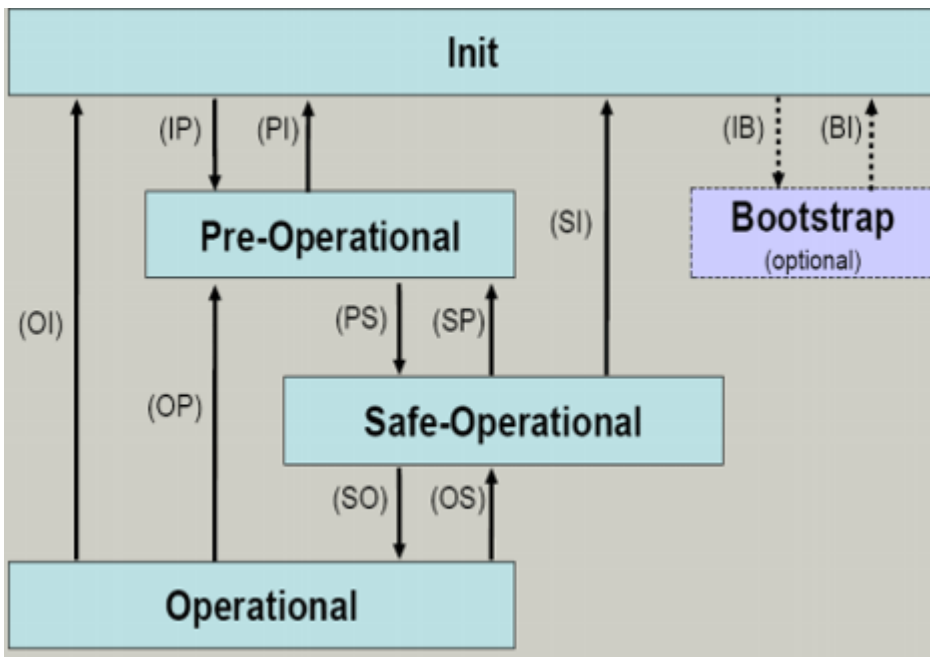


Abb. 8: Zustände der EtherCAT State Machine

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 Prozessdatenkommunikation möglich. Der EtherCAT-Master initialisiert die Sync-Manager-Kanäle für Prozessdaten (ab Sync-Manager-Kanal 2), die Kanäle der Fieldbus Memory Management Unit (FMMU) und, falls der Slave ein konfigurierbares Mapping unterstützt, das Mapping der Prozessdatenobjekte (PDOs) oder das Sync-Manager-PDO-Assignment. Weiterhin werden in diesem Zustand die Einstellungen für die Prozessdatenübertragung sowie ggf. noch klemmenspezifische Parameter übertragen, die von den Default-Einstellungen 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. die Einstellungen für die Distributed Clocks korrekt sind. Bevor er den Zustandswechsel quittiert, kopiert der EtherCAT-Slave aktuelle Inputdaten in die entsprechenden Dual Port (DP)-RAM-Bereiche des ESC.

Im Zustand *Safe-Op* ist Mailbox- und Prozessdatenkommunikation 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 Überwachung mittels Watchdog bringt die Ausgänge im ESC-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 Überwachung 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 Mailboxkommunikation 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- und Prozessdatenkommunikation.

3.5 CoE-Interface: Hinweis

Dieses Gerät hat kein CoE.

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.

- Beim Umgang mit den Bauteilen ist auf elektrostatische Entladung zu achten; außerdem ist das direkte Berühren der Federkontakte (siehe Abbildung) zu vermeiden.
- Der Kontakt mit hoch isolierenden Stoffen (Kunstfasern, Kunststofffolien etc.) sollte beim gleichzeitigen Umgang mit Komponenten vermieden werden.
- Beim Umgang mit den Komponenten ist auf eine sachgemäße Erdung der Umgebung (Arbeitsplatz, Verpackung und Personen) zu achten.
- Jede Busstation muss auf der rechten Seite mit der Endkappe [EL9011](#) oder [EL9012](#) abgeschlossen werden, um die Schutzart und den ESD-Schutz zu gewährleisten.

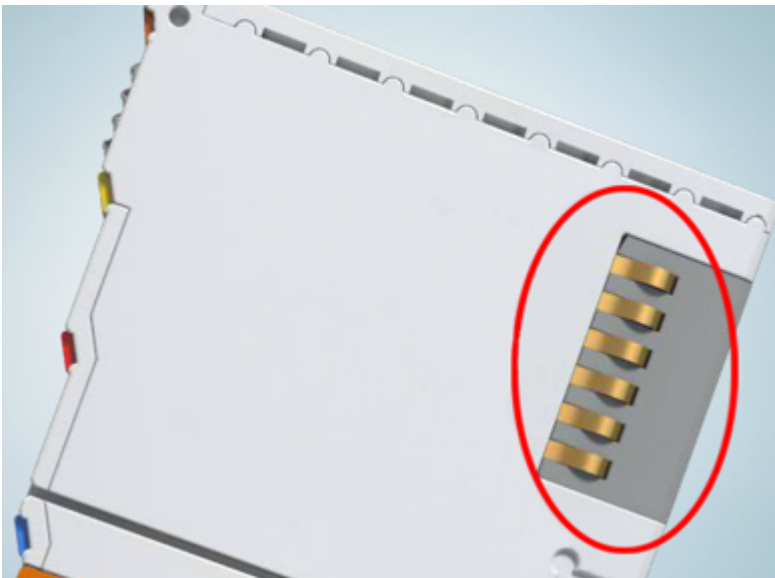


Abb. 9: Federkontakte der Beckhoff I/O-Komponenten

4.2 Explosionsschutz

4.2.1 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 60079-31 für Gruppe IIIA oder IIIB und IP6X für Gruppe IIIC bietet, wobei die Umgebungsbedingungen, unter denen das Gerät verwendet wird, zu berücksichtigen sind!
- Wenn die Temperaturen bei Nennbetrieb an den Einführungsstellen der Kabel, Leitungen oder Rohrleitungen höher als 70°C oder an den Aderverzweigungsstellen höher als 80°C ist, so müssen Kabel ausgewählt werden, deren Temperaturdaten den tatsächlich gemessenen Temperaturwerten entsprechen!
- Beachten 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 IIIC T135°C Dc Ta: 0 ... +55°C
(nur für Feldbuskomponenten mit Zertifikatsnummer KEMA 10ATEX0075 X Issue 9)

oder



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

II 3D KEMA 10ATEX0075 X Ex tc IIIC T135°C Dc Ta: 0 ... +55°C
(nur für Feldbuskomponenten mit Zertifikatsnummer KEMA 10ATEX0075 X Issue 9)

4.2.2 ATEX - Besondere Bedingungen (erweiterter Temperaturbereich)

⚠️ WARNUNG

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

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

Normen

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

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

Kennzeichnung

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



II 3G KEMA 10ATEX0075 X Ex nA IIC T4 Gc Ta: -25 ... +60°C
 II 3D KEMA 10ATEX0075 X Ex tc IIIC T135°C Dc Ta: -25 ... +60°C
 (nur für Feldbuskomponenten mit Zertifikatsnummer KEMA 10ATEX0075 X Issue 9)

oder



II 3G KEMA 10ATEX0075 X Ex nA nC IIC T4 Gc Ta: -25 ... +60°C
 II 3D KEMA 10ATEX0075 X Ex tc IIIC T135°C Dc Ta: -25 ... +60°C
 (nur für Feldbuskomponenten mit Zertifikatsnummer KEMA 10ATEX0075 X Issue 9)

4.2.3 IECEx - Besondere Bedingungen

⚠️ WARNUNG

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

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

Normen

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

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

Kennzeichnung

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

Kennzeichnung für Feldbuskomponenten der Zertifikat-Nr. IECEx DEK 16.0078X Issue 3:

IECEx DEK 16.0078 X
Ex nA IIC T4 Gc
Ex tc IIIC T135°C Dc

Kennzeichnung für Feldbuskomponenten von Zertifikaten mit späteren Ausgaben:

IECEx DEK 16.0078 X
Ex nA IIC T4 Gc

4.2.4 Weiterführende Dokumentation zu ATEX und IECEx

HINWEIS



Weiterführende Dokumentation zum Explosionsschutz gemäß ATEX und IECEx




Beachten Sie auch die weiterführende Dokumentation

Explosionsschutz für Klemmensysteme

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

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

4.3 UL-Hinweise

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

Grundlagen

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



4.4 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!

Das Busklemmen-System ist für die Montage in einem Schaltschrank oder Klemmkasten vorgesehen.

Montage

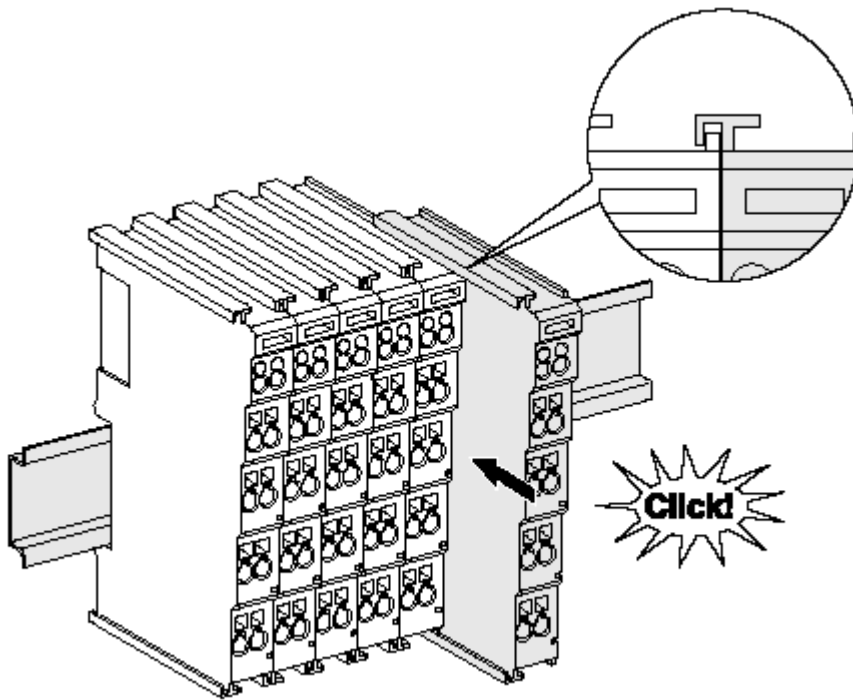


Abb. 10: Montage auf Tragschiene

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 dass 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

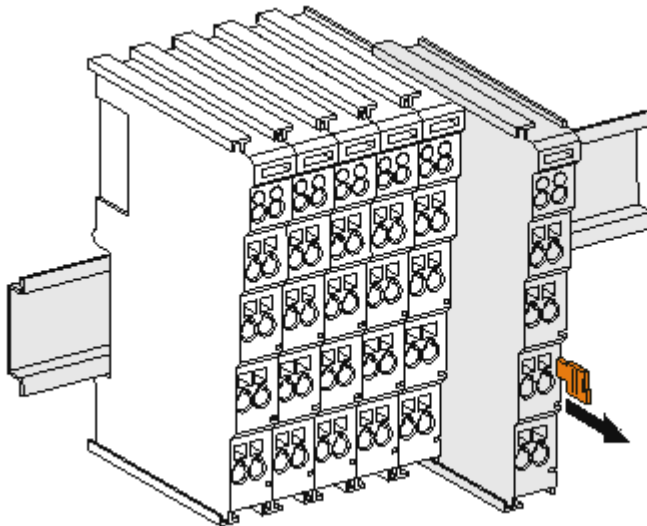


Abb. 11: Demontage von Tragschiene

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 Tragschiennenverriegelung 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 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 Klemmenstellen am 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 Schutzerde eingesetzt werden. Der Kontakt ist aus Sicherheitsgründen beim Zusammenstecken voreilend und kann Kurzschlussströme bis 125 A ableiten.

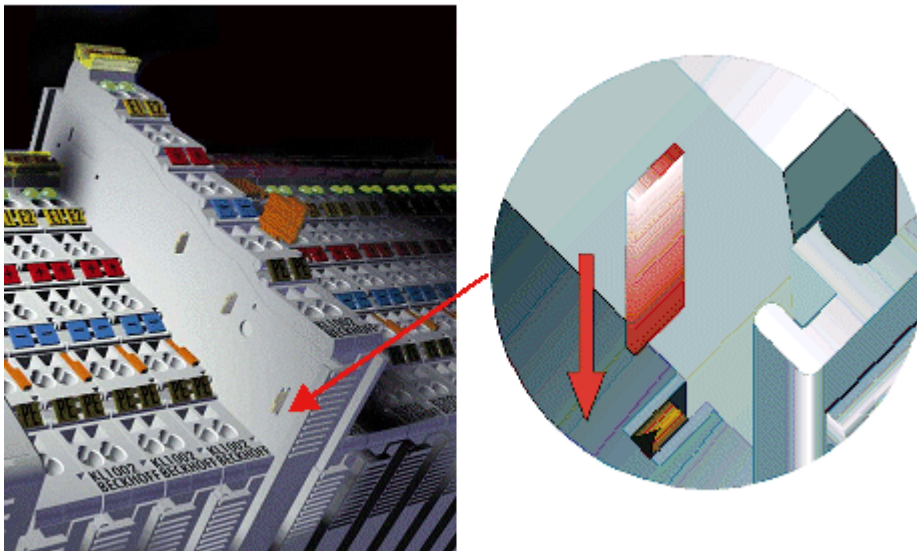


Abb. 12: Linksseitiger Powerkontakt

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!

4.5 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 und Hinweise

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

- 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 dieser 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.

4.6 Anschluss

4.6.1 Anschlusstechnik

⚠️ 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 ELxxxx und KLxxxx mit Standardverdrahtung enthalten Elektronik und Anschlussebene in einem Gehäuse.
- Die Klemmen der Serien ESxxxx und KSxxxx 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 (ELxxxx / KLxxxx)



Abb. 13: Standardverdrahtung

Die Klemmen der Serien ELxxxx und KLxxxx integrieren die schraublose Federkrafttechnik zur schnellen und einfachen Verdrahtung.

Steckbare Verdrahtung (ESxxxx / KSxxxx)



Abb. 14: Steckbare Verdrahtung

Die Klemmen der Serien ESxxxx und KSxxxx enthalten eine steckbare Anschlussebene. Montage und Verdrahtung werden wie bei den Serien ELxxxx und KLxxxx 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 ESxxxx und KSxxxx werden wie von den Serien ELxxxx und KLxxxx bekannt weitergeführt.

High-Density-Klemmen (HD-Klemmen)



Abb. 15: High-Density-Klemmen

Die Klemmen dieser Baureihe mit 16 Klemmstellen 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

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

Ultraschallverdichtete Litzen

● Ultraschallverdichtete Litzen

i An die Standard- und High-Density-Klemmen können auch ultraschallverdichtete (ultraschallverschweißte) Litzen angeschlossen werden. Beachten Sie die Tabellen zum [Leitungsquerschnitt](#) ▶ 42!

4.6.2 Verdrahtung

⚠️ 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!

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

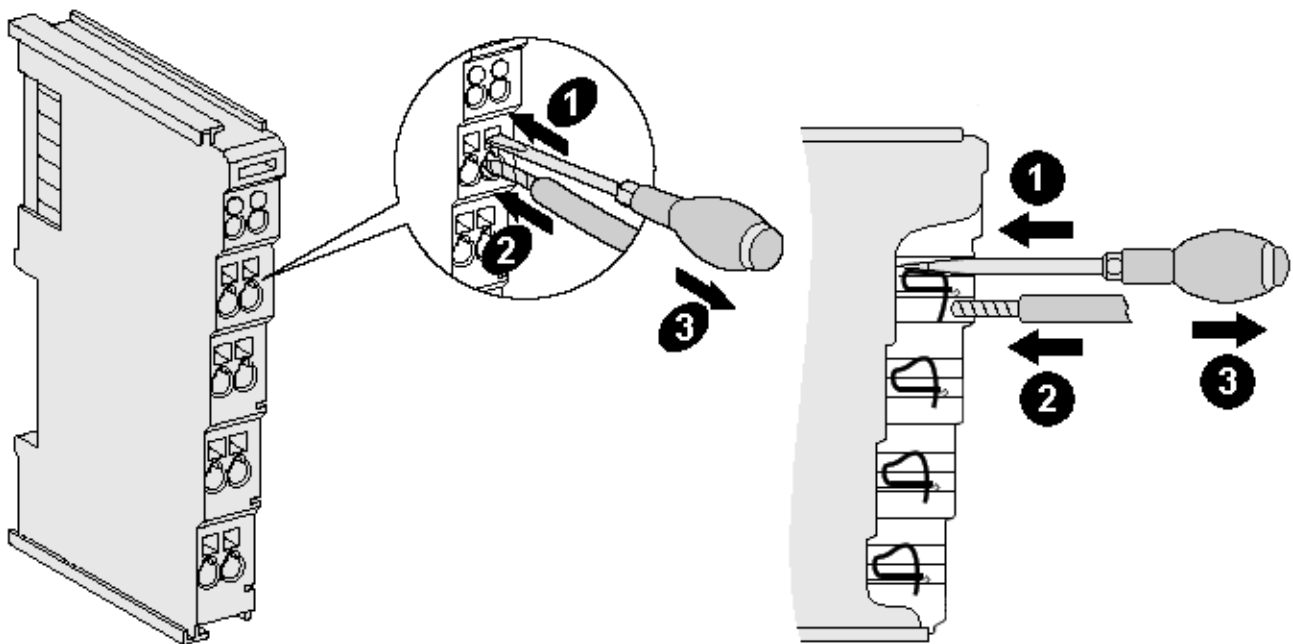


Abb. 16: Anschluss einer Leitung an eine Klemmstelle

Bis zu acht Klemmstellen ermöglichen den Anschluss von massiven oder feindrähtigen Leitungen an die Busklemme. Die Klemmstellen sind in Federkrafttechnik ausgeführt. Schließen Sie die Leitungen folgendermaßen an (vgl. Abb. „Anschluss einer Leitung an eine Klemmstelle“):

1. Öffnen Sie eine Klemmstelle, indem Sie einen Schraubendreher gerade bis zum Anschlag in die viereckige Öffnung über der Klemmstelle drücken. Den Schraubendreher dabei nicht drehen oder hin und her bewegen (nicht hebeln).
2. Der Draht kann nun ohne Widerstand in die runde Klemmenöffnung eingeführt werden.
3. Durch Entfernen des Schraubendrehes schließt sich die Klemmstelle automatisch und hält den Draht sicher und dauerhaft fest.

Den zulässigen Leiterquerschnitt entnehmen Sie der nachfolgenden Tabelle:

| Klemmgehäuse | ELxxxx, KLxxxx | ESxxxx, KSxxxx |
|--|------------------------------|------------------------------|
| Leitungsquerschnitt (massiv) | 0,08 ... 2,5 mm ² | 0,08 ... 2,5 mm ² |
| Leitungsquerschnitt (feindrätig) | 0,08 ... 2,5 mm ² | 0,08 ... 2,5 mm ² |
| Leitungsquerschnitt (Aderleitung mit Aderendhülse) | 0,14 ... 1,5 mm ² | 0,14 ... 1,5 mm ² |
| Abisolierlänge | 8 ... 9 mm | 9 ... 10 mm |

High-Density-Klemmen (HD-Klemmen [► 39]) mit 16 Klemmstellen

Bei den HD-Klemmen erfolgt der Leiteranschluss bei massiven Leitern werkzeuglos in Direktstecktechnik, das heißt, der Leiter wird nach dem Abisolieren einfach in die Klemmstelle gesteckt. Das Lösen der Leitung 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 (massiv) | 0,08 ... 1,5 mm ² |
| Leitungsquerschnitt (feindrätig) | 0,25 ... 1,5 mm ² |
| Leitungsquerschnitt (Aderleitung mit Aderendhülse) | 0,14 ... 0,75 mm ² |
| Leitungsquerschnitt (ultraschallverdichtete Litze) | nur 1,5 mm ² (siehe Hinweis [► 40]) |
| Abisolierlänge | 8 ... 9 mm |

4.7 Einbaulagen

HINWEIS

Einschränkung von Einbaulage und Betriebstemperaturbereich

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

Optimale Einbaulage (Standard)

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

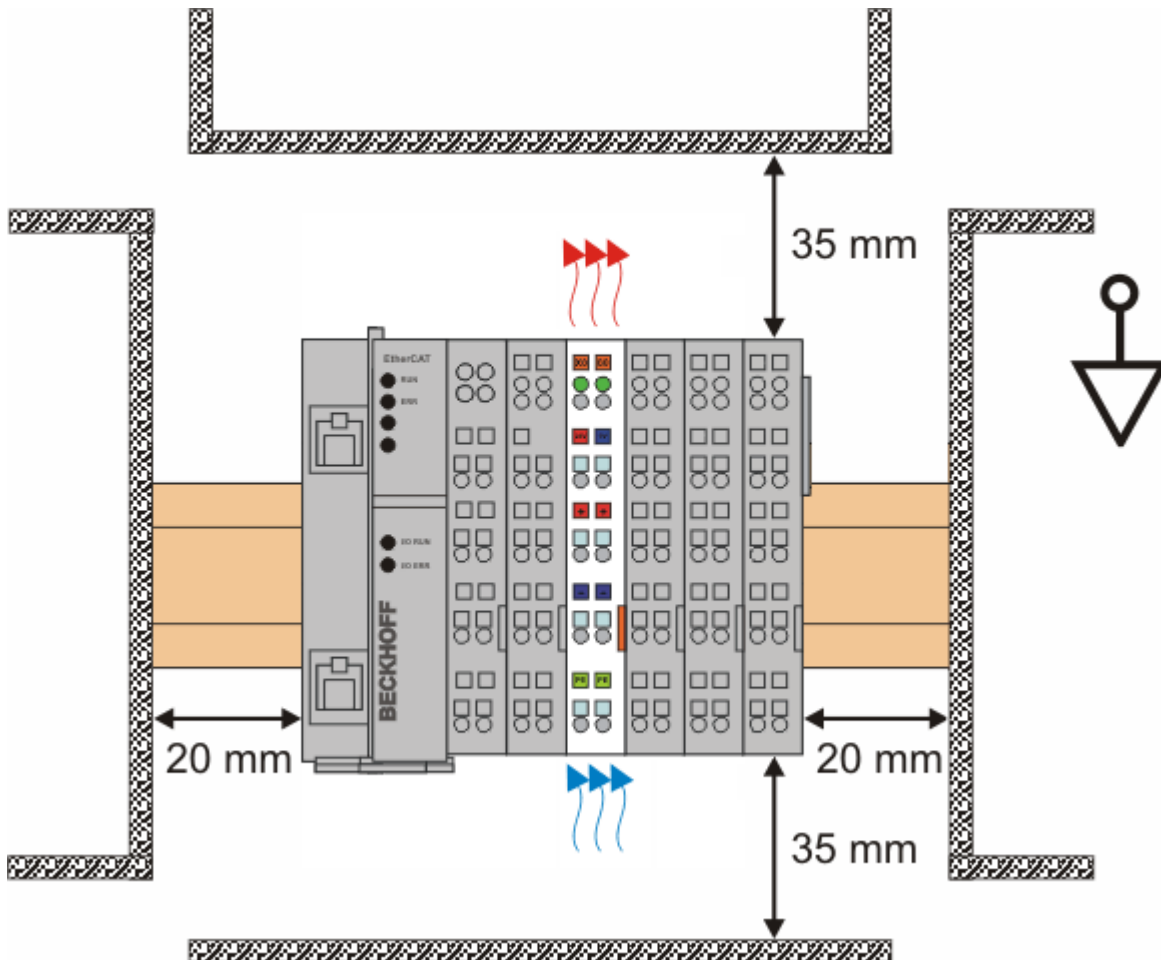


Abb. 17: Empfohlene Abstände bei Standard-Einbaulage

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.

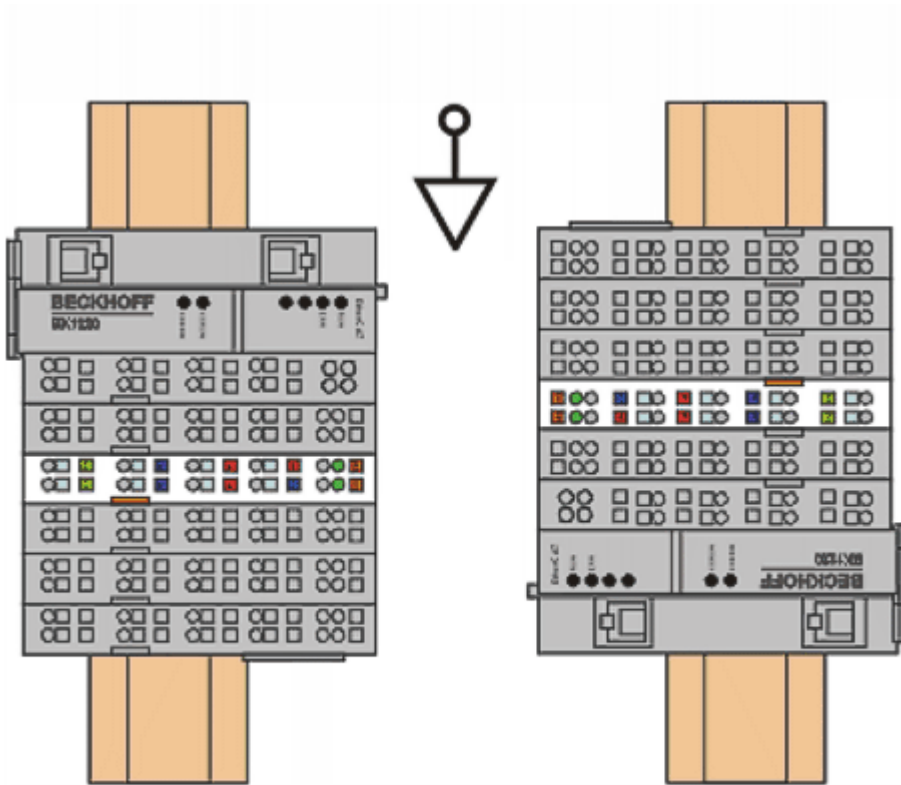


Abb. 18: Weitere Einbaulagen

4.8 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)

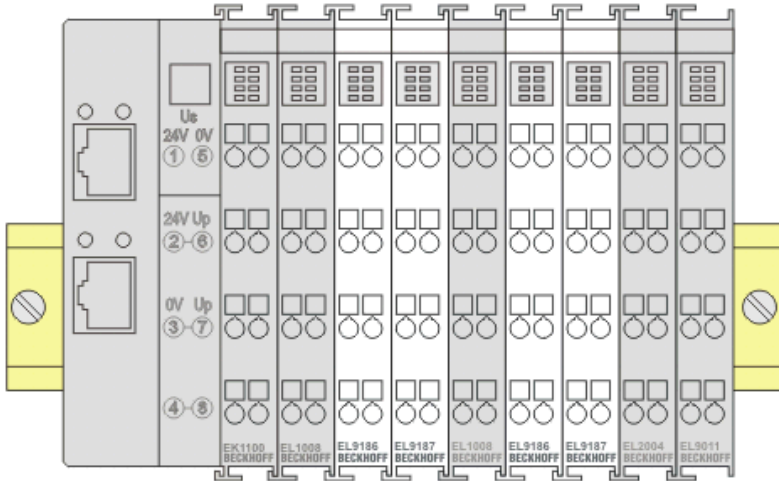


Abb. 19: Korrekte Positionierung

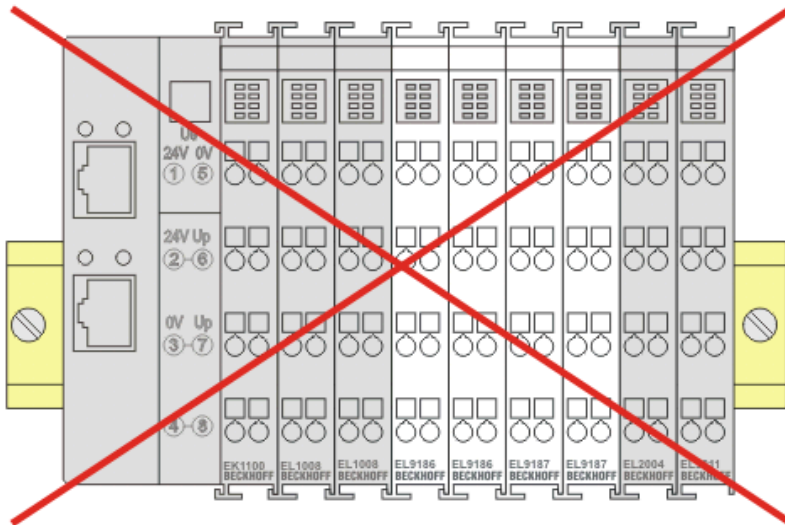


Abb. 20: Inkorrekte Positionierung

4.9 EL1202, EL1202-0100 - LED und Anschlussbelegung

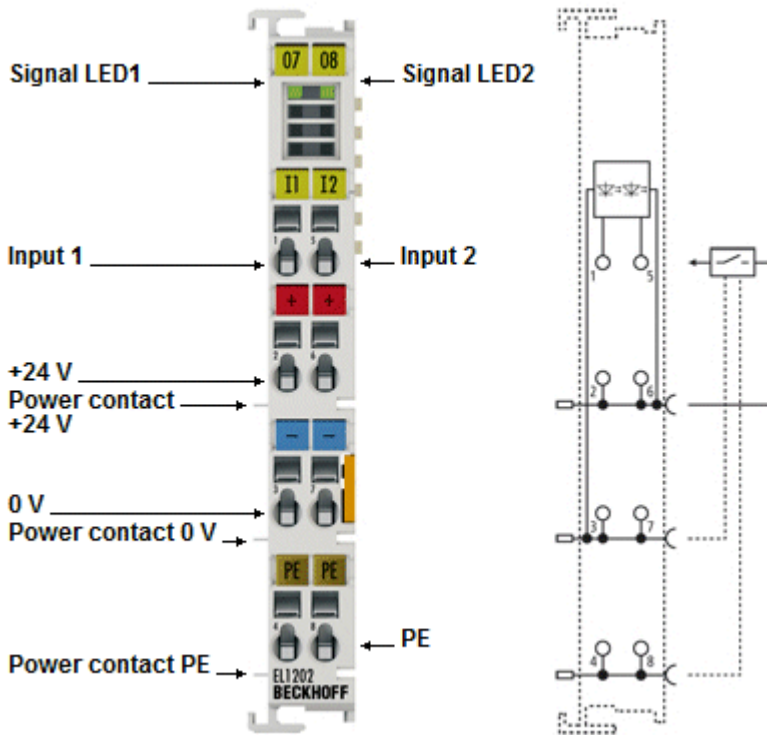


Abb. 21: EL1202

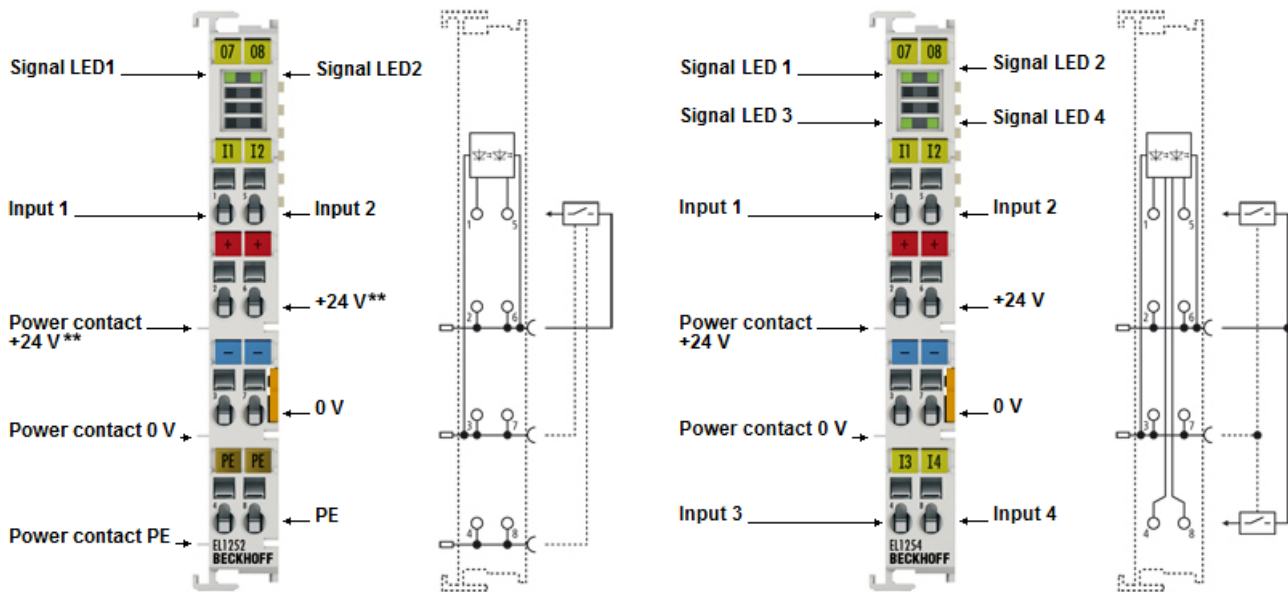
LED

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

Anschlussbelegung EL1202, EL1202-0100

| 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 |

4.10 EL1252, EL1252-0010, EL1252-0050, EL1254 - LED und Anschlussbelegung



**) +5 V for EL1252-0050

Abb. 22: EL1252-00x0, EL1254

LED

| LED | Farbe | Bedeutung | |
|----------|-------|-----------|--|
| INPUT 1 | grün | aus | Es liegt kein Eingangssignal am entsprechenden Eingang |
| INPUT 2 | | an | Eingangssignal am entsprechenden Eingang |
| INPUT 3* | | | |
| INPUT 4* | | | |

* nur EL1254

HINWEIS

EL1252-0050: Beschädigung der Klemme möglich!

Beachten Sie bei der Projektierung des Busklemmen-Systems die ggf. unterschiedlichen Potenziale auf den Powerkontakten (24 V_{DC} und 5 V_{DC}) und setzen Sie ggf. Potenzialtrennklemmen (EL9080) zur Trennung der Potenziale ein!

Anschlussbelegung EL1252, EL1252-0010, EL1252-0050, EL1254

| Klemmstelle | | Beschreibung |
|-----------------------------------|-----|---|
| Bezeichnung | Nr. | |
| Input 1 | 1 | Eingang 1 |
| + 24 V + 5 V (nur EL1252-0050) | 2 | + 24 V (intern verbunden mit Klemmstelle 6 und positiven Powerkontakt) für EL1252-0000, EL1252-0010 und EL1254 + 5 V (intern verbunden mit Klemmstelle 6 und positiven Powerkontakt) für EL1252-0050 |
| 0 V | 3 | 0 V (intern verbunden mit Klemmstelle 7 und negativen Powerkontakt) |
| PE (EL1252) Input 3 (EL1254) | 4 | PE Kontakt für EL1252 Eingang 3 für EL1254 |
| Input 2 | 5 | Eingang 2 |
| + 24 V + 5 V (nur EL1252-0050) | 6 | + 24 V (intern verbunden mit Klemmstelle 6 und positiven Powerkontakt) für EL1252-0000, EL1252-0010 und EL1254 + 5 V (intern verbunden mit Klemmstelle 6 und positiven Powerkontakt) für EL1252-0050 |
| 0 V | 7 | 0 V (intern verbunden mit Klemmstelle 3 und negativen Powerkontakt) |
| PE (EL1252) Input 4 (EL1254) | 8 | PE Kontakt für EL1252 Eingang 4 für EL1254 |

4.11 Entsorgung



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

5 Inbetriebnahme

5.1 TwinCAT 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:

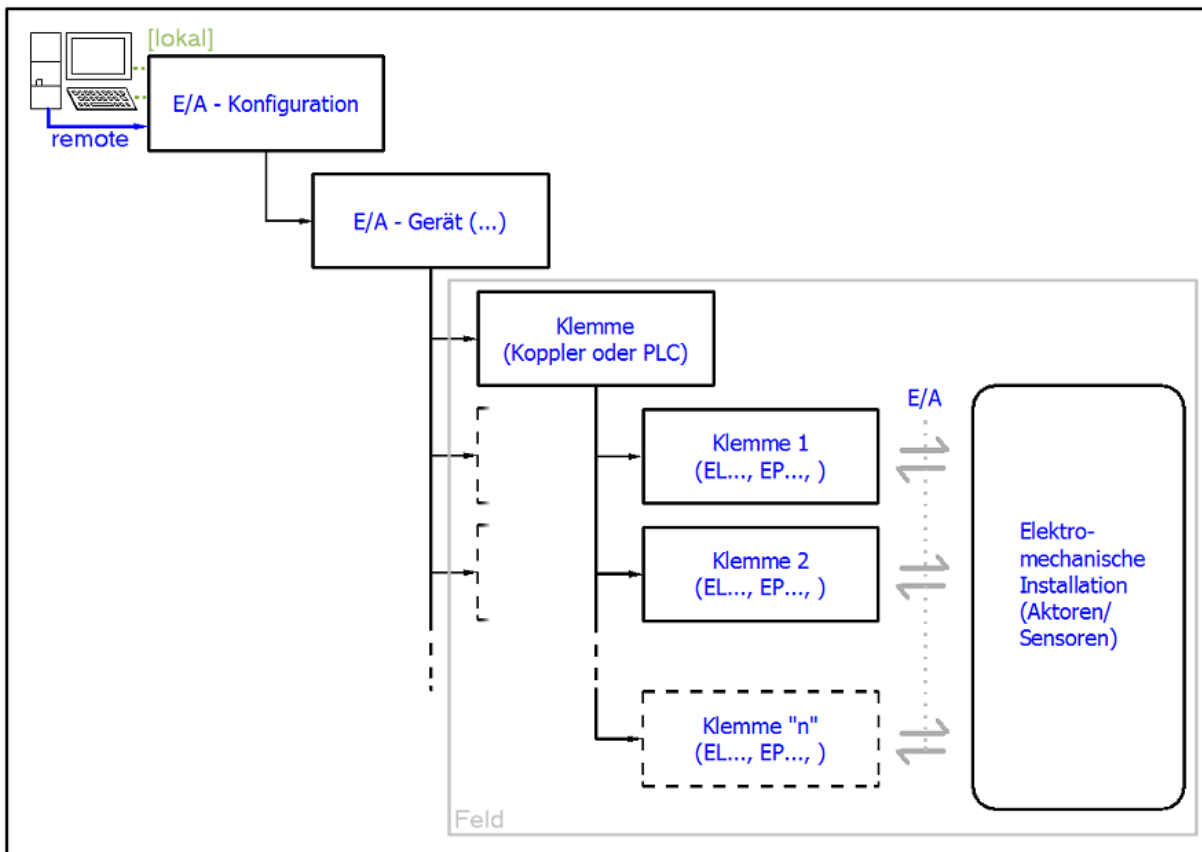


Abb. 23: Bezug von der Anwender Seite (Inbetriebnahme) zur Installation

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

Beispielkonfiguration (realer Aufbau)

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

- Steuerungssystem (PLC) **CX2040** inkl. Netzteil **CX2100-0004**
- Rechtsseitig angebunden am CX2040 (E-Bus):
EL1004 (4-Kanal-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)

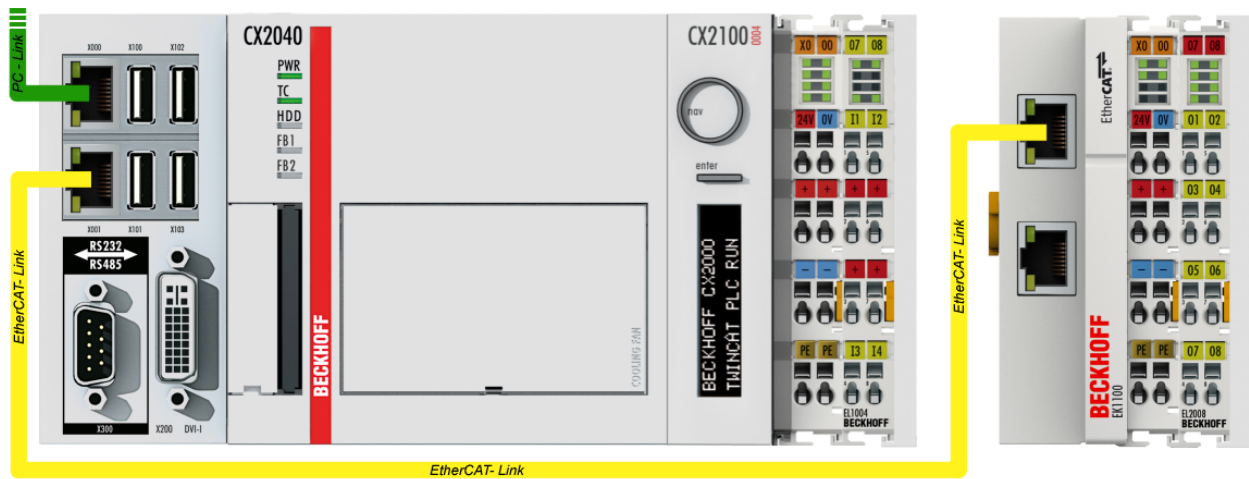


Abb. 24: Aufbau der Steuerung mit Embedded-PC, Eingabe (EL1004) und Ausgabe (EL2008)

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

5.1.1 TwinCAT 2

Startup

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

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:

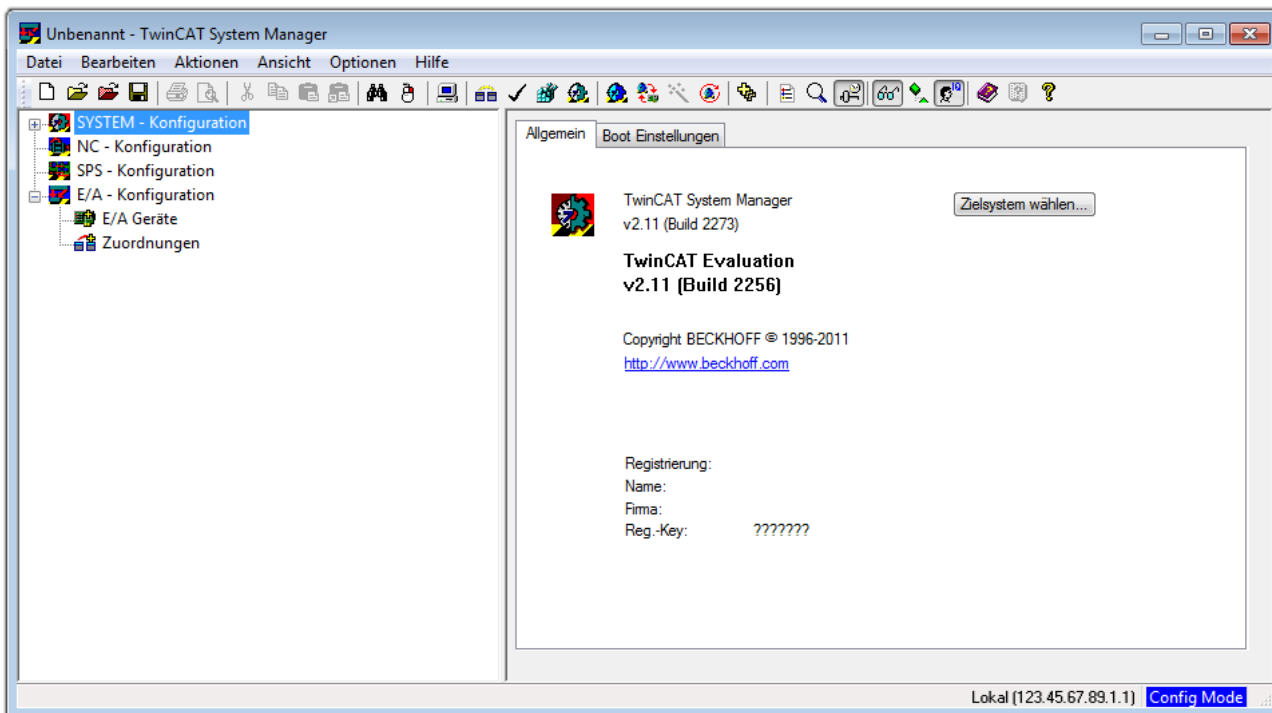



Abb. 25: Initiale Benutzeroberfläche TwinCAT 2

Es besteht generell die Möglichkeit das TwinCAT „lokal“ oder per „remote“ zu verwenden. Ist das TwinCAT System inkl. Benutzeroberfläche (Standard) auf dem betreffenden PLC installiert, kann TwinCAT „lokal“ eingesetzt werden und mit Schritt „Geräte einfügen [► 54]“ fortgesetzt werden.

