

Dokumentation | DE

# EL5021, EL5021-0090

SinCos-Encoder-Interfaces





# Inhaltsverzeichnis

|          |  |           |
|----------|--|-----------|
| <b>1</b> | <b>Vorwort</b> .....   | <b>5</b>  |
| 1.1      | Produktübersicht EL5021 - SinCos-Encoder-Interface Klemmen ..... | 5         |
| 1.2      | Hinweise zur Dokumentation .....                                 | 6         |
| 1.3      | Sicherheitshinweise .....  | 7         |
| 1.4      | Wegweiser durch die Dokumentation .....                          | 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.....                       | 10        |
| 1.6.3    | Beckhoff Identification Code (BIC).....                          | 11        |
| 1.6.4    | Elektronischer Zugriff auf den BIC (eBIC).....                   | 13        |
| <b>2</b> | <b>EL5021 - Produktbeschreibung</b> .....                        | <b>15</b> |
| 2.1      | Einführung .....   | 15        |
| 2.2      | Technische Daten .....   | 16        |
| 2.3      | Start.....   | 18        |
| <b>3</b> | <b>EL5021-0090 - Produktbeschreibung</b> .....                   | <b>19</b> |
| 3.1      | Einführung .....   | 19        |
| 3.2      | Technische Daten .....   | 20        |
| 3.3      | Start.....   | 22        |
| <b>4</b> | <b>Grundlagen der Kommunikation</b> .....                        | <b>23</b> |
| 4.1      | EtherCAT-Grundlagen .....  | 23        |
| 4.2      | EtherCAT-Verkabelung - Drahtgebunden .....                       | 23        |
| 4.3      | Allgemeine Hinweise zur Watchdog-Einstellung.....                | 25        |
| 4.4      | EtherCAT State Machine .....                                     | 26        |
| 4.5      | CoE-Interface .....  | 28        |
| 4.6      | Distributed Clock .....  | 33        |
| <b>5</b> | <b>Montage und Verdrahtung</b> .....                             | <b>34</b> |
| 5.1      | Hinweise zum ESD-Schutz .....                                    | 34        |
| 5.2      | Explosionsschutz .....   | 35        |
| 5.2.1    | ATEX - Besondere Bedingungen (Standardtemperaturbereich).....    | 35        |
| 5.2.2    | IECEx - Besondere Bedingungen .....                              | 37        |
| 5.2.3    | Weiterführende Dokumentation zu ATEX und IECEx.....              | 38        |
| 5.3      | UL-Hinweise .....  | 39        |
| 5.4      | Tragschienenmontage .....  | 40        |
| 5.5      | Montagevorschriften für erhöhte mechanische Belastbarkeit .....  | 43        |
| 5.6      | Anschluss.....   | 44        |
| 5.6.1    | Anschlusstechnik .....   | 44        |
| 5.6.2    | Verdrahtung .....  | 46        |
| 5.6.3    | Schirmung.....   | 47        |
| 5.7      | Hinweis zur Spannungsversorgung .....                            | 47        |
| 5.8      | Positionierung von passiven Klemmen .....                        | 48        |
| 5.9      | Einbaulagen .....  | 49        |
| 5.10     | EL5021-00x0 - Anschlussbelegung .....                            | 51        |