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

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

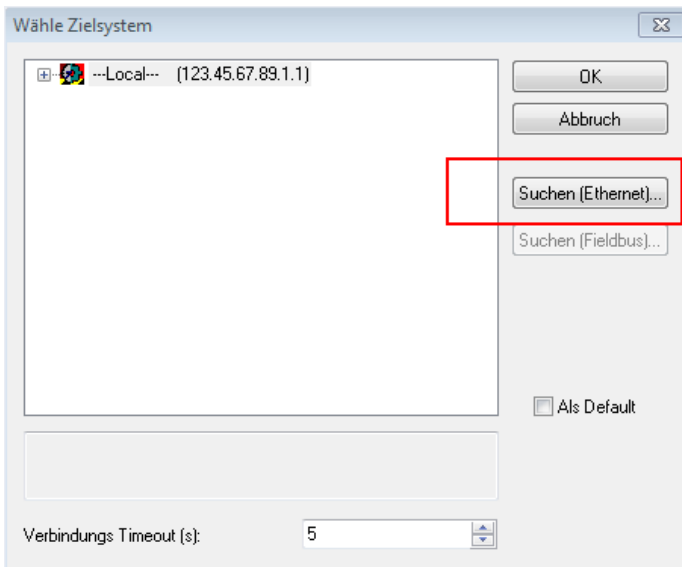


Abb. 26: Wähle Zielsystem

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

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

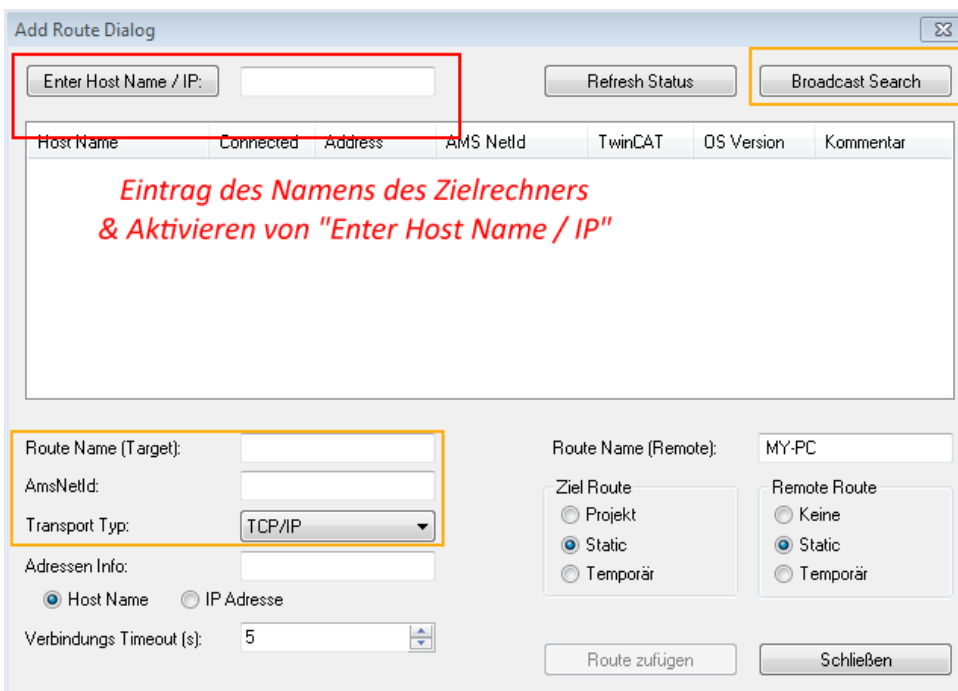
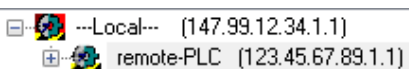


Abb. 27: PLC für den Zugriff des TwinCAT System Managers festlegen: Auswahl des Zielsystems

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




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

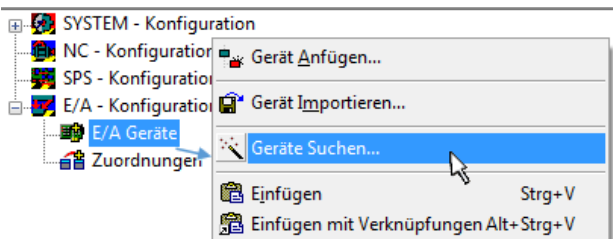


Abb. 28: Auswahl „Gerät Suchen...“

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

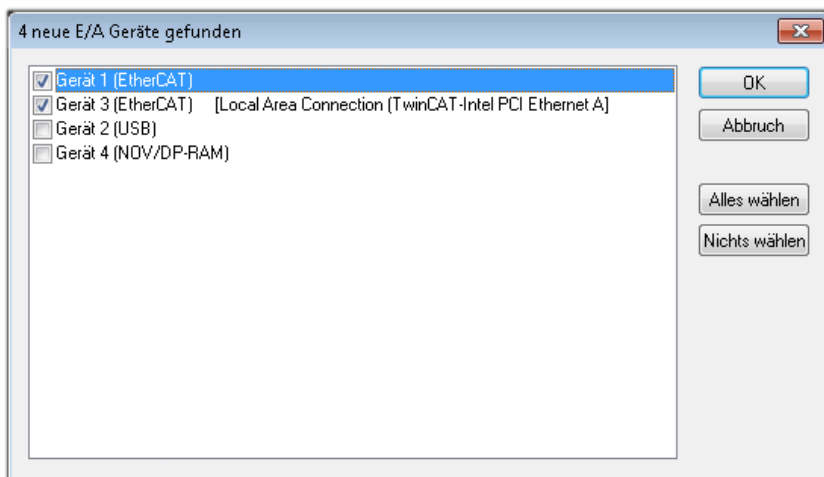


Abb. 29: Automatische Erkennung von E/A-Geräten: Auswahl der einzubindenden Geräte

Ebenfalls ist anschließend die Meldung „nach neuen Boxen suchen“ zu bestätigen, um die an den Geräten 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 [► 50] sieht das Ergebnis wie folgt aus:

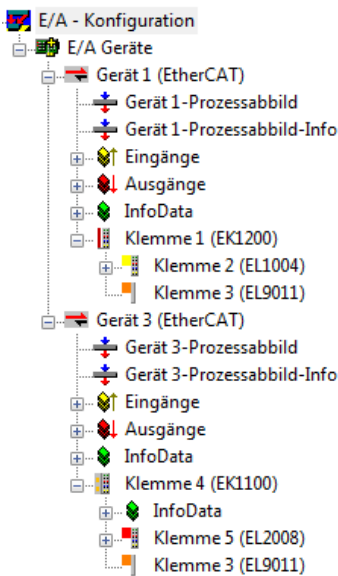


Abb. 30: Abbildung der Konfiguration im TwinCAT 2 System Manager

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:

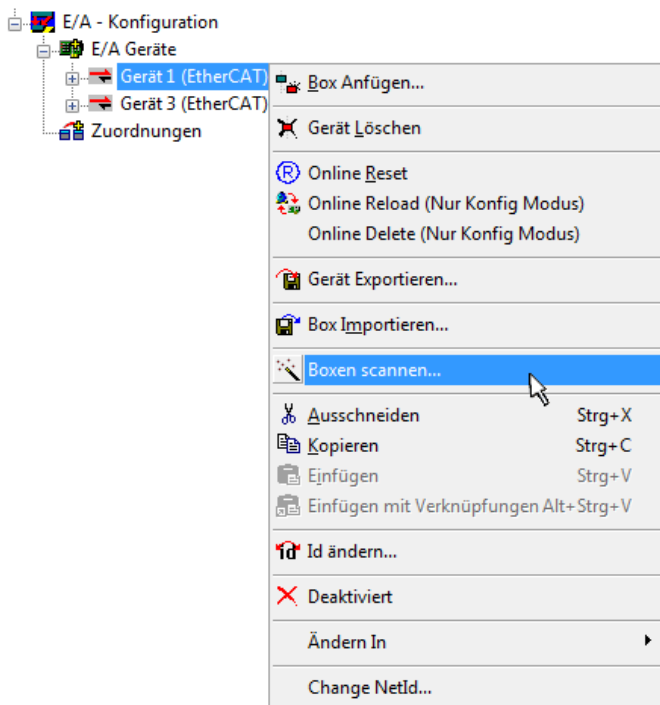


Abb. 31: Einlesen von einzelnen an einem Gerät befindlichen Klemmen

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

PLC programmieren und integrieren

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

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

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

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

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

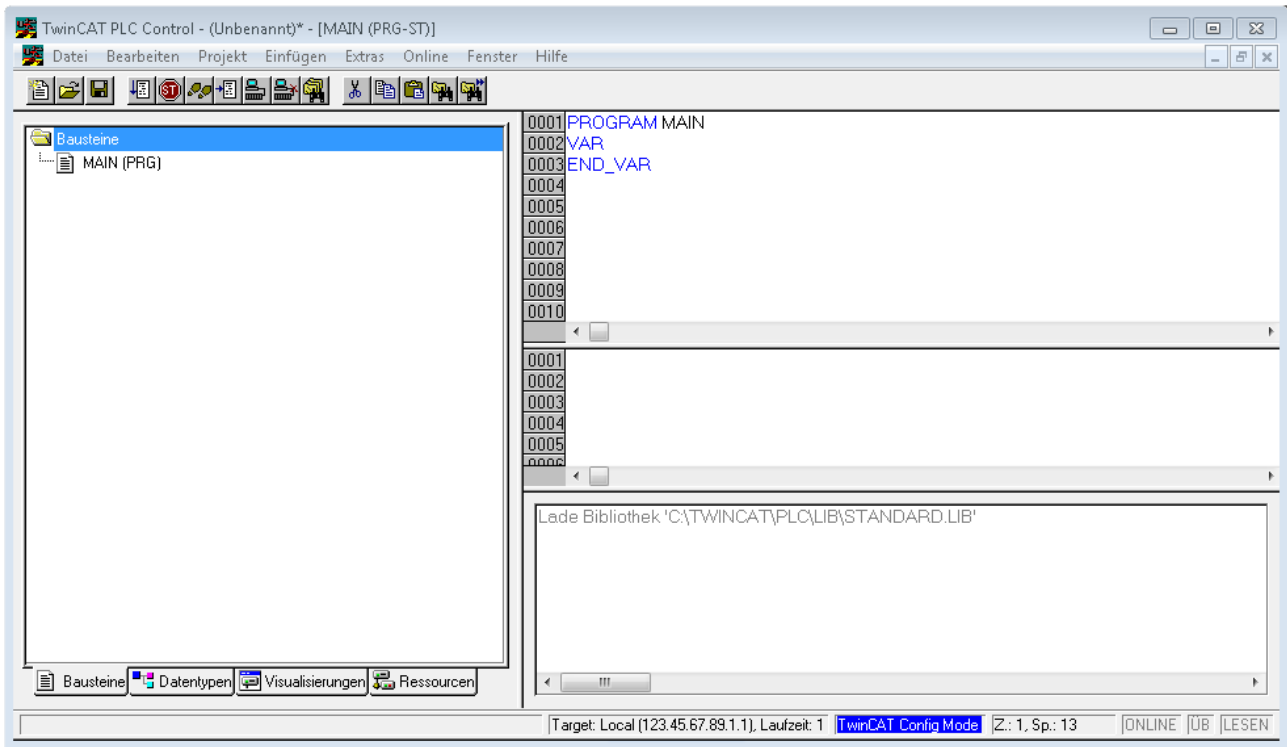


Abb. 32: TwinCAT PLC Control nach dem Start

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

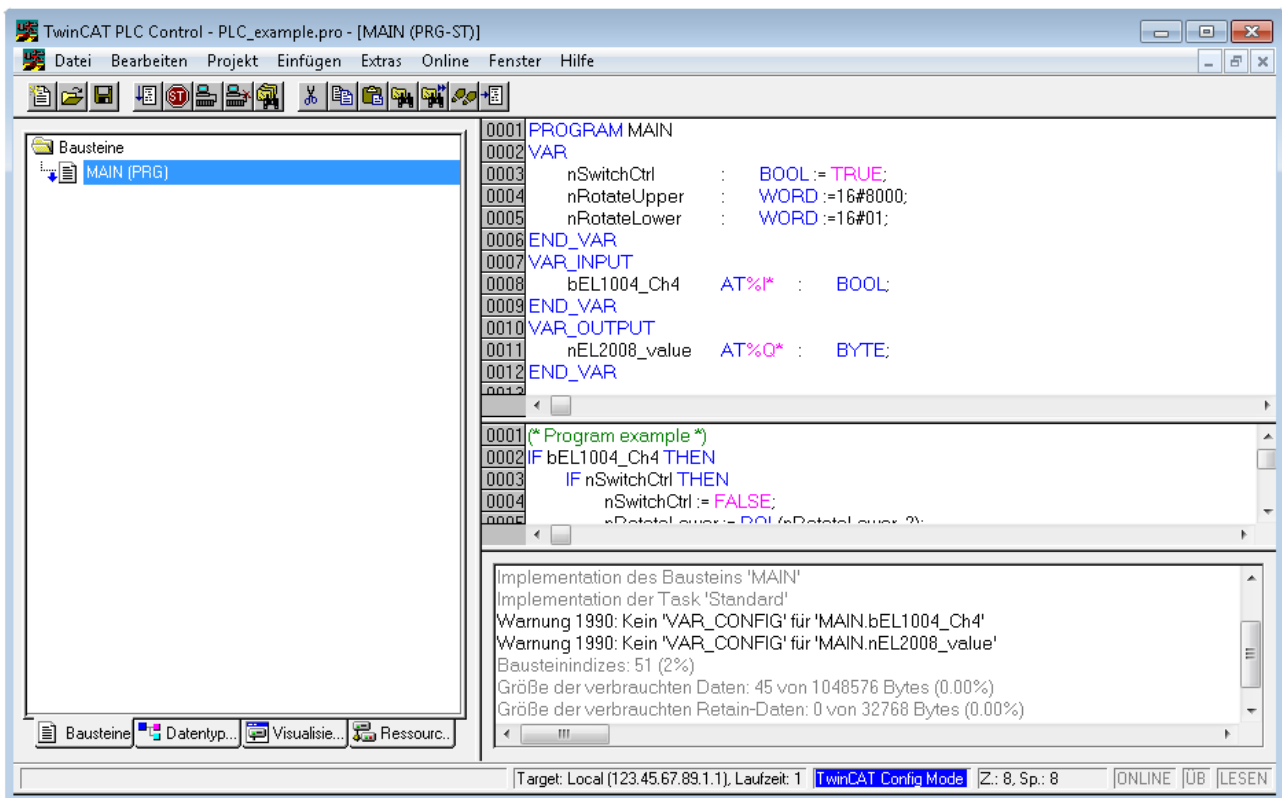


Abb. 33: Beispielprogramm mit Variablen nach einem Kompilervorgang (ohne Variablenanbindung)

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...“:

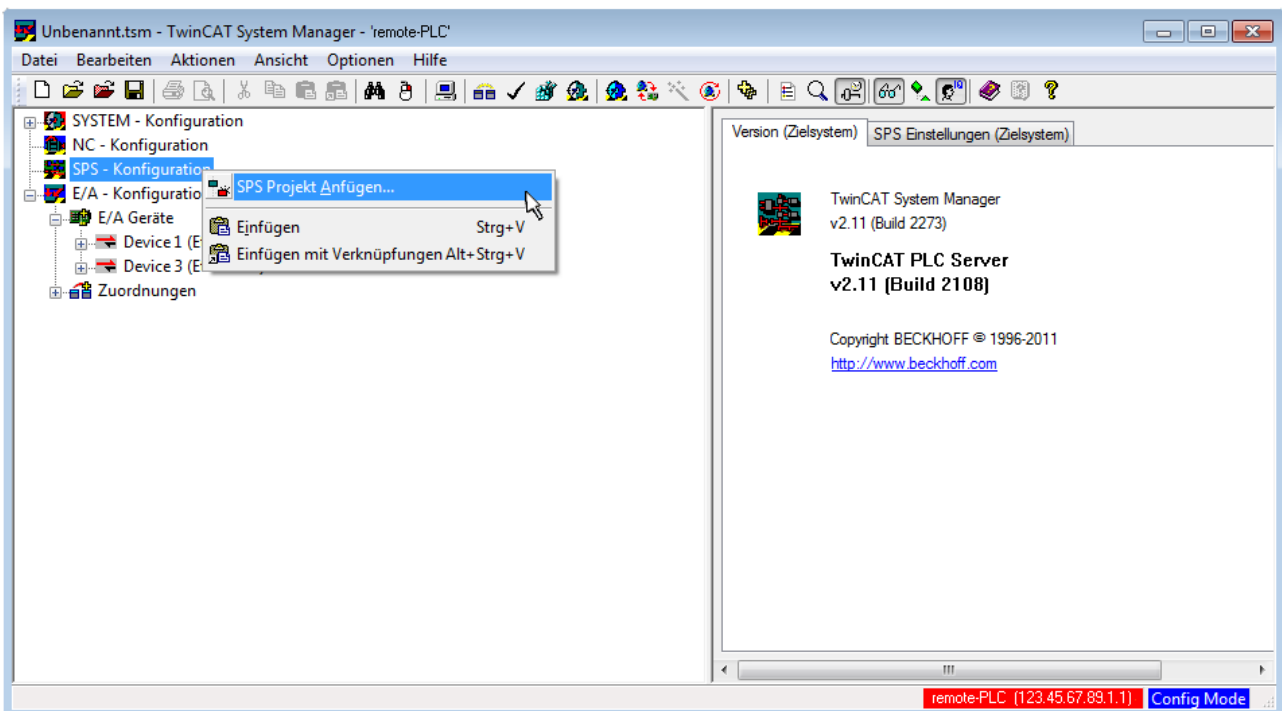


Abb. 34: Hinzufügen des Projektes des TwinCAT PLC Control

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

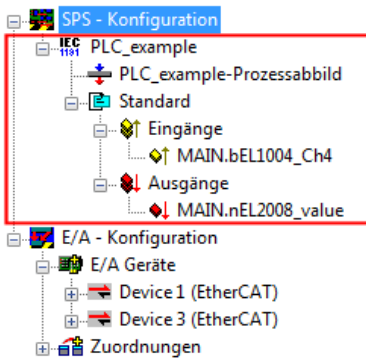


Abb. 35: Eingebundenes PLC-Projekt in der SPS-Konfiguration des System Managers

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

Variablen Zuordnen

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

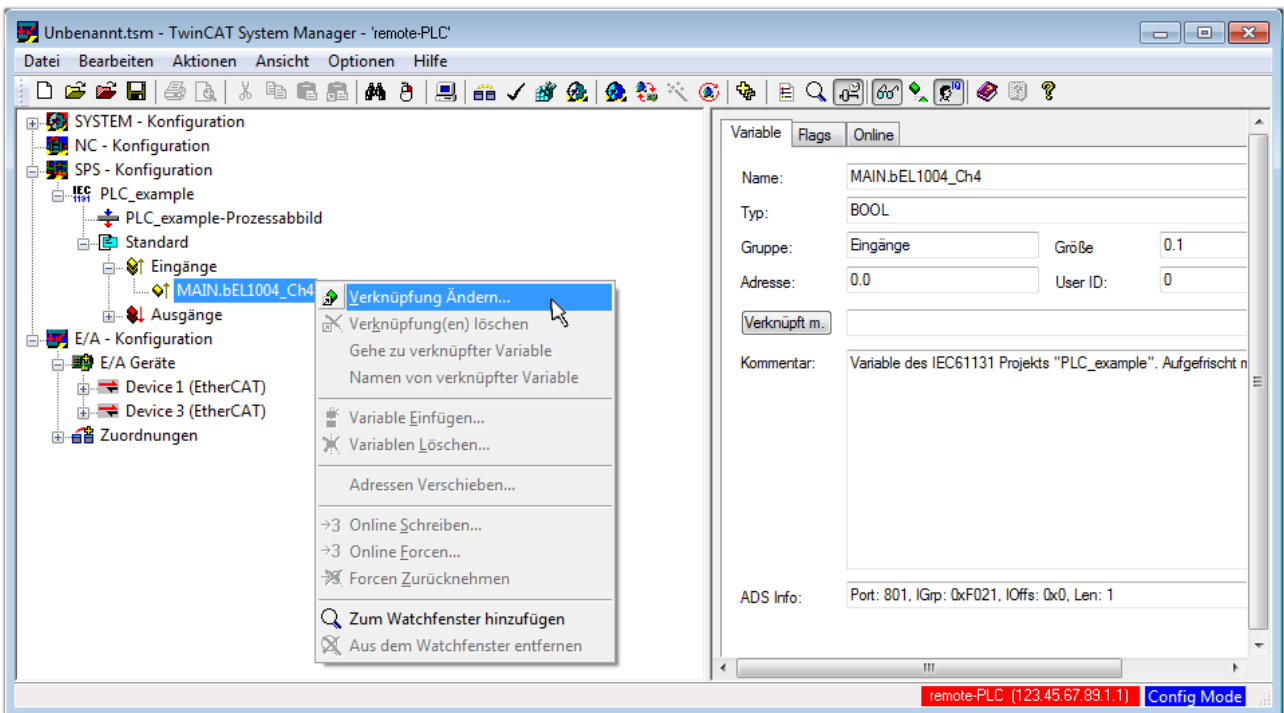


Abb. 36: Erstellen der Verknüpfungen PLC-Variablen zu Prozessobjekten

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

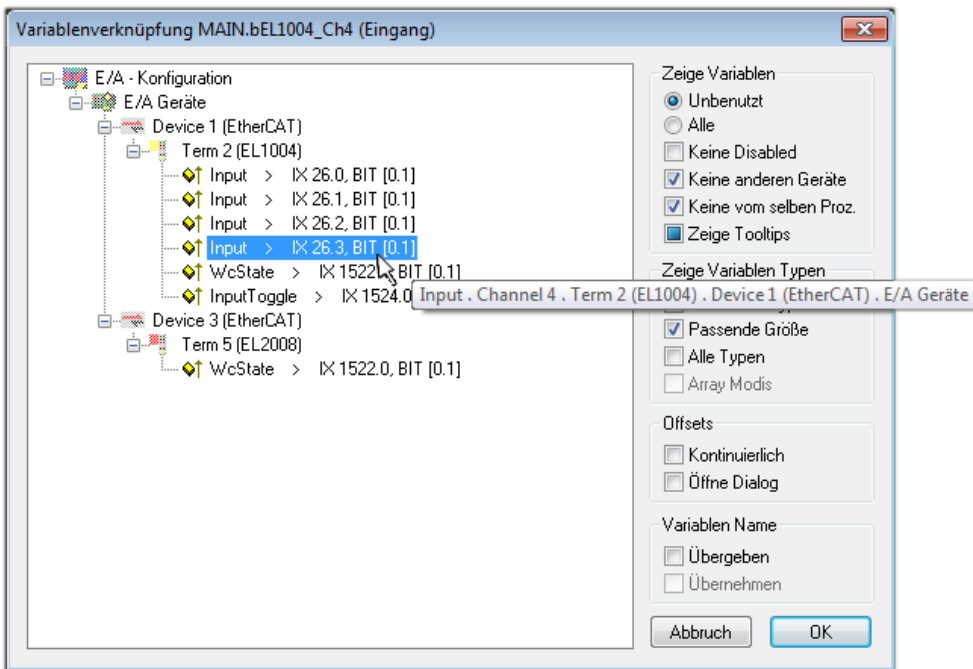


Abb. 37: Auswahl des PDO vom Typ BOOL

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

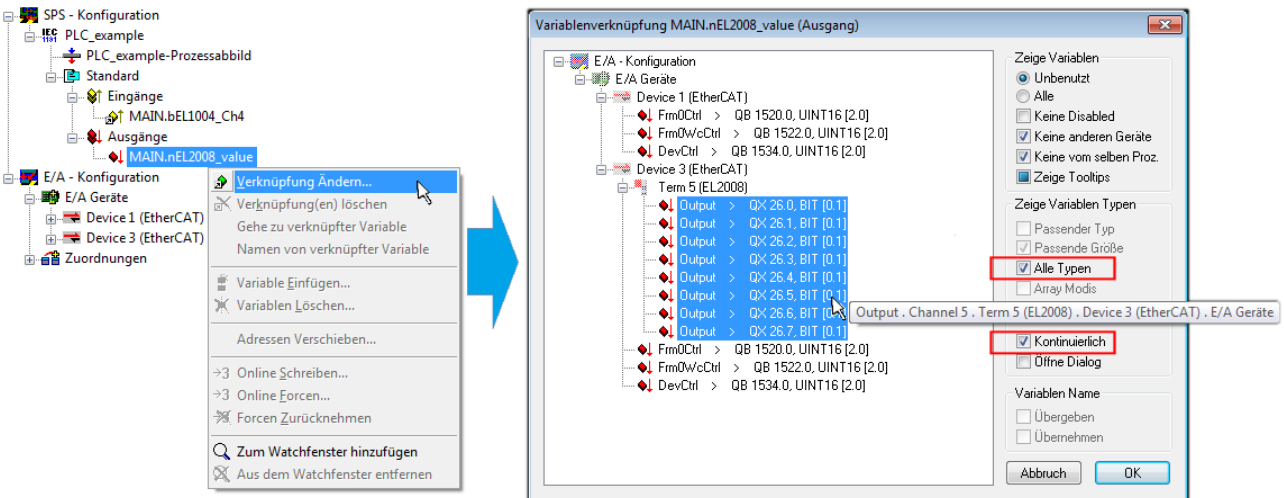



Abb. 38: Auswahl von mehreren PDO gleichzeitig: Aktivierung von „Kontinuierlich“ und „Alle Typen“

Zu sehen ist, dass überdies die Checkbox „Kontinuierlich“ aktiviert wurde. Dies ist dafür vorgesehen, dass die in dem Byte der Variablen „nEL2008_value“ enthaltenen Bits allen acht ausgewählten Ausgangsbits der Klemme EL2008 der Reihenfolge nach zugeordnet werden sollen. Damit ist es möglich, alle acht Ausgänge der Klemme mit einem Byte entsprechend Bit 0 für Kanal 1 bis Bit 7 für Kanal 8 von der PLC im Programm später anzusprechen. Ein spezielles Symbol () an dem gelben bzw. roten Objekt der Variablen zeigt an, dass hierfür eine Verknüpfung existiert. Die Verknüpfungen können z. B. auch überprüft werden, indem „Goto Link Variable“ aus dem Kontextmenü einer Variable ausgewählt wird. Dann wird automatisch das gegenüberliegende verknüpfte Objekt, in diesem Fall das PDO selektiert:

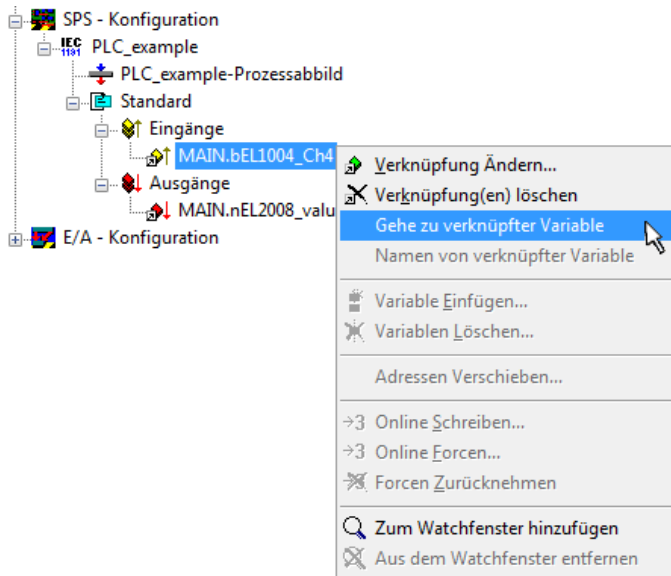

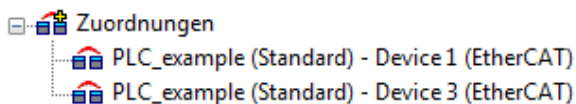


Abb. 39: Anwendung von „Goto Link Variable“ am Beispiel von „MAIN.bEL1004_Ch4“

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


Dies lässt sich entsprechend in der Konfiguration einsehen:




Der Vorgang zur Erstellung von Verknüpfungen kann auch in umgekehrter Richtung, d. h. von einzelnen PDO ausgehend zu einer Variablen erfolgen. In diesem Beispiel wäre dann allerdings eine komplette Auswahl aller Ausgangsbits der EL2008 nicht möglich, da die Klemme nur einzelne digitale Ausgänge zur Verfügung stellt. Hat eine Klemme ein Byte, Word, Integer oder ein ähnliches PDO, so ist es möglich dies wiederum einen Satz von bit-typisierten Variablen 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 darauffolgenden Meldungen „Alte Konfigurationen werden überschrieben!“ sowie „Neustart TwinCAT System in Run Modus“ werden jeweils mit „OK“ bestätigt.

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

Starten der Steuerung

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

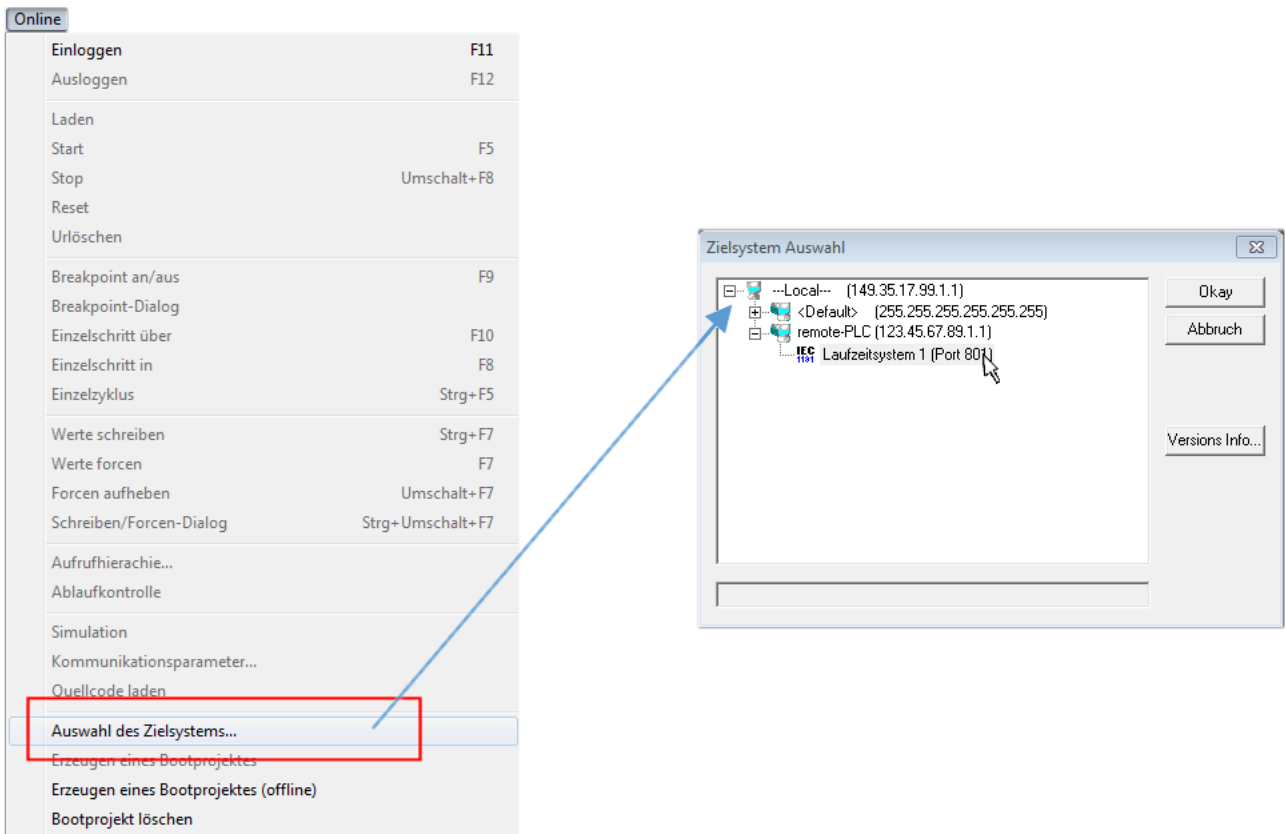



Abb. 40: Auswahl des Zielsystems (remote)

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

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

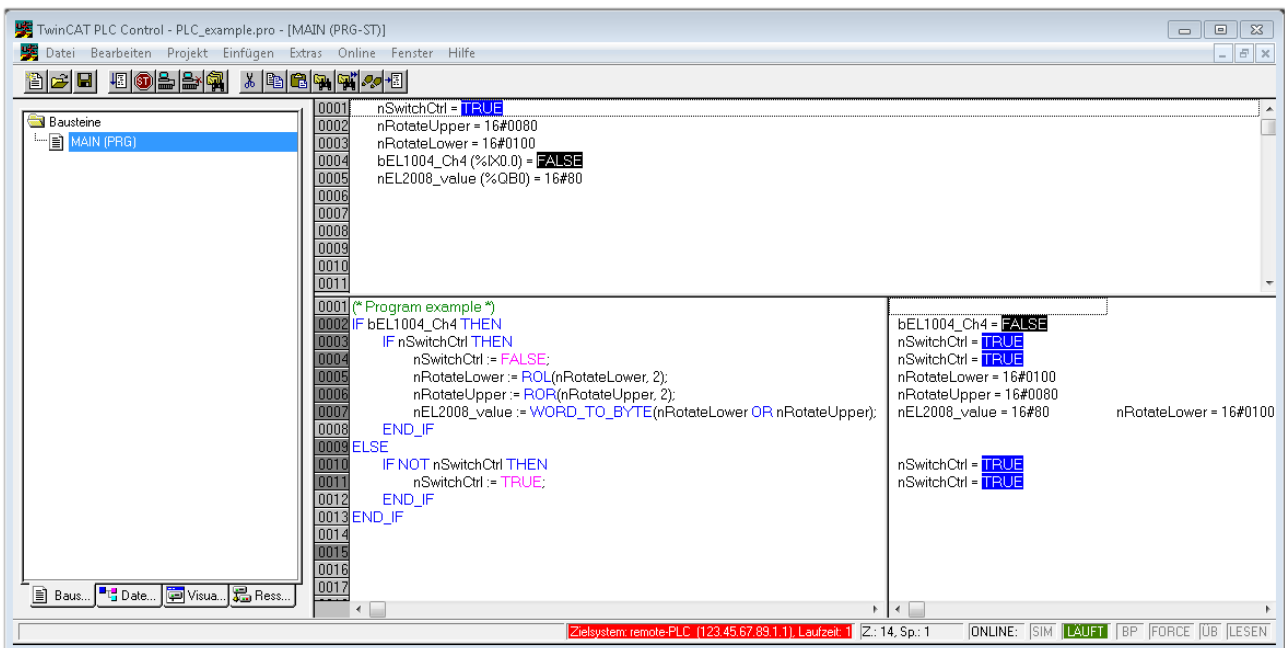


Abb. 41: PLC Control Logged-in, bereit zum Programmstart

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

5.1.2 TwinCAT 3

Startup

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

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

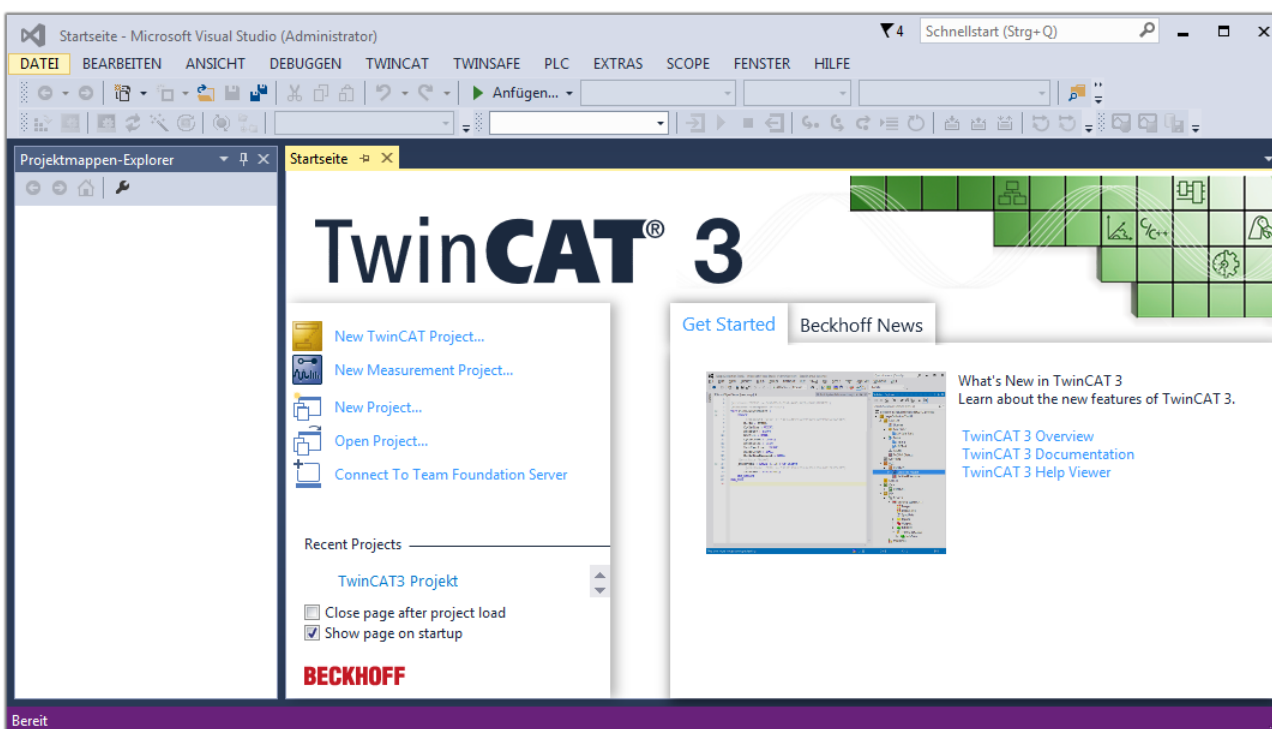



Abb. 42: Initiale Benutzeroberfläche TwinCAT 3

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

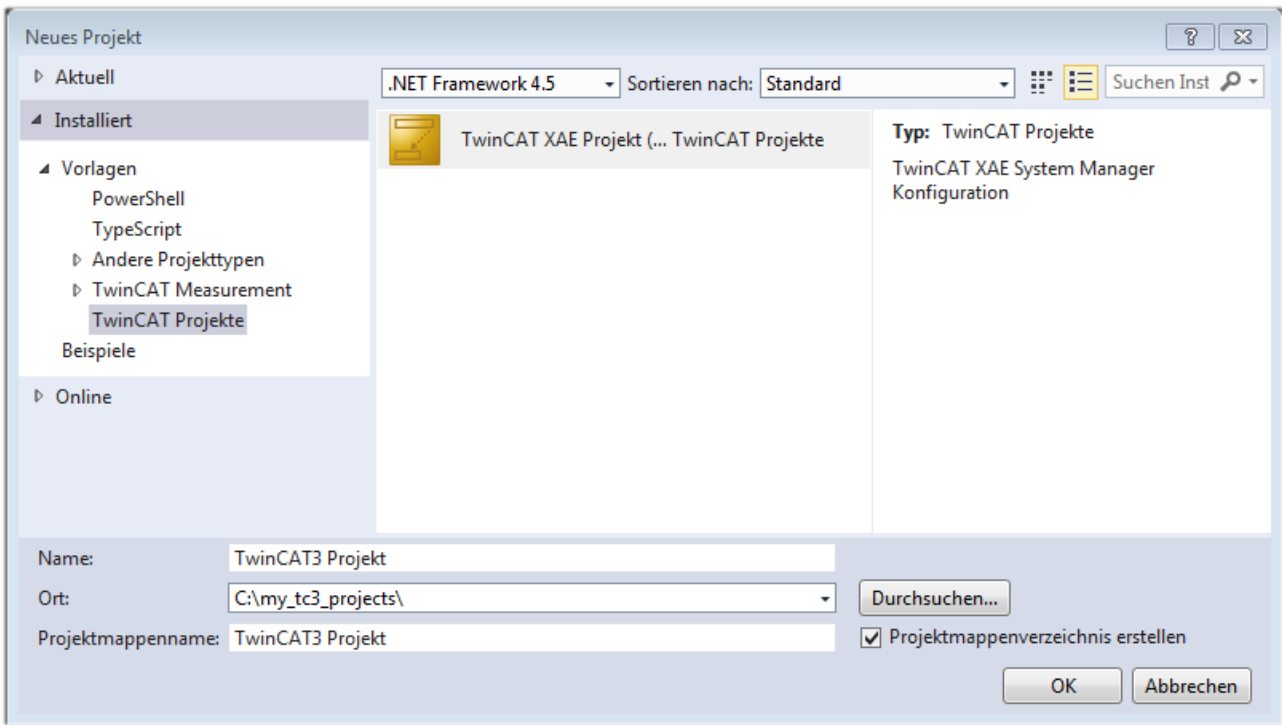


Abb. 43: Neues TwinCAT 3 Projekt erstellen

Im Projektmappen-Explorer liegt sodann das neue Projekt vor:

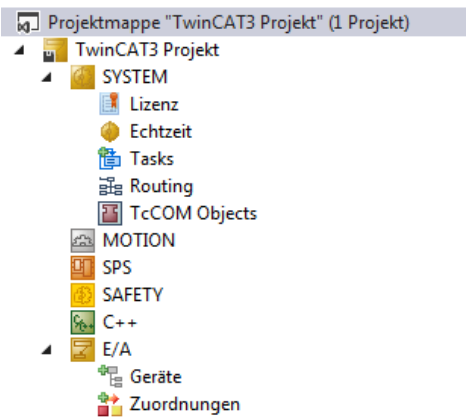
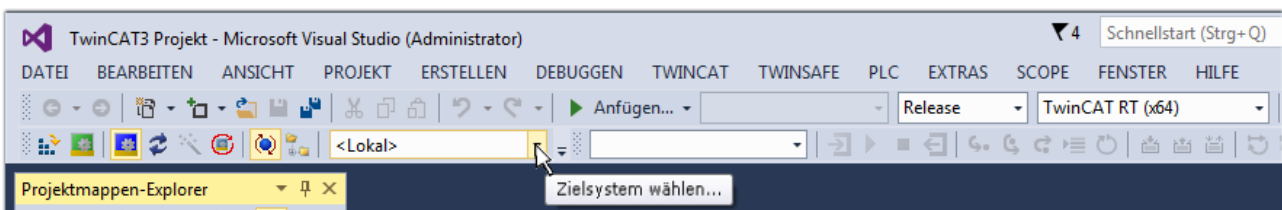


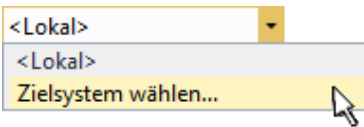
Abb. 44: Neues TwinCAT 3 Projekt im Projektmappen-Explorer

Es besteht generell die Möglichkeit das TwinCAT „lokal“ oder per „remote“ zu verwenden. Ist das TwinCAT System inkl. Benutzeroberfläche (Standard) auf dem betreffenden PLC (lokal) installiert, kann TwinCAT „lokal“ eingesetzt werden und mit Schritt „Geräte einfügen |> 65|“ fortgesetzt werden.