|          |  |            |
|----------|--|------------|
| 5.11     | EL5021-00x0 - Diagnose LEDs.....                                 | 52         |
| 5.12     | Entsorgung.....  | 52         |
| <b>6</b> | <b>Inbetriebnahme .....</b>                                      | <b>53</b>  |
| 6.1      | TwinCAT Quickstart .....   | 53         |
| 6.1.1    | TwinCAT 2 .....  | 56         |
| 6.1.2    | TwinCAT 3 .....  | 66         |
| 6.2      | TwinCAT Entwicklungsumgebung .....                               | 79         |
| 6.2.1    | Installation der TwinCAT Realtime-Treiber .....                  | 79         |
| 6.2.2    | Hinweise zur ESI-Gerätebeschreibung .....                        | 85         |
| 6.2.3    | TwinCAT ESI Updater.....   | 89         |
| 6.2.4    | Unterscheidung Online / Offline .....                            | 89         |
| 6.2.5    | OFFLINE Konfigurationserstellung .....                           | 90         |
| 6.2.6    | ONLINE Konfigurationserstellung .....                            | 95         |
| 6.2.7    | EtherCAT-Teilnehmerkonfiguration.....                            | 103        |
| 6.2.8    | Import/Export von EtherCAT-Teilnehmern mittels SCI und XTI.....  | 113        |
| 6.3      | Allgemeine Inbetriebnahmehinweise für einen EtherCAT-Slave ..... | 119        |
| <b>7</b> | <b>EL5021-00x0 - Inbetriebnahme .....</b>                        | <b>127</b> |
| 7.1      | Prinzip der Sinus/Cosinus Messung .....                          | 127        |
| 7.2      | DC (Distributed Clocks).....                                     | 128        |
| 7.2.1    | Betriebsart (Trigger Modus) .....                                | 128        |
| 7.3      | Prozessdaten EL5021-00x0.....                                    | 131        |
| 7.4      | TwinSAFE SC Prozessdaten EL5021-0090.....                        | 132        |
| 7.5      | Einstellungen über das CoE-Verzeichnis .....                     | 133        |
| 7.6      | Funktionsprinzipien .....  | 134        |
| 7.6.1    | EL5021-00x0.....   | 134        |
| 7.6.2    | EL5021-0090.....   | 142        |
| 7.7      | EL5021-00x0 - Objektbeschreibung und Parametrierung.....         | 147        |
| 7.7.1    | Restore Objekt .....   | 147        |
| 7.7.2    | Konfigurationsdaten .....  | 148        |
| 7.7.3    | Eingangsdaten .....  | 149        |
| 7.7.4    | Ausgangsdaten .....  | 150        |
| 7.7.5    | Informations-/Diagnostikdaten .....                              | 150        |
| 7.7.6    | Standardobjekte .....  | 150        |
| 7.8      | Beispielprogramm .....   | 158        |
| <b>8</b> | <b>Anhang.....</b>   | <b>163</b> |
| 8.1      | EtherCAT AL Status Codes .....                                   | 163        |
| 8.2      | Firmware Kompatibilität.....                                     | 163        |
| 8.3      | Firmware Update EL/ES/ELM/EM/EP/EPP/ERPxxxx .....                | 164        |
| 8.3.1    | Gerätebeschreibung ESI-File/XML .....                            | 165        |
| 8.3.2    | Erläuterungen zur Firmware.....                                  | 168        |
| 8.3.3    | Update Controller-Firmware *.efw.....                            | 169        |
| 8.3.4    | FPGA-Firmware *.rbf.....   | 171        |
| 8.3.5    | Gleichzeitiges Update mehrerer EtherCAT-Geräte.....              | 175        |
| 8.4      | Wiederherstellen des Auslieferungszustandes .....                | 176        |
| 8.5      | Support und Service.....   | 178        |

# 1 Vorwort

## 1.1 Produktübersicht EL5021 - SinCos-Encoder-Interface Klemmen

[EL5021 \[► 15\]](#)

1-Kanal-SinCos-Encoder-Interface Klemme, 1  $V_{SS}$

[EL5021-0090 \[► 19\]](#)

1-Kanal-SinCos-SinCos-Encoder-Interface Klemme, TwinSAFE Single Channel

## 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.



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.

### Fremdmarken

In dieser Dokumentation können Marken Dritter verwendet werden. Die zugehörigen Markenvermerke finden Sie unter: <https://www.beckhoff.com/trademarks>

## 1.3 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.

## 1.4 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   |
|--|--|
| <b>EtherCAT System-Dokumentation</b> ( <a href="#">PDF</a> )       | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Systemübersicht</li> <li>• EtherCAT-Grundlagen</li> <li>• Kabel-Redundanz</li> <li>• Hot Connect</li> <li>• Konfiguration von EtherCAT-Geräten</li> </ul> |
| <b>Explosionsschutz für Klemmsysteme</b> ( <a href="#">PDF</a> )   | Hinweise zum Einsatz der Beckhoff Klemmsysteme in explosionsgefährdeten Bereichen gemäß ATEX und IECEx   |
| <b>Infrastruktur für EtherCAT/Ethernet</b> ( <a href="#">PDF</a> ) | Technische Empfehlungen und Hinweise zur Auslegung, Ausfertigung und Prüfung   |
| <b>Software-Deklarationen I/O</b> ( <a href="#">PDF</a> )          | Open-Source-Software-Deklarationen für Beckhoff-I/O-Komponenten  |