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



wird das pull-down Menü aufgeklappt:



und folgendes Fenster hierzu geöffnet:

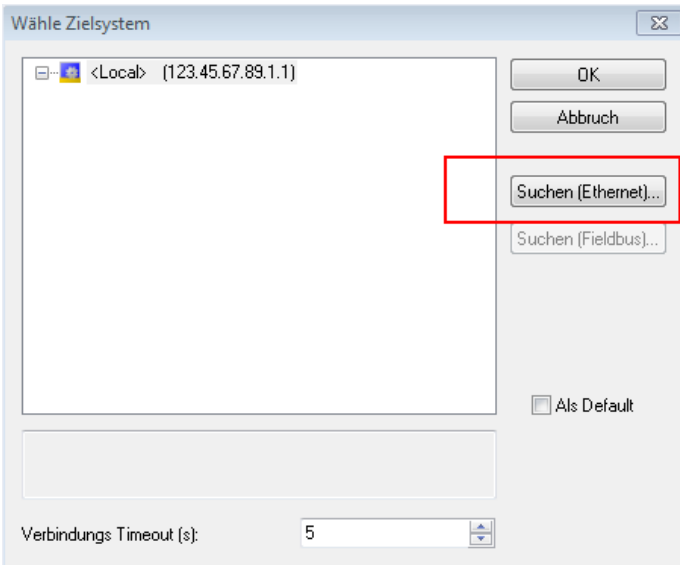


Abb. 45: Auswahldialog: Wähle Zielsystem

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

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

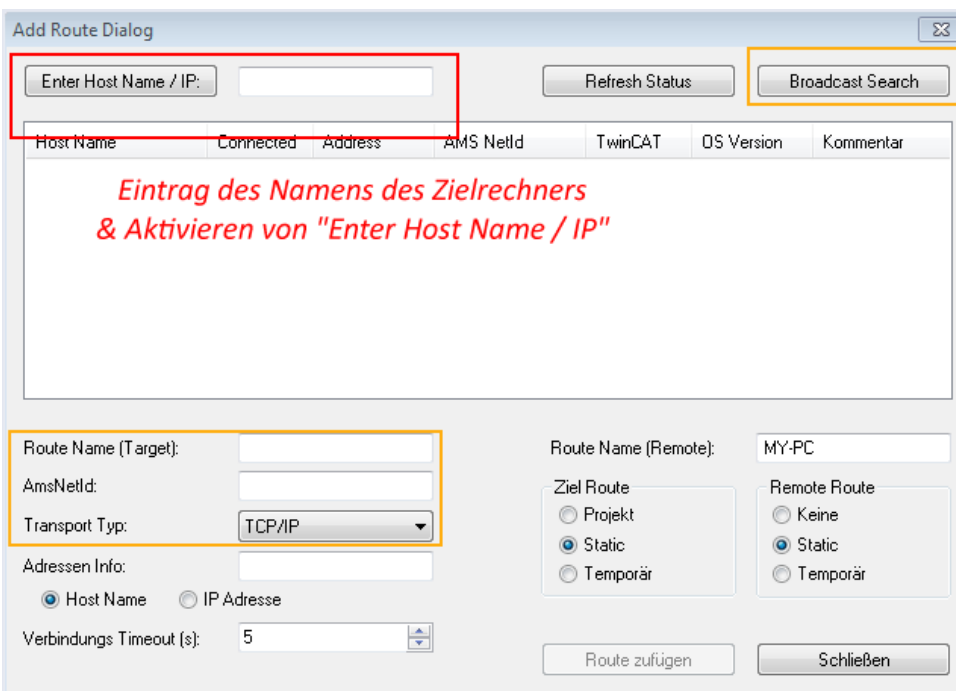
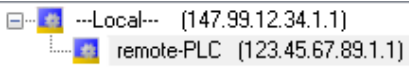


Abb. 46: PLC für den Zugriff des TwinCAT System Managers festlegen: Auswahl des Zielsystems

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



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

Geräte einfügen

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

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

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

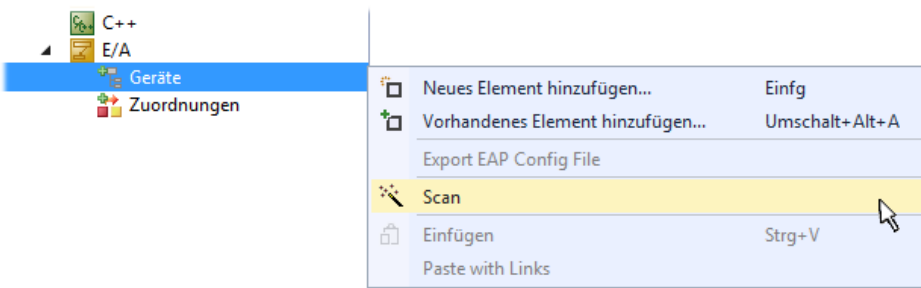


Abb. 47: Auswahl „Scan“

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

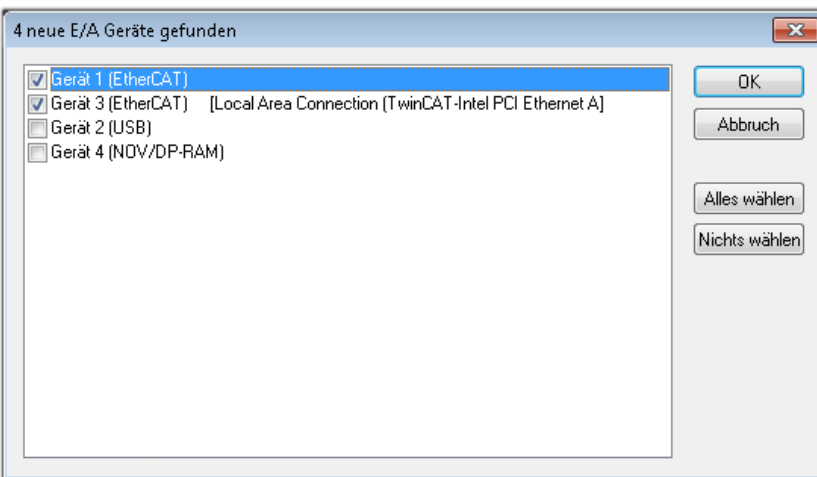


Abb. 48: Automatische Erkennung von E/A-Geräten: Auswahl der einzubindenden Geräte

Ebenfalls ist anschließend die Meldung „nach neuen Boxen suchen“ zu bestätigen, um die an den Geräten 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](#) [► 50] sieht das Ergebnis wie folgt aus:

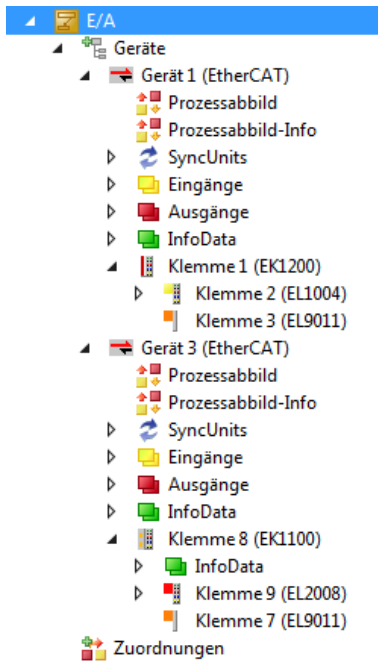


Abb. 49: Abbildung der Konfiguration in VS Shell der TwinCAT 3 Umgebung

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

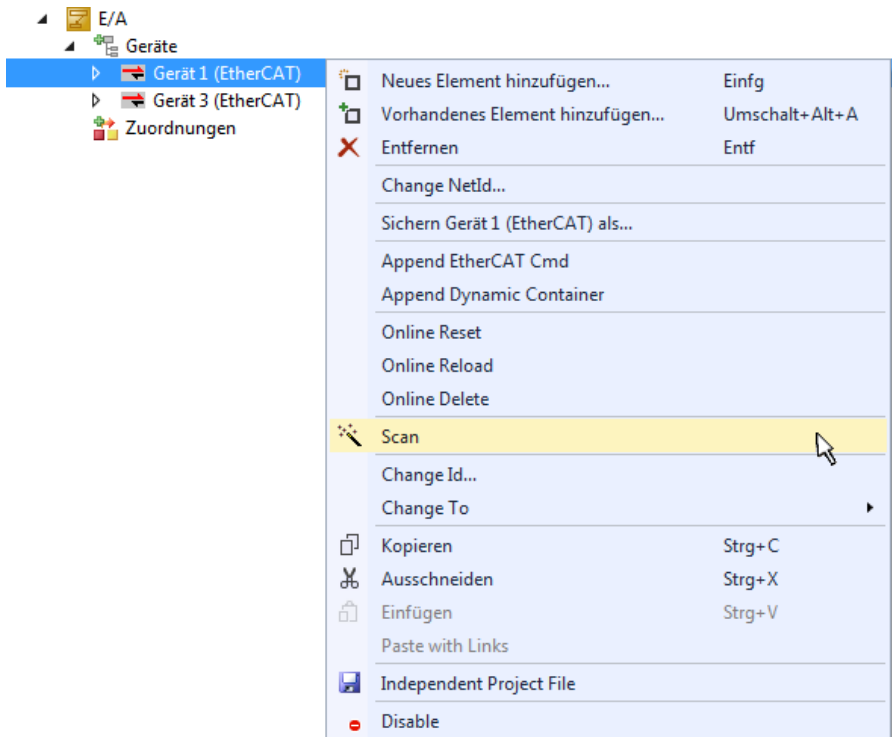


Abb. 50: Einlesen von einzelnen an einem Gerät befindlichen Klemmen

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

PLC programmieren

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

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

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

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

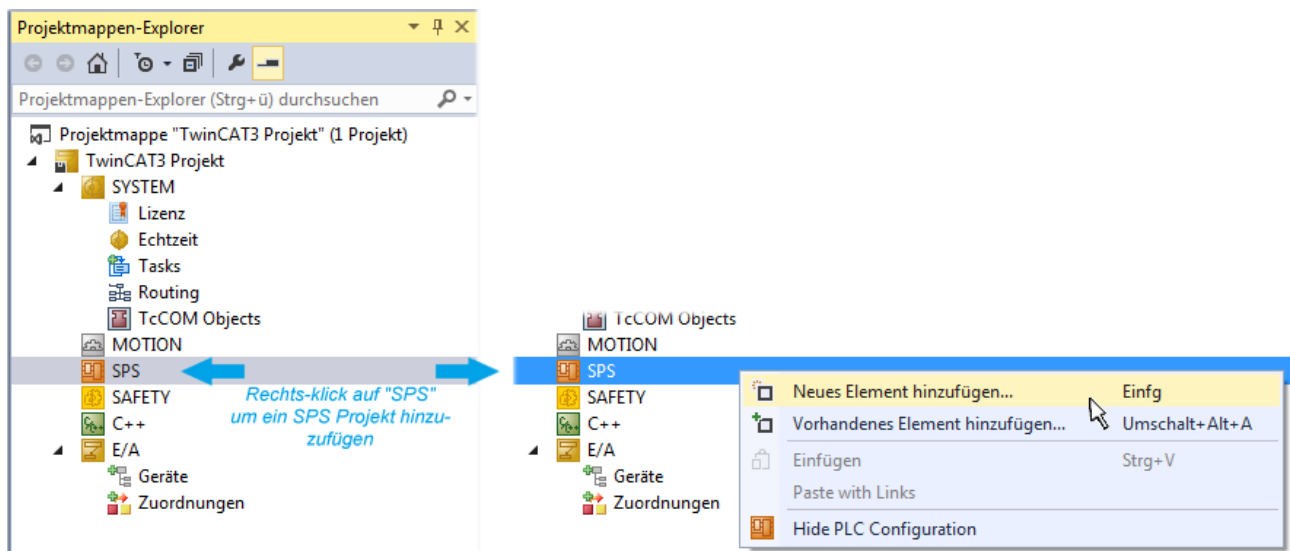


Abb. 51: Einfügen der Programmierumgebung in „SPS“

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

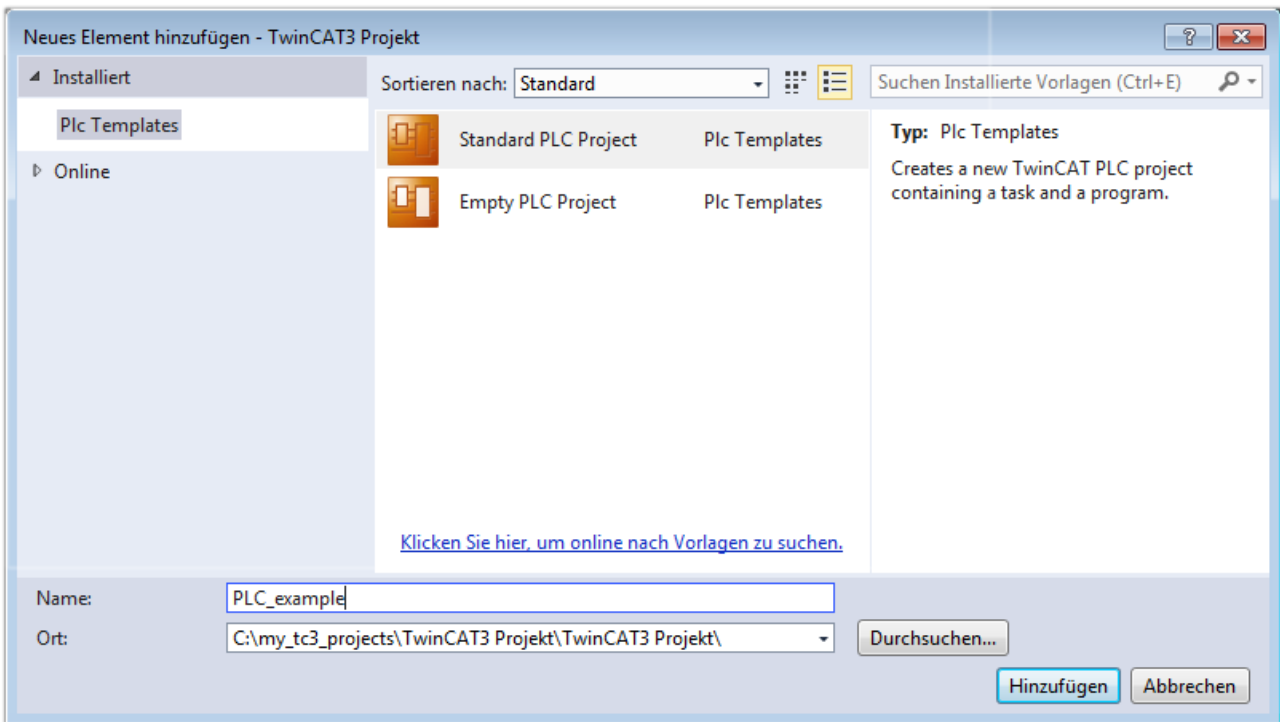


Abb. 52: Festlegen des Namens bzw. Verzeichnisses für die PLC Programmierungsumgebung

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

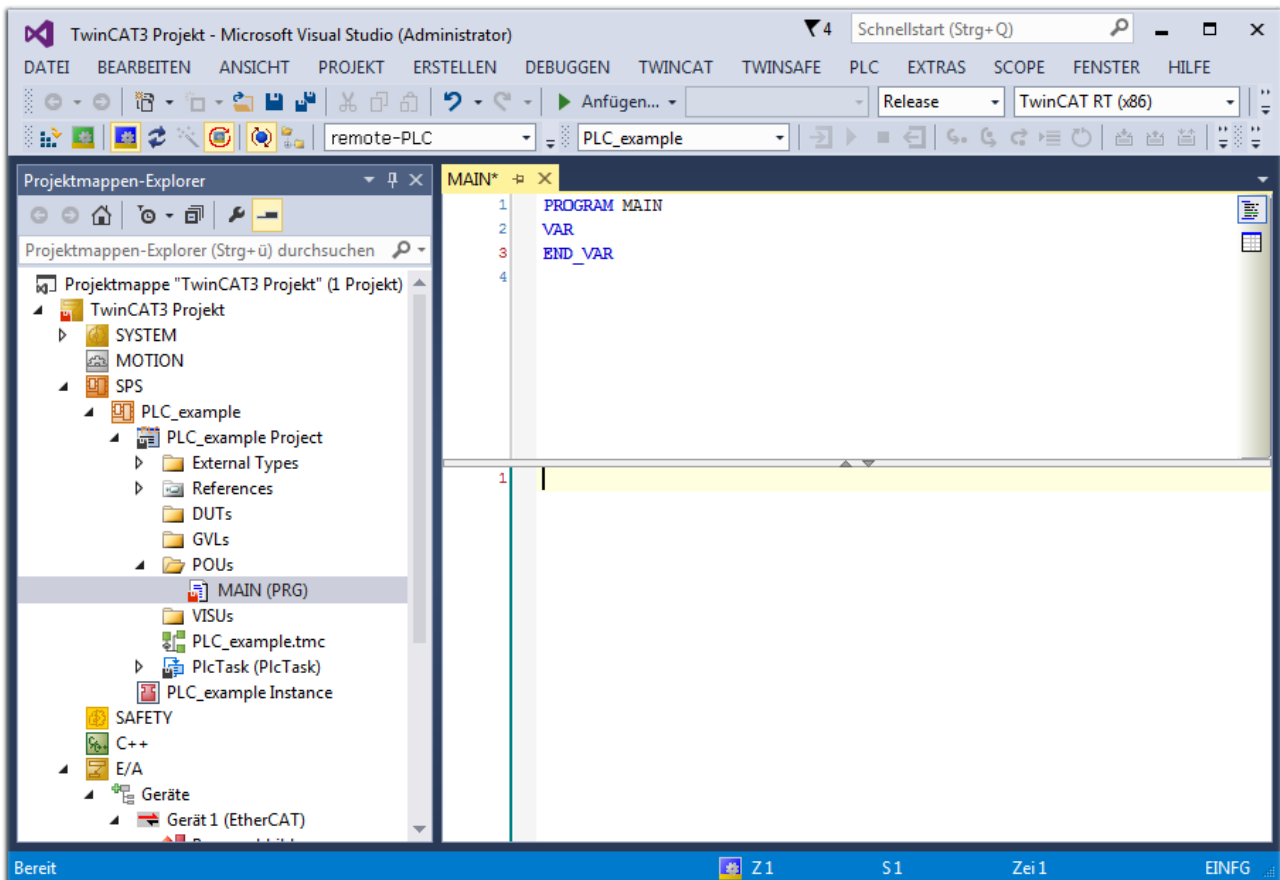


Abb. 53: Initiales Programm „Main“ des Standard PLC Projektes

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

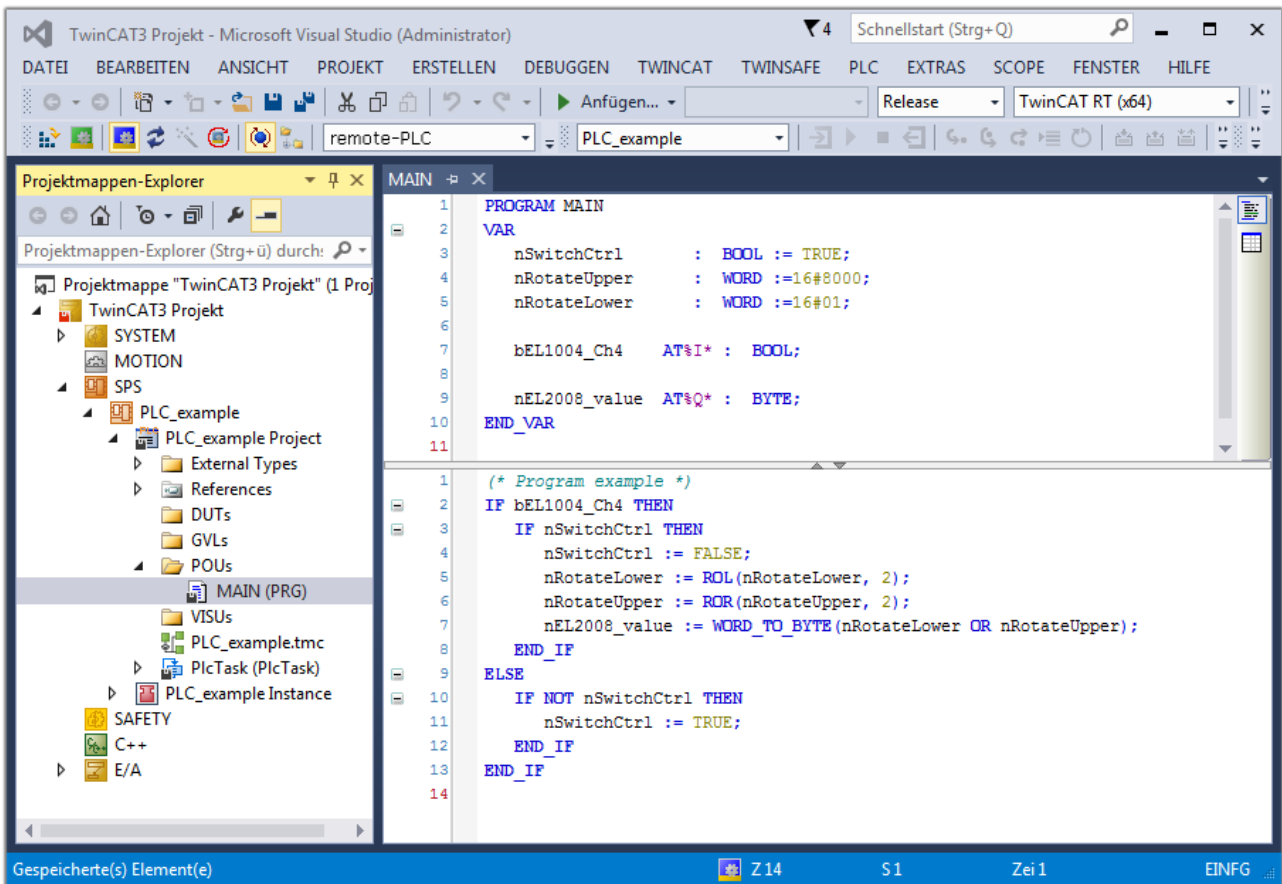


Abb. 54: Beispielprogramm mit Variablen nach einem Kompilervorgang (ohne Variablenanbindung)

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

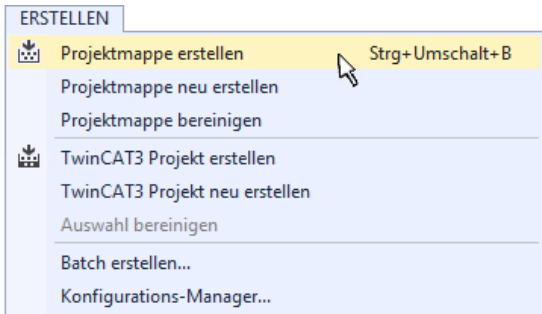
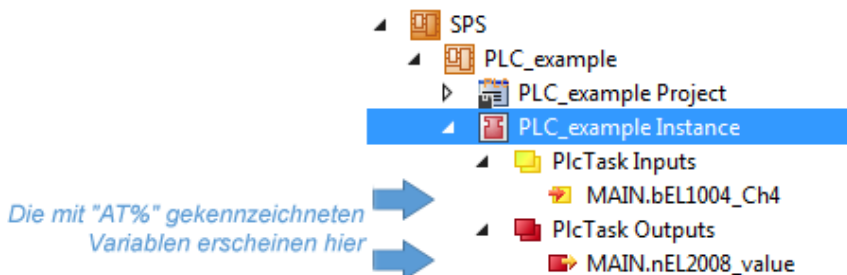


Abb. 55: Kompilierung des Programms starten

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



Variablen Zuordnen

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

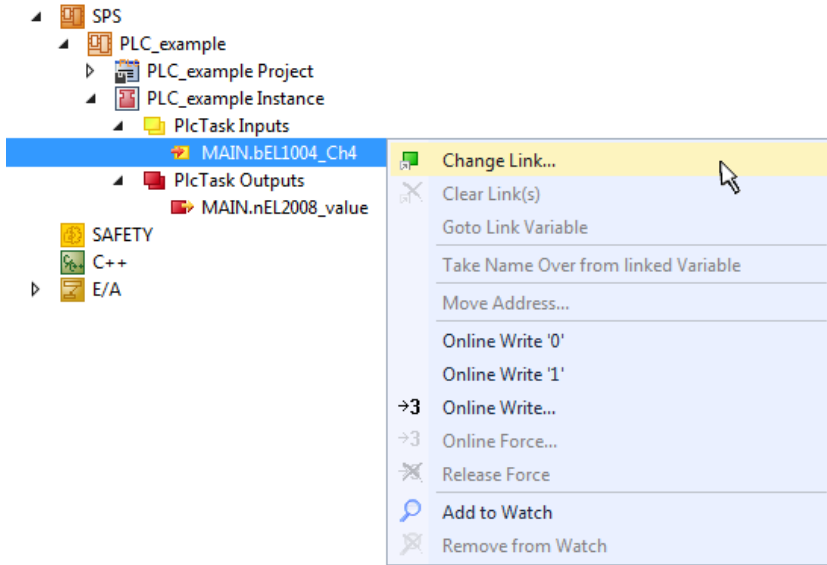


Abb. 56: Erstellen der Verknüpfungen PLC-Variablen zu Prozessobjekten

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

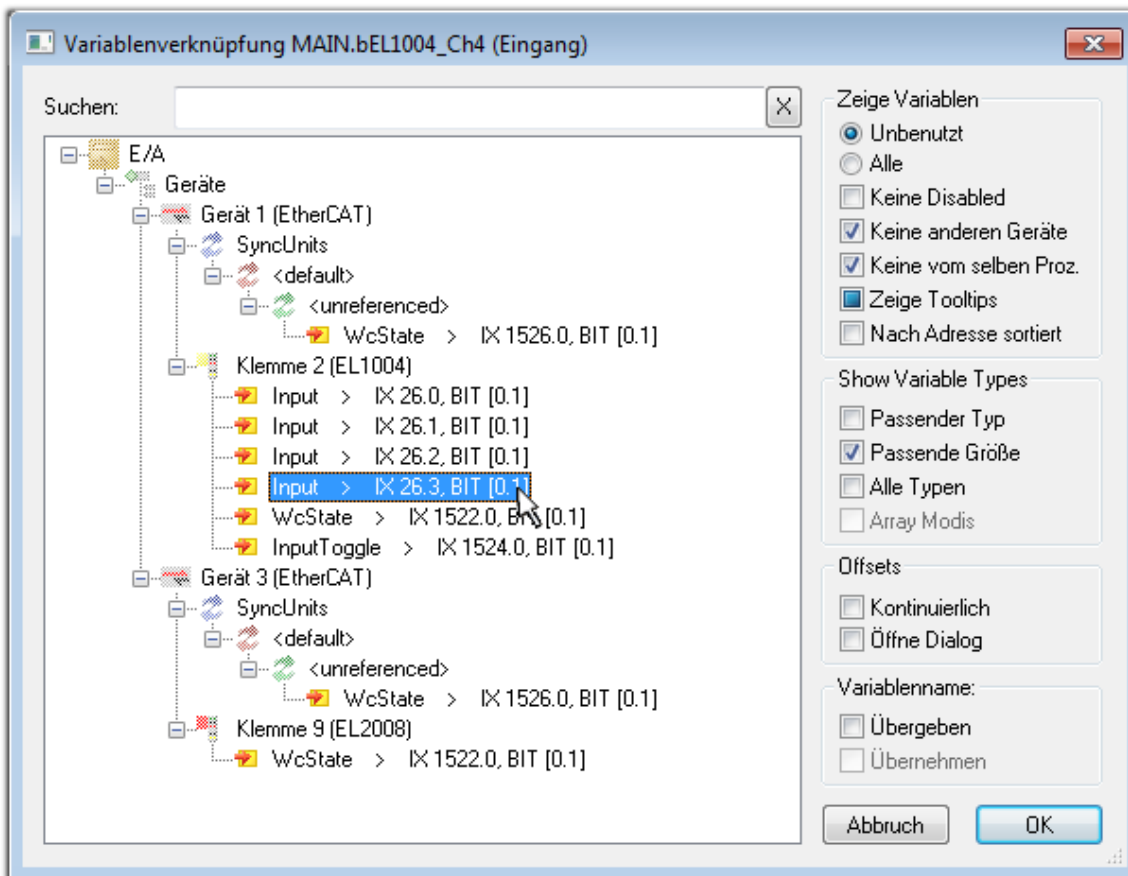


Abb. 57: Auswahl des PDO vom Typ BOOL

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

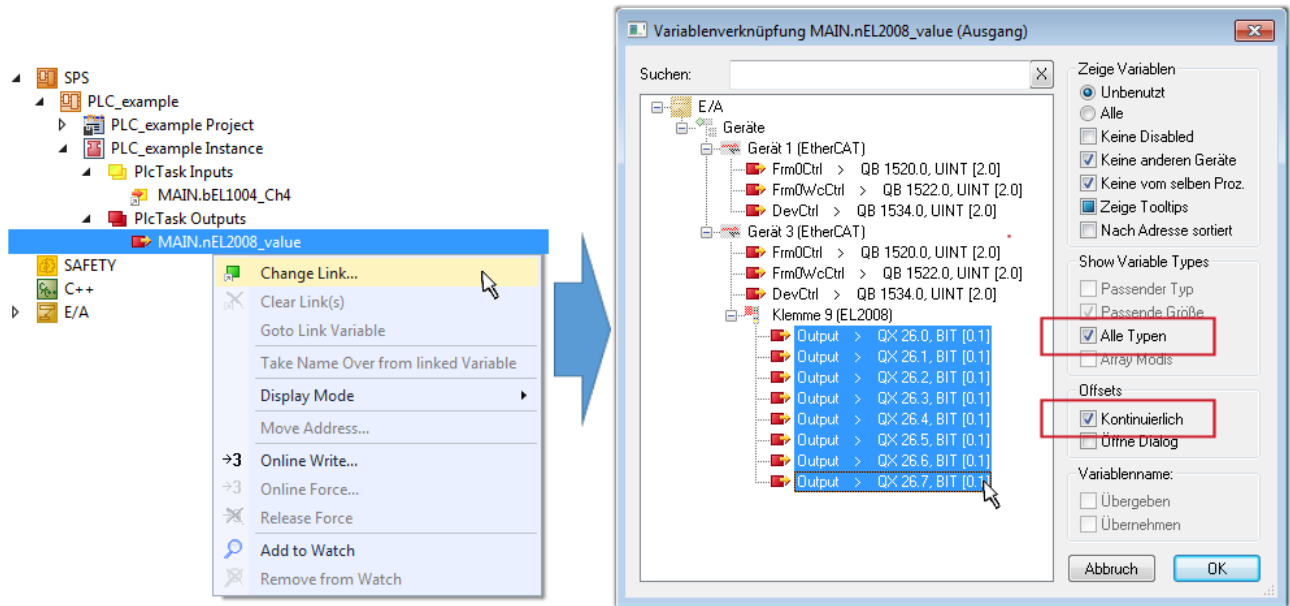



Abb. 58: Auswahl von mehreren PDO gleichzeitig: Aktivierung von „Kontinuierlich“ und „Alle Typen“

Zu sehen ist, dass überdies die Checkbox „Kontinuierlich“ aktiviert wurde. Dies ist dafür vorgesehen, dass die in dem Byte der Variablen „nEL2008_value“ enthaltenen Bits allen acht ausgewählten Ausgangsbits der Klemme EL2008 der Reihenfolge nach zugeordnet werden sollen. Damit ist es möglich, alle acht Ausgänge der Klemme mit einem Byte entsprechend Bit 0 für Kanal 1 bis Bit 7 für Kanal 8 von der PLC im Programm später anzusprechen. Ein spezielles Symbol () an dem gelben bzw. roten Objekt der Variablen zeigt an, dass hierfür eine Verknüpfung existiert. Die Verknüpfungen können z. B. auch überprüft werden, indem „Goto Link Variable“ aus dem Kontextmenü einer Variable ausgewählt wird. Dann wird automatisch das gegenüberliegende verknüpfte Objekt, in diesem Fall das PDO selektiert:

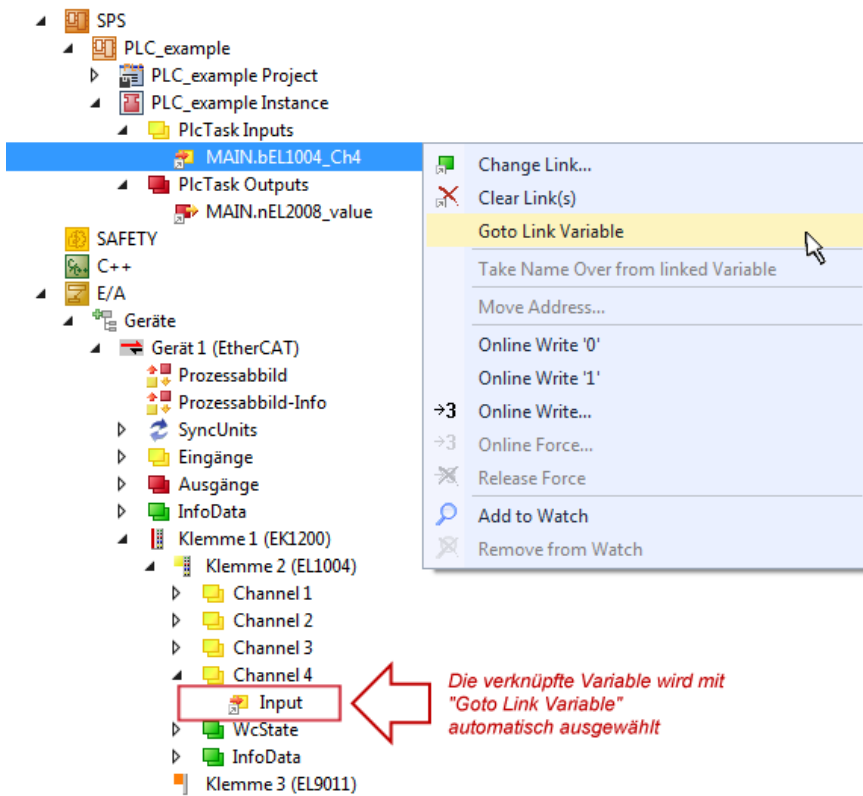


Abb. 59: Anwendung von "Goto Link Variable" am Beispiel von „MAIN.bEL1004_Ch4“

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

i Hinweis zur Art der Variablen-Zuordnung

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.

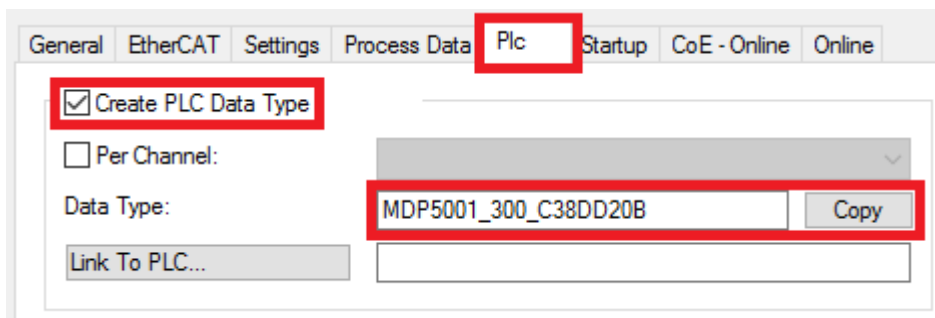


Abb. 60: Erzeugen eines SPS Datentyps

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

```

MAIN  ▸ ×
1   PROGRAM MAIN
2   VAR
3       EL3001 : MDP5001_300_C38DD20B;
4   END_VAR
    
```

Abb. 61: 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.

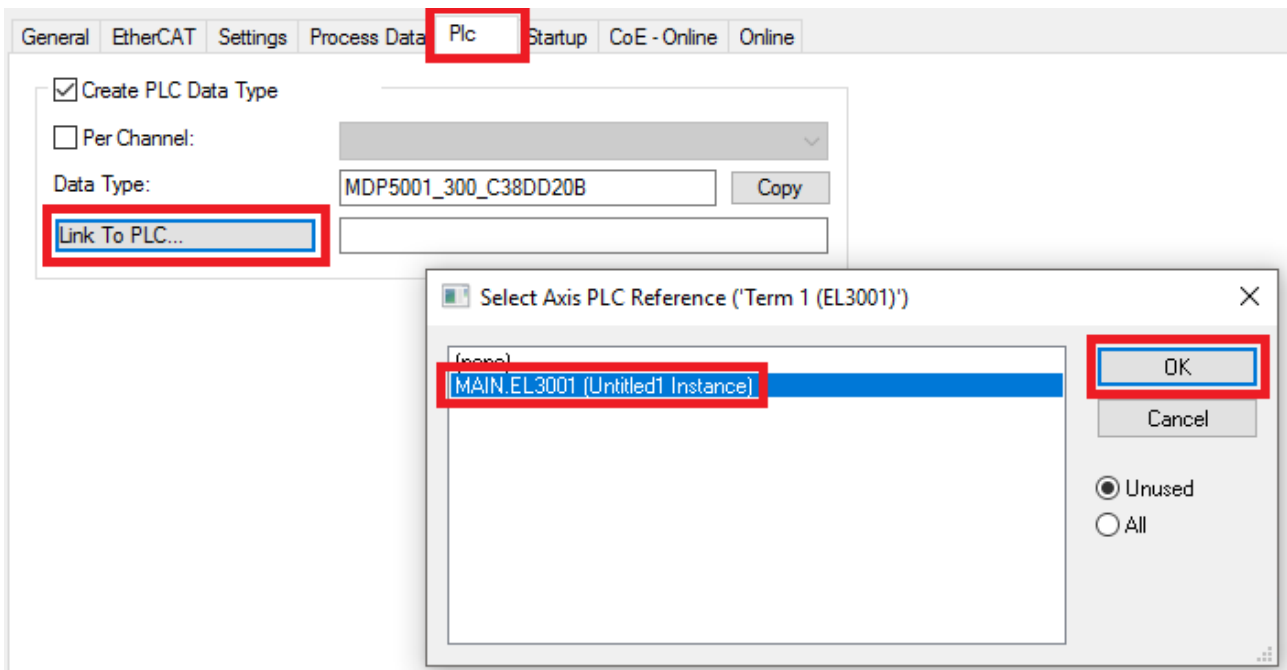


Abb. 62: Verknüpfung der Struktur

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. 63: 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:

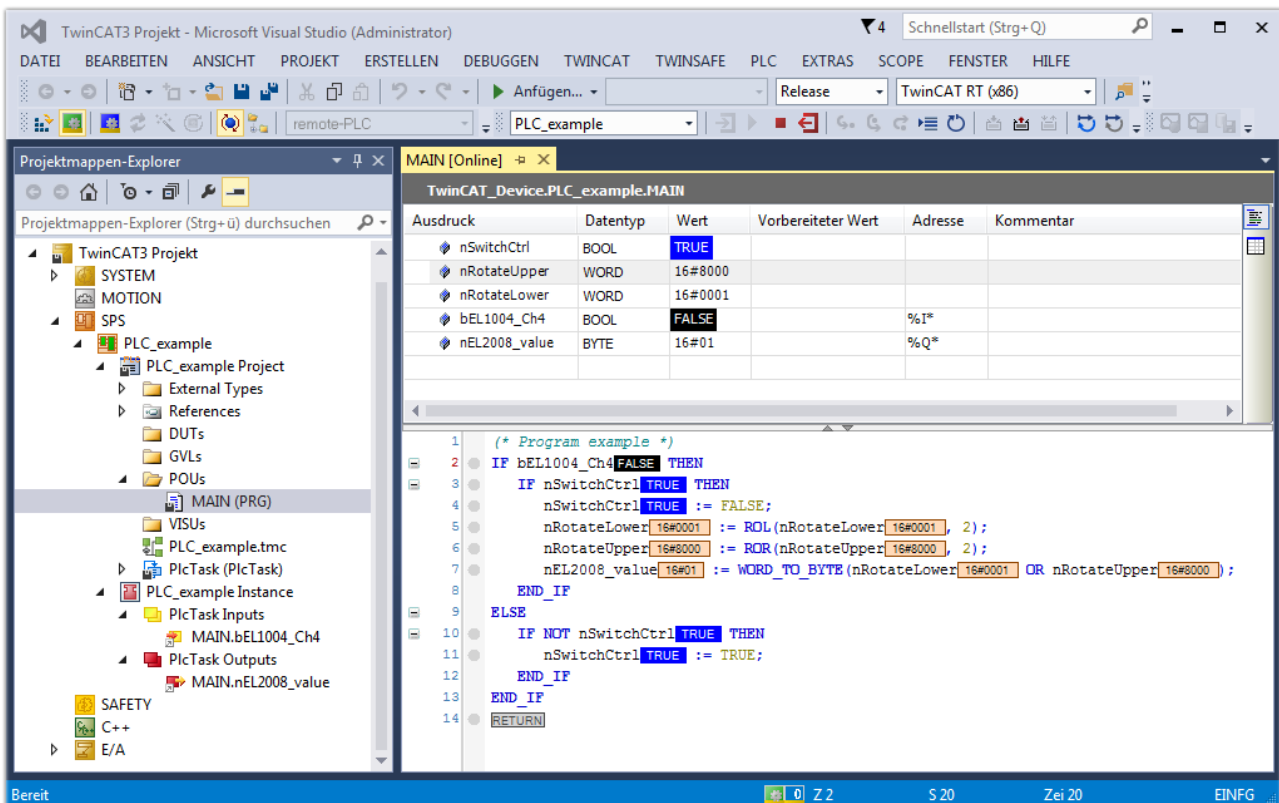
- ▲  Zuordnungen
 -  PLC_example Instance - Gerät 3 (EtherCAT) 1
 -  PLC_example Instance - Gerät 1 (EtherCAT) 1

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:





| Ausdruck | Datentyp | Wert | Vorbereiteter Wert | Adresse | Kommentar |
|---------------|----------|---------|--------------------|---------|-----------|
| nSwitchCtrl | BOOL | TRUE | | | |
| nRotateUpper | WORD | 16#8000 | | | |
| nRotateLower | WORD | 16#0001 | | | |
| bEL1004_Ch4 | BOOL | FALSE | | %I* | |
| nEL2008_value | BYTE | 16#01 | | %Q* | |

```

1 (* Program example *)
2 IF bEL1004_Ch4 FALSE THEN
3   IF nSwitchCtrl TRUE THEN
4     nSwitchCtrl TRUE := FALSE;
5     nRotateLower 16#0001 := ROL(nRotateLower 16#0001, 2);
6     nRotateUpper 16#8000 := ROR(nRotateUpper 16#8000, 2);
7     nEL2008_value 16#01 := WORD_TO_BYTE(nRotateLower 16#0001 OR nRotateUpper 16#8000);
8   END_IF
9 ELSE
10  IF NOT nSwitchCtrl TRUE THEN
11    nSwitchCtrl TRUE := TRUE;
12  END_IF
13 END_IF
14 RETURN
  
```

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

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

5.2 TwinCAT Entwicklungsumgebung

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

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

Details:

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

Zusätzlich bietet:

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

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

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

5.2.1 Installation der TwinCAT Realtime-Treiber

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

Dies kann auf mehreren Wegen vorgenommen werden.

A: Über den TwinCAT Adapter-Dialog

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

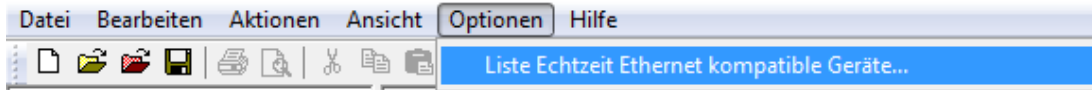


Abb. 65: Aufruf im System Manager (TwinCAT 2)

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

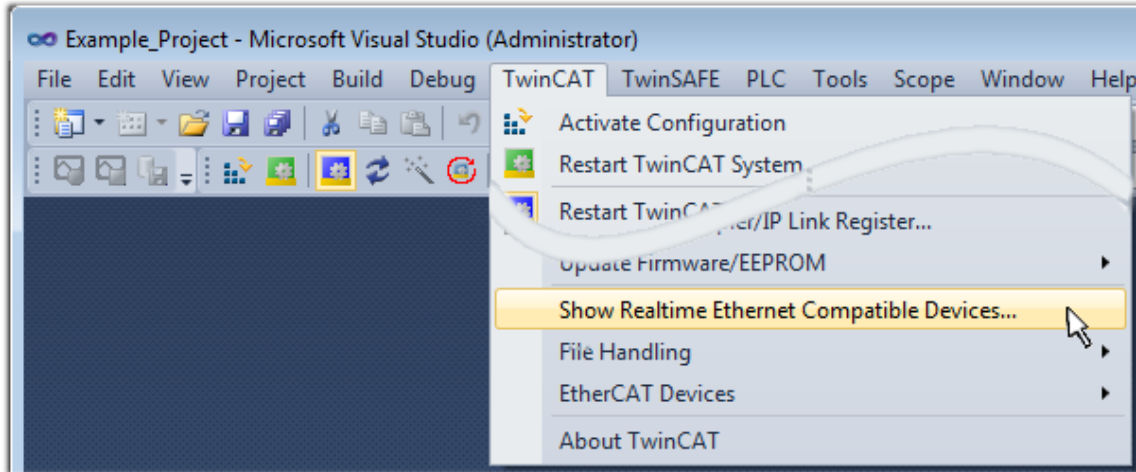


Abb. 66: Aufruf in VS Shell (TwinCAT 3)

B: Über TcRtelInstall.exe im TwinCAT-Verzeichnis

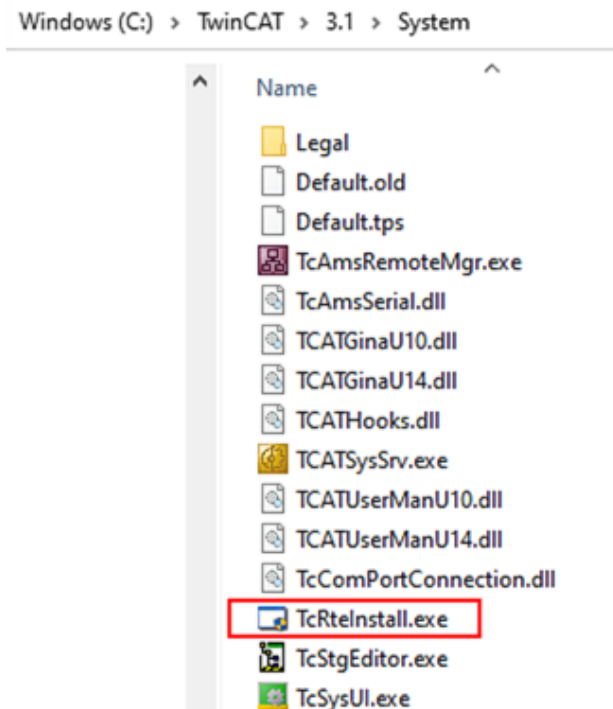


Abb. 67: TcRtelInstall.exe im TwinCAT-Verzeichnis

In beiden Fällen erscheint der folgende Dialog:

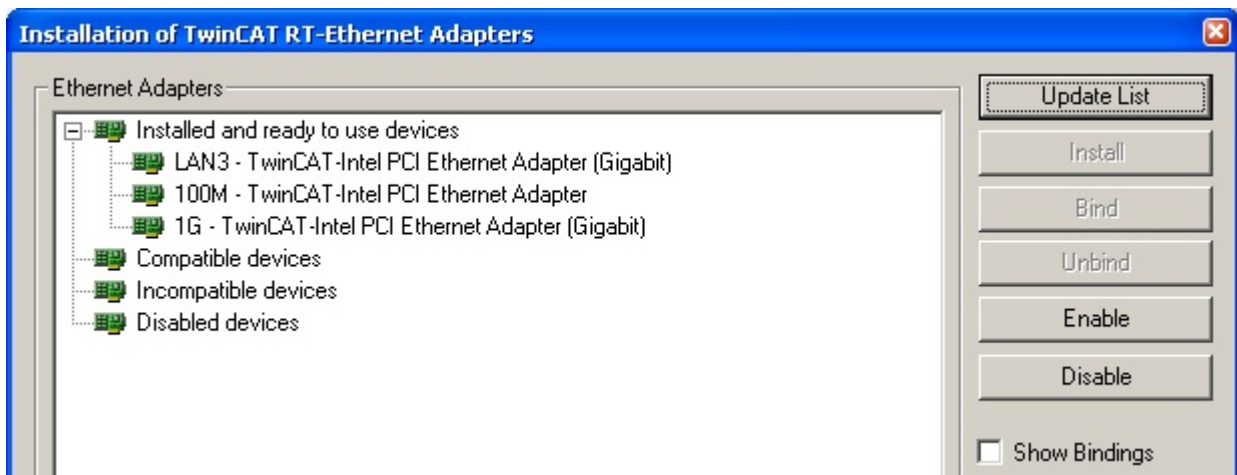


Abb. 68: Übersicht Netzwerkschnittstellen

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

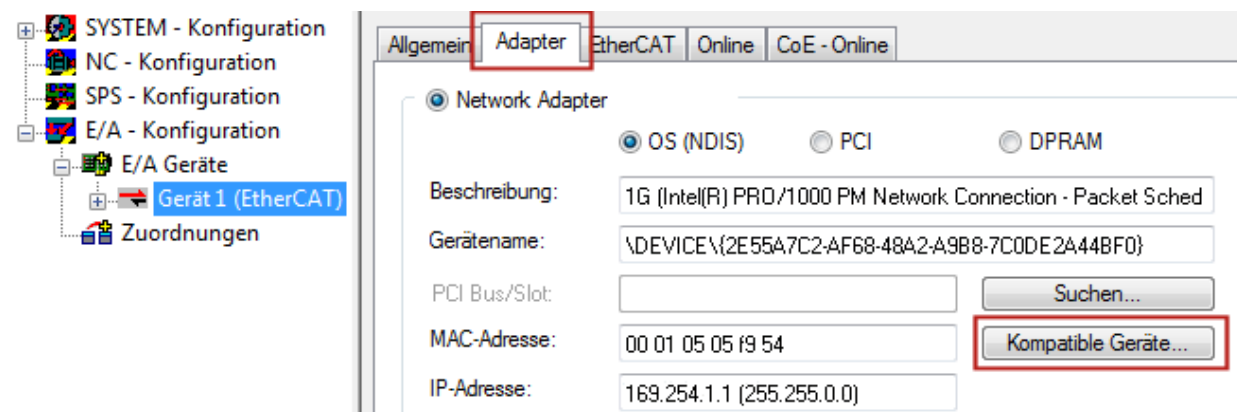
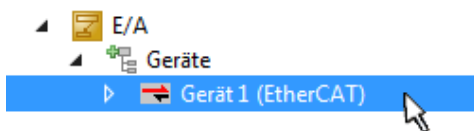


Abb. 69: Eigenschaft von EtherCAT-Gerät (TwinCAT 2): Klick auf „Kompatible Geräte...“ von „Adapter“

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)

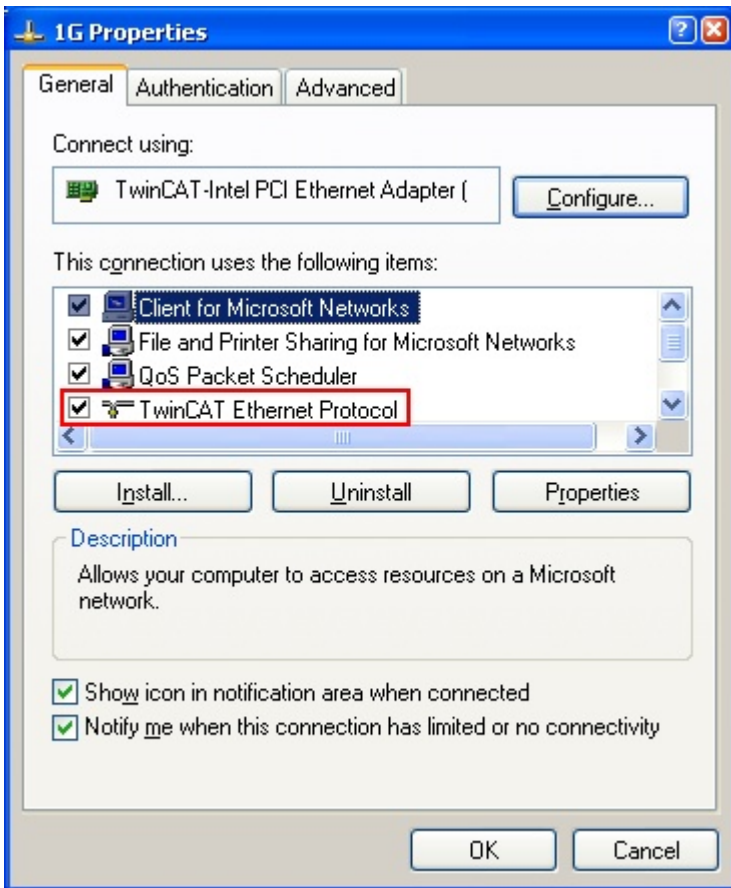


Abb. 70: Windows-Eigenschaften der Netzwerkschnittstelle

Eine korrekte Einstellung des Treibers könnte wie folgt aussehen:

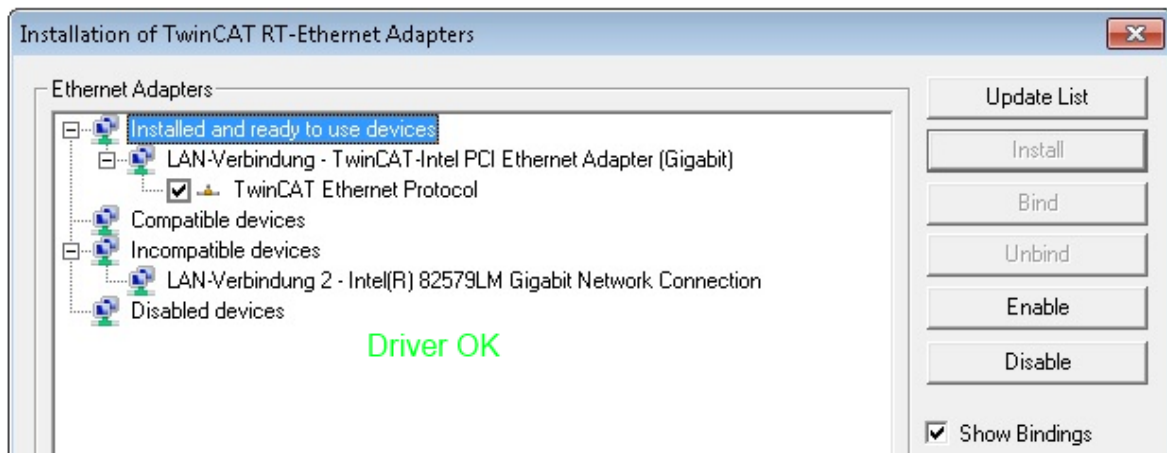


Abb. 71: Beispielhafte korrekte Treiber-Einstellung des Ethernet Ports

Andere mögliche Einstellungen sind zu vermeiden:

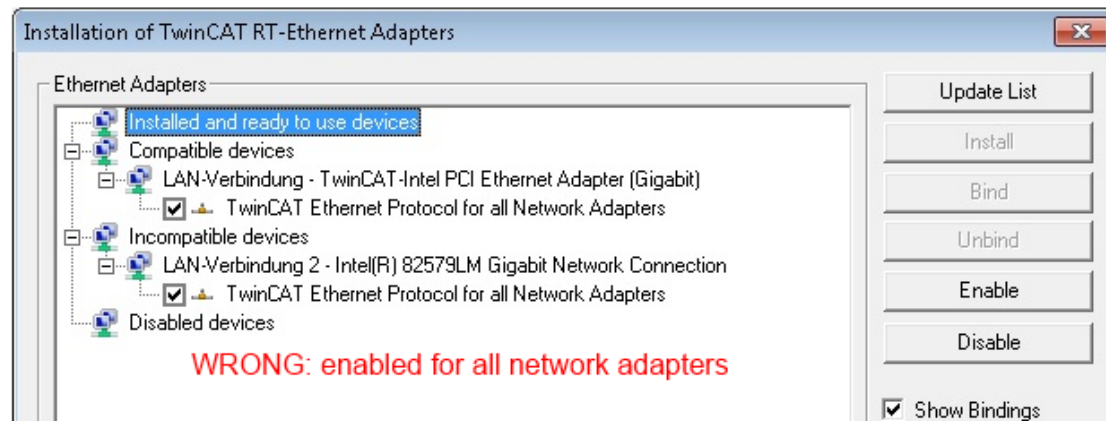
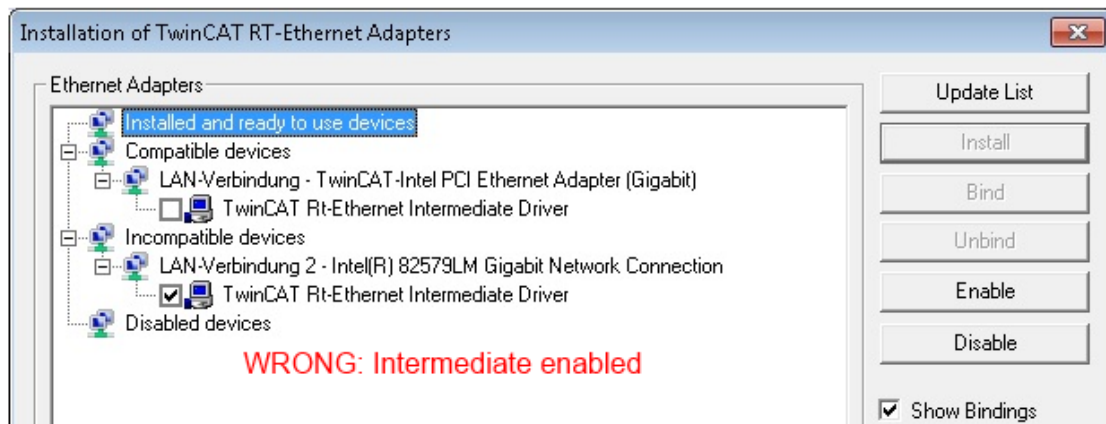
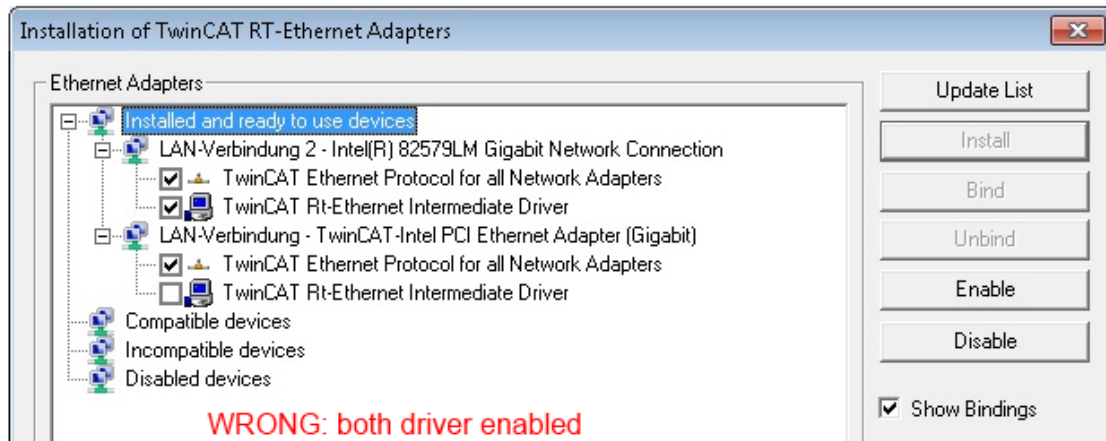


Abb. 72: Fehlerhafte Treiber-Einstellungen des Ethernet Ports

IP-Adresse des verwendeten Ports

● IP-Adresse/DHCP

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

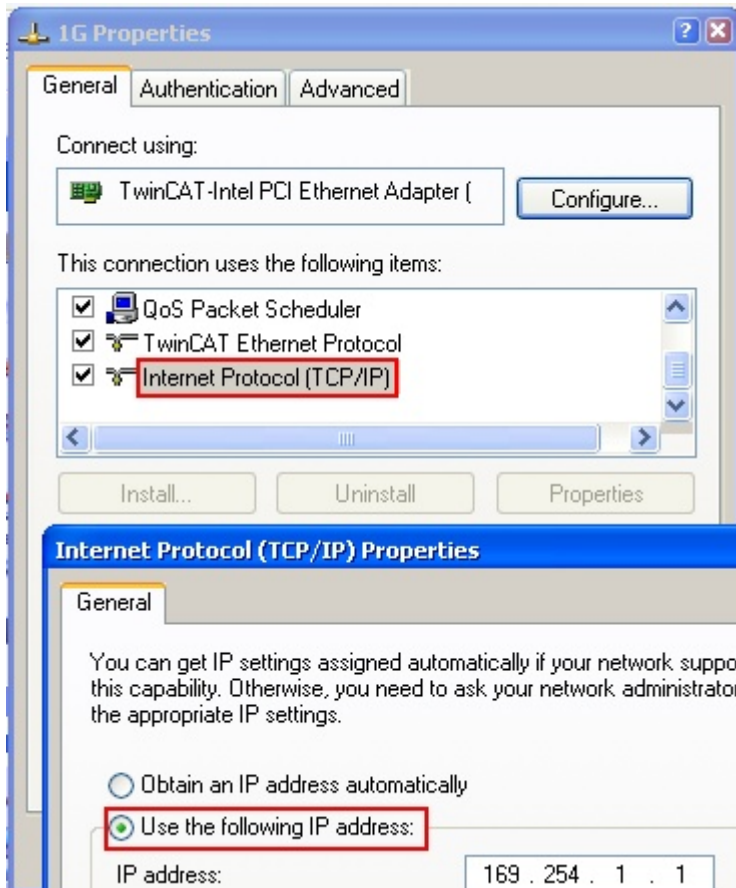


Abb. 73: TCP/IP-Einstellung des Ethernet Ports

5.2.2 Hinweise zur ESI-Gerätebeschreibung

Installation der neuesten ESI-Device-Description

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

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

Die ESI-Dateien sind im Installationsverzeichnis von TwinCAT abzulegen.

Standardeinstellungen:

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

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

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

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

TwinCAT 2: Options → „Update EtherCAT Device Descriptions“

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

Hierfür steht der [TwinCAT ESI Updater \[► 85\]](#) 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 Dateiartern 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“

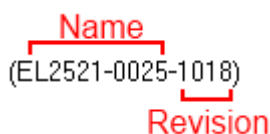


Abb. 74: Gerätebezeichnung: Struktur

Die Bestellbezeichnung aus Typ + Version (hier: EL2521-0025) 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 \[► 10\]](#).

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.

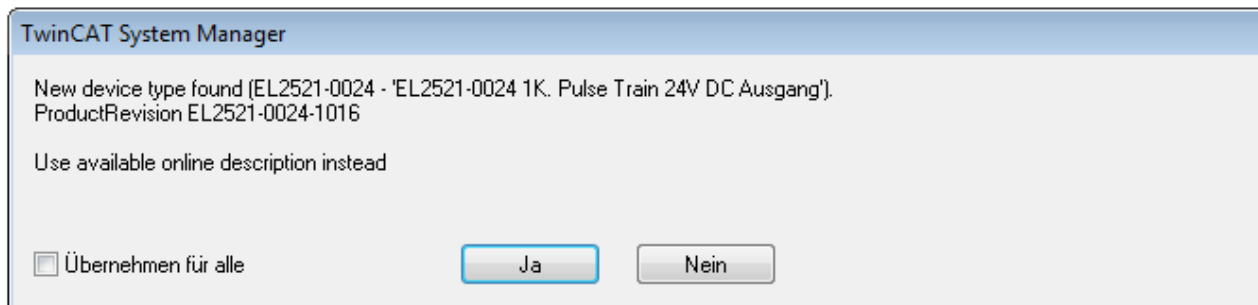


Abb. 75: Hinweisfenster OnlineDescription (TwinCAT 2)

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

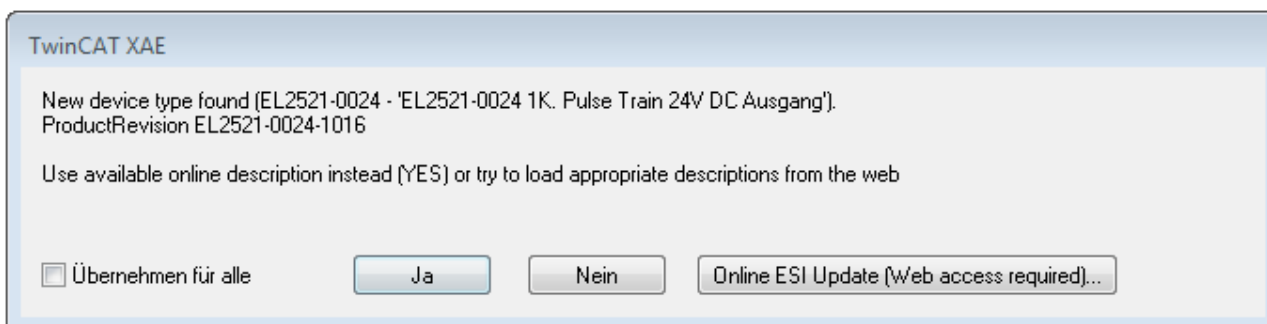


Abb. 76: Hinweisfenster OnlineDescription (TwinCAT 3)

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](#) [[▶ 86](#)]“.

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. 77: 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*).

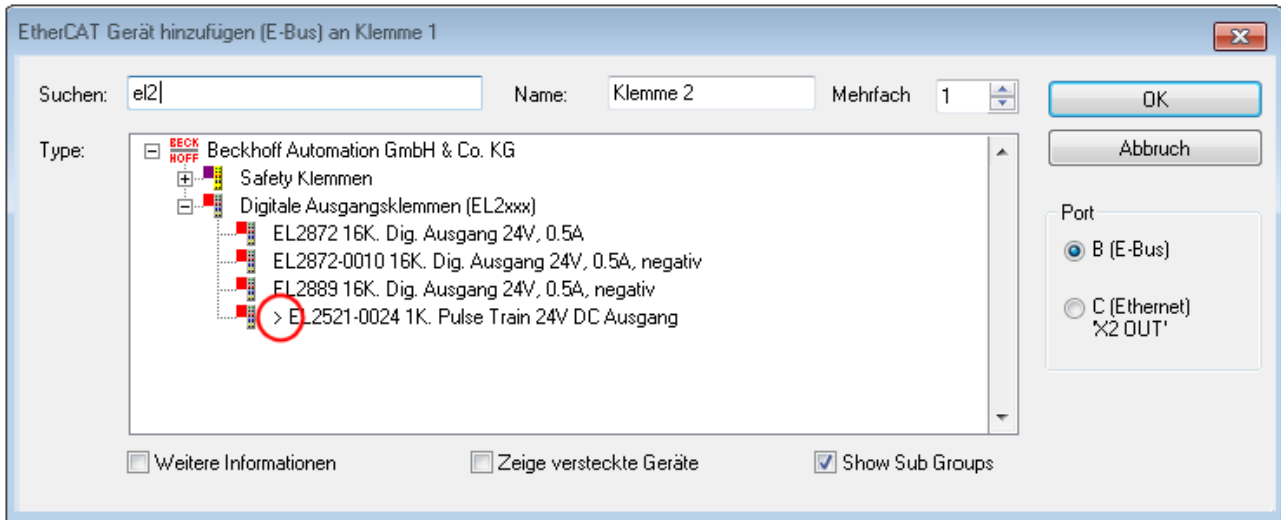


Abb. 78: Kennzeichnung einer online erfassten ESI am Beispiel EL2521

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.

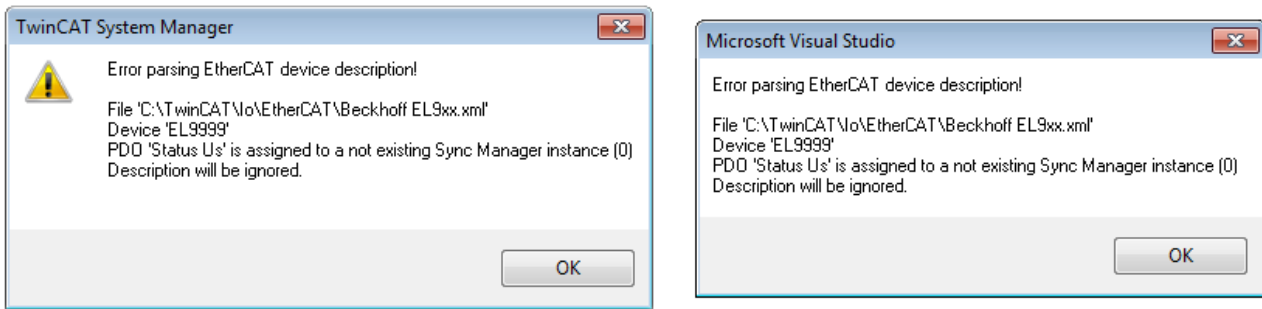


Abb. 79: Hinweisfenster fehlerhafte ESI-Datei (links: TwinCAT 2; rechts: TwinCAT 3)

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:

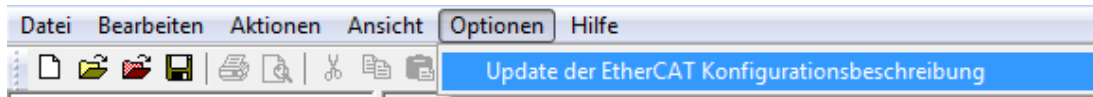


Abb. 80: Anwendung des ESI Updater (>=TwinCAT 2.11)

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

Auswahl bei TwinCAT 3:

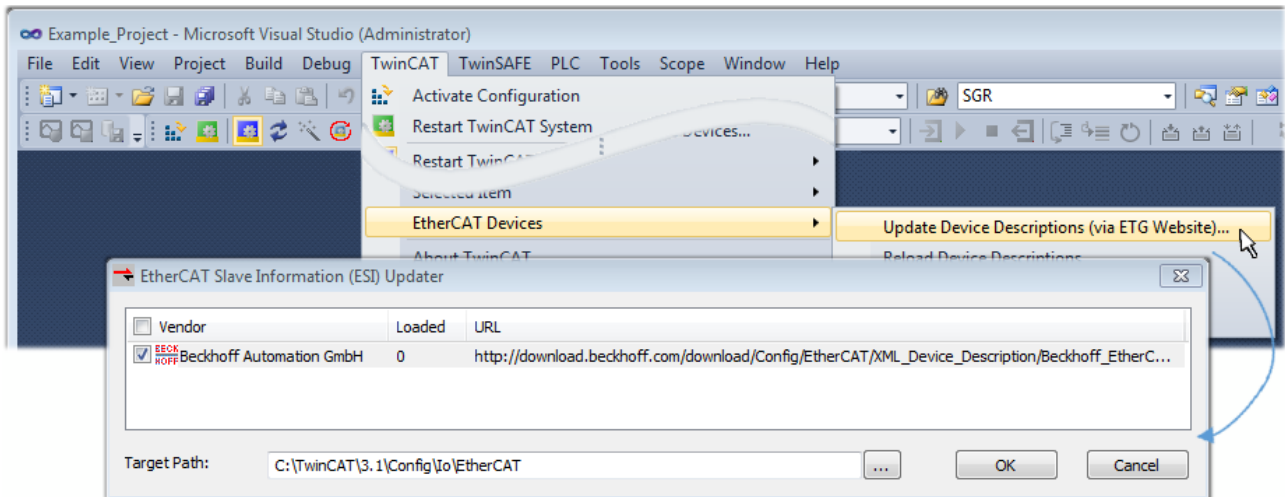


Abb. 81: Anwendung des ESI Updater (TwinCAT 3)

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“](#) [▶ 81].

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 [► 91] (Ethernet-Port am IPC)
- Erkennen der angeschlossenen EtherCAT-Teilnehmer [► 92]. Dieser Schritt kann auch unabhängig vom vorangehenden durchgeführt werden.
- Problembehandlung [► 95]

Auch kann der Scan bei bestehender Konfiguration [► 96] 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.

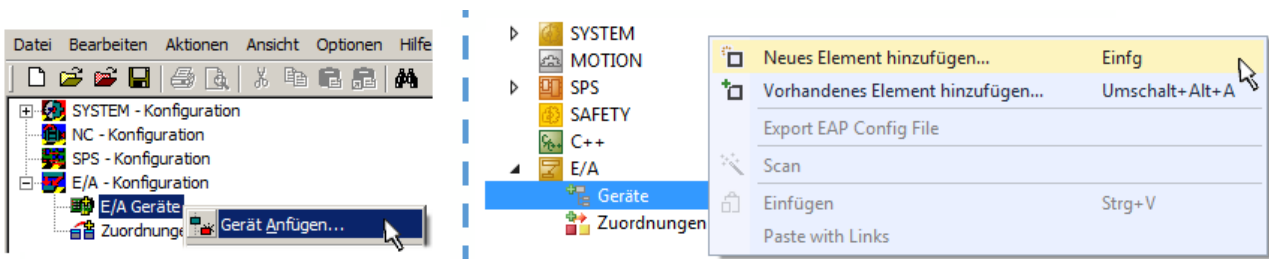


Abb. 82: Anfügen eines EtherCAT Device: links TwinCAT 2; rechts TwinCAT 3

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.

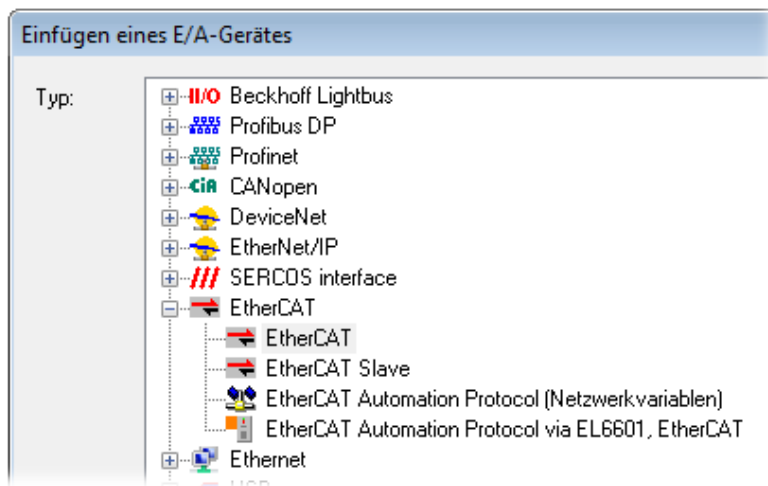


Abb. 83: Auswahl EtherCAT Anschluss (TwinCAT 2.11, TwinCAT 3)

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

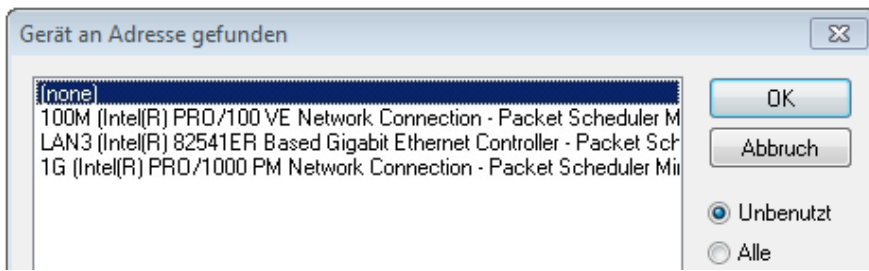


Abb. 84: Auswahl Ethernet Port

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)“.

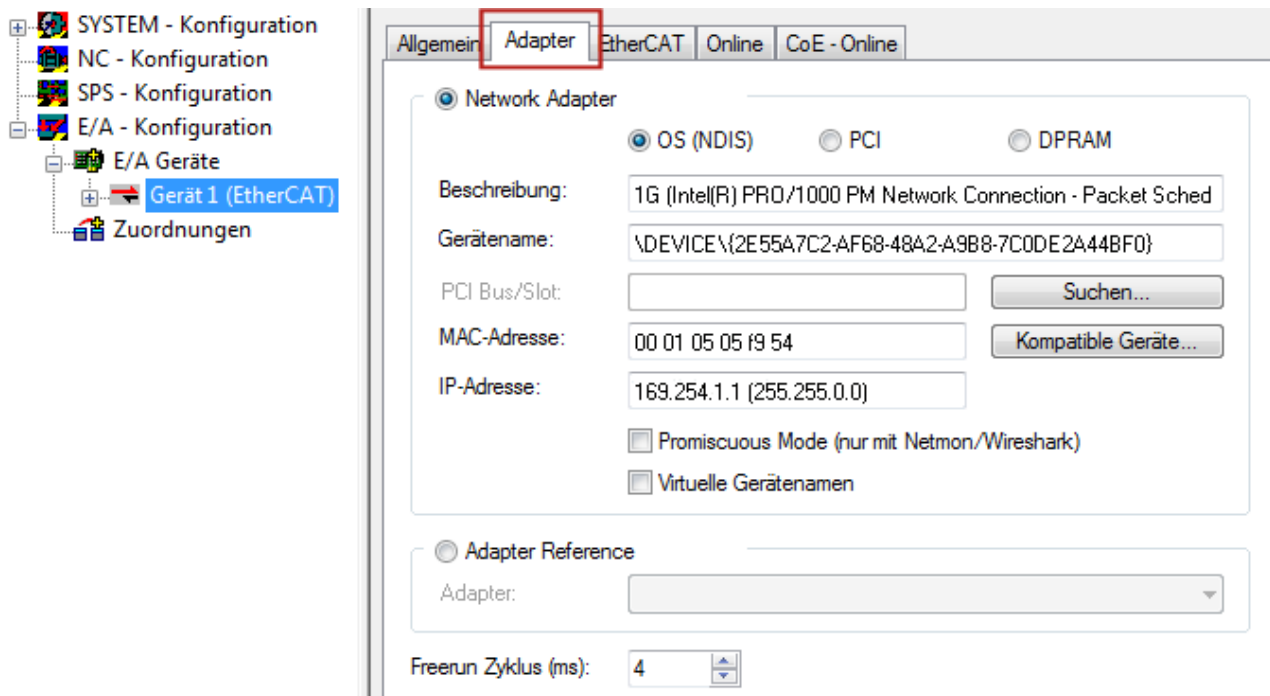
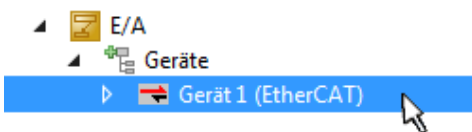


Abb. 85: Eigenschaften EtherCAT-Gerät (TwinCAT 2)

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



i Auswahl des Ethernet-Ports

Es können nur Ethernet-Ports für ein EtherCAT-Gerät ausgewählt werden, für die der TwinCAT-Realtime-Treiber installiert ist. Dies muss für jeden Port getrennt vorgenommen werden. Siehe dazu die entsprechende [Installationsseite](#) [|> 75](#)].

Definieren von EtherCAT-Slaves

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

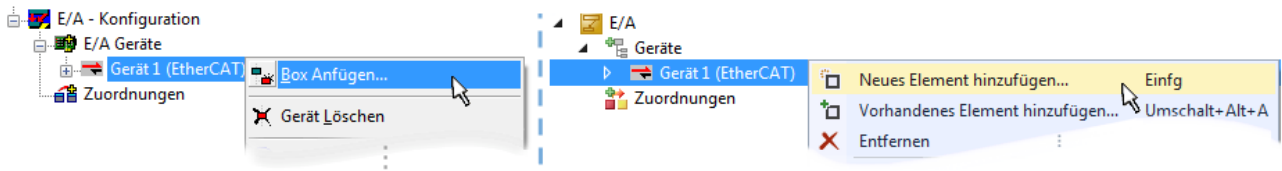


Abb. 86: Anfügen von EtherCAT-Geräten (links: TwinCAT 2; rechts: TwinCAT 3)

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

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

Übersicht Übertragungsphysik

- „Ethernet“: Kabelgebunden 100BASE-TX: Koppler, Box-Module, Geräte mit RJ45/M8/M12-Anschluss
- „E-Bus“: LVDS „Klemmenbus“, EtherCAT-Steckmodule (EJ), EtherCAT-Klemmen (EL/ES), diverse anreihbare Module

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

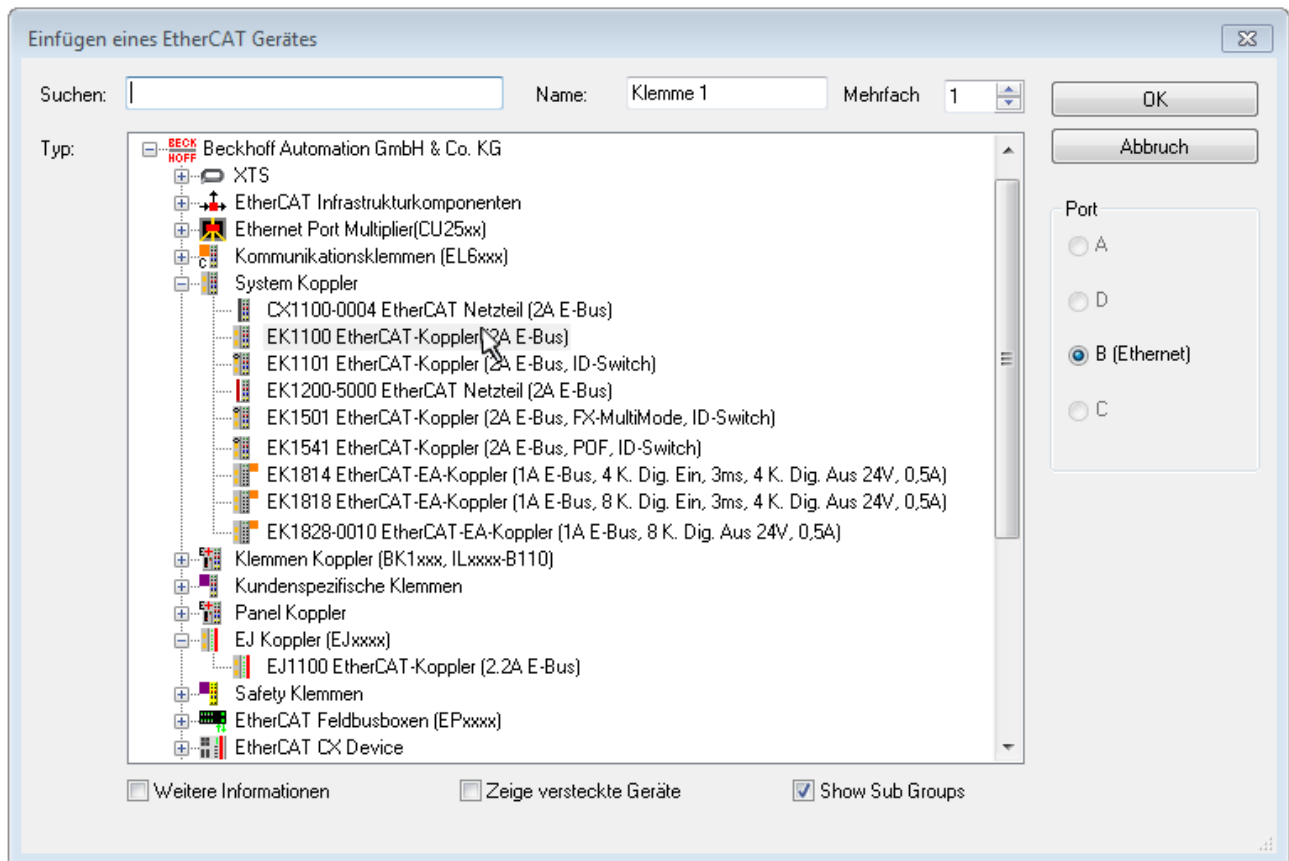


Abb. 87: Auswahldialog neues EtherCAT-Gerät

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.

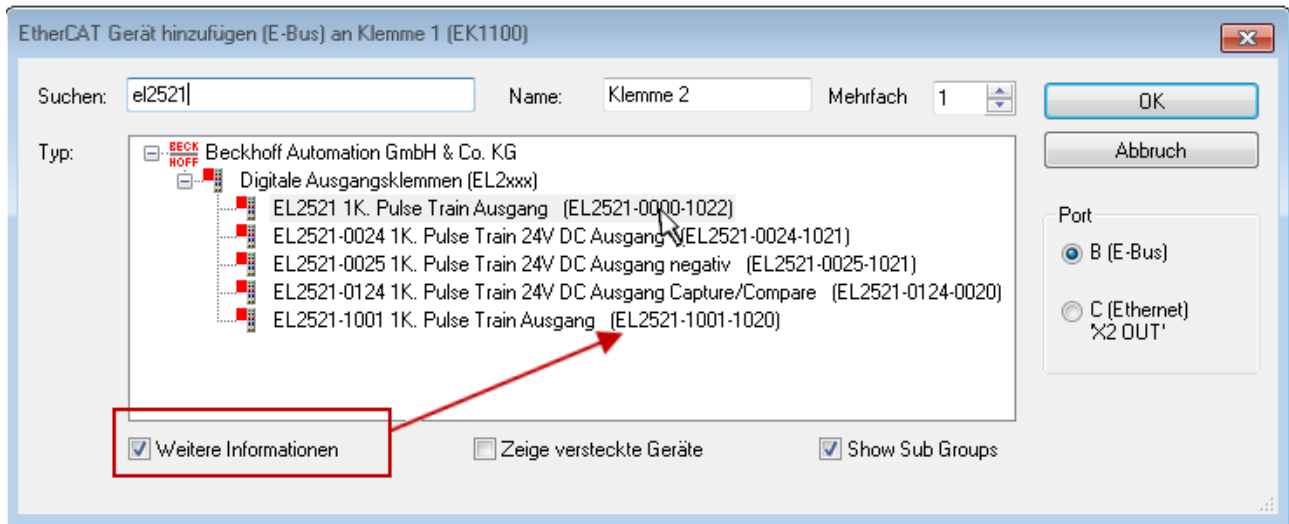


Abb. 88: Anzeige Geräte-Revision

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“.

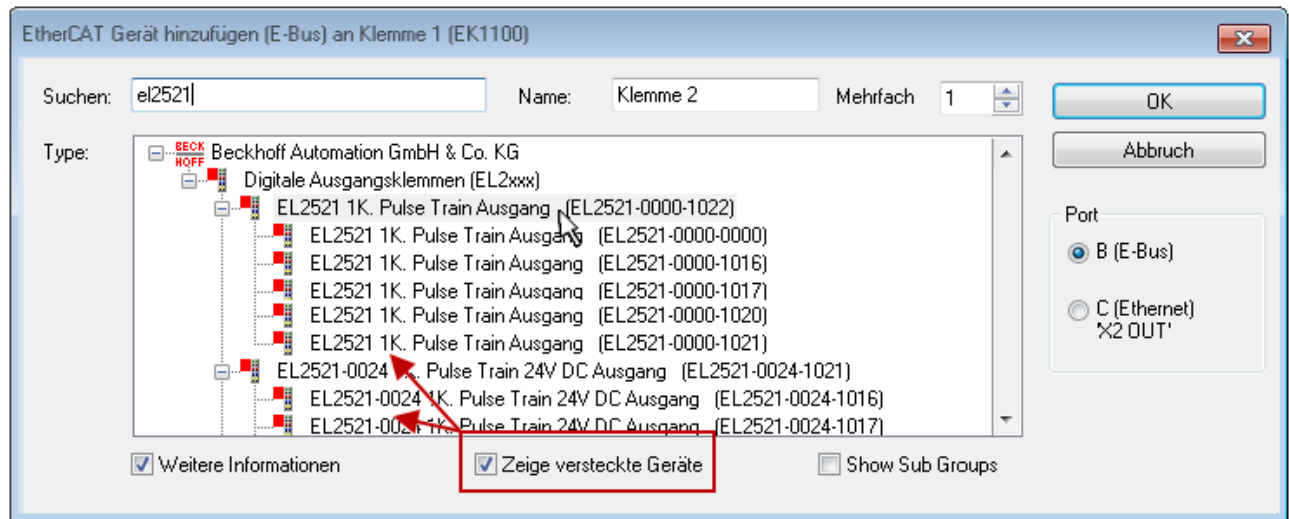


Abb. 89: Anzeige vorhergehender Revisionen

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.

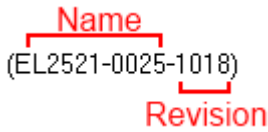


Abb. 90: Name/Revision Klemme

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

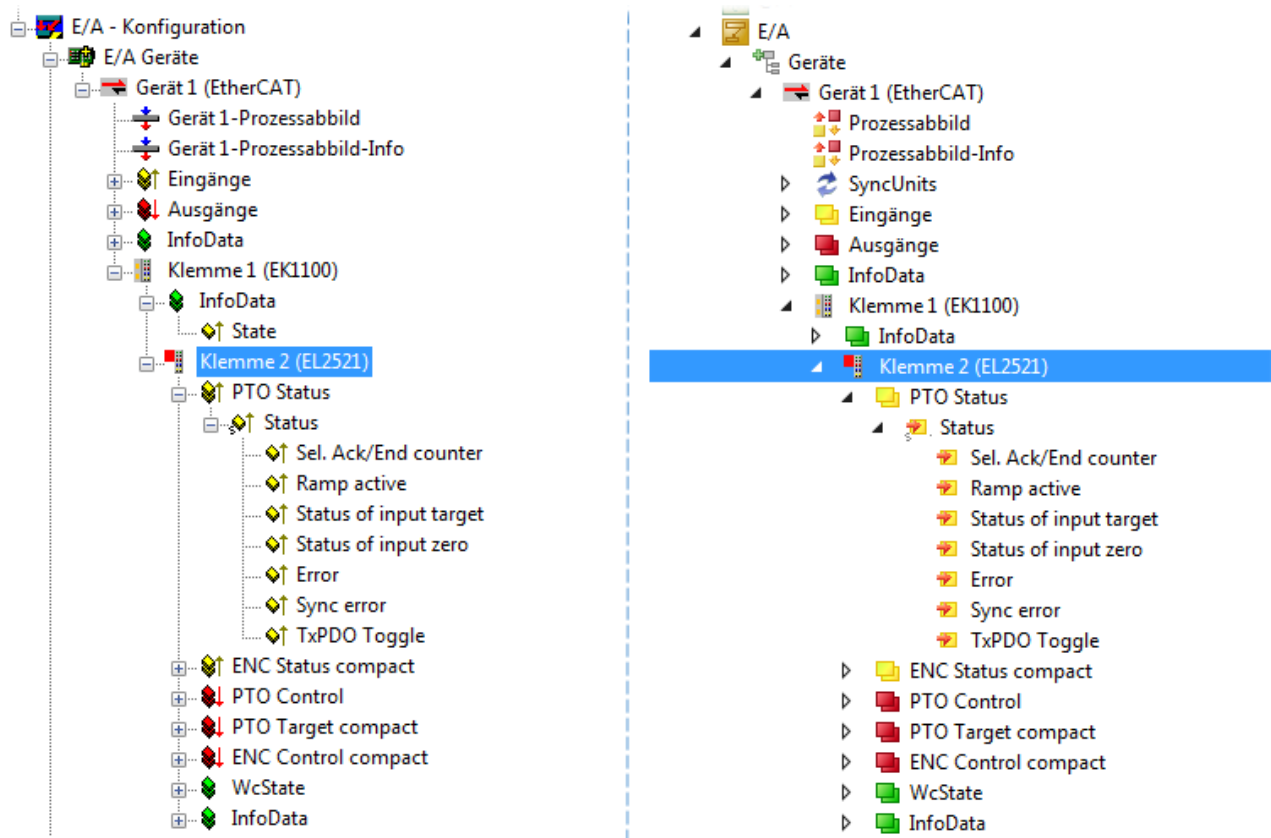




Abb. 91: EtherCAT Klemme im TwinCAT-Baum (links: TwinCAT 2; rechts: TwinCAT 3)



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 Konfig-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. 92: 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.

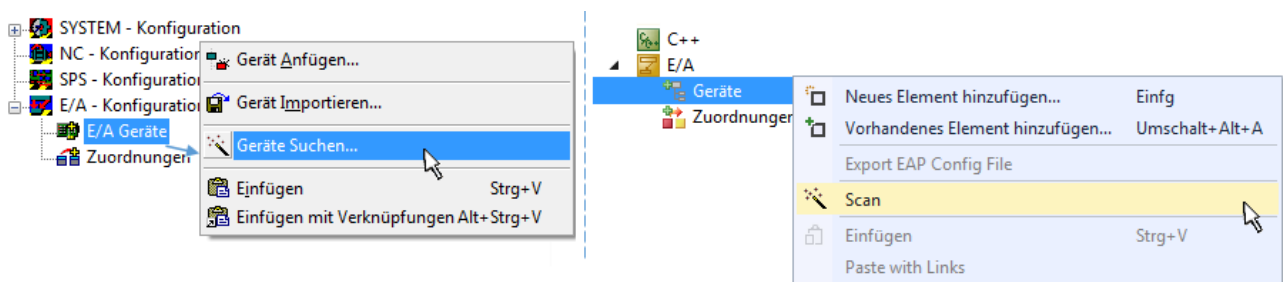


Abb. 93: Scan Devices (links: TwinCAT 2; rechts: TwinCAT 3)

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.

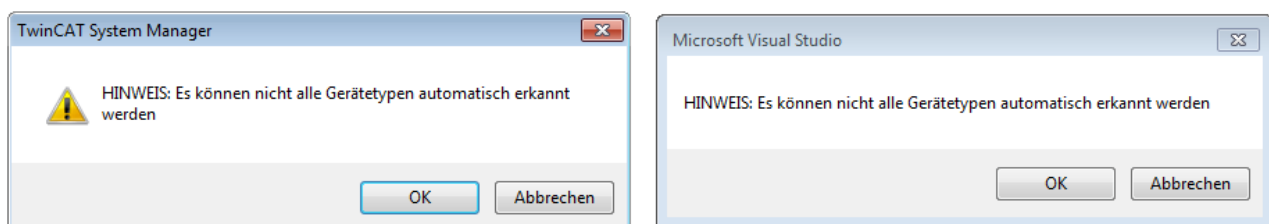


Abb. 94: Hinweis automatischer GeräteScan (links: TwinCAT 2; rechts: TwinCAT 3)

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.

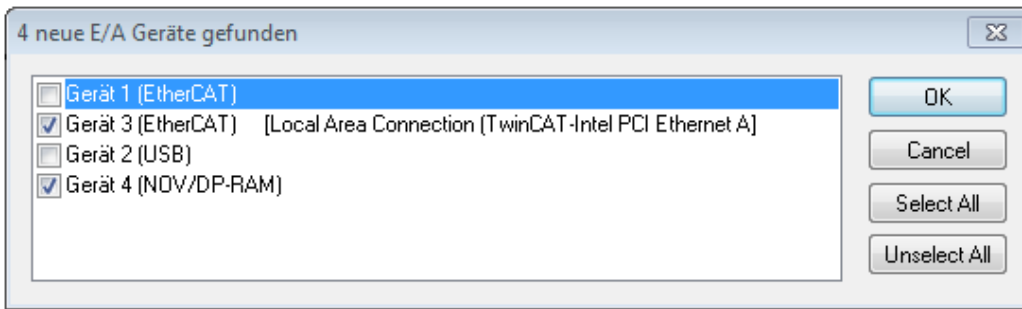


Abb. 95: Erkannte Ethernet-Geräte

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

● Auswahl des Ethernet-Ports

I Es können nur Ethernet-Ports für ein EtherCAT-Gerät ausgewählt werden, für die der TwinCAT-Realtime-Treiber installiert ist. Dies muss für jeden Port getrennt vorgenommen werden. Siehe dazu die entsprechende [Installationsseite](#) [► 75].

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.

Name
(EL2521-0025-1018)
Revision

Abb. 96: Beispiel Default-Zustand

HINWEIS

Slave-Scan in der Praxis im Serienmaschinenbau

Die Scan-Funktion sollte mit Bedacht angewendet werden. Sie ist ein praktisches und schnelles Werkzeug, um für eine Inbetriebnahme eine Erst-Konfiguration als Arbeitsgrundlage zu erzeugen. Im Serienmaschinebau bzw. bei Reproduktion der Anlage sollte die Funktion aber nicht mehr zur Konfigurationserstellung verwendet werden sondern ggf. zum [Vergleich](#) [► 96] 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:

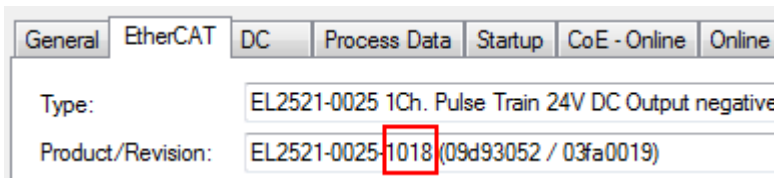


Abb. 97: Einbau EtherCAT-Klemme mit Revision -1018

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

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

Nach einiger Zeit erweitert Beckhoff die EL2521-0025 um ein neues Feature C. Deshalb wird die FW geändert, nach außen hin kenntlich durch einen höheren FW-Stand **und eine neue Revision -1019**. Trotzdem unterstützt das neue Gerät natürlich Funktionen und Schnittstellen der Vorgängerversion(en), eine Anpassung von „B.tsm“ oder gar „B.pro“ ist somit nicht nötig. Die Serienmaschinen können weiterhin mit „B.tsm“ und „B.pro“ gebaut werden, zur Kontrolle der aufgebauten Maschine ist ein vergleichender Scan [► 96] 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:

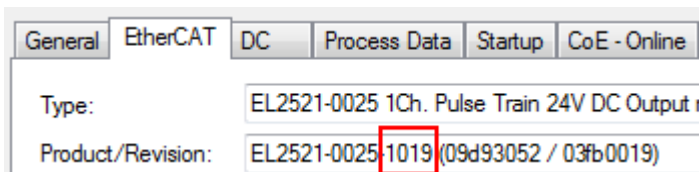


Abb. 98: Erkennen EtherCAT-Klemme mit Revision -1019

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. 99: Scan-Abfrage nach automatischem Anlegen eines EtherCAT-Gerätes (links: TC2; rechts TC3)

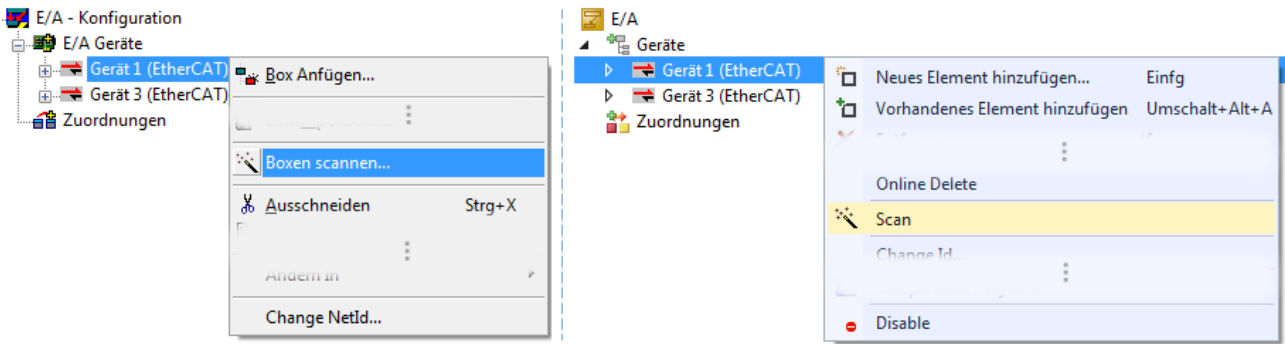


Abb. 100: Manuelles Scannen nach Teilnehmern auf festgelegtem EtherCAT Device (links: TC2; rechts TC3)

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



Abb. 101: Scanfortschritt am Beispiel von TwinCAT 2

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



Abb. 102: Abfrage Config/FreeRun (links: TC2; rechts TC3)

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



Abb. 104: TwinCAT kann auch über einen Button in diesen Zustand versetzt werden (links: TC2; rechts TC3)

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

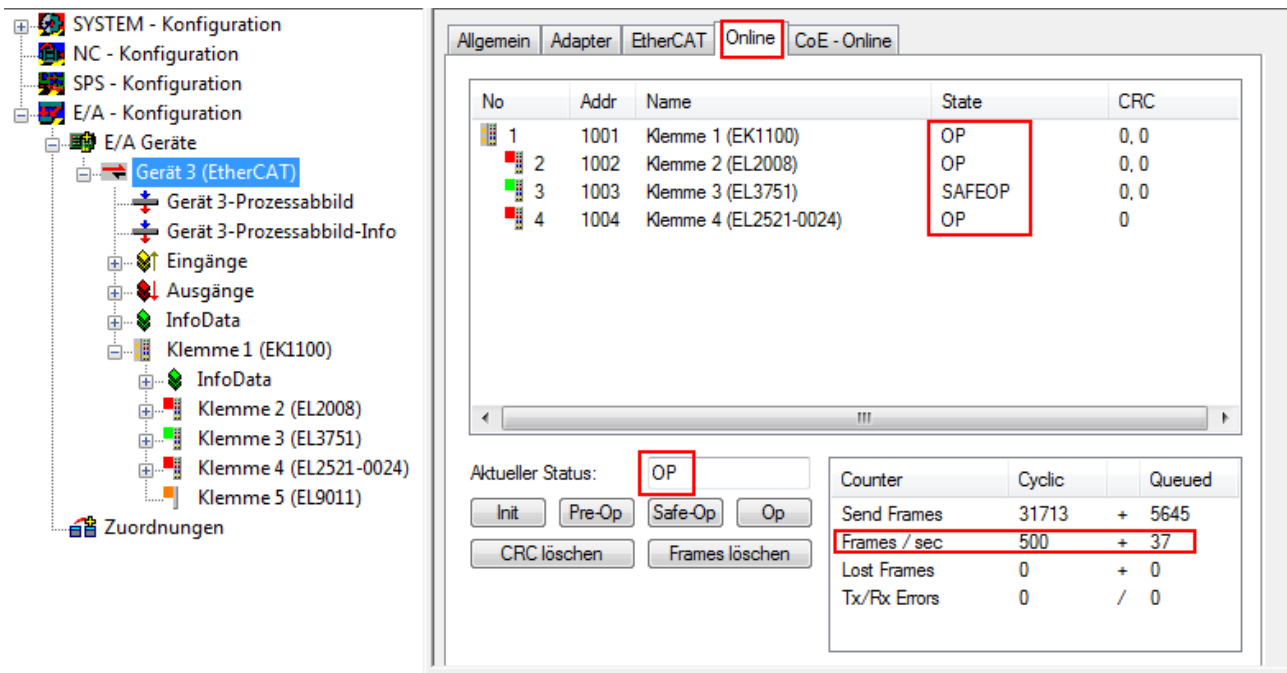


Abb. 105: Beispielhafte Online-Anzeige

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 \[▶ 86\]](#) 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.