Die Dokumentationen können auf der Beckhoff-Homepage ([www.beckhoff.com](http://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](mailto:dokumentation@beckhoff.com)



## 1.5 Ausgabestände der Dokumentation

| Version   | Kommentar  |
|-----------|--|
| 4.0.0     | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Update Technische Daten</li> <li>• Update Kapitel „EL5021-00x0 - Anschlussbelegung“</li> <li>• Update Kapitel „Prinzip der Sinus/Cosinus Messung“</li> <li>• Update Struktur</li> </ul>   |
| 3.9       | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Update Technische Daten</li> <li>• Update Revisionsstatus</li> </ul>  |
| 3.8       | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Update Kapitel „Montage und Verdrahtung“</li> <li>• Update Kapitel „Frequenzmessung/Geschwindigkeitsmessung“</li> <li>• Update Kapitel „Filterbetrieb“</li> <li>• Update Kapitel „Betriebsart (Trigger-Modus)“</li> <li>• Update Kapitel „TwinSAFE SC Prozessdaten EL5021-0090“</li> <li>• Update Struktur</li> </ul> |
| 3.7       | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Neue Titelseite</li> <li>• Update Kapitel „Einleitung“</li> <li>• Update Kapitel „Technische Daten“</li> <li>• Update Kapitel „EL5021-00x0 - Anschlussbelegung“</li> <li>• Kapitel „Entsorgung“ eingefügt</li> <li>• Update Struktur</li> </ul>   |
| 3.6       | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Update Kapitel "Technische Daten"</li> <li>• Update Kapitel "LEDs und Anschlussbelegung"</li> <li>• Update Struktur</li> </ul>  |
| 3.5       | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Update Kapitel "Objektverzeichnis und Parametrierung"</li> <li>• Update Struktur</li> </ul>   |
| 3.4       | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Update Kapitel "Technische Daten"</li> <li>• Update Revisionsstatus</li> <li>• Update Struktur</li> </ul>   |
| 3.3       | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Update Kapitel "TwinSAFE SC"</li> <li>• Update Struktur</li> </ul>  |
| 3.2       | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Update Kapitel "Technische Daten"</li> <li>• Kapitel "Montagehinweise für erhöhte mechanische Belastbarkeit" hinzugefügt</li> <li>• Update Kapitel "Beispielprogramm"</li> </ul>  |
| 3.1       | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kapitel "Filterbetrieb" hinzugefügt</li> <li>• Update Revisionsstatus</li> </ul>  |
| 3.0       | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ergänzung der EL5021-0090</li> <li>• Update Struktur</li> <li>• Korrekturen und Ergänzungen</li> <li>• Update Revisionsstatus</li> </ul>  |
| 0.1 – 2.0 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Archiviert</li> </ul>   |

## 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<br>12 mm, nicht steckbare Anschlussebene | 3314<br>4-kanalige Thermoelementklemme | 0000<br>Grundtyp            | 0016     |
| ES3602-0010-0017 | ES-Klemme<br>12 mm, steckbare Anschlussebene       | 3602<br>2-kanalige Spannungsmessung    | 0010<br>hochpräzise Version | 0017     |
| CU2008-0000-0000 | CU-Gerät   | 2008<br>8 Port FastEthernet Switch     | 0000<br>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.