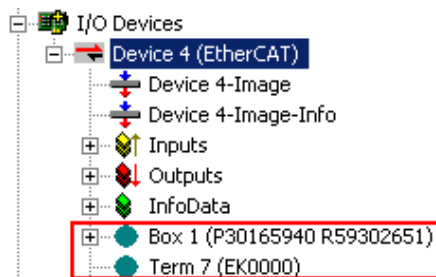


Abb. 106: Fehlerhafte Erkennung

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

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

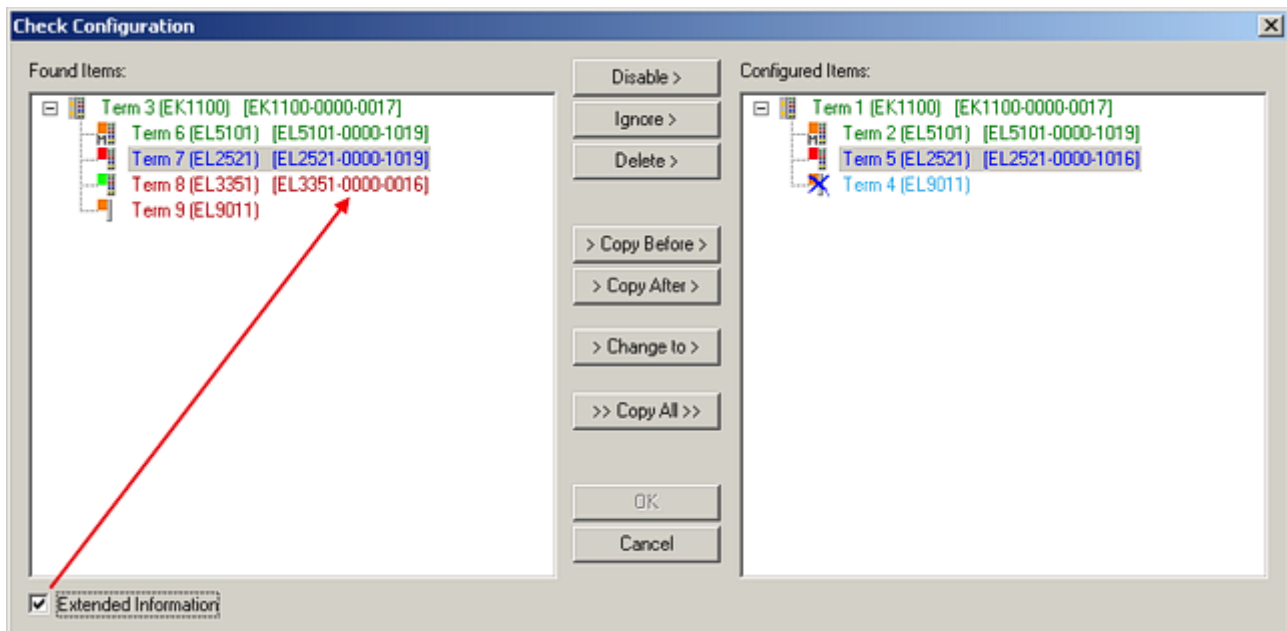


Abb. 108: Korrekturdialog

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. |

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.

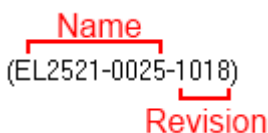


Abb. 109: Name/Revision Klemme

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.

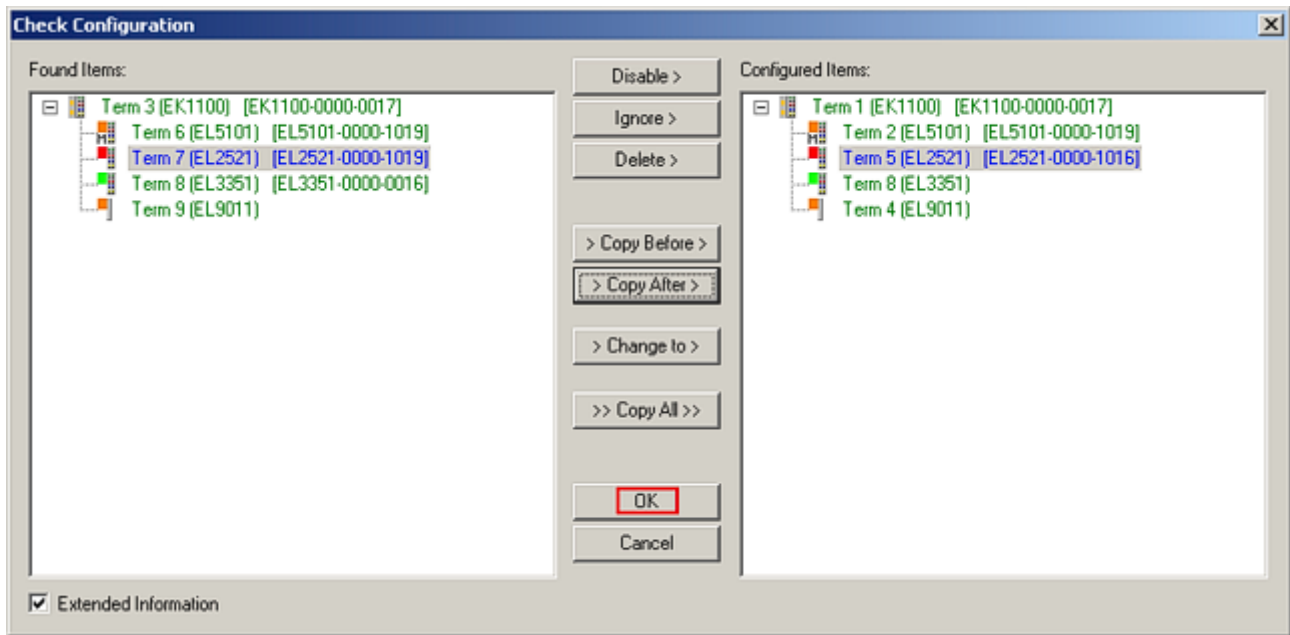


Abb. 110: Korrekturdialog mit Änderungen

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.

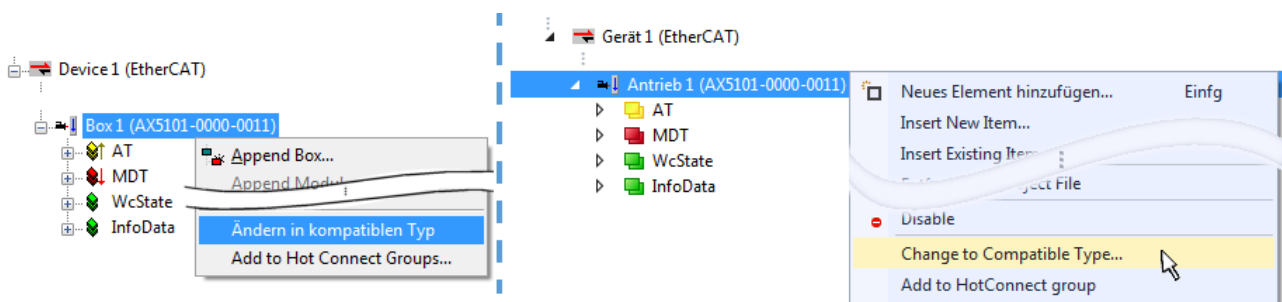


Abb. 111: Dialog „Change to Compatible Type...“ (links: TwinCAT 2; rechts TwinCAT 3)

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

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

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

Change to Alternative Type

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

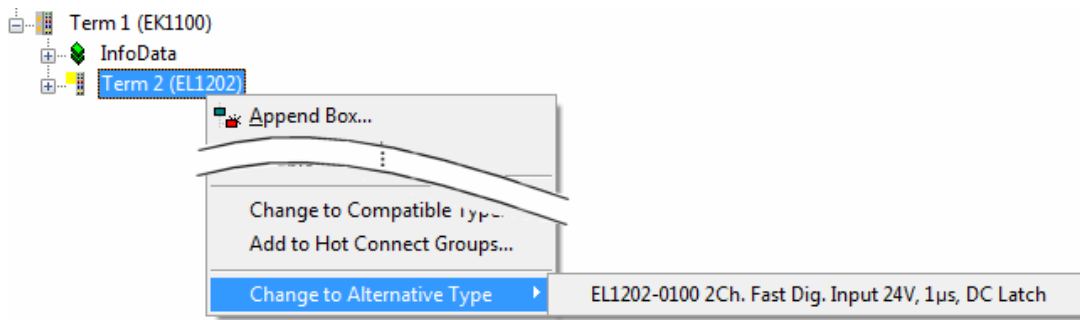


Abb. 112: TwinCAT 2 Dialog Change to Alternative Type

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).

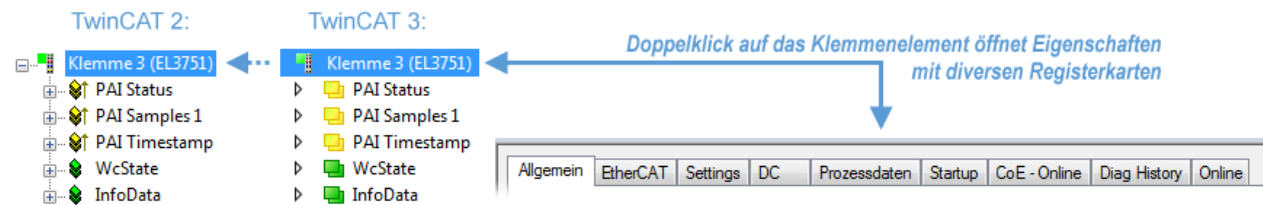


Abb. 113: „Baumzweig“ Element als Klemme EL3751

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

Karteireiter „Allgemein“

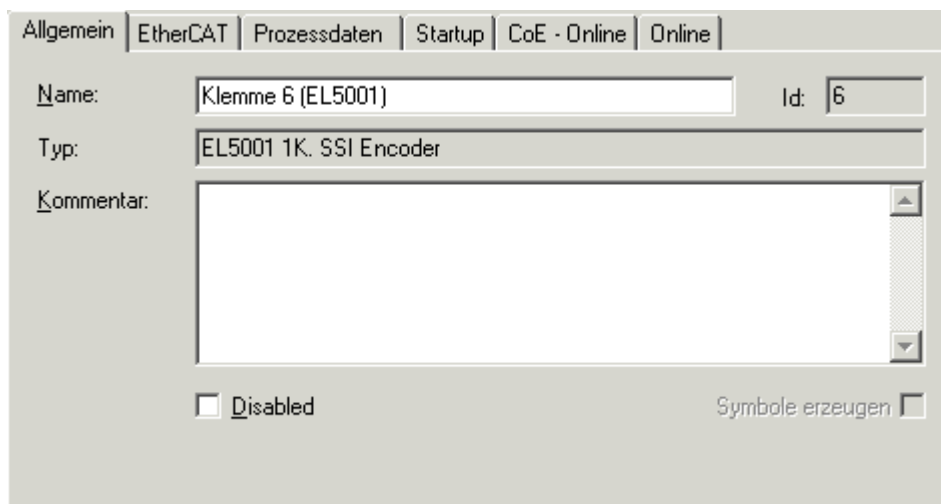


Abb. 114: Karteireiter „Allgemein“

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

Karteireiter „EtherCAT“

Abb. 115: 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 Startup-Phase vergeben. Um den Default-Wert zu ändern, müssen Sie zuvor das Kontrollkästchen links von dem Eingabefeld markieren. |
| Vorgänger Port | Name und Port des EtherCAT-Geräts, an den dieses Gerät angeschlossen ist. Falls es möglich ist, dieses Gerät mit einem anderen zu verbinden, ohne die Reihenfolge der EtherCAT-Geräte im Kommunikationsring zu ändern, dann ist dieses Kombinationsfeld aktiviert und Sie können das EtherCAT-Gerät auswählen, mit dem dieses Gerät verbunden werden soll. |
| Weitere Einstellungen | Diese Schaltfläche öffnet die Dialoge für die erweiterten Einstellungen. |

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

Karteireiter „Prozessdaten“

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

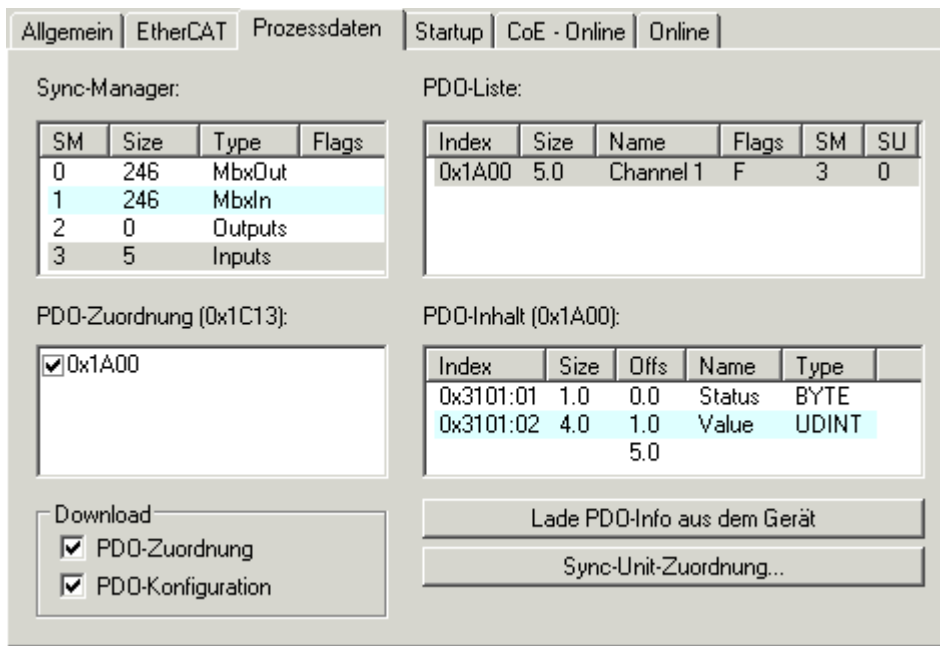


Abb. 116: Karteireiter „Prozessdaten“

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.

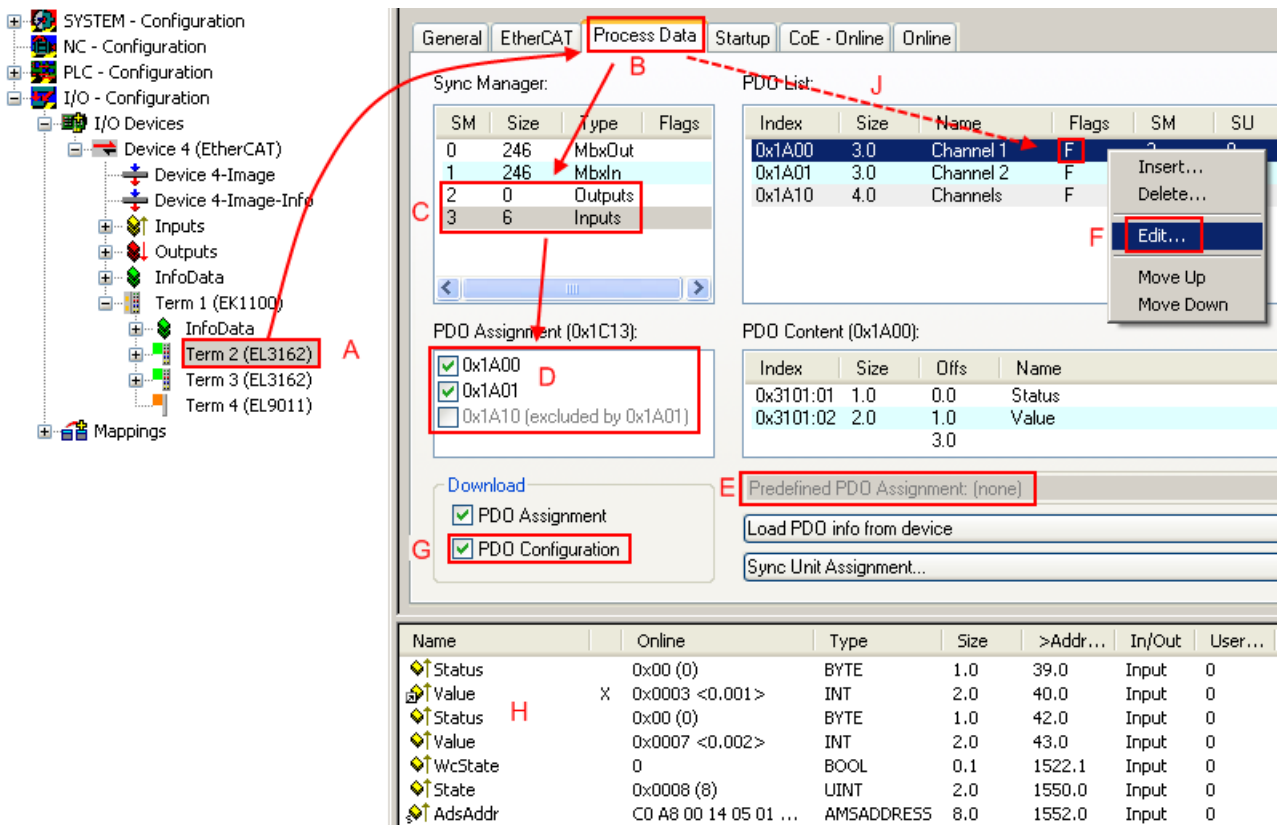


Abb. 117: Konfigurieren der Prozessdaten

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](#) [► 107] 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.

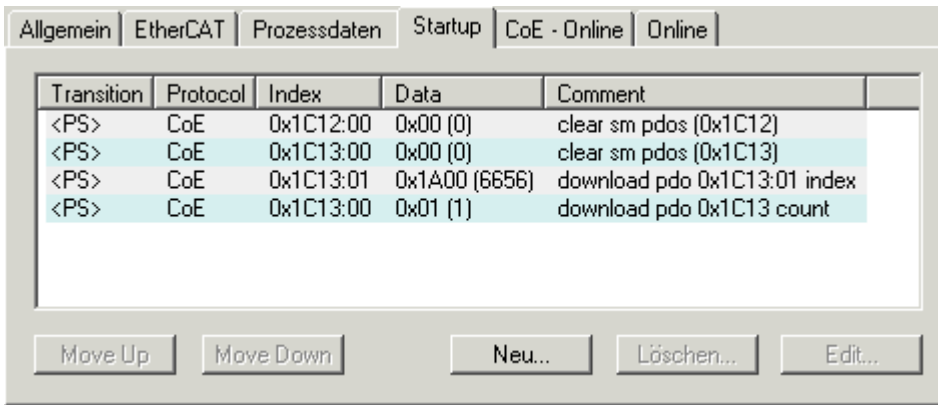


Abb. 118: Karteireiter „Startup“

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

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

Karteireiter „CoE - Online“

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

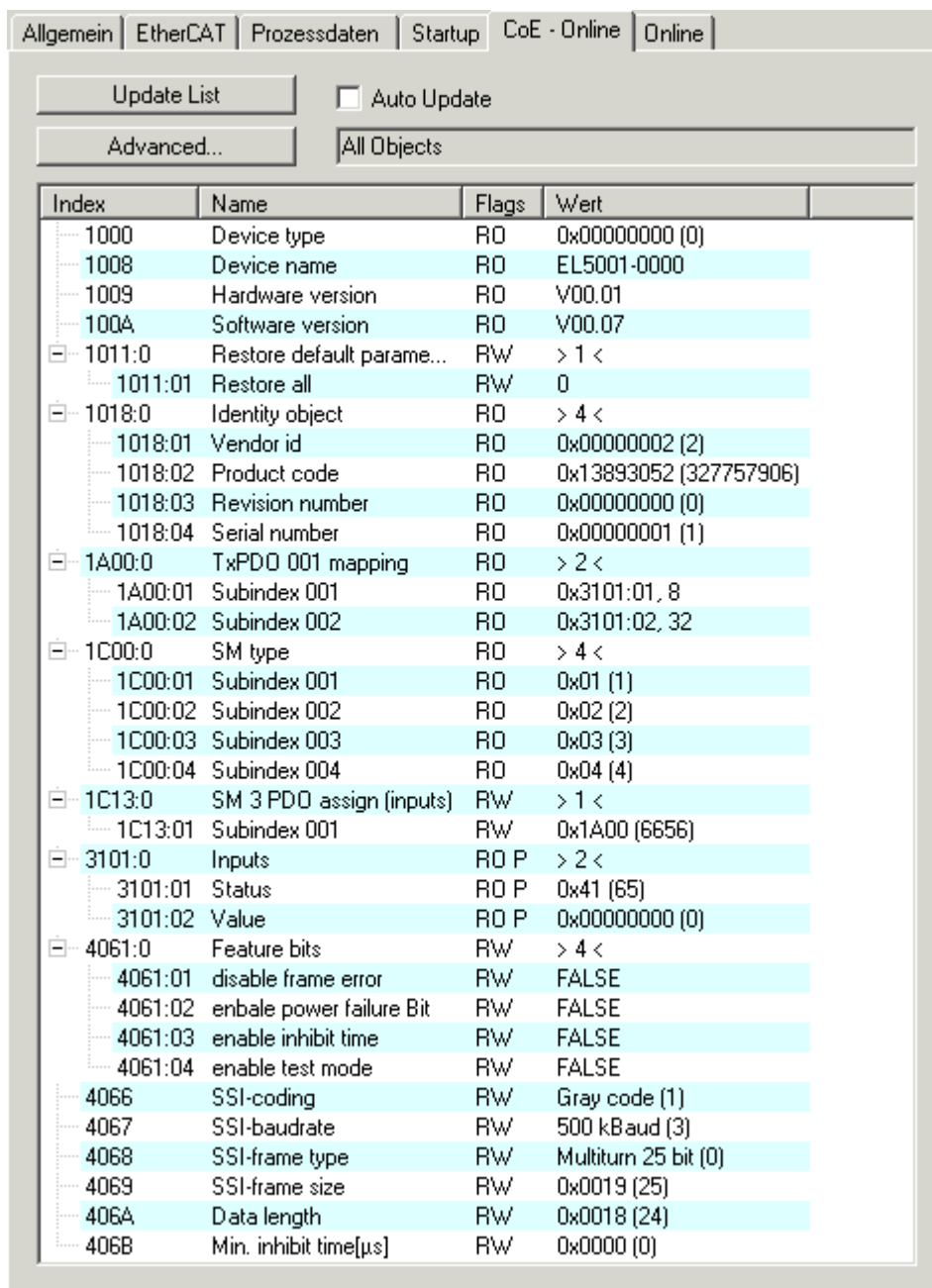


Abb. 119: Karteireiter „CoE - Online“

Darstellung der Objekt-Liste

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

Update List

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

Auto Update

Wenn dieses Kontrollkästchen angewählt ist, wird der Inhalt der Objekte automatisch aktualisiert.

Advanced

Die Schaltfläche *Advanced* öffnet den Dialog *Advanced Settings*. Hier können Sie festlegen, welche Objekte in der Liste angezeigt werden.

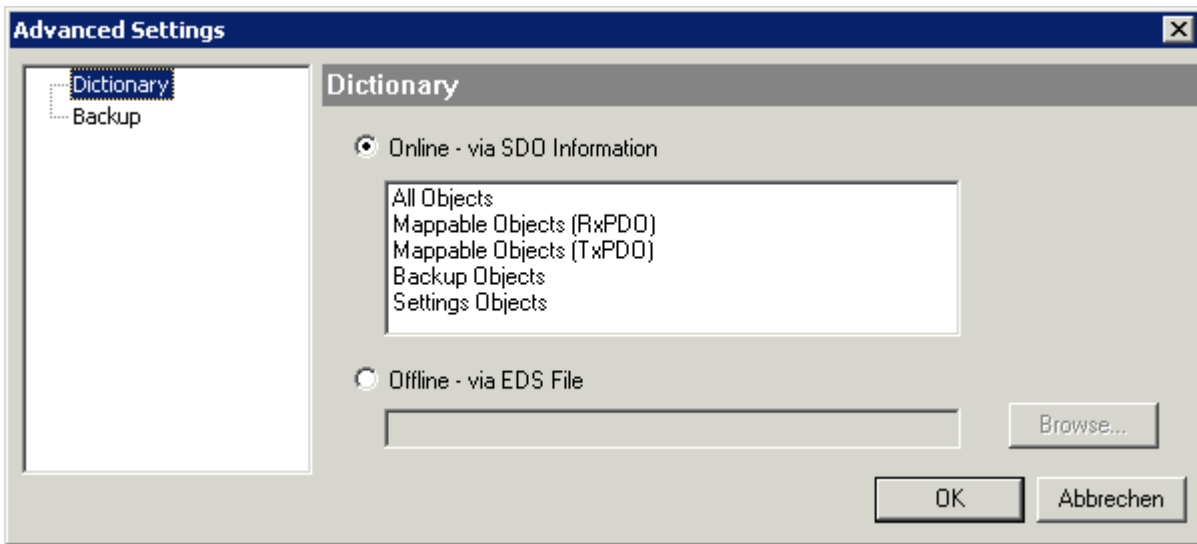


Abb. 120: Dialog „Advanced settings“

- 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“

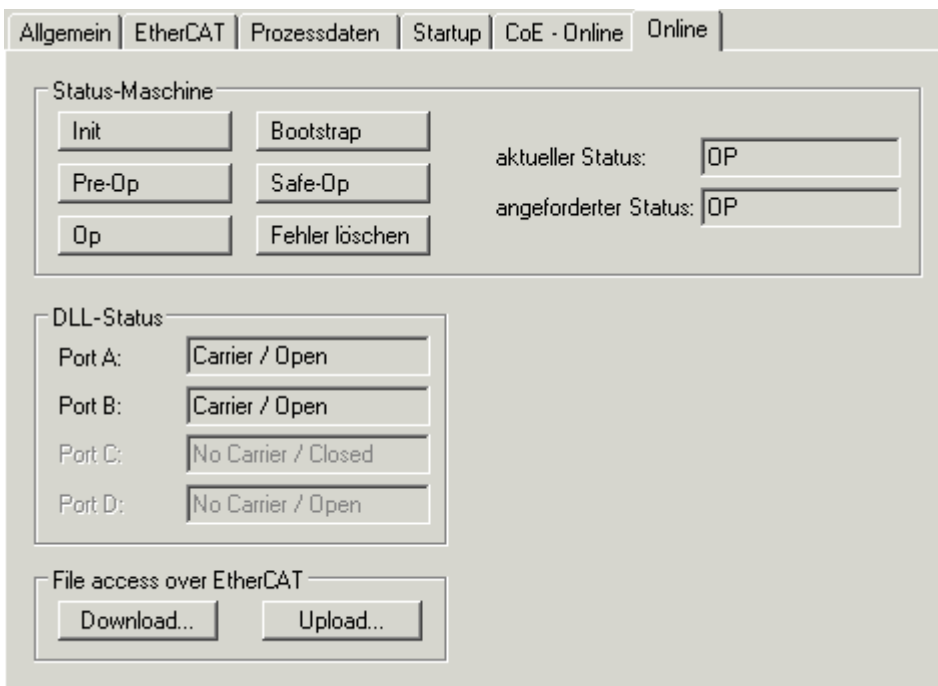


Abb. 121: Karteireiter „Online“

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)

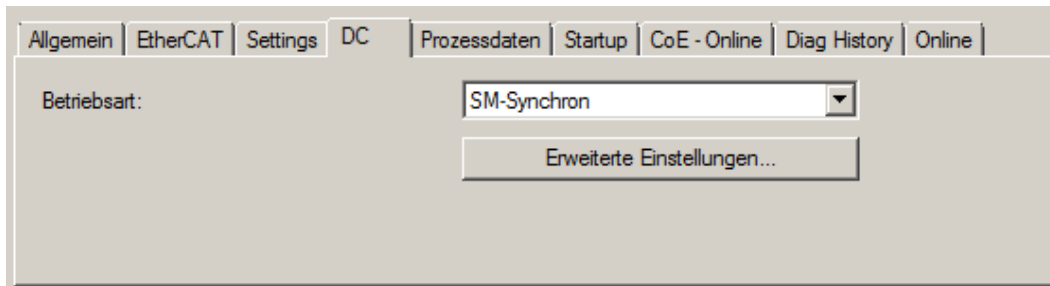


Abb. 122: Karteireiter „DC“ (Distributed Clocks)

- Betriebsart** Auswahlmöglichkeiten (optional):
 - FreeRun
 - SM-Synchron
 - DC-Synchron (Input based)
 - DC-Synchron
- Erweiterte Einstellungen...** Erweiterte Einstellungen für die Nachregelung der echtzeitbestimmenden 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 des Karteireiters „Prozessdaten“

Sync-Manager

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

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

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

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

PDO-Zuordnung

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

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

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

i Aktivierung der PDO-Zuordnung

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

a) der EtherCAT-Slave einmal den Statusübergang PS (von Pre-Operational zu Safe-Operational) durchlaufen (siehe [Karteireiter Online \[► 105\]](#))

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 [▶ 102] 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 für einen EtherCAT-Slave

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

Diagnose in Echtzeit: WorkingCounter, EtherCAT State und Status

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

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

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

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

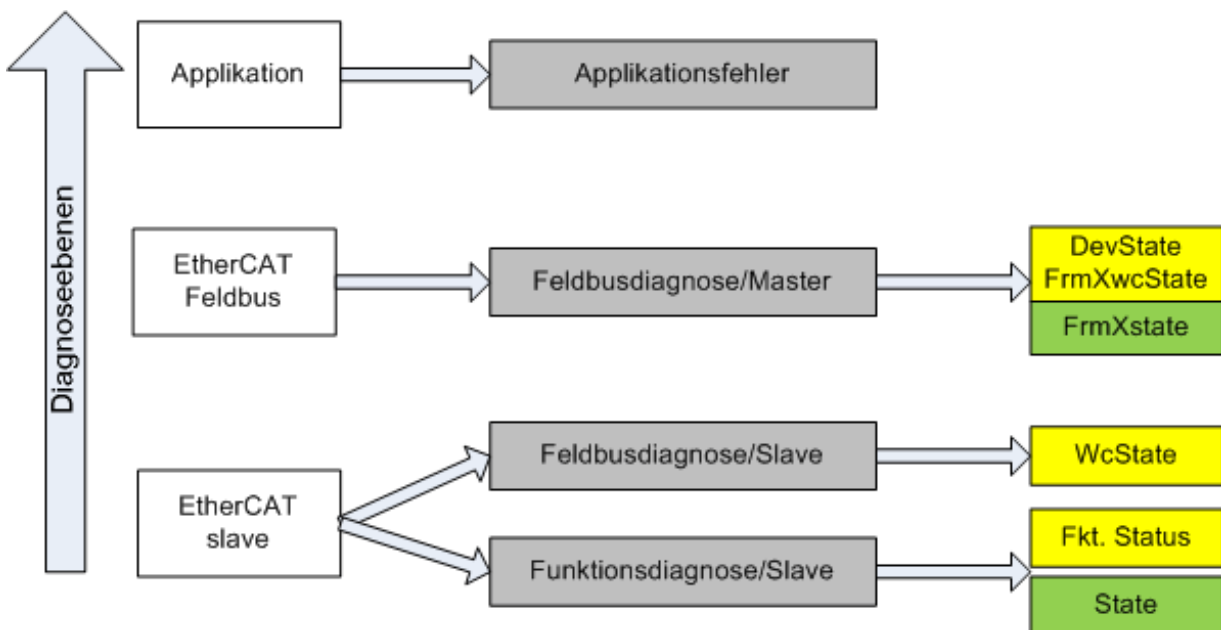


Abb. 123: Auswahl an Diagnoseinformationen eines EtherCAT-Slaves

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-Slaves* entspricht auch den Variablenfarben im System Manager, siehe Abb. *Grundlegende EtherCAT-Slave Diagnose in der PLC*.

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

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

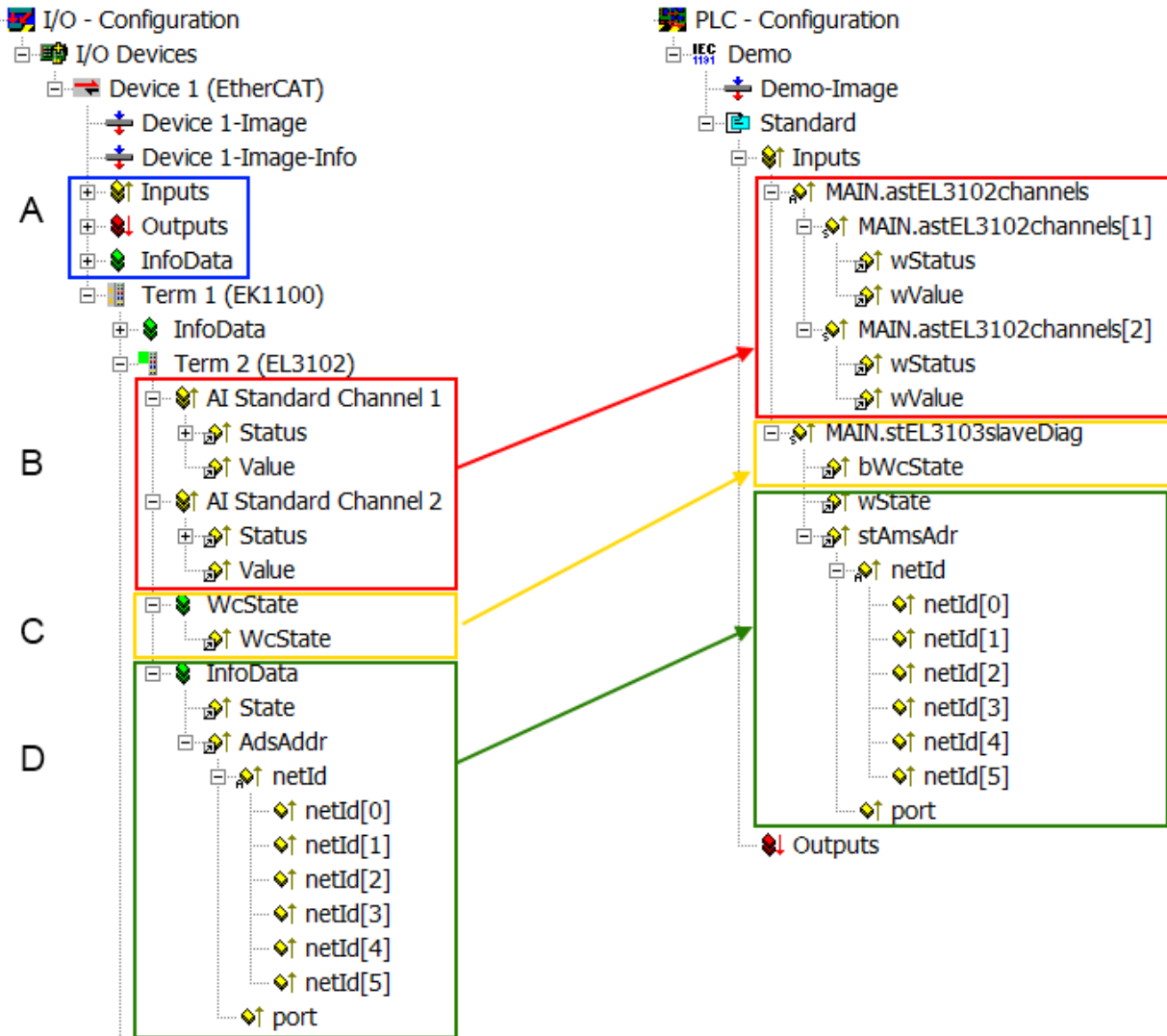


Abb. 124: Grundlegende EtherCAT-Slave Diagnose in der PLC

Dabei werden folgende Aspekte abgedeckt:

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

HINWEIS

Diagnoseinformationen

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

CoE-Parameterverzeichnis

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

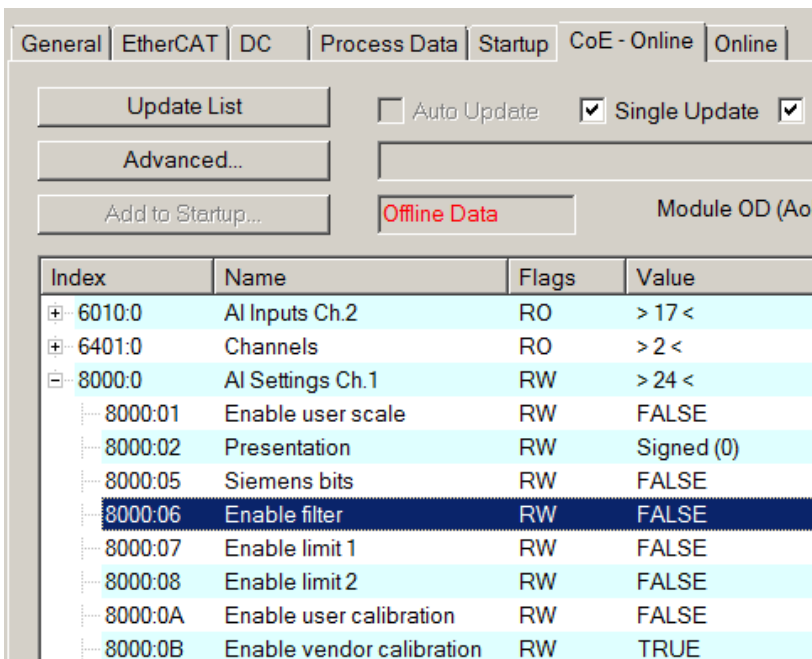


Abb. 125: EL3102, CoE-Verzeichnis

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 im TwinCAT System Manager ab TwinCAT 2.11R2 verfügbar. Sie werden über entsprechend erweiterte ESI-Konfigurationsdateien in den System Manager integriert.

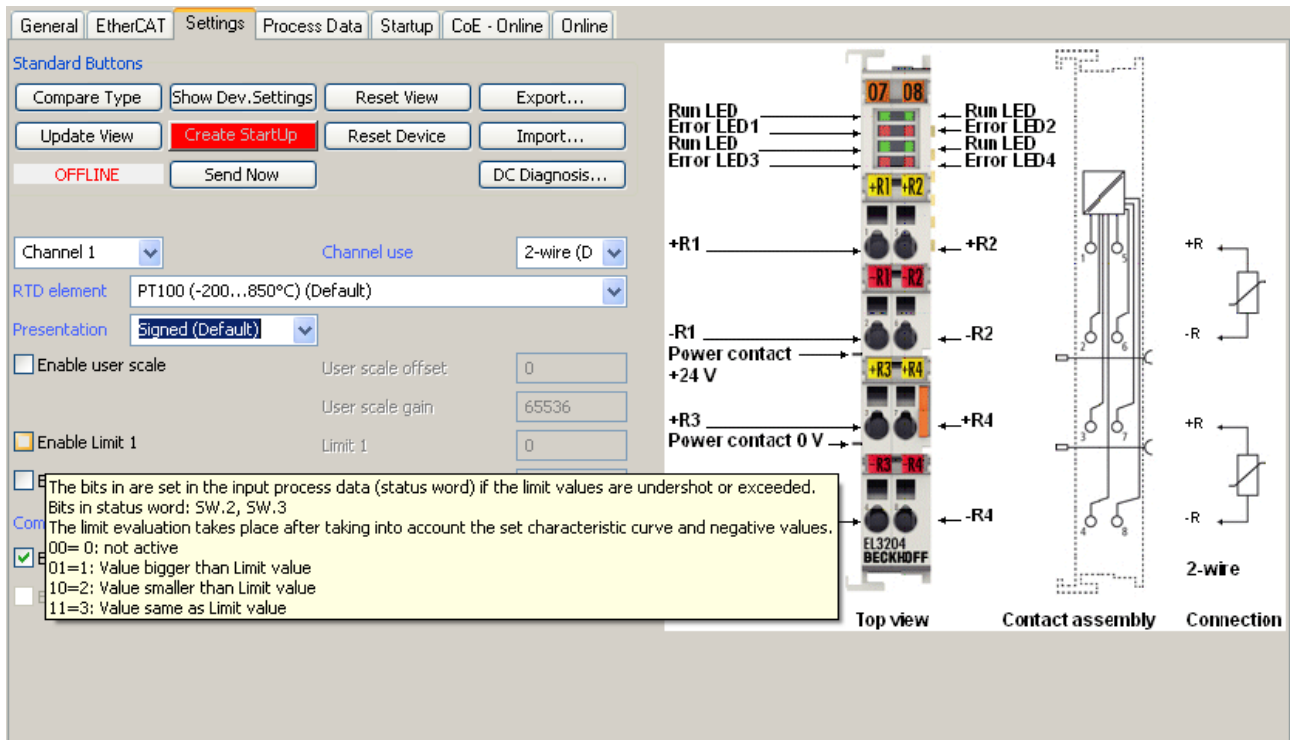


Abb. 126: Beispiel Inbetriebnahmehilfe für eine EL3204

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 Status

- 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 [▶ 24]". 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.

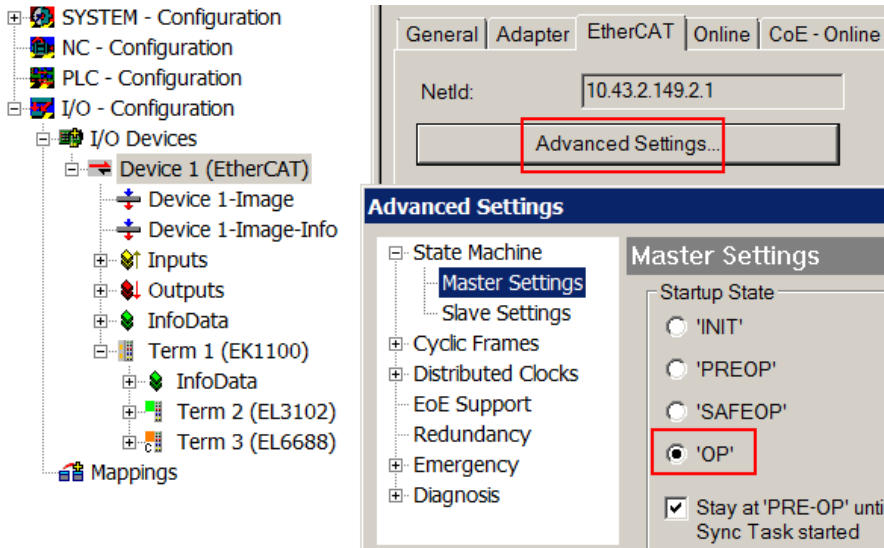


Abb. 127: Default Verhalten System Manager

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

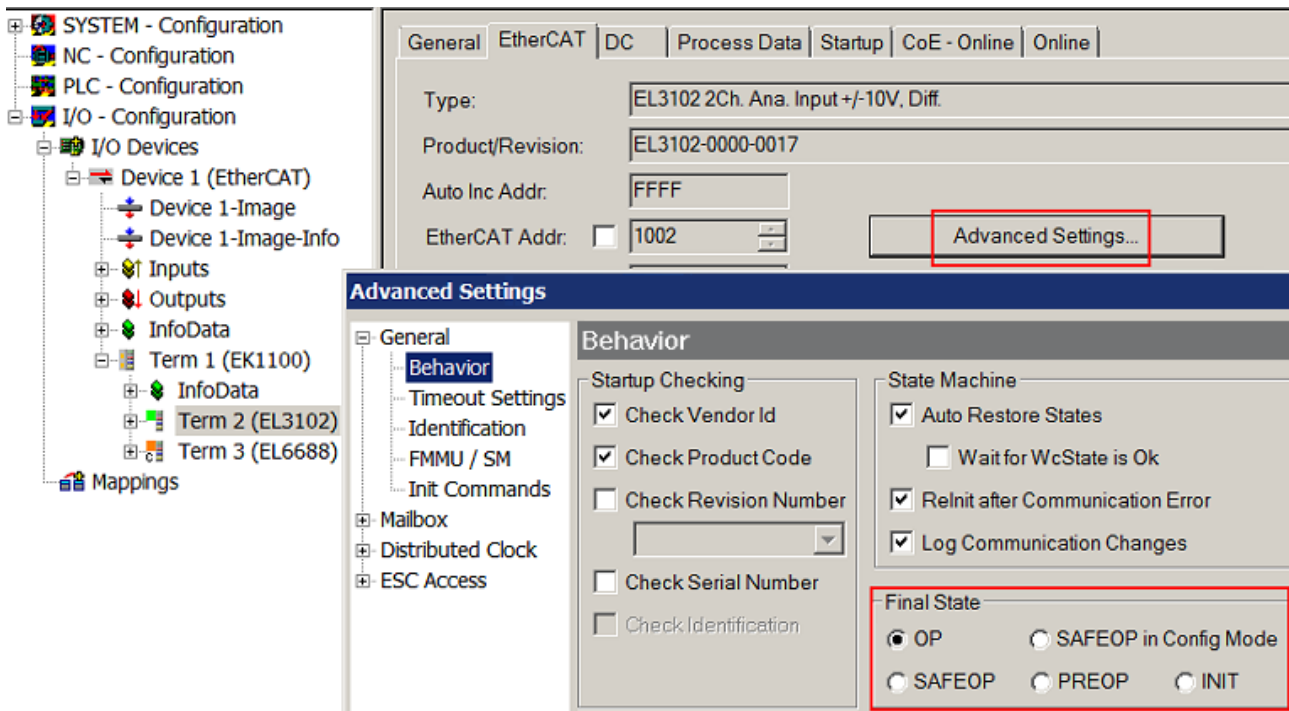


Abb. 128: Default Zielzustand im Slave

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.

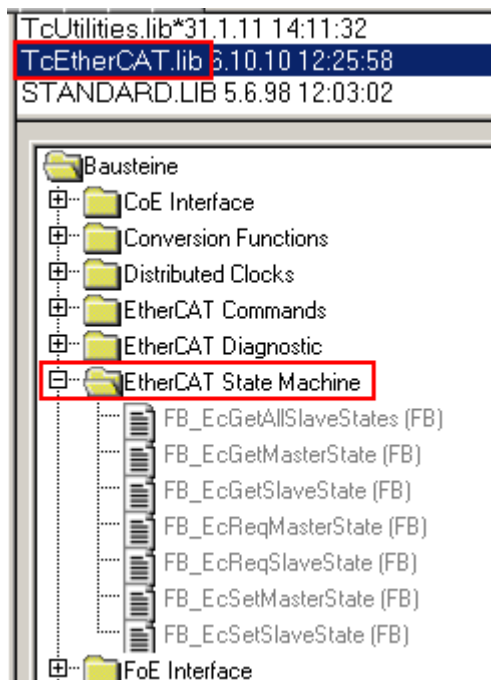


Abb. 129: PLC-Bausteine

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. 130: 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:

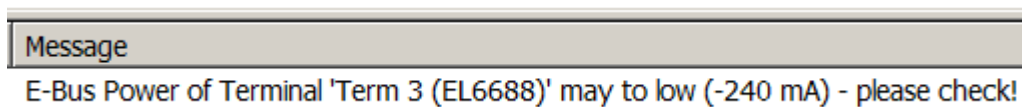


Abb. 131: Warnmeldung E-Bus-Überschreitung

HINWEIS

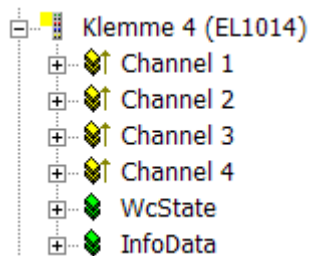
Fehlfunktion möglich!

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

5.4 Konfiguration mit dem TwinCAT System Manager - Digitale Eingangs - und Ausgangsklemmen

(Mit TwinCAT ab Version 2.10.0 (Build 1305), am Beispiel der EL1014)

Klicken Sie im linken Fenster des TwinCAT System Managers auf den Baumzweig der Klemme, die Sie konfigurieren möchten (im Beispiel: Klemme 4 EL1014).



Im rechten Fenster des TwinCAT System Managers stehen Ihnen nun verschiedene Karteireiter zur Konfiguration der Klemme zur Verfügung.

Karteireiter Allgemein

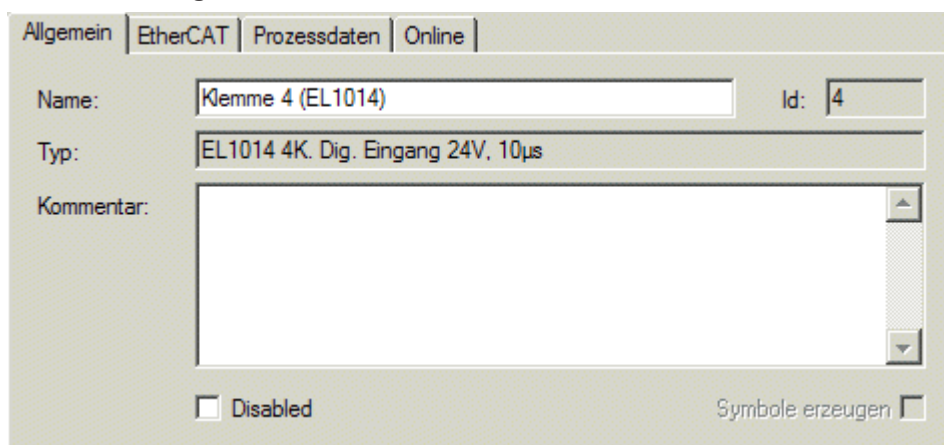


Abb. 132: Karteireiter Allgemein

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

Karteireiter EtherCAT

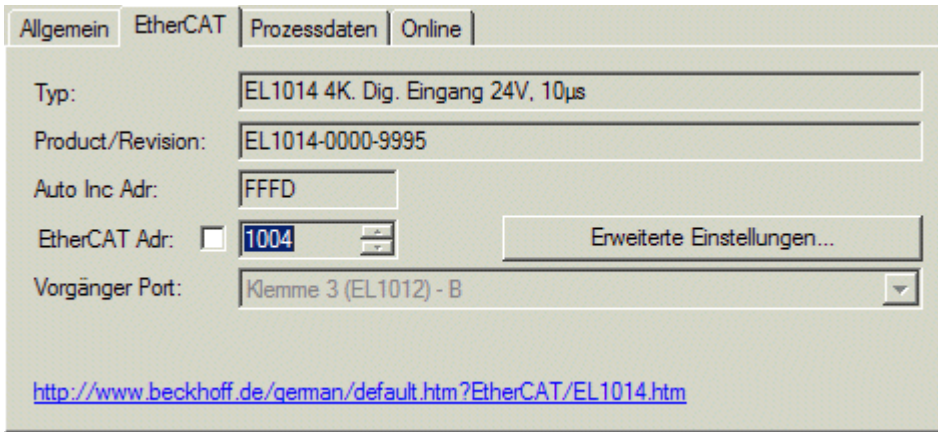


Abb. 133: Karteireiter EtherCAT

| | |
|------------------------------|---|
| 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 Konfiguration der Prozessdaten an. Die Eingangs- und Ausgangsdaten des EtherCAT-Slaves werden als CANopen Prozess-Daten-Objekte (PDO) dargestellt. Bei digitalen Eingangsklemmen (EL10xx) und digitalen Ausgangsklemmen (EL20xx) besteht eine feste PDO-Zuordnung.

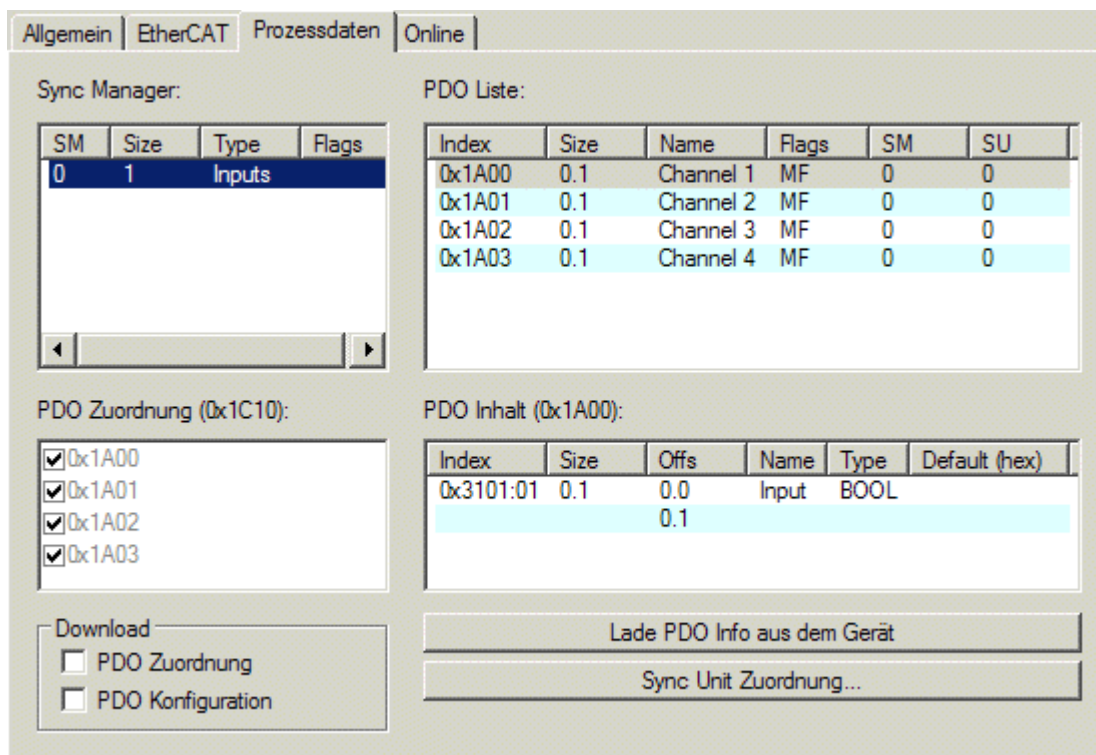


Abb. 134: Karteireiter Prozessdaten

Sync-Manager

Listet die Konfiguration der Sync-Manager (SM) auf. 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-Type definierten PDOs aufgelistet.

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.

PDO-Liste

Liste aller von diesem EtherCAT-Gerät unterstützten PDOs. Der Inhalt des ausgewählten PDOs wird in 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.

Download: PDO-Zuordnung, PDO-Konfiguration

Die Download-Funktion für die PDO-Zuordnung und Konfiguration werden nur von intelligenten Klemmen unterstützt.

Karteireiter Online

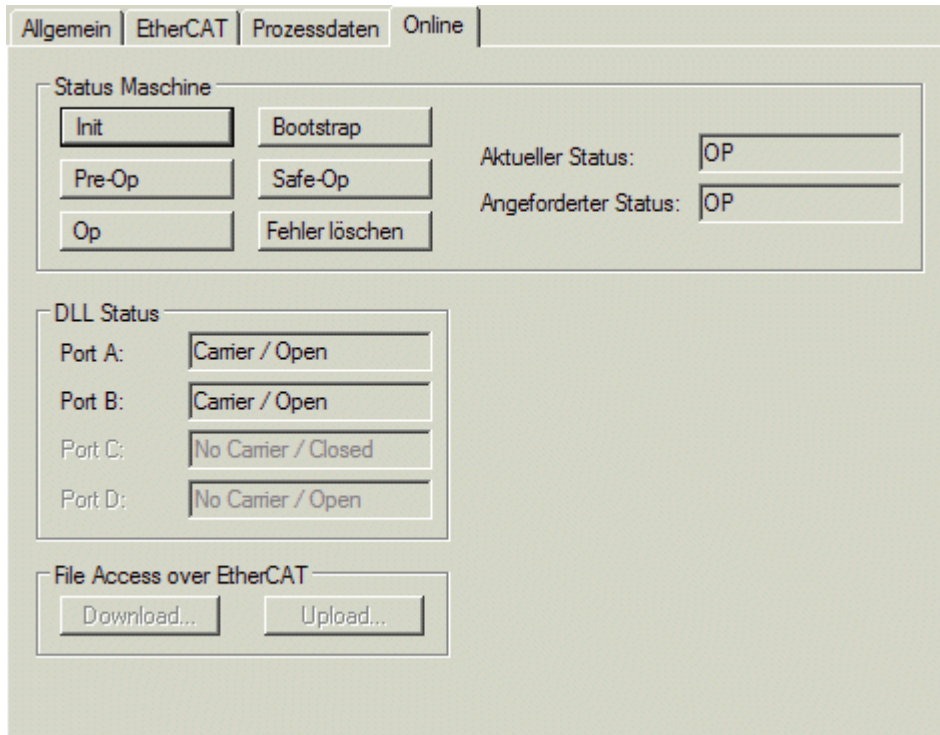


Abb. 135: Karteireiter Online

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-Slave an. Der DLL-Status kann vier verschiedene Zustände annehmen:

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

Tab. 1: File Access over EtherCAT

- Download** Inaktiv bei nichtintelligenten Klemmen.
- Upload** Inaktiv bei nichtintelligenten Klemmen.

5.5 Schaltverhalten

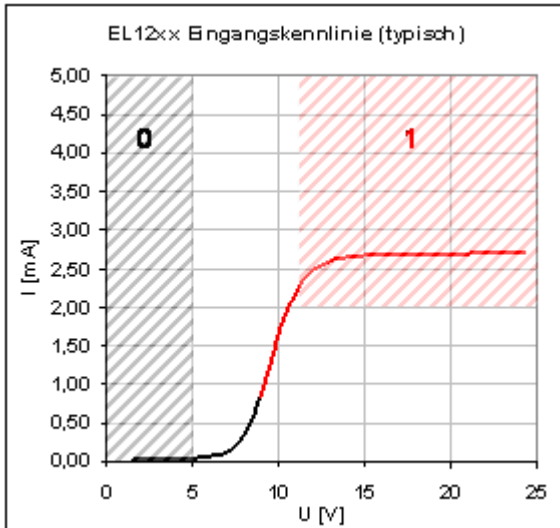


Abb. 136: Eingangskurve in Anlehnung an EN 61131-2, Typ 3; Typische Messung (Beckhoff behält sich unangekündigte Änderungen vor!)

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

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

5.7 EL1202-0x00

5.7.1 Auslieferungszustand

Bei der Erstinbetriebnahme der EL1202 sind keine besonderen Einstellungen erforderlich.

5.7.2 Funktionsweise

Die Baureihe EL1202 bietet derzeit zwei verschiedene Betriebsarten:

EL1202-0000: Schnelle zweikanalige 24 V Eingangsklemme - das Lesen der Eingänge wird durch den Kommunikationsframe getriggert (Auslieferungszustand). Es können keine weiteren Einstellungen an der Klemme vorgenommen werden.

EL1202-0100: Schnelle zweikanalige 24 V Eingangsklemme - das Lesen der Eingänge wird hochkonstant zyklisch durch die lokale DC-Uhr (Distributed Clocks) getriggert und ist konfigurierbar.

Ab Lager Beckhoff ist die EL1202 als EL1202-0000 konfiguriert. Wird der Betrieb als EL1202-0100 gewünscht, muss die Klemme vom Anwender umgestellt werden. Diese Umstellung ist reversibel.

Anleitung für TwinCAT 2

In TwinCAT 2 ist in dem Konfigurationsbaum mit einem Rechtsklick die EL1202(-0100) auszuwählen und "Change to Alternative Type" auszuführen. Das EEPROM und damit die Funktionalität der EL1202 wird damit geändert (Abb. *Change to Alternative Type*).

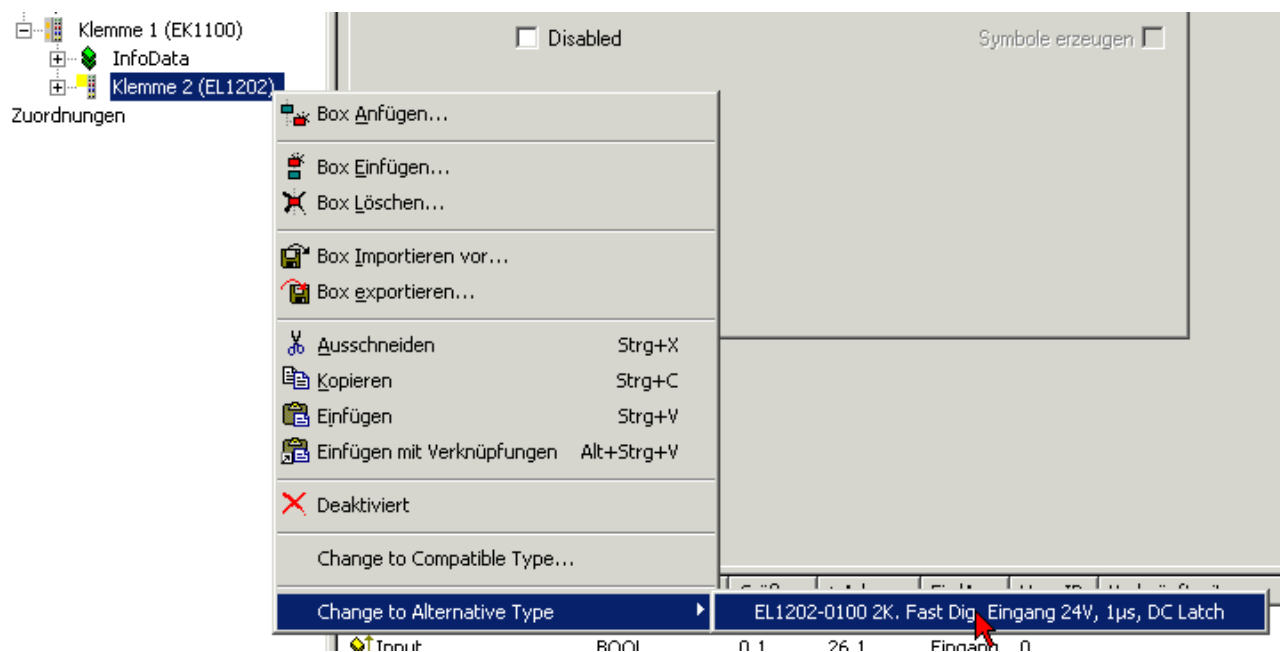


Abb. 137: Change to Alternative Type

Anleitung für TwinCAT 3

In TwinCAT 3 muss sowohl die Klemme in der Konfiguration als auch das EEPROM auf der Klemme manuell umgestellt werden; der für TwinCAT 2 beschriebene Vorgang ist nicht möglich.

- In der Konfiguration: EL1202-0100 als neues Gerät hinzufügen; EL1202-0000 löschen.
- EEPROM-Update für EL1202-0100 durchführen wie im Kap. [Firmware Update EL/ES/EM/EPxxxx \[P 147\]](#) beschrieben.

● Anforderungen an den Master

i Der Einsatz der EL1202-0100 ist nur mit EtherCAT-Mastern möglich, die Distributed Clocks (DC) unterstützen (wie z.B. Beckhoff TwinCAT). Zur Umschaltung der Betriebsarten muss die ausfallsichere Konfiguration in der Klemme geändert werden (ab TwinCAT 2.10 Build 1316 ist dies im Reiter „EtherCAT“ der Klemme möglich).

Durch den Verzicht auf Eingangsfilter findet keine elektrische Pulsverlängerung statt. Um als TRUE bzw. FALSE erkannt zu werden, muss ein elektrisches Signal also dann an der Auswerteeinheit anliegen, wenn diese den Eingang in ihre Register einliest. Dieser Zeitpunkt ist abhängig von der Klemmenausführung bzw. der jeweiligen Konfiguration.

5.7.3 EL1202-0000 - Einstellungen EtherCAT

Karteireiter "EtherCAT"

Die Optimierung auf schnelle Signalübertragung mit einer Durchlaufzeit $T_{ON}/T_{OFF} < 1 \mu s$ bedeutet bei der EL1202: die Klemme liest die an den Eingängen liegende Spannung ein, sobald der EtherCAT-Kommunikationsframe am ESC eintrifft. Was zwischen zwei Kommunikationszyklen als Signal anliegt, wird nicht erfasst. Die EL1202 erscheint als normale zweikanalige digitale 24 V Eingangsklemme ohne weitere Besonderheiten. DC ist abgeschaltet, somit kann diese Klemme nicht als DC Master Clock arbeiten. Weitere Einstellungen sind bei dieser Klemme nicht möglich.

| Name | Online | Typ | Size | >Address | In/Out | User ID | Linked to |
|-----------|------------|------|------|----------|--------|---------|-----------|
| Channel 1 | | | | | | | |
| Input | 0 | BOOL | 0.1 | 45.6 | Input | 0 | |
| Channel 2 | | | | | | | |
| Input | 0 | BOOL | 0.1 | 45.7 | Input | 0 | |
| WcState | 0 | BOOL | 0.1 | 1522.1 | Input | 0 | |
| State | 0x0008 (8) | UINT | 2.0 | 1554.0 | Input | 0 | |

Abb. 138: Karteireiter EtherCAT, Klemme EL1202-0000

5.7.4 EL1202-0100 - Einstellungen EtherCAT

● Libraries zur 64 Bit-Verarbeitung

i Zur Verarbeitung der 64 Bit Zahlen in Beckhoff TwinCAT stehen in der Library TcUtilities.lib eine Auswahl an Funktionen zur Verfügung. Hier sind längere Ausführungszeiten erforderlich als mit 32 Bit Standard-Datentypen. Ein Datentyp mit 64 Bit Breite ist in TcEthercat.lib als T_DCTIME oder in TcUtilities.lib als T_LARGE_INTEGER definiert.

Karteireiter "EtherCAT"

Karteireiter "EtherCAT" Die Klemme EL1202-0100 erscheint als zweikanalige digitale Eingangsklemme mit weiteren Prozessdaten:

The screenshot shows the configuration for Term 9 (EL1202-0100) in the EtherCAT configuration software. The configuration is as follows:

- Type: EL1202-0100 2Ch. Fast Dig. Input 24V, 1µs, DC Latch
- Product/Revision: EL1202-0100-0016
- Auto Inc Addr: FFFE
- EtherCAT Addr: 1100E
- Advanced Settings... (button)
- Previous Port: Term 2 (EL1012) - B

The configuration is currently set to the 'DC' tab. Below the configuration, a table shows the status of various data points:

| Name | Online | Type | Size | >Adress | In/Out | User ID |
|---------------|---|-------|------|---------|--------|---------|
| Input | 0 | BOOL | 0.1 | 39.0 | Input | 0 |
| Input | 0 | BOOL | 0.1 | 39.1 | Input | 0 |
| NextLatchTime | 0x0400000000000000 (288230376151711744) | ULINT | 8.0 | 40.0 | Input | 0 |
| WcState0 | 0 | BOOL | 0.1 | 1522.1 | Input | 0 |
| WcState1 | 0 | BOOL | 0.1 | 1522.1 | Input | 0 |
| State | | UINT | 2.0 | 1556.0 | Input | 0 |

Abb. 139: Karteireiter EtherCAT, Klemme EL1202-0100

Standardmäßig ist DC eingeschaltet; die EL1202-0100 kann damit als DC Master Clock verwendet werden.

„Input Channel 1“ und „Input Channel 2“

Hier ist der Zustand der Eingänge bei der letzten Abfrage angegeben (0/1). Beide Eingänge können nur gleichzeitig gelatcht werden.

„Reserved“

Für zukünftige Nutzung freigehalten.

„NextLatchTime“

Gibt den nächsten Latchzeitpunkt der beiden Eingänge in der Zukunft an. Der im Prozessdatenabbild angegebene Zustand von „Input Channel0“ und „Input Channel1“ wurde also bei der vorherigen Angabe von „NextLatchTime“ ermittelt.

Beispiel:

- Die Prozessdaten einer EL1202-0100 in einem EtherCAT-Zyklus lauten:
„Input Channel1“ = 1
- „Input Channel2“ = 0
- „NextLatchTime“ = 288.230.376.151.711.744 (ns)

Bei einer SYNC0 Cycle Time von 1 ms = 1.000.000 ns wurde der angegebene Zustand von „Input Channel 1“ und „Input Channel 2“ also zum Zeitpunkt 237.628.613.984.878.208 - 1.000.000 = 237.628.613.984.878.208 ermittelt (64 Bit Verarbeitung).

5.7.5 Konfiguration der Prozessdaten

Karteireiter "Prozessdaten"

Sync-Manager 0 (SM0), PDO Zuordnung 0x1C10

"Channel 1" (0x1A00), "Channel 2" (0x1A01) und "Reserved" (0x1A02) können nicht verändert werden.

General | EtherCAT | DC | **Process Data** | Online

Sync Manager:

| SM | Size | Type | Flags |
|----|------|--------|-------|
| 0 | 1 | Inputs | |
| 1 | 8 | Inputs | |

PDO List:

| Index | Size | Name | Flags | SM | SU |
|--------|------|-----------|-------|----|----|
| 0x1A00 | 0.1 | Channel 1 | MF | 0 | 0 |
| 0x1A01 | 0.7 | Channel 2 | MF | 0 | 0 |
| 0x1A02 | 0.0 | Reserved | MF | 0 | 0 |
| 0x1A10 | 4.0 | DC | FV | | 1 |
| 0x1A11 | 8.0 | DC | FV | 1 | 1 |

PDO Assignment (0x1C10):

- 0x1A00
- 0x1A01
- 0x1A02

PDO Content (0x1A00):

| Index | Size | Offs | Name | Type |
|-----------|------|------|-------|------|
| 0x6000:01 | 0.1 | 0.0 | Input | BOOL |
| | | 0.1 | | |

Download

- PDO Assignment
- PDO Configuration

Load PDO info from device

Sync Unit Assignment...

Abb. 140: Karteireiter Prozessdaten, PDO Zuordnung Eingänge, Klemme EL1202-0100

Sync-Manager 1 (SM1), PDO Zuordnung 0x1C11

Die „NextLatchTime“ kann von 64 Bit Darstellung (PDO 0x1A11) auf 32 Bit Darstellung (PDO 0x1A10) umgestellt werden. Das PDO 0x1A11 ist vorher zu deaktivieren, da sich die beiden PDOs ausschließen.

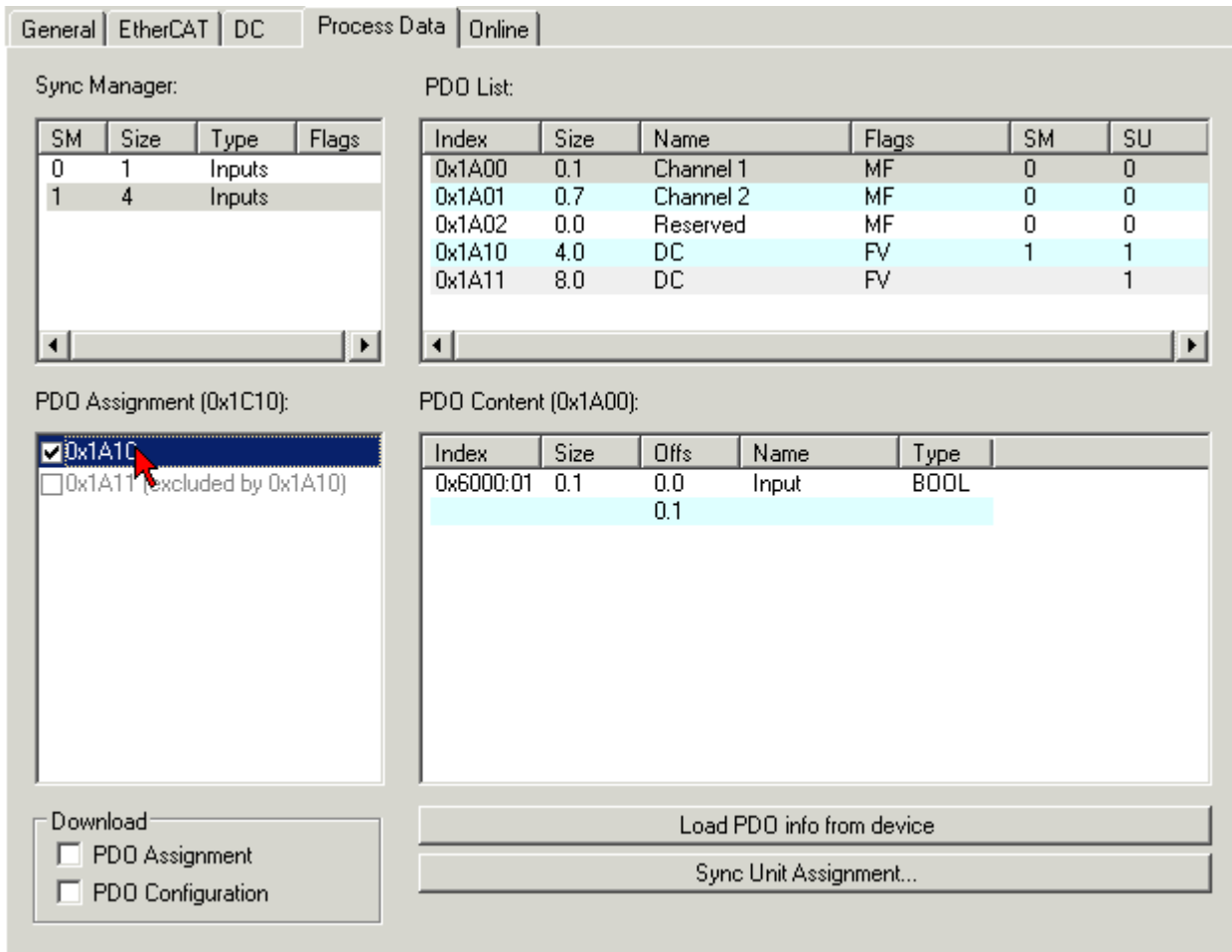


Abb. 141: Karteireiter Prozessdaten, Umschaltung "NextLatchTime", Klemme EL1202-0100

5.7.6 Einstellungen Distributed Clocks

Karteireiter "DC"

Der Reiter DC/Erweiterte Einstellungen kann das Verhalten der EL1202-0100 im Zusammenhang mit der lokalen DC-Uhr verändern.

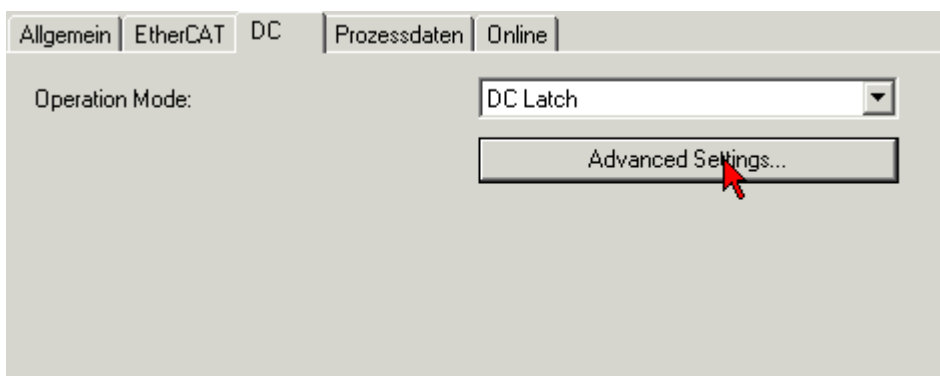


Abb. 142: Karteireiter DC, Klemme EL1202-0100

Allgemein

Der Interrupt SYNC0 bzw. SYNC1 wird ausgelöst, wenn die DC-Uhrzeit mit dem Vorgabewert für den jeweiligen SYNC („NextSync0Puls“ bzw. „NextSync1Puls“) übereinstimmt. „NextSync0Puls“ wird auch als Prozessdatum „NextLatchTime“ angeboten. Das Handling dieser DC-Operationen obliegt dem EtherCAT Slave Controller (ESC) in der Klemme.

Default-Einstellung

Das zyklische Lesen der Eingänge wird durch den SYNC0-Puls (Interrupt) der DC in der EL1202-0100 ausgelöst. Standardmäßig wird die Einlese-Zykluszeit vom EtherCAT-Master auf die verwendete SPS-Zykluszeit und damit auf die EtherCAT-Zykluszeit gesetzt.

(Abb. Erweiterte Einstellungen Distributed Clock (DC), Klemme EL1202-0100 [▶ 127]: 4000µs = 4 ms da sich TwinCAT im Config Modus befindet.

Anwendung in der EL1202-0100

Beim EtherCAT-Systemstart wird der erste Vorgabewert vom EtherCAT-Master auf „Aktuelle DC-Zeit“ + SYNC0 Cycle Time + SYNC0 Shift Time gesetzt (siehe Abb. Erweiterte Einstellungen Distributed Clock (DC), Klemme EL1202-0100 [▶ 127]). Der EtherCAT Slave Controller prüft nun fortlaufend seine lokale DC-Uhr auf Übereinstimmung mit diesem Vorgabewert. Stimmt der Vorgabewert mit der DC-Zeit überein, wird der SYNC0 ausgelöst, was wiederum das sofortige Einlesen der Eingänge startet. Dann wird der Vorgabewert weitergezählt: „Neuer Vorgabewert“ = „Alter Vorgabewert“ + SYNC0 Cycle Time. Dieser Vorgang findet nun fortlaufend statt. Dabei wird ständig vom EtherCAT-Master ein Abgleich aller DC-Uhren im EtherCAT System durchgeführt. Weitere Informationen dazu unter www.beckhoff.de

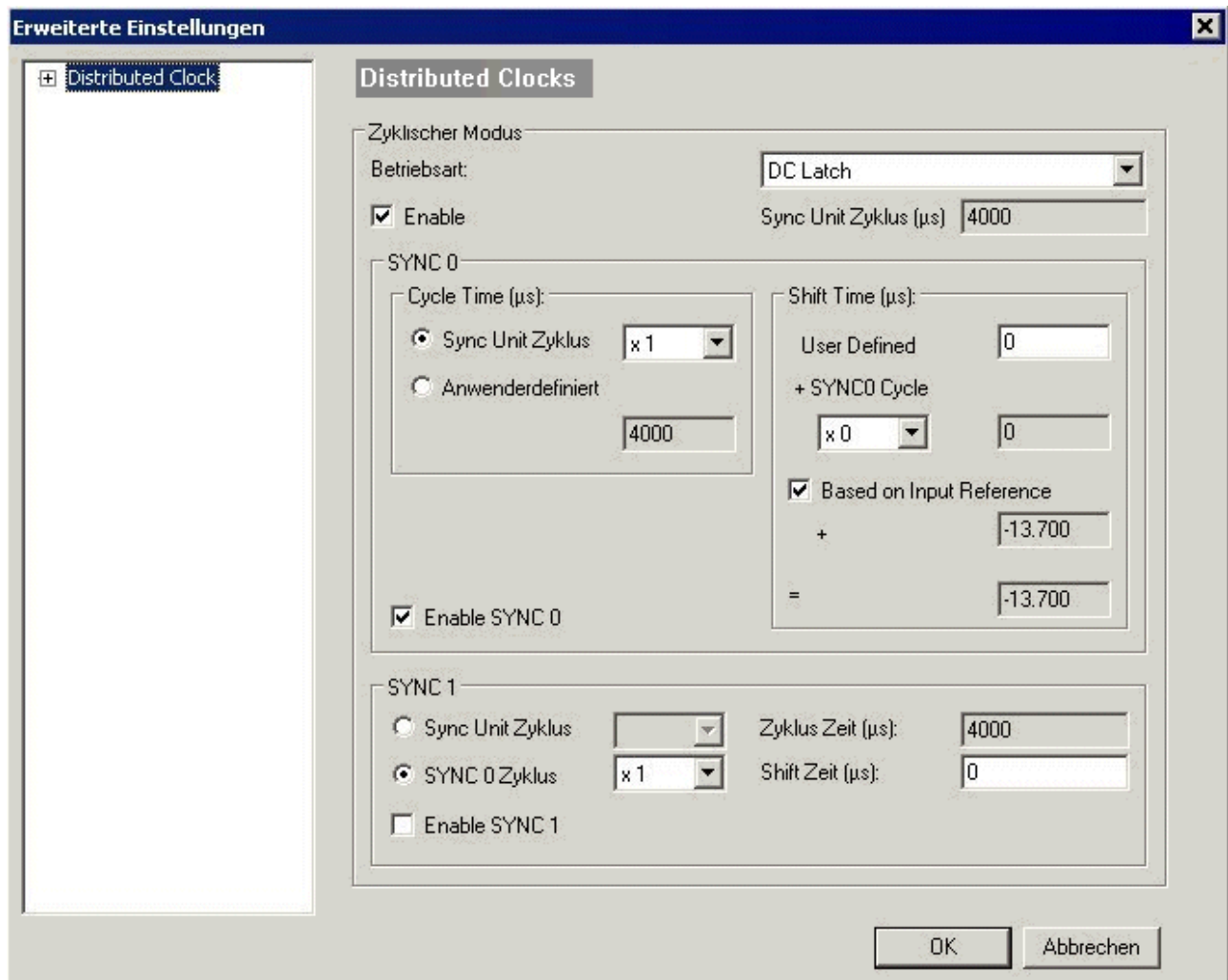


Abb. 143: Erweiterte Einstellungen Distributed Clock (DC), Klemme EL1202-0100

Einstellungen Distributed Clocks

- **Zyklischer Modus/Enable**
Schaltet DC an.
- **Betriebsart**
Nur DC Latch möglich.
- **SYNC0**
Sync Unit Zyklus: Vielfaches der Buszykluszeit. In diesem Abstand (in μs) werden die Eingänge periodisch gelesen.
- **Anwenderdefiniert**
Beliebige Zahl bis 2^{32} ns \approx 4,3 sek. Kommawerte sind möglich.
- **Shift Time**
Mit der Shift Time kann der SYNC0-Puls dieser EL1202-0100 gegenüber anderen Klemmen in ns-Schritten verschoben werden. Sollen die Eingänge mehrerer EL1202-Klemmen gleichzeitig gelesen werden, muss hier derselbe Wert eingetragen werden.
- **Based on Input Reference**
Bei Aktivierung dieser Option wird zum klemmenlokalen konfigurierbaren SYNC0 Shift ein weiterer „Input Shift“ dazu addiert. Dieser Wert wird vom EtherCAT Master berechnet und zur Verfügung gestellt (SysMan/Gerät EtherCAT/Reiter EtherCAT/Erweiterte Einstellungen/Distributed Clocks/Input Shift Time/, siehe Abb. [EtherCAT Master, Erweiterte Einstellungen, Distributed Clock \[► 128\]](#)). Dadurch lesen *alle* Eingangsklemmen im System (EL1xxx, EL3xxx) möglichst kurz vor dem abholenden EtherCAT-Frame ihre Eingänge ein und liefern so möglichst „aktuelle“ Eingangsdaten an die Steuerung ab.
- **Enable SYNC0**
Benötigt bei der EL1202-0100.
- **SYNC1**
Weiterer SYNC-Puls, abgeleitet aus SYNC0 oder der DC selbst. Bei der EL1202-0100 nicht benötigt.

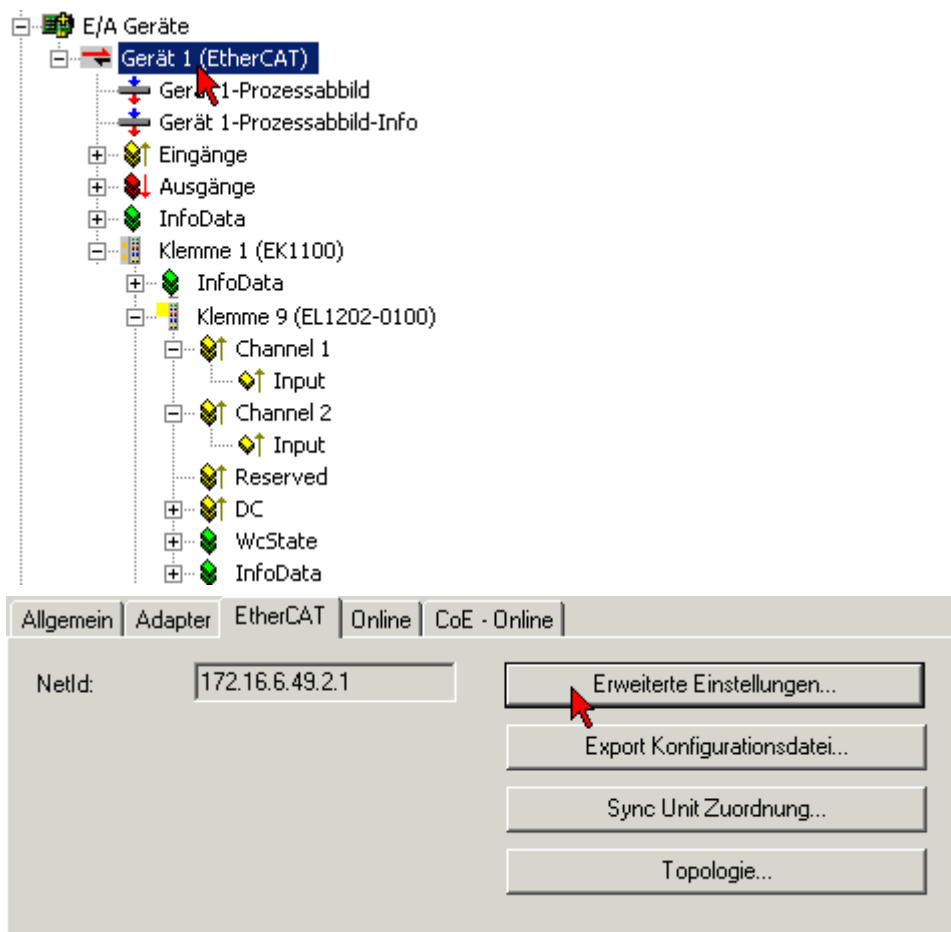


Abb. 144: EtherCAT Master, Karteireiter EtherCAT, Erweiterte Einstellungen

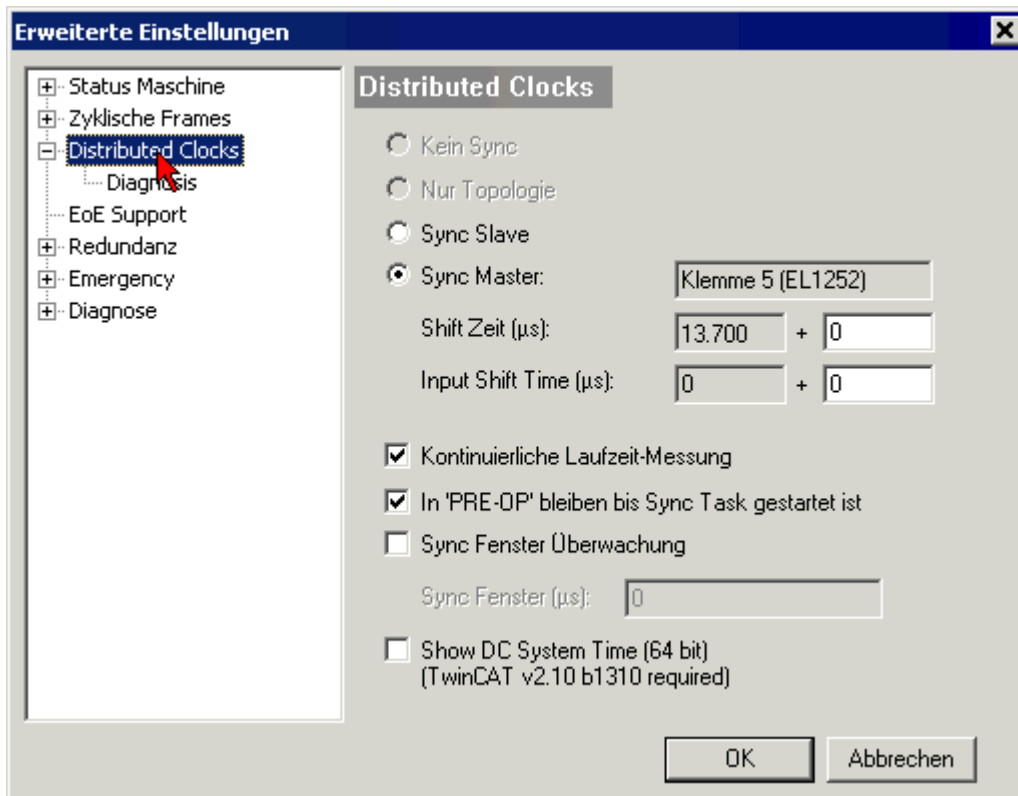


Abb. 145: EtherCAT Master, Erweiterte Einstellungen, Distributed Clock

5.8 EL125x

5.8.1 EL125x - Auslieferungszustand

Bei der Erstinbetriebnahme der EL1252 und EL1254 sind keine besonderen Einstellungen erforderlich.

● TwinCAT-Versionshinweis zur EL1252

i In Verbindung mit einer Beckhoff TwinCAT Version ab Build 1315 sind die Klemmen uneingeschränkt lauffähig. Beim Betrieb mit früheren TwinCAT 2.10 -Builds ist ausschließlich die Online-Description der Klemme ab EL1252-0000-0017 zu verwenden. Alternativ können Sie die entsprechende aktuellste XML-Datei im Download-Bereich auf der Beckhoff Website herunterladen (<http://www.beckhoff.de/german/download/default.htm?id=69071317099797>) und entsprechend der Installationsanweisungen installieren.

5.8.2 EL125x - Funktionsweise

Allgemeine Features

Die EL1252, EL1254 zeigt je Kanal nicht nur die Eingangspegel an, sondern auch den letzten Zeitpunkt (Timestamp), wann ein Kanal eine steigende oder fallende Flanke aufwies. Über Änderungen in den Latchvorgängen informiert ein Statusbyte für jeden Kanal.

● Kalibrierung

i Die Zeitverzögerung zwischen der physikalisch realen Flanke der Signalspannung am Klemmeneingang und der Zeitstempelung im EtherCAT Slave Controller (ESC) ist durch die Elektronik mit $< 1 \mu\text{s}$ zwar optimiert, aber nicht beliebig kurz. Bei erhöhten Genauigkeitsanforderungen ist vom Anwender eine Kalibrierung durchzuführen und die exakte Zeitverzögerung in Abhängigkeit von den Umgebungsbedingungen zu messen.

Die Klemme stellt für jeden Kanal folgende Informationen zur Verfügung (s. Abb. *TwinCAT Baum, EL1252*):

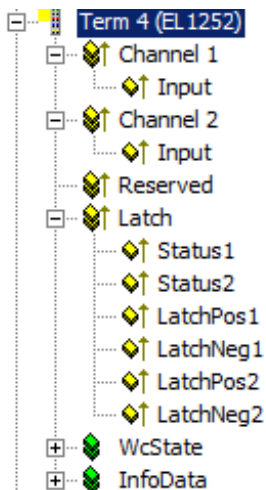


Abb. 146: TwinCAT Baum, EL1252

- **Status1/Status2**

je nach Klemme und Einstellung im SingleEvent-Mode [► 139] werden Änderungen im Zustand des Kanals im jeweiligen Statusbyte Status1/Status2 in den Bits 0,1 und 2 angezeigt. Die Bits 3..7 sind reserviert und nicht zur Auswertung empfohlen.