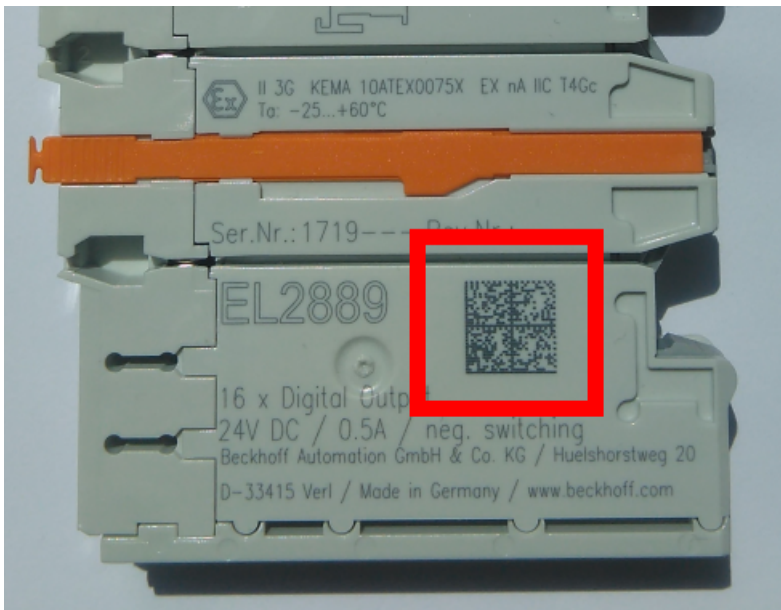


Abb. 2: BIC als Data Matrix Code (DMC, Code-Schema ECC200)

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             | <b>Beckhoff - Artikelnummer</b>  | 1P                 | 8                                       | <b>1P</b> 072222        |
| 2       | Beckhoff Traceability Number (BTN) | <b>Eindeutige Seriennummer, Hinweis s. u.</b>  | SBTN               | 12                                      | <b>SBTN</b> k4p562d7    |
| 3       | Artikelbezeichnung                 | <b>Beckhoff Artikelbezeichnung, z. B. EL1008</b>   | 1K                 | 32                                      | <b>1KEL</b> 1809        |
| 4       | Menge                              | <b>Menge in Verpackungseinheit, z. B. 1, 10...</b>   | Q                  | 6                                       | <b>Q1</b>               |
| 5       | Chargennummer                      | Optional: Produktionsjahr und -woche   | 2P                 | 14                                      | <b>2P</b> 401503180016  |
| 6       | ID-/Seriennummer                   | Optional: vorheriges Seriennummer-System, z. B. bei Safety-Produkten oder kalibrierten Klemmen | 51S                | 12                                      | <b>51S</b> 678294       |
| 7       | Variante                           | Optional: Produktvarianten-Nummer auf Basis von Standardprodukten                              | 30P                | 12                                      | <b>30P</b> F971, 2*K183 |
| ...     |                                    |  |                    |   |                         |

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

### Aufbau des BIC

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

**1P**072222**SBTN**k4p562d7**1KEL**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.

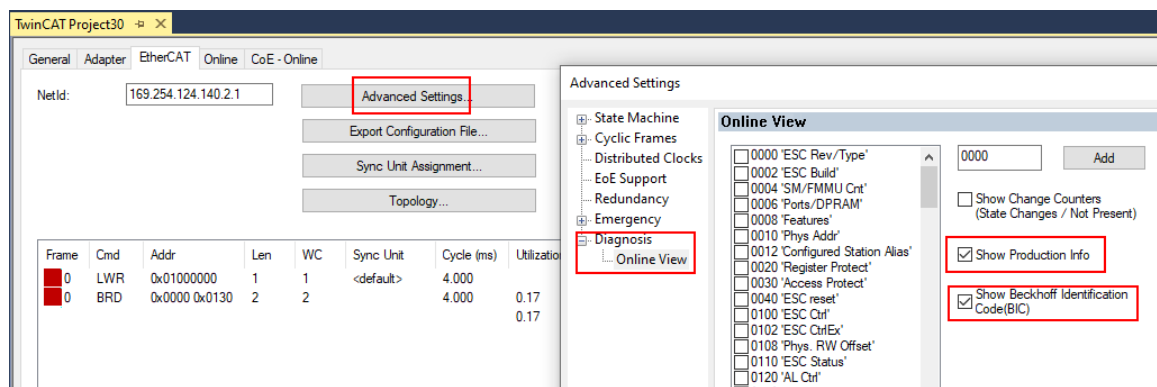
### EtherCAT-Geräte (IP20, IP67)

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 herstellerspezifische 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 EL5021 - Produktbeschreibung

### 2.1 Einführung

Einkanalige SinCos-Encoder-Interface Klemme, 1 V<sub>SS</sub>

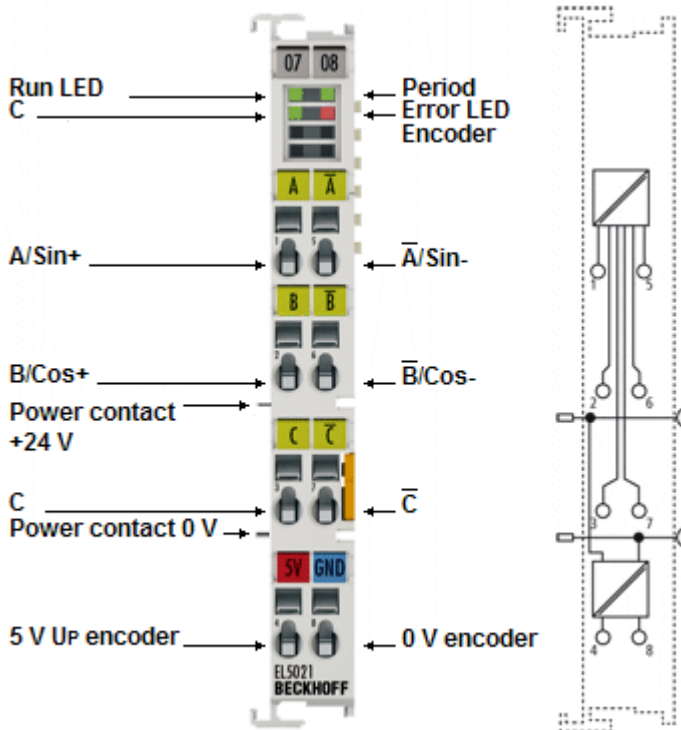


Abb. 4: EL5021

Die SinCos-EtherCAT-Klemme EL5021 dient zum direkten Anschluss eines Messensors, z. B. eines Messtasters mit sinusförmigem Spannungsausgang 1 V<sub>SS</sub>, an den übergeordneten Feldbus.

Das Messsignal wird aufbereitet, interpoliert und als 32 Bit Wert zur Verfügung gestellt. Eine Signalperiode wird mit 13 Bit aufgelöst. Die Referenzmarke wird ebenfalls in einem 32 Bit Wert gespeichert. Der aktuelle Zählerwert und der Wert der Referenzmarke können gelesen werden. Die Eingangsfrequenz für die Messsignal-Eingänge beträgt 250 kHz.

Über die C-Spur des Gebers, die auch als Referenzmarke bezeichnet wird, kann der aktuelle Zählerstand genullt (reset) oder separat gespeichert werden. Die 5-V-Versorgung des Gebers erfolgt direkt über die Anschlusspunkte der Klemme. Die EL5021 verfügt über eine Amplituden- und Frequenzfehlererkennung der Eingangssignale.

Die EL5021 stellt eine interne Frequenzmessung zur Verfügung (ab FW07).

Zudem unterstützt sie über die hochpräzisen EtherCAT-Distributed-Clocks (DC), das synchrone Einlesen des Geberwertes zusammen mit anderen Eingangsdaten im EtherCAT-System. Die Verwendung von Encoderprofilen erlaubt eine einfache und schnelle Verknüpfung der Prozessdaten zur Motion-Control-Anwendung.

#### Sehen Sie dazu auch

- 📄 Technische Daten [▶ 16]
- 📄 Funktionsprinzipien [▶ 134]
- 📄 EL5021-00x0 - Objektbeschreibung und Parametrierung [▶ 147]
- 📄 Grundlagen der Kommunikation [▶ 23]
- 📄 Beispielprogramm [▶ 158]

## 2.2 Technische Daten

| Encoder           | EL5021  |
|-------------------|---|
| Anzahl Kanäle     | 1   |
| Geberanschluss    | A+/Sin+, A-/Sin-<br>B+/Cos+, B-/Cos-<br>C+, C-<br>Pegel: nominal 1 V <sub>ss</sub> (0,6...1,2 V <sub>ss</sub> ), Mittelspannung gegen GND: 2,5 V<br><b>Hinweis</b> unipolare SinCos-Signale (also ohne A-, B- oder C-) werden als Drahtbruch/Amplitudenfehler erkannt |
| Positionsangabe   | 32 Bit (Periodenzähler + Periodenanteil, nach Einstellung)  |
| Periodenzähler    | 19 ... 24 Bit nach Einstellung, Voreinstellung: 22 Bit  |
| Periodenauflösung | 8 ... 13 Bit (256 ... 8192 Schritte je Periode),<br>eingangsfrequenzabhängig,<br>automat. Auflösungsreduzierung in Abhängigkeit von der Eingangsfrequenz, Voreinstellung: 10 Bit  |
| Signalfrequenz    | max. 250 kHz bei 10 Bit Periodenauflösung<br>Abtastung der Eingangssignale mit 70 MHz   |