Status Byte

| | | | | |
|--------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| EL1252 | 0 | 0->1 | 1 | 1->0 |
| ContinuousMode (default) | 0 (b#00000000) | 0 (b#00000000) | 0 (b#00000000) | 0 (b#00000000) |
| SingleEventMode | 0 (b#00000000) | 1 (b#00000001) | 1 (b#00000001) | 2 (b#00000010) |
| EL1254 | 0 | 0->1 | 1 | 1->0 |
| ContinuousMode (default) | 0 (b#00000000) | 4 (b#00000100) | 4 (b#00000100) | 0 (b#00000000) |
| SingleEventMode | 0 (b#00000000) | 5 (b#00000101) | 4 (b#00000100) | 0 (b#00000000) |

- Änderungsanzeigen 0->1/1->0 werden im SingleEventMode nur 1 EtherCAT Zyklus lang angezeigt, da durch das Auslesen der Zeit LatchPosY/LatchNegY auch die Änderungsanzeigen zurückgesetzt werden.
- **LatchPos1/LatchPos2**
Zeitpunkt der ersten/letzten steigenden Signalfanke (im Zeitraum zwischen dem letzten Feldbuszyklus und dem aktuellen Auslesen der Klemme durch den EtherCAT-Frame)
- **LatchNeg1/LatchNeg2**
Zeitpunkt der ersten/letzten fallenden Signalfanke (im Zeitraum zwischen dem letzten Feldbuszyklus und dem aktuellen Auslesen der Klemme durch den EtherCAT-Frame)
- **Channel 1 Input / Channel 2 Input**
Eingangsspiegel 0 oder 1

Die Flanken-Zeitpunkte werden als 64-bit Zeit, d.h. als 8 Byte als Prozessdaten basierend auf der Distributed Clocks-Uhr der Klemme zur Verfügung gestellt.

Sie stellen sich wie folgt dar: LatchPosXXXXY (XXX: POS/NEG, steigende bzw. fallende Flanke; Y: Kanal, 1 bzw. 2).

Zeitliche Konsistenz der Inputdaten

I Die Inputdaten der EL1252, EL1254 lassen sich funktional in zwei Gruppen einteilen. Dies ist auch an ihrem Speicherort in den Registern des ESC ersichtlich:

- Eingangskanäle (Channel x Input) und DistributedClocks-Statusbytes
- DistributedClocks-Latch-Zeiten.

Beide Datenblöcke werden unterschiedlich "schnell" aktualisiert - während die Inputdaten **beim Eintreffen** des Ethernet-Frame am EtherCAT-Slave eingelesen und bereitgestellt werden, können die DC-Latch-Zeiten noch **während der Datagrammbearbeitung** aufgrund des äußeren Latch-Events aktualisiert werden. Bis wenige ns vor dem Einlesevorgang in den Ethernet-Frame können sich die Latchzeiten also noch ändern - dadurch ist sichergestellt, dass in den Frame der wirklich letztmögliche Status der Inputs gemappt wird.

Beispiel: Am Kanal 1 liegt Low/0V an und der abholende Ethernet-Frame trifft an der EL1252/EL1254 ein. Während der Frameverarbeitung, aber noch vor dem Einlesen, der DC-Latch-Daten tritt eine steigende Flanke ein, die zu einer Aktualisierung von LatchPos1 führt - diese aktualisierte Zeit wird dann in das abholende Datagramm geschrieben. Die Informationen "steigendeFlanke" vs. "Signalpegel" sind in diesem Fall also nicht konsistent.

Empfehlung: Zur exakten Analyse der Eingangskanäle insbesondere bei kurzen Pulsen an den Eingängen sollten ausschließlich die 64-Bit-Zeitstempel LatchNeg/LatchPos ausgewertet werden.

5.8.3 EL125x - Prozessdaten

5.8.3.1 EL1252 - Prozessdaten

Der Umfang der angebotenen Prozessdaten kann über den Reiter „Prozessdaten“ verändert werden (siehe Abb. Karteireiter Prozessdaten, EL1252).

Sync Manager:

| SM | Size | Type | Flags |
|----|------|--------|-------|
| 0 | 1 | Inputs | |
| 1 | 34 | Inputs | |
| 2 | 0 | Inputs | |

PDO Liste:

| Index | Size | Name | Flags | SM | SU |
|--------|------|-----------|-------|----|----|
| 0x1A00 | 0.1 | Channel 1 | MF | 0 | 0 |
| 0x1A01 | 0.7 | Channel 2 | MF | 0 | 0 |
| 0x1A02 | 0.0 | Reserved | MF | 0 | 0 |
| 0x1A10 | 2.0 | Latch | FV | | 0 |
| 0x1A11 | 6.0 | Latch | FV | | 0 |
| 0x1A12 | 18.0 | Latch | FV | | 0 |
| 0x1A13 | 34.0 | Latch | FV | 1 | 0 |
| 0x1A14 | 4.0 | SysTime | FV | | 0 |
| 0x1A15 | 8.0 | SysTime | FV | | 0 |

PDO Zuordnung (0x1C11):

- 0x1A00
- 0x1A01
- 0x1A02
- 0x1A10 (excluded by 0x1A13)
- 0x1A11 (excluded by 0x1A13)
- 0x1A12 (excluded by 0x1A13)
- 0x1A13

PDO Inhalt (0x1A14):

| Index | Size | Offs | Name | Type | Default (hex) |
|-----------|------|------|---------|-------|---------------|
| 0x1D09:10 | 4.0 | 0.0 | SysTime | UDINT | |
| | 4.0 | | | | |

Download

- PDO Zuordnung
- PDO Konfiguration

Predefined PDO Assignment: 'Standard (MDP 125)'

Lade PDO Info aus dem Gerät

Sync Unit Zuordnung...

| Name | Typ | Größe | >Adre... | Ein/Aus | User ID | Verknüpft mit |
|---------------|-------|-------|----------|---------|---------|---------------|
| Input | BOOL | 0.1 | 1725.0 | Eingang | 0 | |
| Input | BOOL | 0.1 | 1725.1 | Eingang | 0 | |
| Status1 | USINT | 1.0 | 1726.0 | Eingang | 0 | |
| Status2 | USINT | 1.0 | 1727.0 | Eingang | 0 | |
| LatchPos1 | ULINT | 8.0 | 1728.0 | Eingang | 0 | |
| LatchNeg1 | ULINT | 8.0 | 1736.0 | Eingang | 0 | |
| LatchPos2 | ULINT | 8.0 | 1744.0 | Eingang | 0 | |
| LatchNeg2 | ULINT | 8.0 | 1752.0 | Eingang | 0 | |
| WcState | BOOL | 0.1 | 3058.0 | Eingang | 0 | |
| InputToggle | BOOL | 0.1 | 3060.0 | Eingang | 0 | |
| State | UINT | 2.0 | 3243.0 | Eingang | 0 | |
| DcOutputShift | DINT | 4.0 | 3245.0 | Eingang | 0 | |
| DcInputShift | DINT | 4.0 | 3249.0 | Eingang | 0 | |

Abb. 147: Karteireiter Prozessdaten, EL1252

Sync Manager (SM)

Zur Konfiguration der Prozessdaten markieren Sie im oberen linken Feld „Sync Manager“ (Abb. [Karteireiter Prozessdaten, EL1252 \[► 132\]](#)) den gewünschten Sync Manager (zur Verfügung stehen hier SM0...SM2). Im Feld darunter „PDO Zuordnung“ können dann die diesem Sync Manager zugeordneten Prozessdaten an- oder abschaltet werden. Ein Neustart des EtherCAT-Systems oder Neuladen der Konfiguration im Config-Modus (F4) bewirkt einen Neustart der EtherCAT-Kommunikation und die Prozessdaten werden von der Klemme übertragen.

Es ist von entscheidender Wichtigkeit, dass ein optionales PDO dem richtigen SyncManager zugeordnet wird, sonst kommt es nach dem EtherCAT Start zu unvollständigem Datenaustausch bzw. einzelne Variablen „funktionieren nicht“. Im Folgenden am Beispiel 0x1A15 (gehörig zum SM0) beschrieben:

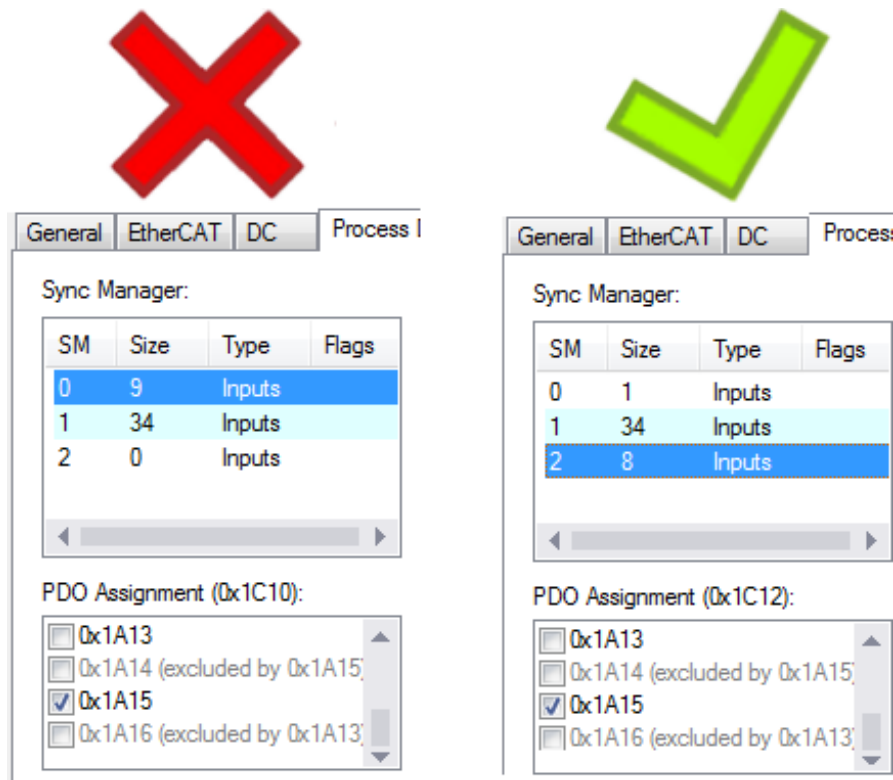


Abb. 148: Falsche PDO Zuordnung (links) und richtige PDO Zuordnung (rechts) am Beispiel 0x1A15

| SM0, PDO-Zuordnung 0x1C10 (nicht veränderbar) | | | |
|---|------------------|-----------|------------|
| Index | Größe (Byte.Bit) | Name | PDO Inhalt |
| 0x1A00 (default) | 0.1 | Channel 1 | Eingang 1 |
| 0x1A01 (default) | 0.1 | Channel 2 | Eingang 2 |
| 0x1A02 (default) | 0.6 | Reserved | reserviert |

| SM01, PDO-Zuordnung 0x1C11 (PDOs schließen sich gegenseitig aus) | | | |
|--|------------------|------------|---|
| Index | Größe (Byte.Bit) | Name | PDO Inhalt |
| 0x1A10 | 2.0 | Latch | Status1; Status2 |
| 0x1A11 | 6.0 | Latch | Status1; LatchPos2 |
| 0x1A12 | 18.0 | Latch | Status1; LatchPos1; LatchNeg1 |
| 0x1A13 (default) | 34.0 | Latch | Status1/Status2; LatchPos1/LatchPos2; LatchNeg1/LatchNeg2 |
| 0x1A16 | 34.0 | Latch | LatchPos1/LatchPos2; LatchNeg1/LatchNeg2 |
| 0x1A17* | 26.0 | LatchPos64 | LatchPos1/LatchPos2; |
| 0x1A16* | 34.0 | LatchNeg64 | LatchNeg1/LatchNeg2 |

*) ab Rev. -0022

| SM2, PDO-Zuordnung 0x1C12 (PDOs schließen sich gegenseitig aus) | | | |
|---|------------------|---------|--------------------|
| Index | Größe (Byte.Bit) | Name | PDO Inhalt |
| 0x1A14 | 4.0 | SysTime | 32 Bit Darstellung |
| 0x1A15 (default) | 8.0 | SysTime | 64 Bit Darstellung |

Prozessdatenumfang

Der Standardkonfiguration der EL1252 ist in Abb. *Standard Prozessdatenumfang EL1252* dargestellt:

| Name | Typ | Größe | >Adre... | Ein/Aus |
|------------------|-------|-------|----------|---------|
| ↕↑ Input | BOOL | 0.1 | 1725.0 | Eingang |
| ↕↑ Input | BOOL | 0.1 | 1725.1 | Eingang |
| ↕↑ Status1 | USINT | 1.0 | 1726.0 | Eingang |
| ↕↑ Status2 | USINT | 1.0 | 1727.0 | Eingang |
| ↕↑ LatchPos1 | ULINT | 8.0 | 1728.0 | Eingang |
| ↕↑ LatchNeg1 | ULINT | 8.0 | 1736.0 | Eingang |
| ↕↑ LatchPos2 | ULINT | 8.0 | 1744.0 | Eingang |
| ↕↑ LatchNeg2 | ULINT | 8.0 | 1752.0 | Eingang |
| ↕↑ WcState | BOOL | 0.1 | 3058.0 | Eingang |
| ↕↑ InputToggle | BOOL | 0.1 | 3060.0 | Eingang |
| ↕↑ State | UINT | 2.0 | 3243.0 | Eingang |
| ↕↑ DcOutputShift | DINT | 4.0 | 3245.0 | Eingang |
| ↕↑ DcInputShift | DINT | 4.0 | 3249.0 | Eingang |

Abb. 149: Standard Prozessdatenumfang EL1252

- PDO 0x1A00, 0x1A01, 0x1A02 (Channel 1, Input; Channel 2, Input)
- PDO 0x1A13 (Status1/Status2; LatchPos1/LatchPos2; LatchNeg1/LatchNeg2)

● Libraries zur 64 Bit-Verarbeitung

I

Zur Verarbeitung der 64 Bit Zahlen in Beckhoff TwinCAT steht in der Library TcUtilities.lib eine Auswahl an Funktionen zur Verfügung. Hier sind längere Ausführungszeiten erforderlich als mit 32 Bit Standard-Datentypen. Ein Datentyp mit 64 Bit Breite ist in TcEthercat.lib als T_DCTIME oder in TcUtilities.lib als T_LARGE_INTEGER definiert.

5.8.3.2 EL1252 - Predefined PDO Assignment

Eine vereinfachte Auswahl der Prozessdaten ermöglicht das "Predefined PDO Assignment" (ab Rev.-0018). Am unteren Teil des Prozessdatenreiters wählen Sie die gewünschte Funktion aus. Es werden dadurch alle benötigten PDOs automatisch aktiviert, bzw. die nicht benötigten deaktiviert. Sollten Kanäle nicht genutzt werden, wird empfohlen die entsprechenden Kanäle zu deaktivieren, um mögliche Fehlermeldungen der Klemme zu vermeiden.

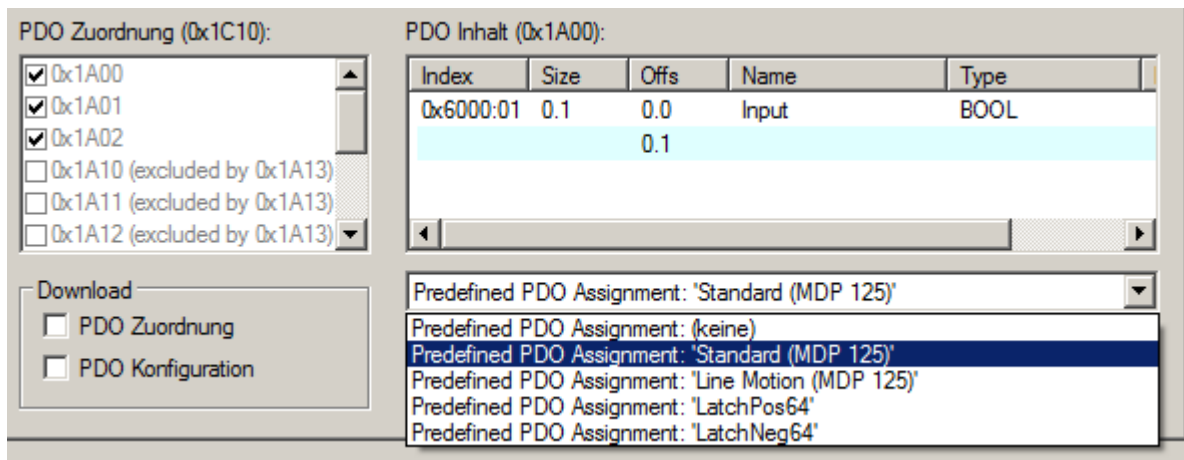


Abb. 150: EL1252 - Auswahl Predefined PDOs

Vier PDO-Zuordnungen stehen zur Auswahl:

| Name | SM0, PDO-Zuordnung | SM1, PDO-Zuordnung |
|----------------------|---|---------------------|
| Standard (MDP125) | 0x1A00 (Channel 1, Input) 0x1A01 (Channel 2, Input) 0x1A02 (Reserviert) | 0x1A13 (Latch) |
| Line Motion (MDP125) | 0x1A00 (Channel 1, Input) 0x1A01 (Channel 2, Input) 0x1A02 (Reserviert) | 0x1A16 (Latch) |
| LatchPos64* | 0x1A00 (Channel 1, Input) 0x1A01 (Channel 2, Input) 0x1A02 (Reserviert) | 0x1A17 (LatchPos64) |
| LatchNeg64* | 0x1A00 (Channel 1, Input) 0x1A01 (Channel 2, Input) 0x1A02 (Reserviert) | 0x1A18 (LatchNeg64) |

*) ab Rev. - 0022

5.8.3.3 EL1254 - Prozessdaten

Der Umfang der angebotenen Prozessdaten kann über den Reiter „Prozessdaten“ verändert werden (siehe Abb. *Karteireiter Prozessdaten, EL1254*).

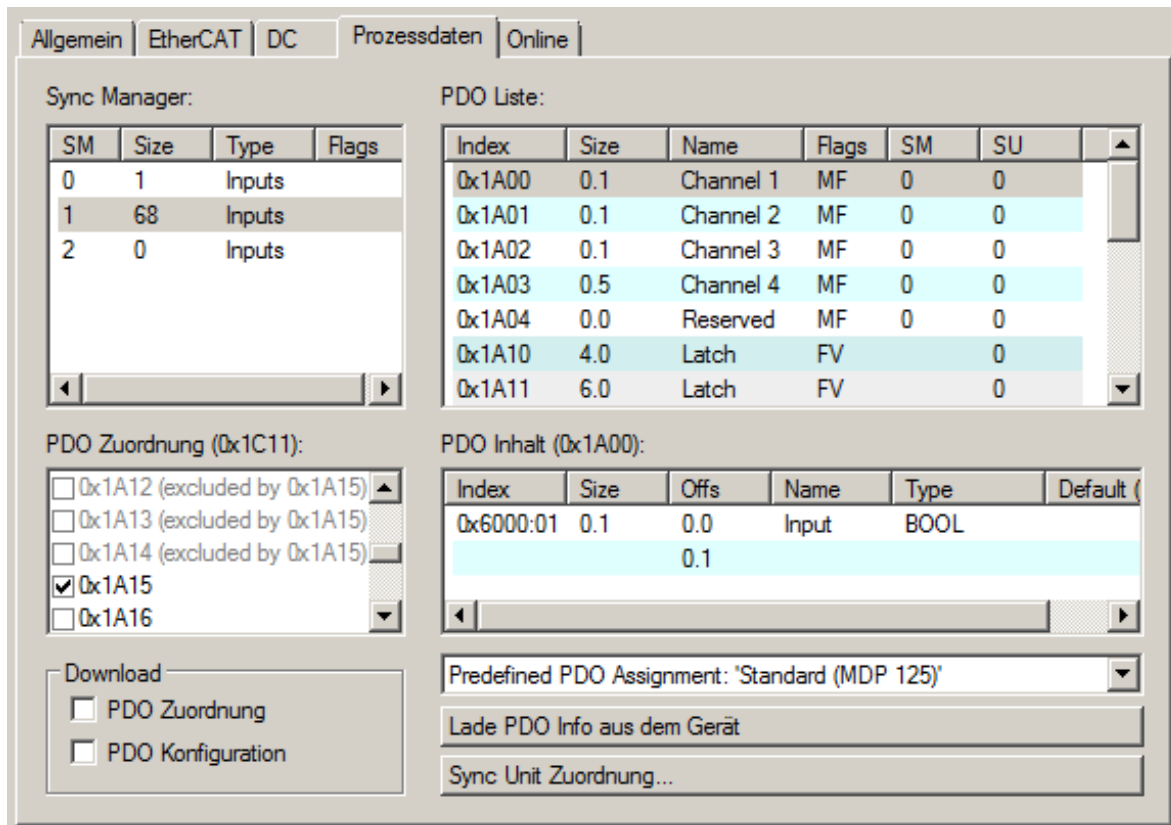


Abb. 151: Karteireiter Prozessdaten, EL1254

Sync Manager (SM)

Zur Konfiguration der Prozessdaten markieren Sie im oberen linken Feld „Sync Manager“ (Abb. *Karteireiter Prozessdaten, EL1254* [▶ 136]) den gewünschten Sync Manager (zur Verfügung stehen hier SM0...SM2). Im Feld darunter „PDO Zuordnung“ können dann die diesem Sync Manager zugeordneten Prozessdaten an- oder abschaltet werden. Ein Neustart des EtherCAT-Systems oder Neuladen der Konfiguration im Config-Modus (F4) bewirkt einen Neustart der EtherCAT-Kommunikation und die Prozessdaten werden von der Klemme übertragen.

Es ist von entscheidender Wichtigkeit, dass ein optionales PDO dem richtigen SyncManager zugeordnet wird, sonst kommt es nach dem EtherCAT Start zu unvollständigem Datenaustausch bzw. einzelne Variablen „funktionieren nicht“. Im Folgenden am Beispiel 0x1A17 (gehörig zum SM0) beschrieben:

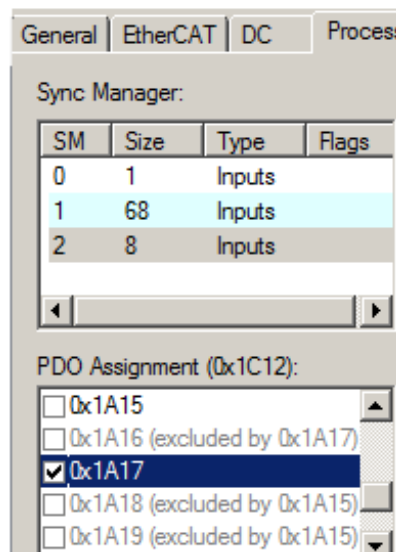
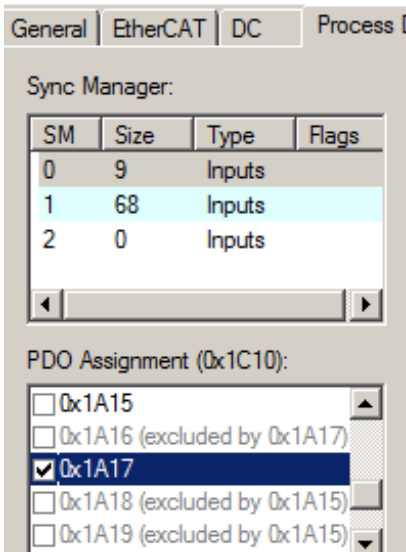


Abb. 152: Falsche PDO Zuordnung (links) und richtige PDO Zuordnung (rechts) am Beispiel 0x1A17

| SM0, PDO-Zuordnung 0x1C10 (nicht veränderbar) | | | |
|---|------------------|-----------|------------|
| Index | Größe (Byte.Bit) | Name | PDO Inhalt |
| 0x1A00 (default) | 0.1 | Channel 1 | Eingang 1 |
| 0x1A01 (default) | 0.1 | Channel 2 | Eingang 2 |
| 0x1A02 (default) | 0.1 | Channel 3 | Eingang 3 |
| 0x1A03 (default) | 0.5 | Channel 4 | Eingang 4 |
| 0x1A04 (default) | 0.0 | Reserved | Reserviert |

| SM01, PDO-Zuordnung 0x1C11 (PDOs schließen sich gegenseitig aus) | | | |
|--|------------------|------------|---|
| Index | Größe (Byte.Bit) | Name | PDO Inhalt |
| 0x1A10 | 4.0 | Latch | Status1; Status2, Status3, Status4 |
| 0x1A11 | 6.0 | Latch | Status1; LatchPos1 |
| 0x1A12 | 18.0 | Latch | Status1; LatchPos1; LatchNeg1 |
| 0x1A13 | 34.0 | Latch | Status1/Status2; LatchPos1/LatchPos2; LatchNeg1/LatchNeg2 |
| 0x1A14 | 51.0 | Latch | Status1; Status2, Status3 LatchPos1/LatchPos2/LatchPos3; LatchNeg1/LatchNeg2/LatchNeg3 |
| 0x1A15 (default) | 68.0 | Latch | Status1; Status2, Status3, Status4 LatchPos1/LatchPos2/LatchPos3/LatchPos4; LatchNeg1/LatchNeg2/LatchNeg3/LatchNeg4 |
| 0x1A18 | 34.0 | Latch | LatchPos1LatchPos2; LatchNeg1/LatchNeg2 |
| 0x1A19 | 52.0 | Latch | LatchPos1LatchPos2/LatchPos3; LatchNeg1/LatchNeg2/LatchNeg3 |
| 0x1A1A | 68.0 | Latch | LatchPos1/LatchPos2/LatchPos3/LatchPos4; LatchNeg1/LatchNeg2/LatchNeg3/LatchNeg4 |
| 0x1A1B | 60.0 | LatchPos64 | LatchPos1/LatchPos2/LatchPos3/LatchPos4; |
| 0x1A1C | 68.0 | LatchNeg64 | LatchNeg1/LatchNeg2/LatchNeg3/LatchNeg4 |

| SM2, PDO-Zuordnung 0x1C12 (PDOs schließen sich gegenseitig aus) | | | |
|---|------------------|---------|--------------------|
| Index | Größe (Byte.Bit) | Name | PDO Inhalt |
| 0x1A16 | 4.0 | SysTime | 32 Bit Darstellung |
| 0x1A17 | 8.0 | SysTime | 64 Bit Darstellung |

Prozessdatenumfang

Der Standardkonfiguration der EL1254 ist in Abb. *Standard Prozessdatenumfang EL1254* dargestellt:

| Name | Typ | Größe | >Adre... | Ein/Aus |
|------------------|-------|-------|----------|---------|
| ◆↑ Input | BOOL | 0.1 | 1760.0 | Eingang |
| ◆↑ Input | BOOL | 0.1 | 1760.1 | Eingang |
| ◆↑ Input | BOOL | 0.1 | 1760.2 | Eingang |
| ◆↑ Input | BOOL | 0.1 | 1760.3 | Eingang |
| ◆↑ Status3 | USINT | 1.0 | 1761.0 | Eingang |
| ◆↑ Status4 | USINT | 1.0 | 1762.0 | Eingang |
| ◆↑ Status1 | USINT | 1.0 | 1763.0 | Eingang |
| ◆↑ Status2 | USINT | 1.0 | 1764.0 | Eingang |
| ◆↑ LatchPos1 | ULINT | 8.0 | 1765.0 | Eingang |
| ◆↑ LatchNeg1 | ULINT | 8.0 | 1773.0 | Eingang |
| ◆↑ LatchPos2 | ULINT | 8.0 | 1781.0 | Eingang |
| ◆↑ LatchNeg2 | ULINT | 8.0 | 1789.0 | Eingang |
| ◆↑ LatchPos3 | ULINT | 8.0 | 1797.0 | Eingang |
| ◆↑ LatchNeg3 | ULINT | 8.0 | 1805.0 | Eingang |
| ◆↑ LatchPos4 | ULINT | 8.0 | 1813.0 | Eingang |
| ◆↑ LatchNeg4 | ULINT | 8.0 | 1821.0 | Eingang |
| ◆↑ WcState | BOOL | 0.1 | 3058.0 | Eingang |
| ◆↑ InputToggle | BOOL | 0.1 | 3060.0 | Eingang |
| ◆↑ State | UINT | 2.0 | 3253.0 | Eingang |
| ◆↑ DcOutputShift | DINT | 4.0 | 3255.0 | Eingang |
| ◆↑ DcInputShift | DINT | 4.0 | 3259.0 | Eingang |

Abb. 153: Standard Prozessdatenumfang EL1254

- PDO 0x1A00 (Channel 1, Input), 0x1A01 (Channel 2, Input), 0x1A02 (Channel 3 Input), 0x1A03 (Channel 4, Input), 0x1A04 (reserviert)
- PDO 0x1A15 (Status1/Status2/Status3/Status4; LatchPos1/LatchPos2/ LatchPos3/LatchPos4; LatchNeg1/LatchNeg2/ LatchNeg3/LatchNeg4)

● Libraries zur 64 Bit-Verarbeitung

I Zur Verarbeitung der 64 Bit Zahlen in Beckhoff TwinCAT steht in der Library TcUtilities.lib eine Auswahl an Funktionen zur Verfügung. Hier sind längere Ausführungszeiten erforderlich als mit 32 Bit Standard-Datentypen. Ein Datentyp mit 64 Bit Breite ist in TcEthercat.lib als T_DCTIME oder in TcUtilities.lib als T_LARGE_INTEGER definiert.

5.8.3.4 EL1254 - Predefined PDO Assignment

Eine vereinfachte Auswahl der Prozessdaten ermöglicht das "Predefined PDO Assignment". Am unteren Teil des Prozessdatenreiters wählen Sie die gewünschte Funktion aus. Es werden dadurch alle benötigten PDOs automatisch aktiviert, bzw. die nicht benötigten deaktiviert. Sollten Kanäle nicht genutzt werden, wird empfohlen die entsprechenden Kanäle zu deaktivieren, um mögliche Fehlermeldungen der Klemme zu vermeiden.

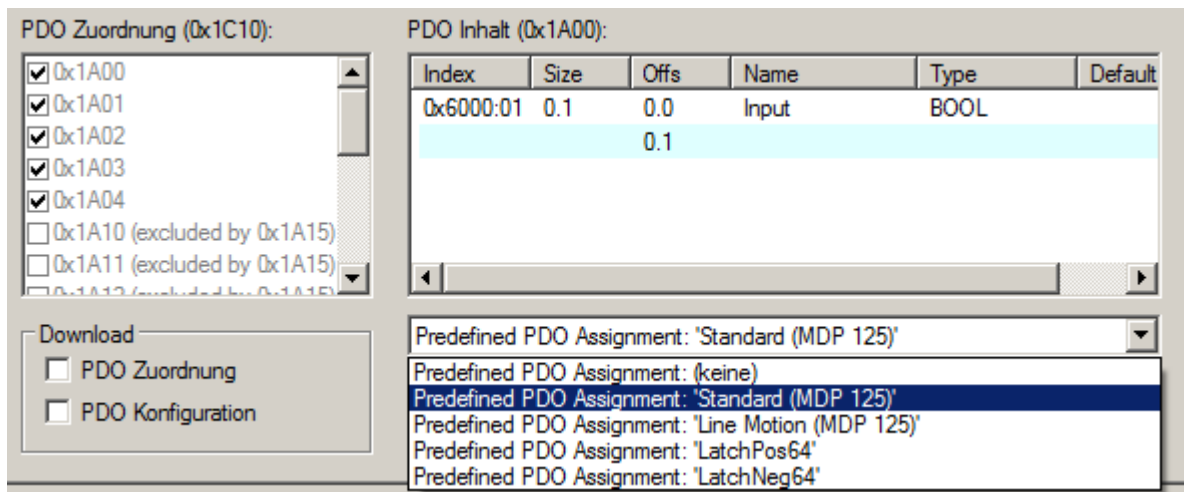


Abb. 154: EL1254 - Auswahl Predefined PDOs

Vier PDO-Zuordnungen stehen zur Auswahl:

| Name | SM0, PDO-Zuordnung | SM1, PDO-Zuordnung |
|----------------------|--|---------------------|
| Standard (MDP125) | 0x1A00 (Channel 1, Input) 0x1A01 (Channel 2, Input) 0x1A02 (Channel 3, Input) 0x1A03 (Channel4, Input) 0x1A04 (Reserviert) | 0x1A15 (Latch) |
| Line Motion (MDP125) | 0x1A00 (Channel 1, Input) 0x1A01 (Channel 2, Input) 0x1A02 (Channel 3, Input) 0x1A03 (Channel4, Input) 0x1A04 (Reserviert) | 0x1A1A (Latch) |
| LatchPos64 | 0x1A00 (Channel 1, Input) 0x1A01 (Channel 2, Input) 0x1A02 (Channel 3, Input) 0x1A03 (Channel4, Input) 0x1A04 (Reserviert) | 0x1A1B (LatchPos64) |
| LatchNeg64 | 0x1A00 (Channel 1, Input) 0x1A01 (Channel 2, Input) 0x1A02 (Channel 3, Input) 0x1A03 (Channel4, Input) 0x1A04 (Reserviert) | 0x1A1B (LatchNeg64) |

5.8.3.5 Timestamp-Funktion

EL1252

Die Klemme kann je Kanal und Feldbuszyklus nur jeweils **ein** Flankenereignis für fallend oder steigend mit dem Zeitstempel speichern. Treten zwischen zwei Feldbuszyklen mehrere Signaländerungen am Klemmeneingang auf, kann über den DC-Karteireiter „Erweiterte Einstellungen -> Distributed Clocks ->Latch“ eingestellt werden, ob in der LatchPosXXXY-Variable die **erste** oder **letzte** Signaländerung innerhalb eines Abfragezyklus abgelegt wird. Diesen Wert holt dann der EtherCAT-Frame ab.

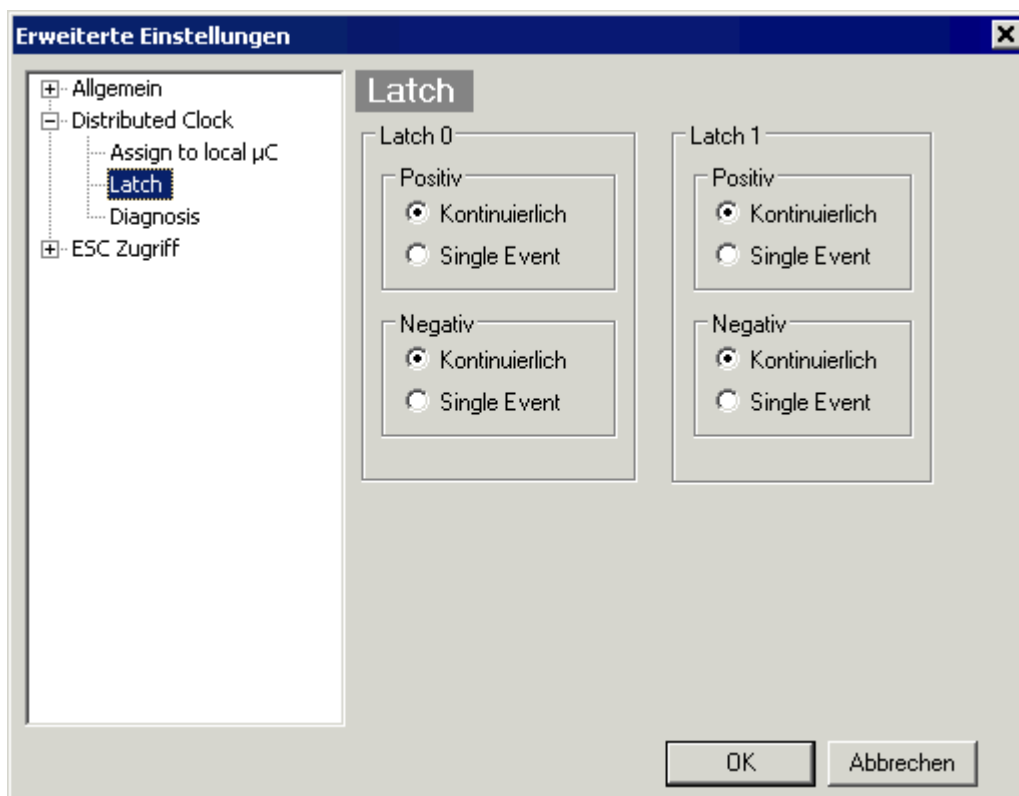


Abb. 155: Erweiterte Einstellungen - Latch

- **„Single Event“**
Wird die EL1252 auf **erste** Signaländerung eingestellt, wird der Zeitpunkt der ersten Signaländerung in LatchPosXXX Y gespeichert, die auftritt, nachdem ein EtherCAT-Frame die Klemme ausgelesen hat. Dieser Zeitstempel bleibt dann bis zum nächsten Auslesen durch den EtherCAT-Frame unverändert erhalten und wird nicht wieder überschrieben. Erst durch das Auslesen eines EtherCAT-Frames wird er zum neuerlichen Überschreiben bei Signaländerung wieder freigegeben.
In diesem Modus erfolgt auch eine Anzeige über die Flags im Statusbyte.
- **„Kontinuierlich“ (default)**
Wird die EL1252 auf **letzte** Signaländerung eingestellt, wird der Wert in LatchPosXXX Y unabhängig vom Auslesen durch den EtherCAT-Frame fortlaufend kontinuierlich nach dem auftretenden Eingangssignal aktualisiert.
In diesem Modus werden im Statusbyte eines jeden Kanals keine Flanken-Flags angezeigt.

EL1254

Die LatchControl Register der EL1254 können nicht über TwinCAT-eigene Dialoge gesetzt werden wie bei der EL1252. Die Register müssen nach Hochlauf aus der Steuerung über ESC Registerzugriff z.B. mit FB_EcPhysicalWriteCmd in der Tc2_EtherCAT.lib (nicht zu verwechseln mit dem KL Registerzugriff) gesetzt werden, die Adressen der Latch Control-Register sind:

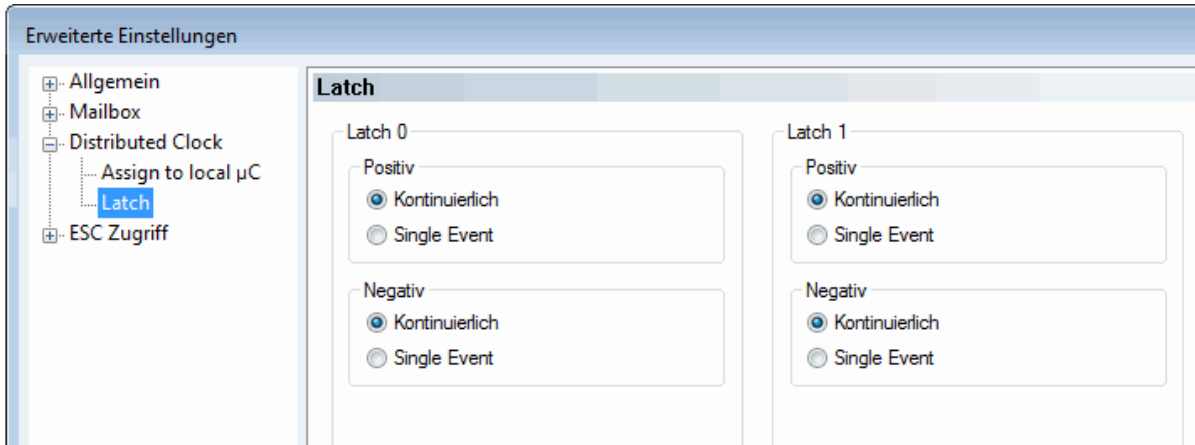
- Kanal 1 / Latch 0 : 0x09A8
- Kanal 2 / Latch 1 : 0x09A9
- Kanal 3 / Latch 2 : 0x09AA
- Kanal 4 / Latch 3 : 0x09AB

5.8.3.6 Status Byte

Das Status Byte eines jeden Kanals informiert in den ersten beiden Bits darüber, ob eine steigende/fallende Flanke detektiert/„gelatcht“ wurde. Die anderen Bits sind für zukünftige Funktionen vorgesehen und sollen nicht ausgewertet werden.

| Bit | SB.7 | SB.6 | SB.5 | SB.4 | SB.3 | SB.2 | SB.1 | SB.0 |
|------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|-------------------------------------|--------------------------------------|
| Name | Reserviert | Reserviert | Reserviert | Reserviert | Reserviert | Reserviert | Ereignis: fallende Flanke 1→0 | Ereignis: steigende Flanke 0→1 |

Die Flags werden nur dann angezeigt, wenn die im Systembaum ausgewählte Klemme unter „EtherCAT→Erweiterte Einstellungen“: Distributed Clock/ Latch auf „Single Event“ statt „Kontinuierlich“ für das jeweilige Ereignis gestellt wird:



Die Flags werden dann erst durch das Auslesen der jeweiligen LatchPosXXX-Variablen wieder zurückgesetzt.

● Performance

i Es ist dafür zu sorgen, dass durch hohe Eingangssignalqualität, Vermeiden von Kontaktprellen und Leitungsstörungen und ausreichend kurze Flankenanstiegszeit/-abfallzeit des Eingangssignals die technischen Möglichkeiten der EL1252/EL1254 vollständig genutzt werden!

5.8.4 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: Ausgabe und Auswertung von Pulsen

In diesem Beispielprogramm generiert eine EL2252 auf beiden Kanälen periodisch unterschiedliche Pulse, die mit einer EL1252 in Echtzeit gemessen werden.

Anschlussschema:

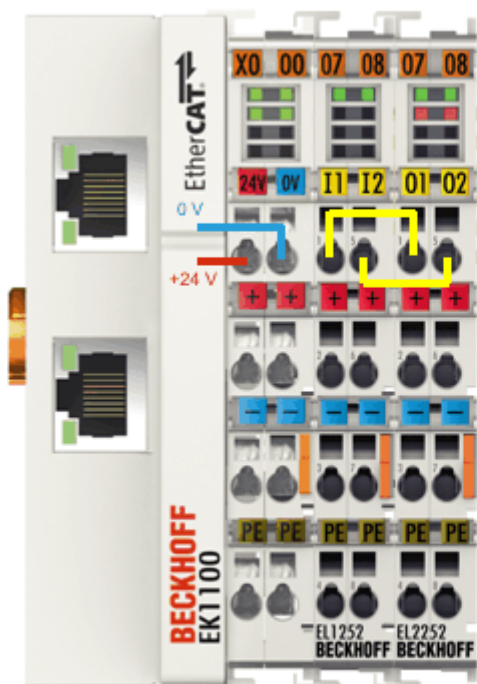


Abb. 156: Verdrahtung für Beispielprogramm 1

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 2:
 - TwinCAT-Master-PC mit Betriebssystem Windows XP Professional SP 3, TwinCAT Version 2.10 (Build 1335) und INTEL PRO/100 VE Ethernet-Adapter
- TwinCAT 3:
 - TwinCAT-Master-PC mit Betriebssystem Windows 7 (64 Bit) SP 1, TwinCAT Version 3.1 (Build 4022) und TwinCAT-Intel PCI Ethernet Adapter (Gigabit)
- Beckhoff EtherCAT Koppler EK1100, Klemmen EL1252, EL2252 und EL9011

5.8.4.1 Beispielprogramm TwinCAT 2

 https://infosys.beckhoff.com/content/1031/el1202_el1252/Resources/4318611851.zip

Für die weitere Vorgehensweise sehen Sie bitte das Kapitel [TwinCAT Quickstart, TwinCAT 2](#) [► 52].

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.
- Die *.pro-Datei kann per Doppelklick geöffnet werden oder über die TwinCAT PLC Control Anwendung mit die Menüauswahl „Datei/ Öffnen“. Die *.tsm-Datei ist für den der TwinCAT-System Manager vorgesehen (um hier Konfigurationen einzusehen oder zu übernehmen).
- Schließen Sie die Hardware entsprechend Abb. [Anschluss Beispielprogramm](#) [► 141] an 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*).