| Funktion und Kommunikation | EL5021   |
|----------------------------|--|
| min. Abtastrate/Zykluszeit | 80 µs  |
| Abtastung                  | EtherCAT-Synchron oder Distributed Clocks getriggert   |
| Distributed Clocks         | ja   |
| Funktionen                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• C-Reset,</li> <li>• C-Latch,</li> <li>• Anzeige Amplituden/Frequenzfehler,</li> <li>• Zählrichtung ändern,</li> <li>• Frequenzmessung, Geschwindigkeitsmessung (ab FW07 <a href="#">I 163</a>)</li> </ul> |

| Versorgung und Potentiale               | EL5021  |
|---|---|
| Spannungsversorgung für Elektronik      | über die Powerkontakte, ca. 50 mA ohne ext. Geber   |
| Stromaufnahme aus dem E-Bus             | typ. 120 mA   |
| Potenzialtrennung                       | 500 V (E-Bus/Feldspannung)  |
| Geberbetriebsspannung/<br>Geberspannung | 5 V (-5 % / +10 %), max. 0,5 A (kurzschlussfest)<br>(erzeugt aus den 24 V <sub>DC</sub> Powerkontakten) |

| Umgebungsbedingungen                               | EL5021               |
|--|----------------------|
| zulässiger Umgebungstemperaturbereich im Betrieb   | -25°C... +55°C       |
| zulässiger Umgebungstemperaturbereich bei Lagerung | -40°C... +85°C       |
| zulässige relative Luftfeuchtigkeit                | 95 %, keine Betauung |

| Allgemeine Daten             | EL5021  |
|------------------------------|---|
| Abmessungen (B x H x T)      | ca. 15 mm x 100 mm x 70 mm (Breite angereicht: 12 mm) |
| Gewicht                      | ca. 50 g  |
| Montage <a href="#">I 34</a> | auf 35 mm Tragschiene nach EN 60715                   |



| Normen und Zulassungen            | EL5021   |
|-----------------------------------|--|
| Erhöhte mechanische Belastbarkeit | Ja, siehe auch <a href="#">Montagevorschriften [▶ 43]</a><br>für Klemmen mit erhöhter mechanischer Belastbarkeit |
| Vibrations- / Schockfestigkeit    | gemäß EN 60068-2-6 / EN 60068-2-27   |
| EMV-Festigkeit / Aussendung       | gemäß EN 61000-6-2 / EN 61000-6-4  |
| Schutzart                         | IP20   |
| Einbaulage                        | beliebig   |
| Zulassungen, Kennzeichnungen*     | CE, EAC, UKCA, CCC<br><a href="#">cULus [▶ 39]</a><br><a href="#">ATEX [▶ 35]</a> , <a href="#">IECEx [▶ 37]</a> |

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

**Ex-Kennzeichnungen**

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

## 2.3 Start

Zur Inbetriebsetzung:

- montieren Sie den EL5021-00x0 wie im Kapitel [Montage und Verdrahtung \[► 34\]](#) beschrieben
- konfigurieren Sie den EL5021-00x0 in TwinCAT wie im Kapitel [Inbetriebnahme \[► 79\]](#) und [EL5021-00x0 - Inbetriebnahme \[► 127\]](#) beschrieben.