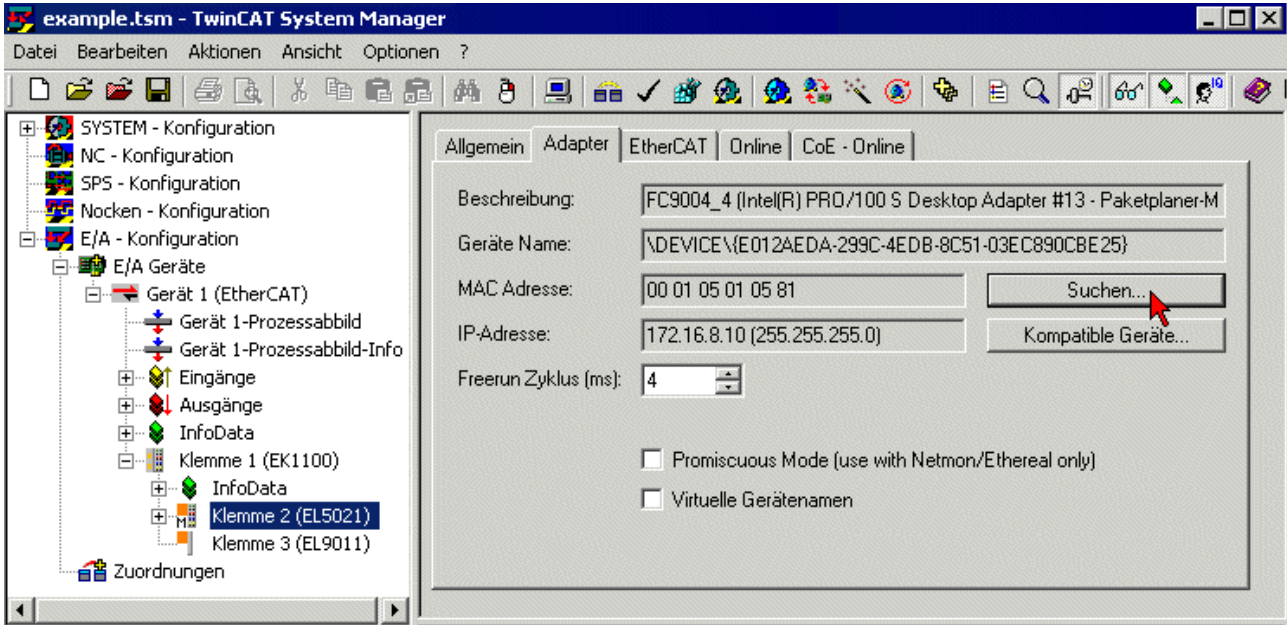


Abb. 157: Suchen des Ethernet-Adapters



Abb. 158: Auswahl und Bestätigung des Ethernet-Adapters

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



Abb. 159: Aktivierung der Konfiguration



Abb. 160: Konfigurationsaktivierung bestätigen

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



Abb. 161: Variablenzuordnung erzeugen

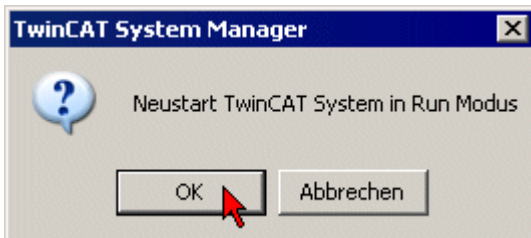


Abb. 162: Neustart TwinCAT im RUN-Modus

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

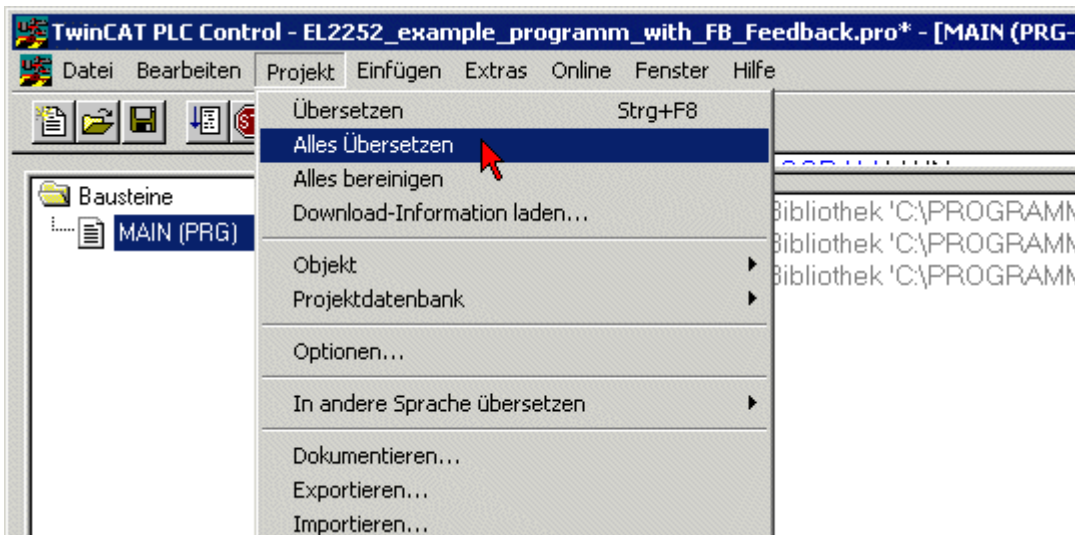



Abb. 163: Projekt übersetzen

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



Abb. 164: Programmstart bestätigen

5.8.4.2 Beispielprogramm TwinCAT 3

 https://infosys.beckhoff.com/content/1031/el1202_el1252/Resources/5510184331.zip

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

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

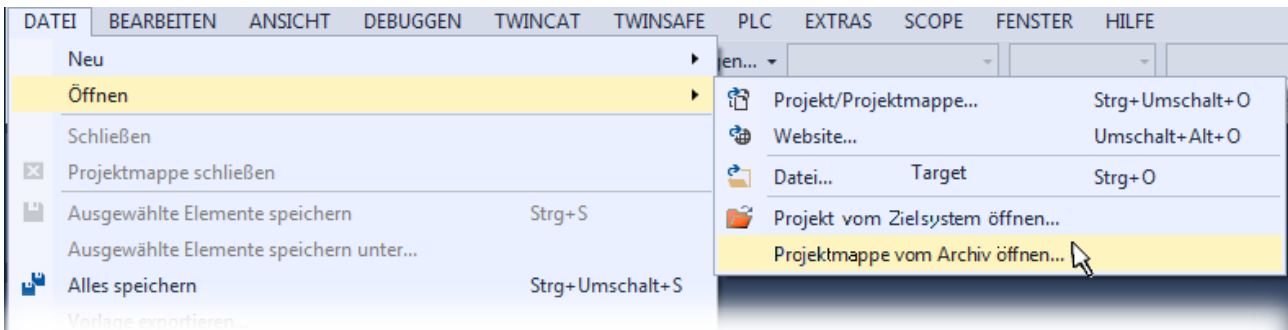


Abb. 165: Öffnen des *. tzip-Archives

- Wählen Sie die zuvor entpackte .tzip-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...“:

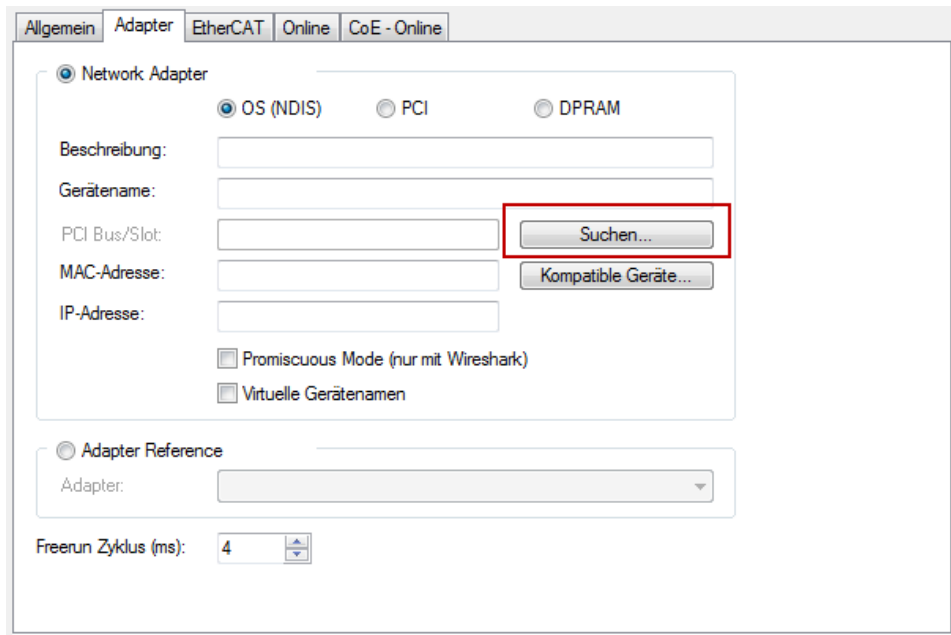
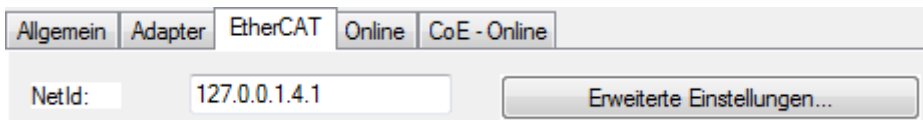


Abb. 166: Suche der bestehenden HW-Konfiguration zur bestehenden EtherCAT-Konfiguration

- 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

Sehen Sie hierzu auch weitere Hinweise in dem Kapitel:

Inbetriebnahme, TwinCAT Quickstart, TwinCAT 3, Startup |> 62].

6 Anhang

6.1 Firmware Kompatibilität

Die Klemmen der EL12xx Serie verfügen über keine Firmware.

6.2 Firmware Update EL/ES/ELM/EM/EP/EPP/ERPxxxx

Dieses Kapitel beschreibt das Geräte-Update für Beckhoff EtherCAT-Slaves der Serien EL/ES, ELM, EM, EK, EP, EPP und ERP. 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](#).

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:

- Jeder EtherCAT-Slave hat eine Gerätebeschreibung, bestehend aus Identität (Name, Productcode), Timing-Vorgaben, Kommunikationseinstellungen u. a.
Diese Gerätebeschreibung (ESI; EtherCAT-Slave Information) kann von der Beckhoff Website im Downloadbereich als [Zip-Datei](#) heruntergeladen werden und in EtherCAT-Mastern zur Offline-Konfiguration verwendet werden, z. B. in TwinCAT.
Vor allem aber trägt jeder EtherCAT-Slave seine Gerätebeschreibung (ESI) elektronisch auslesbar in einem lokalen Speicherchip, dem einem sog. **ESI-EEPROM**. Beim Einschalten wird diese Beschreibung einerseits im Slave lokal geladen und teilt ihm seine Kommunikationskonfiguration mit, andererseits kann der EtherCAT-Master den Slave so identifizieren und u. a. die EtherCAT Kommunikation entsprechend einrichten.

HINWEIS

Applikationsspezifisches Beschreiben des ESI-EEPROM

Die ESI wird vom Gerätehersteller nach ETG-Standard entwickelt und für das entsprechende Produkt freigegeben.

- Bedeutung für die ESI-Datei: Eine applikationsseitige Veränderung (also durch den Anwender) ist nicht zulässig.

- Bedeutung für das ESI-EEPROM: Auch wenn technisch eine Beschreibbarkeit gegeben ist, dürfen die ESI-Teile im EEPROM und ggf. noch vorhandene freie Speicherbereiche über den normalen Update-Vorgang hinaus nicht verändert werden. Insbesondere für zyklische Speichervorgänge (Betriebsstundenzähler u. ä.) sind dezidierte Speicherprodukte wie EL6080 oder IPC-eigener NOVRAM zu verwenden.

- Je nach Funktionsumfang und Performance besitzen EtherCAT-Slaves einen oder mehrere lokale Controller zur Verarbeitung von IO-Daten. Das darauf laufende Programm ist die so genannte **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.

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

Vereinfachtes Update per Bundle-Firmware

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

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

Nach dem Update sollte eine Erfolgskontrolle durchgeführt werden

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

HINWEIS

Beschädigung des Gerätes möglich!

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

6.2.1 Gerätebeschreibung ESI-File/XML

HINWEIS

ACHTUNG bei Update der ESI-Beschreibung/EEPROM

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

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

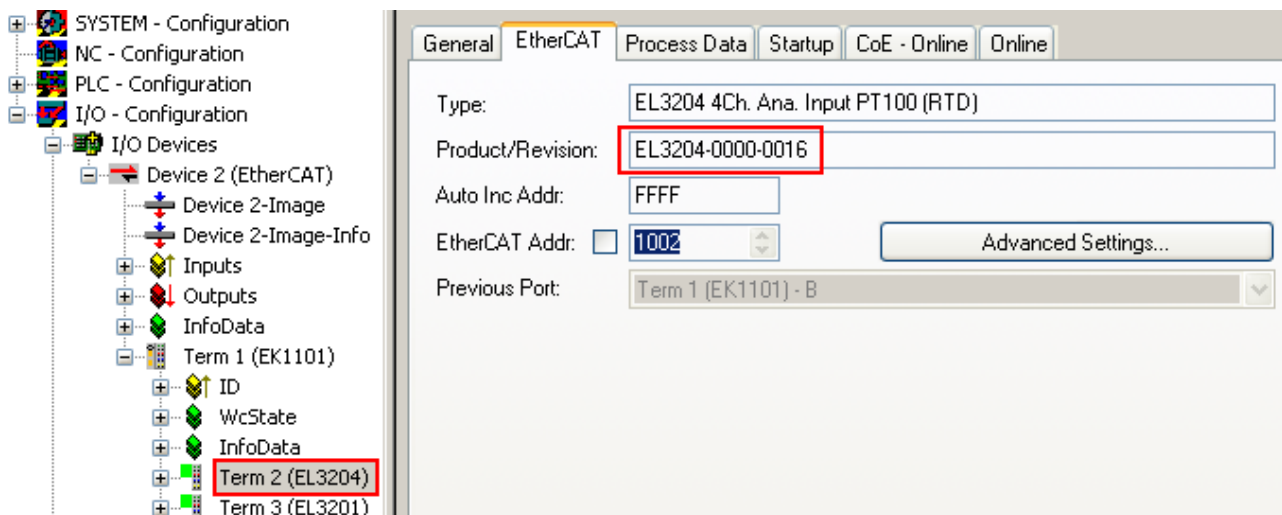


Abb. 167: Geräteerkennung aus Name EL3204-0000 und Revision -0016

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:

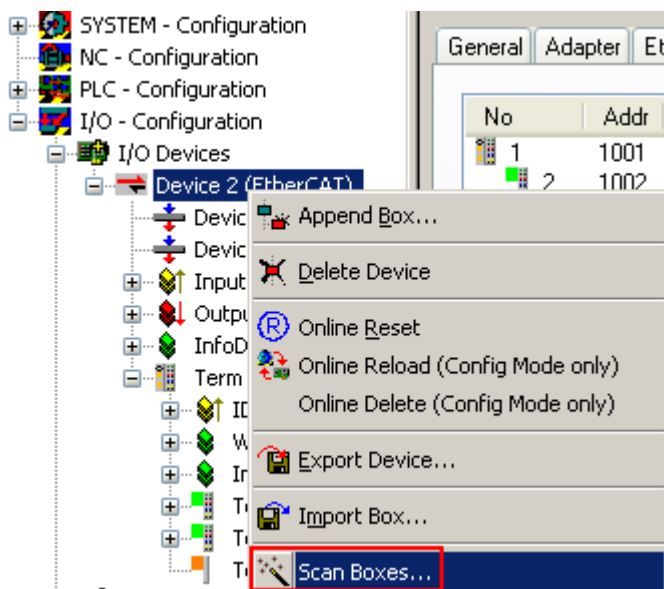


Abb. 168: Rechtsklick auf das EtherCAT-Gerät bewirkt das Scannen des unterlagerten Feldes

Wenn das gefundene Feld mit dem konfigurierten übereinstimmt, erscheint



Abb. 169: Konfiguration identisch

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

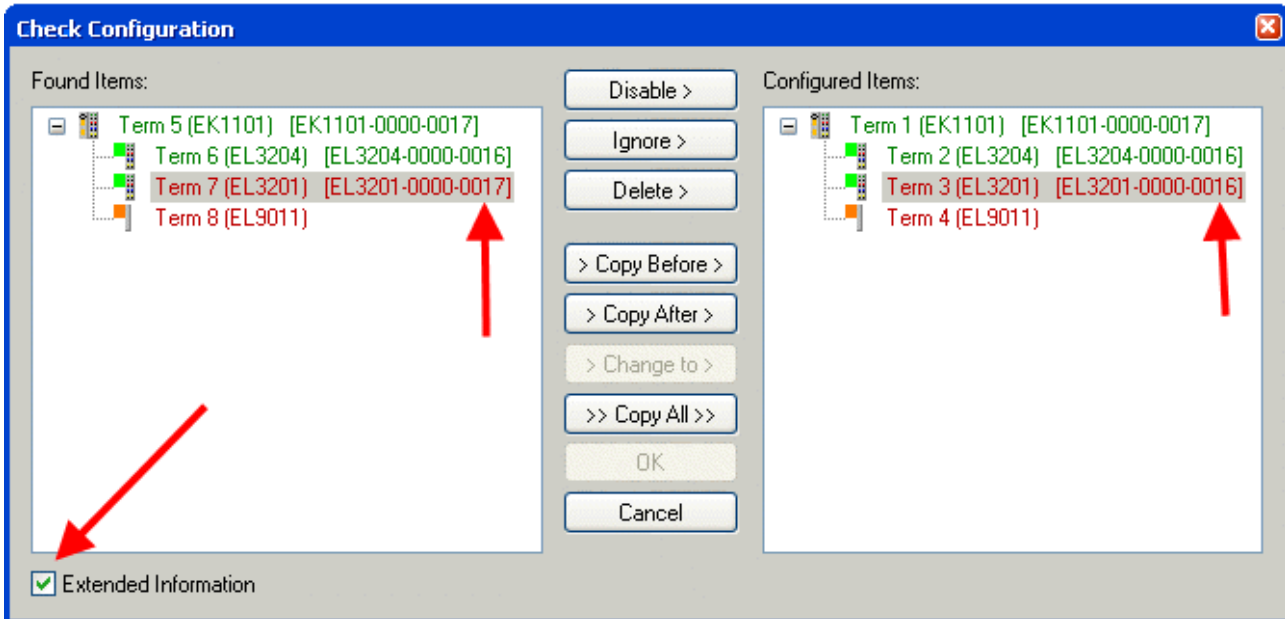


Abb. 170: Änderungsdialog

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*

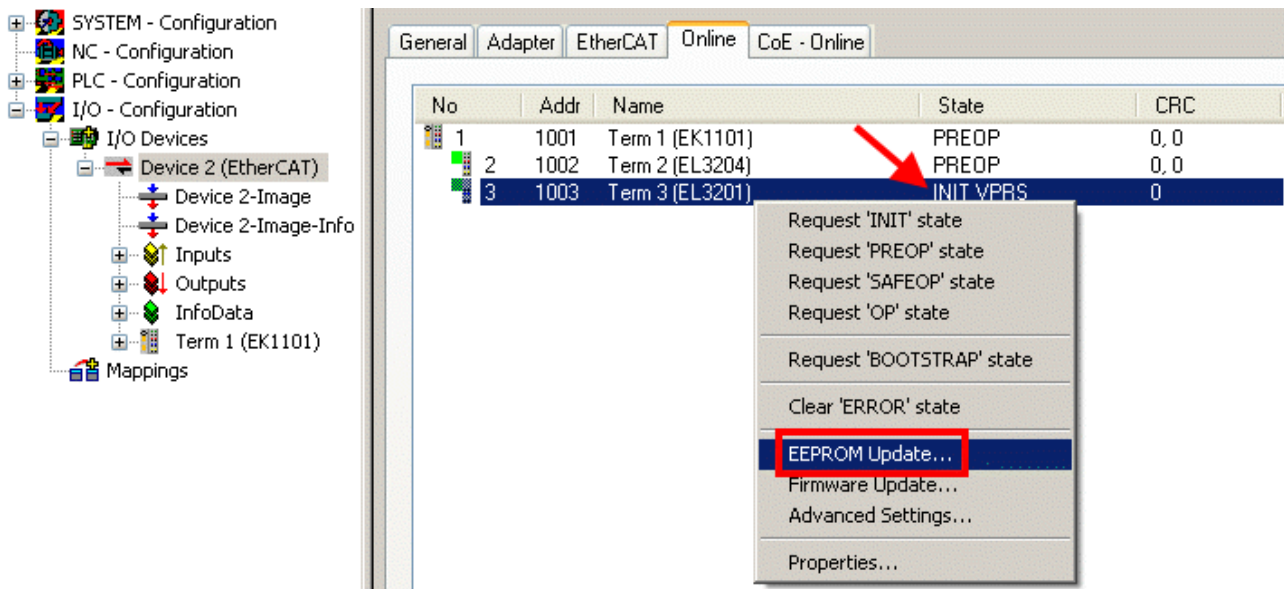


Abb. 171: EEPROM Update

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.

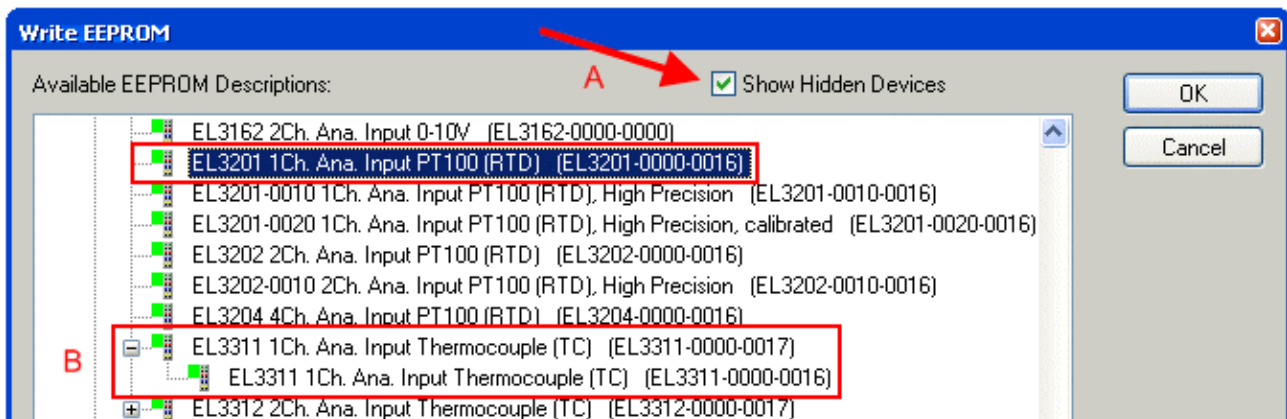


Abb. 172: Auswahl des neuen ESI

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

● Änderung erst nach Neustart wirksam

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

6.2.2 Erläuterungen zur Firmware

Versionsbestimmung der Firmware

Versionsbestimmung mit dem TwinCAT 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.

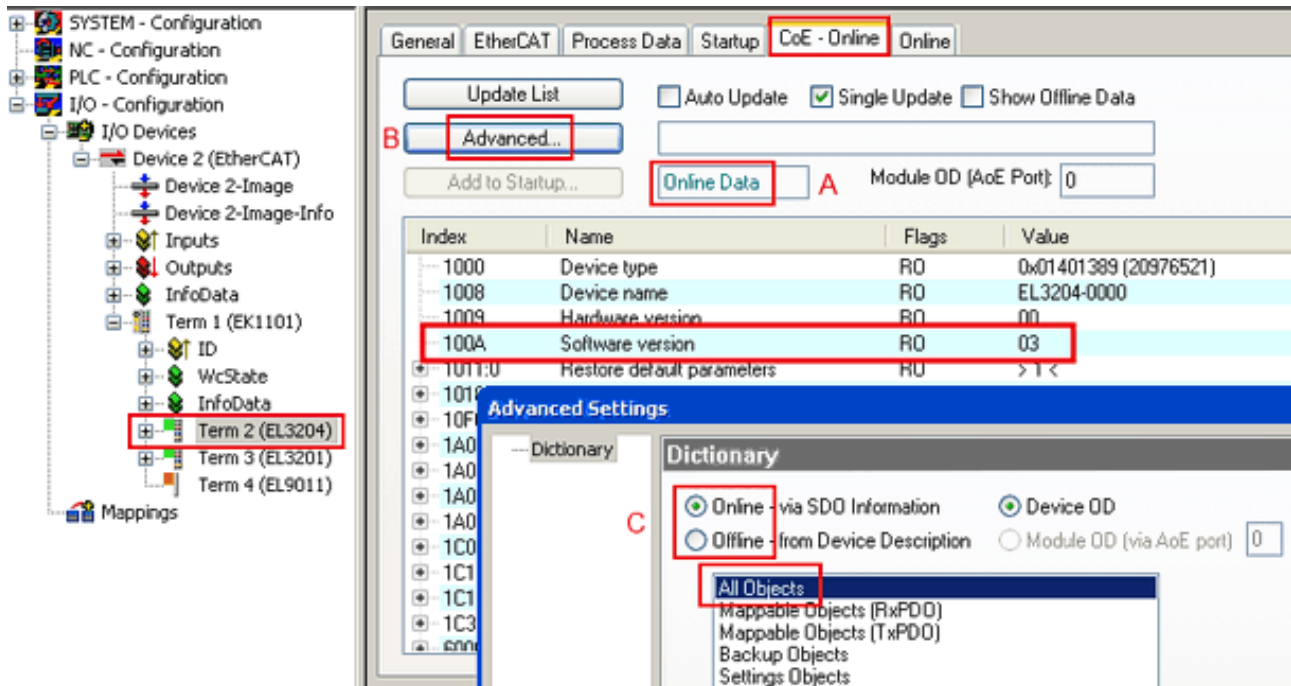


Abb. 173: Anzeige FW-Stand EL3204

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.

6.2.3 Update Controller-Firmware *.efw

i CoE-Verzeichnis

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

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

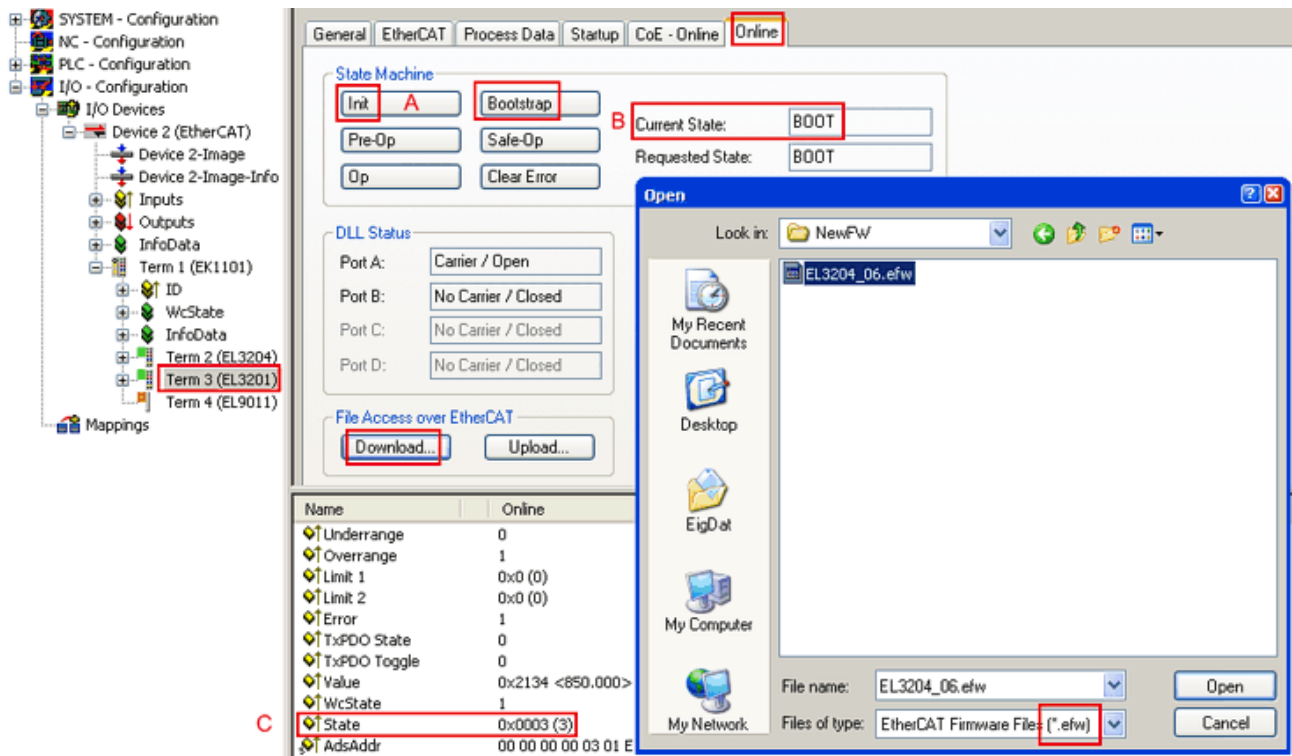
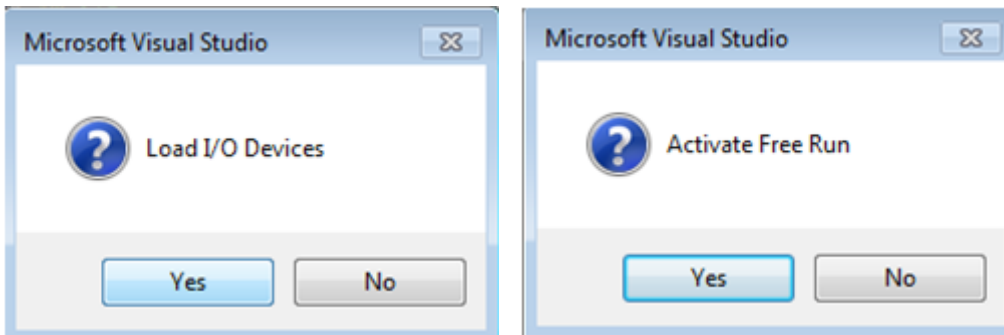


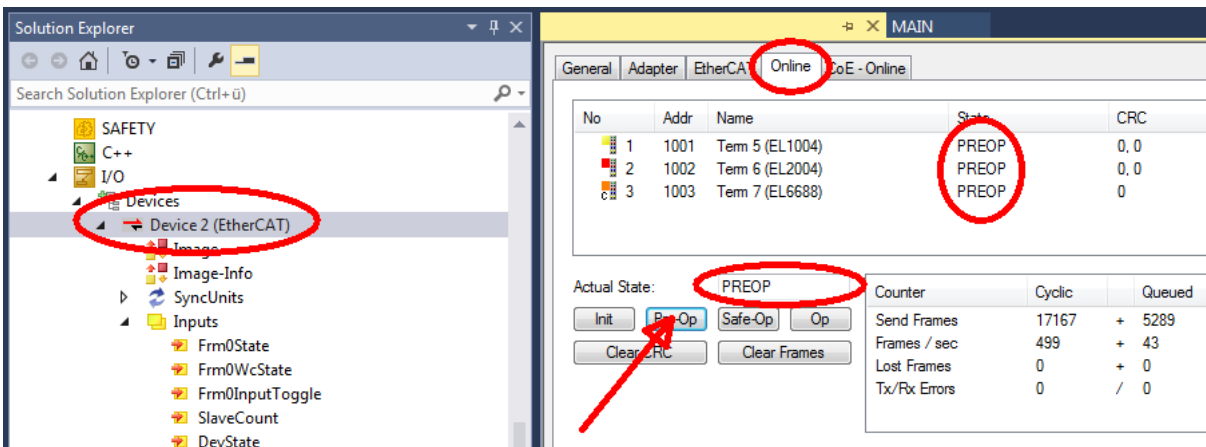
Abb. 174: Firmware Update

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 >= 1ms 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.

6.2.4 FPGA-Firmware *.rbf

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

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

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

Versionsbestimmung mit dem TwinCAT 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.

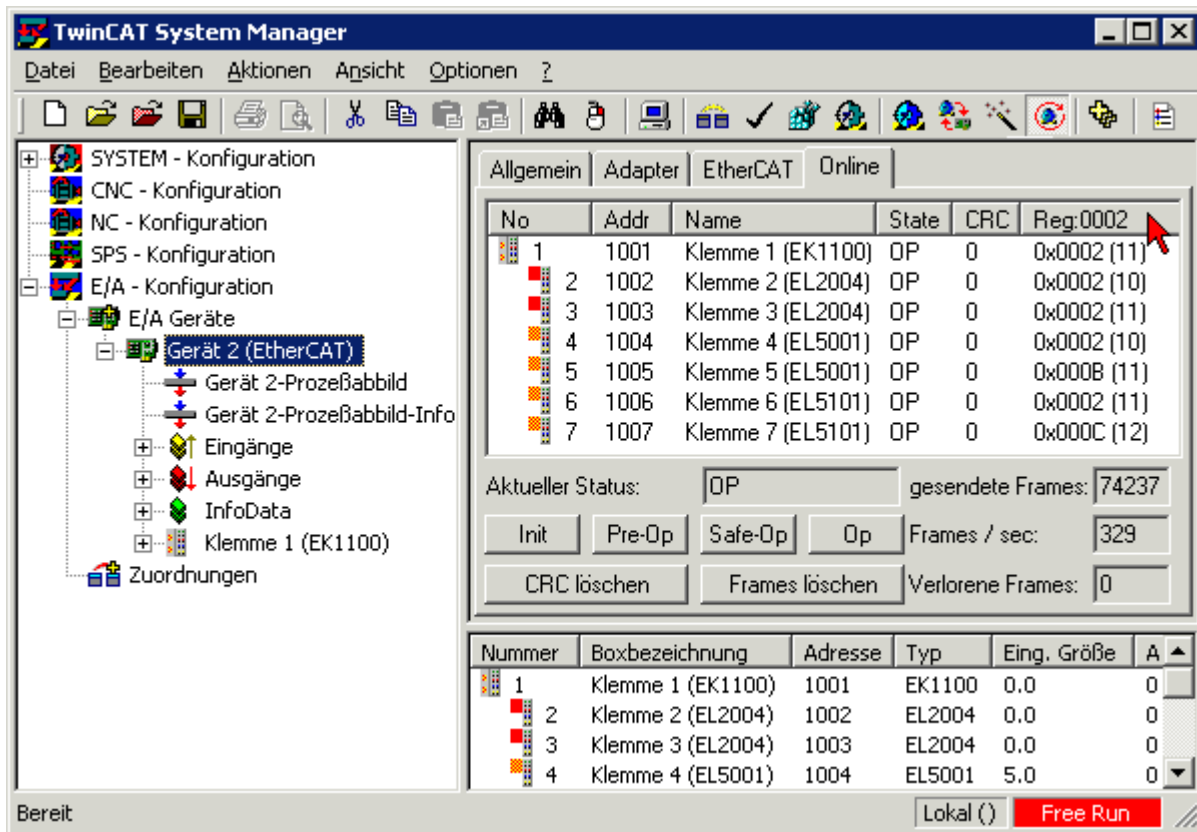


Abb. 175: Versionsbestimmung FPGA-Firmware

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*.

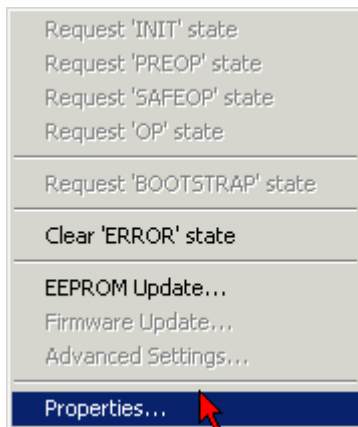
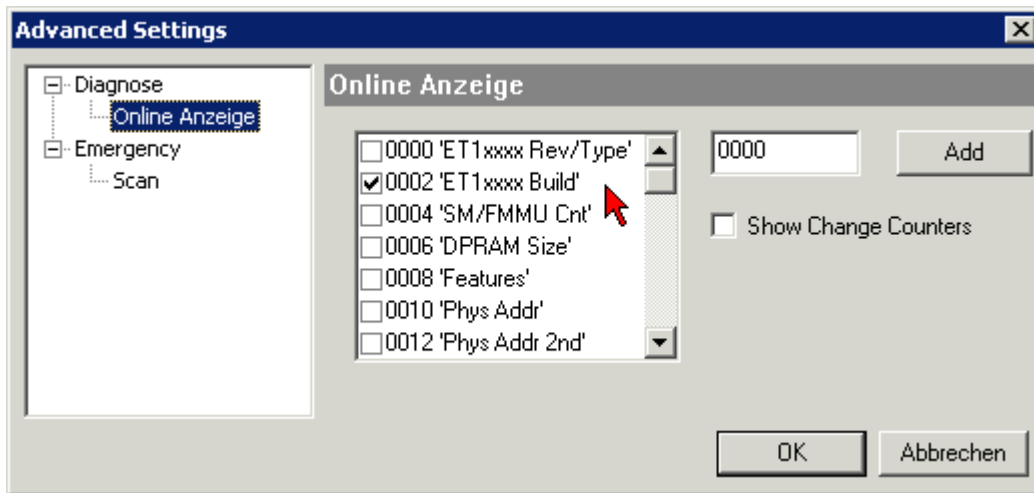


Abb. 176: Kontextmenu *Eigenschaften (Properties)*

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. 177: 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.

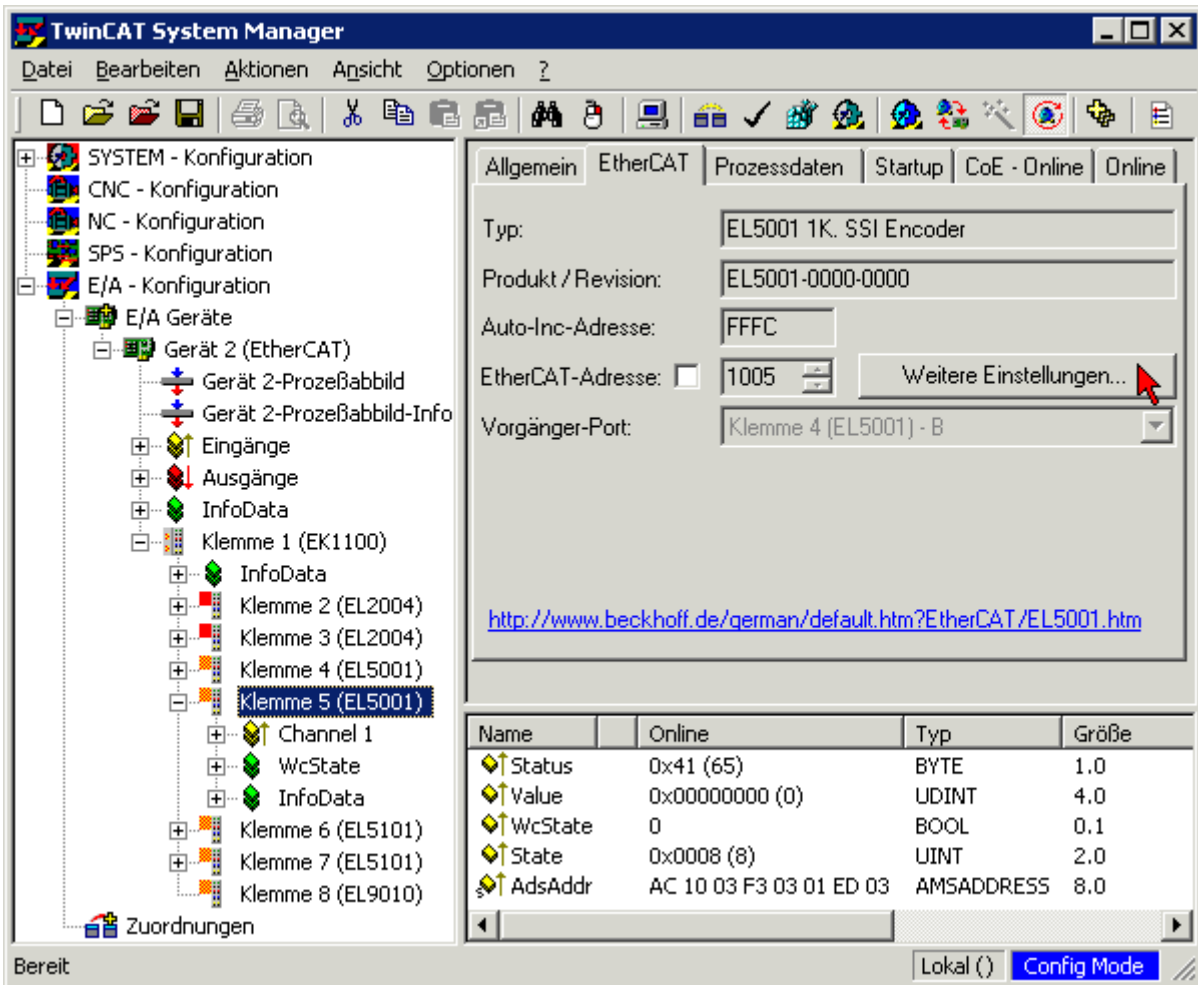
Ältere Firmware-Stände können nur vom Hersteller aktualisiert werden!

Update eines EtherCAT-Geräts

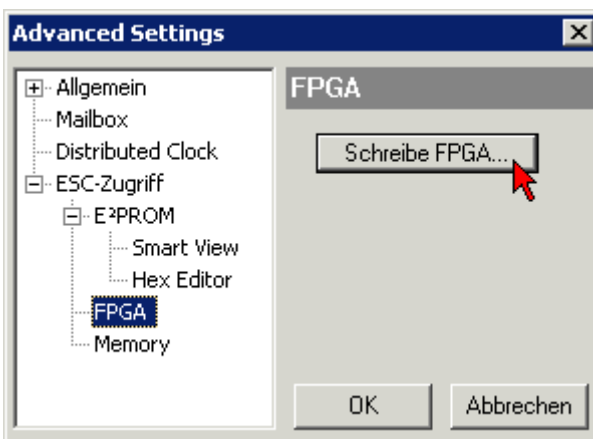
Es ist folgender Ablauf einzuhalten, wenn keine anderen Angaben z. B. durch den Beckhoff Support vorliegen:

- 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.

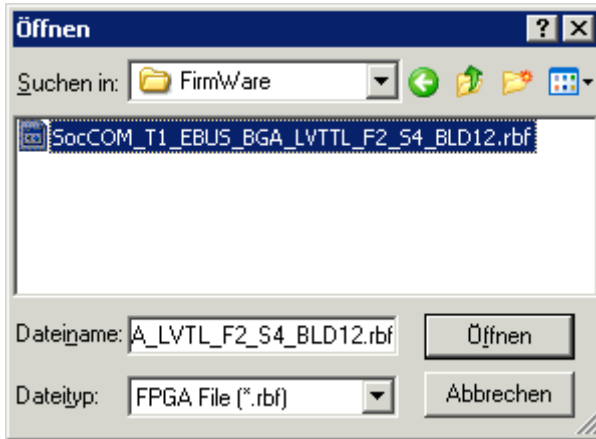
- Wählen Sie im TwinCAT System Manager die Klemme an, deren FPGA-Firmware Sie aktualisieren möchten (im Beispiel: Klemme 5: EL5001) und klicken Sie auf dem Karteireiter *EtherCAT* auf die Schaltfläche *Weitere Einstellungen*:



- 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!

6.2.5 Gleichzeitiges Update mehrerer EtherCAT-Geräte

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

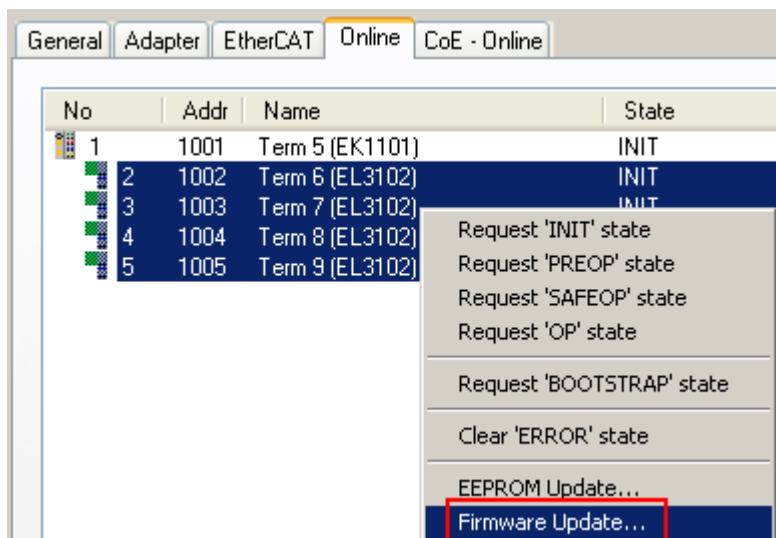


Abb. 178: Mehrfache Selektion und FW-Update

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

6.3 Wiederherstellen des Auslieferungszustandes

Um bei EtherCAT-Geräten („Slaves“) den Auslieferungszustand (Werkseinstellungen) der CoE-Objekte wiederherzustellen, kann per EtherCAT-Master (z. B. TwinCAT) das CoE-Objekt *Restore default parameters*, Subindex 001 verwendet werden (s. Abb. *Auswahl des PDO, Restore default parameters*)

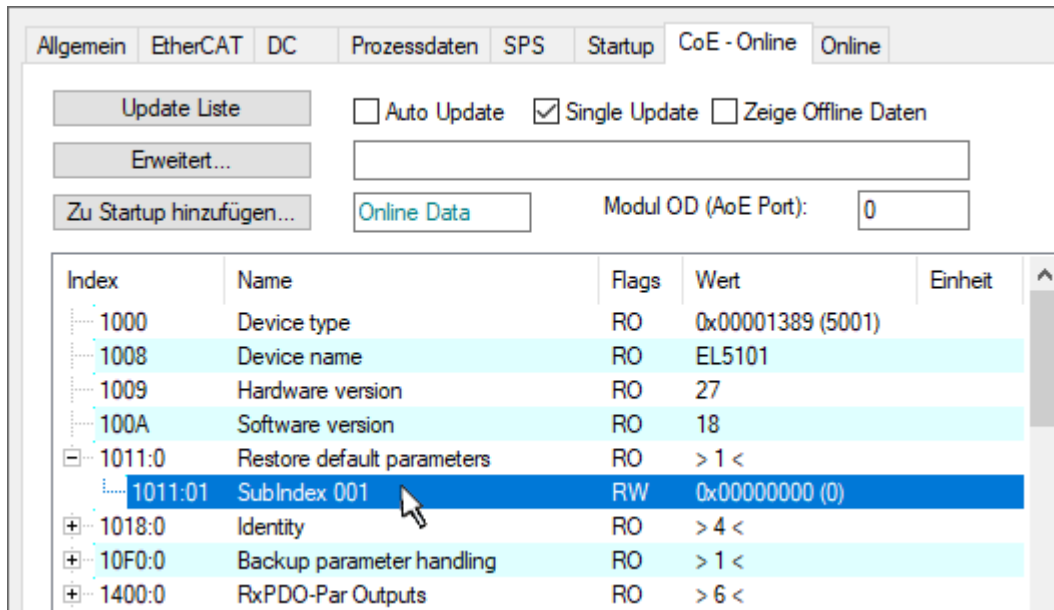


Abb. 179: Auswahl des PDO *Restore default parameters*

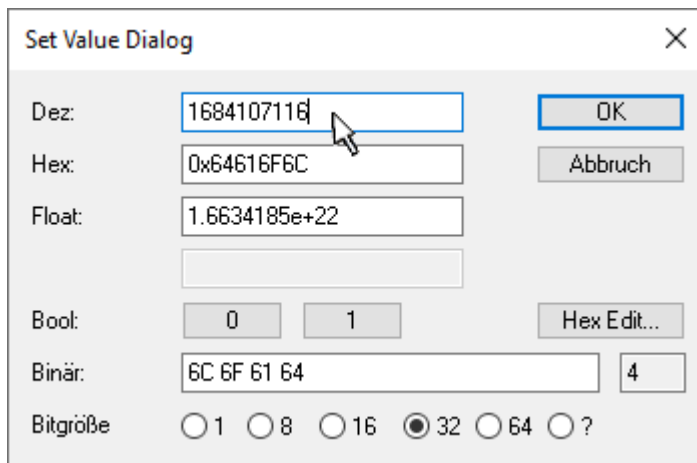


Abb. 180: Eingabe des Restore-Wertes im Set Value Dialog

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

- Alle veränderbaren CoE-Einträge werden auf die Default-Werte zurückgesetzt.
- Die Werte können nur erfolgreich zurückgesetzt werden, wenn der Reset auf das Online-CoE, d. h. auf dem Slave direkt angewendet wird. Im Offline-CoE können keine Werte verändert werden.
- TwinCAT muss dazu im Zustand RUN oder CONFIG/Freerun befinden, d. h. EtherCAT Datenaustausch findet statt. Auf fehlerfreie EtherCAT-Übertragung ist zu achten.
- Es findet keine gesonderte Bestätigung durch den Reset statt. Zur Kontrolle kann zuvor ein veränderbares Objekt umgestellt werden.
- Dieser Reset-Vorgang kann auch als erster Eintrag in die StartUp-Liste des Slaves mit aufgenommen werden, z. B. im Statusübergang PREOP->SAFEOP oder, wie in Abb. *CoE-Reset als StartUp-Eintrag*, bei SAFEOP->OP

Alle Backup-Objekte werden so in den Auslieferungszustand zurückgesetzt.

i Alternativer Restore-Wert

Bei einigen Klemmen älterer Bauart (FW Erstellung ca. vor 2007) lassen sich die Backup-Objekte mit einem alternativen Restore-Wert umstellen: Dezimalwert: 1819238756, Hexadezimalwert: 0x6C6F6164.

Eine falsche Eingabe des Restore-Wertes zeigt keine Wirkung!

6.4 Support und Service

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

Beckhoff Niederlassungen und Vertretungen

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

Die Adressen der weltweiten Beckhoff Niederlassungen und Vertretungen entnehmen Sie bitte unseren Internetseiten: www.beckhoff.com

Dort finden Sie auch weitere Dokumentationen zu Beckhoff Komponenten.

Support

Der Beckhoff Support bietet Ihnen einen umfangreichen technischen Support, der Sie nicht nur bei dem Einsatz einzelner Beckhoff Produkte, sondern auch bei weiteren umfassenden Dienstleistungen unterstützt:

- Support
- Planung, Programmierung und Inbetriebnahme komplexer Automatisierungssysteme
- umfangreiches Schulungsprogramm für Beckhoff Systemkomponenten

Hotline: +49 5246 963 157
E-Mail: support@beckhoff.com
Internet: www.beckhoff.com/support

Service

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

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

Hotline: +49 5246 963 460
E-Mail: service@beckhoff.com
Internet: www.beckhoff.com/service

Unternehmenszentrale Deutschland

Beckhoff Automation GmbH & Co. KG

Hülshorstweg 20
33415 Verl
Deutschland

Telefon: +49 5246 963 0
E-Mail: info@beckhoff.com
Internet: www.beckhoff.com

Mehr Informationen:
www.beckhoff.en/EL1xxx

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