### 3 EL5021-0090 - Produktbeschreibung

#### 3.1 Einführung

Einkanalige SinCos-Encoder-Interface Klemme, TwinSAFE Single Channel

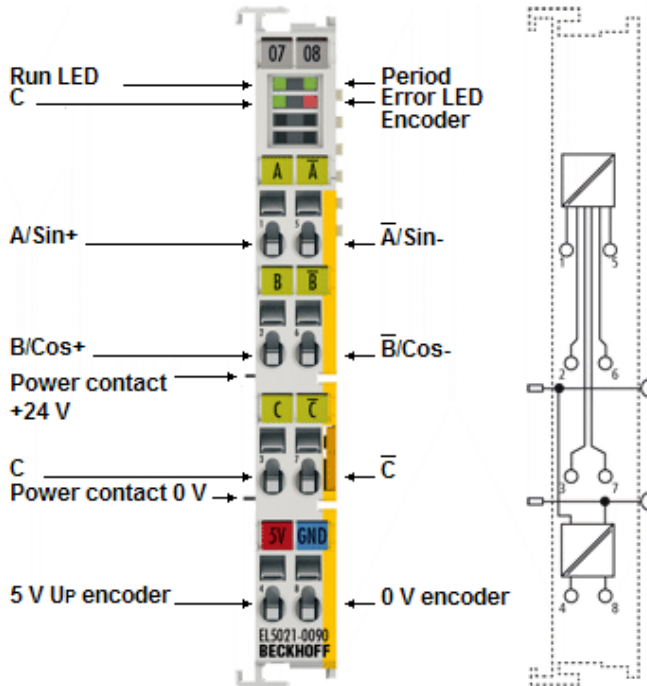


Abb. 5: EL5021-0090

Die EtherCAT-Klemme EL5021-0090 dient zum direkten Anschluss eines Messtasters oder Encoders mit sinusförmigem, differentiellem Spannungsausgang 1 V<sub>SS</sub>. Es können Eingangsfrequenz von max. 250 kHz ausgewertet werden.

Über die C-Spur des Gebers, die auch als Referenzmarke bezeichnet wird, kann der aktuelle Zählerstand genullt (reset) oder separat gespeichert werden. Die 5-V-Versorgung des Gebers erfolgt direkt über die Anschlusspunkte der Klemme. Die EL5021-0090 verfügt über eine Amplituden- und Frequenzfehlererkennung der Eingangssignale.

Das analoge Eingangssignal wird aufbereitet, interpoliert und als 32-Bit-Zählwert zur Verfügung gestellt. Dabei setzt sich der Zählwert aus der Anzahl der ganzen Perioden, max. 24 Bit, und dem Wert innerhalb einer Sinusperiode, mit max. 13 Bit Auflösung, zusammen.

Die EL5021-0090 stellt eine interne Frequenzmessung zur Verfügung.

Zudem unterstützt sie über die hochpräzisen EtherCAT-Distributed-Clocks (DC), das synchrone Einlesen des Geberwertes zusammen mit anderen Eingangsdaten im EtherCAT-System.

Die EL5021-0090 unterstützt neben dem vollen Funktionsumfang der EL5021 zusätzlich die TwinSAFE SC Technologie (TwinSAFE **S**ingle **C**hannel). Dadurch ist es möglich, in beliebigen Netzwerken bzw. Feldbussen Standardsignale für sicherheitstechnische Aufgaben nutzbar zu machen.

#### Sehen Sie dazu auch

- ▣ Funktionsprinzipien [▶ 134]
- ▣ EL5021-00x0 - Objektbeschreibung und Parametrierung [▶ 147]
- ▣ Grundlagen der Kommunikation [▶ 23]
- ▣ Beispielprogramm [▶ 158]
- ▣ Technische Daten [▶ 20]

## 3.2 Technische Daten

| Encoder           | EL5021-0090  |
|-------------------|--|
| Anzahl Kanäle     | 1  |
| Geberanschluss    | A+/Sin+, A-/Sin-<br>B+/Cos+, B-/Cos-<br>C+, C-<br>Pegel: nominal 1 V <sub>ss</sub> (0,6 ... 1,2 V <sub>ss</sub> ), Mittelspannung gegen GND: 2,5 V<br><b>Hinweis</b> Unipolare SinCos-Signale (also ohne A-, B- oder C-) werden als Drahtbruch/Amplitudenfehler erkannt. |
| Positionsangabe   | 32 Bit (Periodenzähler + Periodenanteil, nach Einstellung)   |
| Periodenzähler    | 19 ... 24 Bit nach Einstellung, Voreinstellung: 22 Bit   |
| Periodenauflösung | 8 ... 13 Bit (256 ... 8192 Schritte je Periode),<br>eingangsfrequenzabhängig,<br>automat. Auflösungsreduzierung in Abhängigkeit von der Eingangsfrequenz, Voreinstellung: 10 Bit   |
| Signalfrequenz    | max. 250 kHz bei 10 Bit Periodenauflösung<br>Abtastung der Eingangssignale mit 70 MHz  |

| Funktion und Kommunikation | EL5021-0090  |
|----------------------------|--|
| min. Abtastrate/Zykluszeit | 80 µs  |
| Abtastung                  | EtherCAT-Synchron oder Distributed Clocks getriggert   |
| Distributed Clocks         | ja   |
| Funktionen                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• C-Reset,</li> <li>• C-Latch,</li> <li>• Anzeige Amplituden/Frequenzfehler,</li> <li>• Zählrichtung ändern,</li> <li>• Frequenzmessung, Geschwindigkeitsmessung</li> </ul> |

| Versorgung und Potentiale                  | EL5021-0090   |
|--|---|
| Spannungsversorgung für Elektronik         | über die Powerkontakte, ca. 50 mA ohne ext. Geber   |
| Stromaufnahme aus dem E-Bus                | typ. 120 mA   |
| Potenzialtrennung                          | 500 V (E-Bus/Feldspannung)  |
| Geberbetriebsspannung/<br>Gebersversorgung | 5 V (-5 % / +10 %), max. 0,5 A (kurzschlussfest)<br>(erzeugt aus den 24 V <sub>DC</sub> Powerkontakten) |

| Umgebungsbedingungen                               | EL5021-0090          |
|--|----------------------|
| zulässiger Umgebungstemperaturbereich im Betrieb   | -25°C ... +55°C      |
| zulässiger Umgebungstemperaturbereich bei Lagerung | -40°C ... +85°C      |
| zulässige relative Luftfeuchtigkeit                | 95 %, keine Betauung |

| Allgemeine Daten               | EL5021-0090   |
|--------------------------------|---|
| MTBF (+55 °C)                  | > 1.205.000 h   |
| Gewicht                        | ca. 50 g  |
| Abmessungen (B x H x T)        | ca. 15 mm x 100 mm x 70 mm (Breite angereicht: 12 mm) |
| Montage <a href="#">[► 34]</a> | auf 35 mm Tragschiene nach EN 60715                   |
| Einbaulage                     | beliebig  |

| Normen und Zulassungen            | EL5021-0090   |
|-----------------------------------|---|
| Erhöhte mechanische Belastbarkeit | Ja, siehe auch Montagevorschriften [▶ 43] für Klemmen mit erhöhter mechanischer Belastbarkeit |
| Vibrations- / Schockfestigkeit    | gemäß EN 60068-2-6 / EN 60068-2-27  |
| EMV-Festigkeit / Aussendung       | gemäß EN 61000-6-2 / EN 61000-6-4   |
| Schutzart                         | IP20  |
| Zulassungen/Kennzeichnungen*      | CE, EAC, UKCA, CCC<br>cULus [▶ 39]<br>ATEX [▶ 35], IECEx [▶ 37]                               |

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

**Ex-Kennzeichnungen**

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

### 3.3 Start

Zur Inbetriebsetzung:

- montieren Sie den EL5021-00x0 wie im Kapitel [Montage und Verdrahtung \[► 34\]](#) beschrieben
- konfigurieren Sie den EL5021-00x0 in TwinCAT wie im Kapitel [Inbetriebnahme \[► 79\]](#) und [EL5021-00x0 - Inbetriebnahme \[► 127\]](#) beschrieben.
- Beachten Sie die Hinweise zur EL5021-0090 wie im Kapitel [Konfiguration in TwinSAFE SC \[► 142\]](#) beschrieben.

## 4 Grundlagen der Kommunikation

### 4.1 EtherCAT-Grundlagen

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

### 4.2 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.

The screenshot shows the 'I/O Devices' tree on the left and a table of power calculation on the right. The table has columns: Number, Box Name, Add..., Type, In Si..., Out ..., and E-Bus (mA). The 'E-Bus (mA)' column is highlighted with a red border.

| 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!



### 4.3 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 parametrisiert:

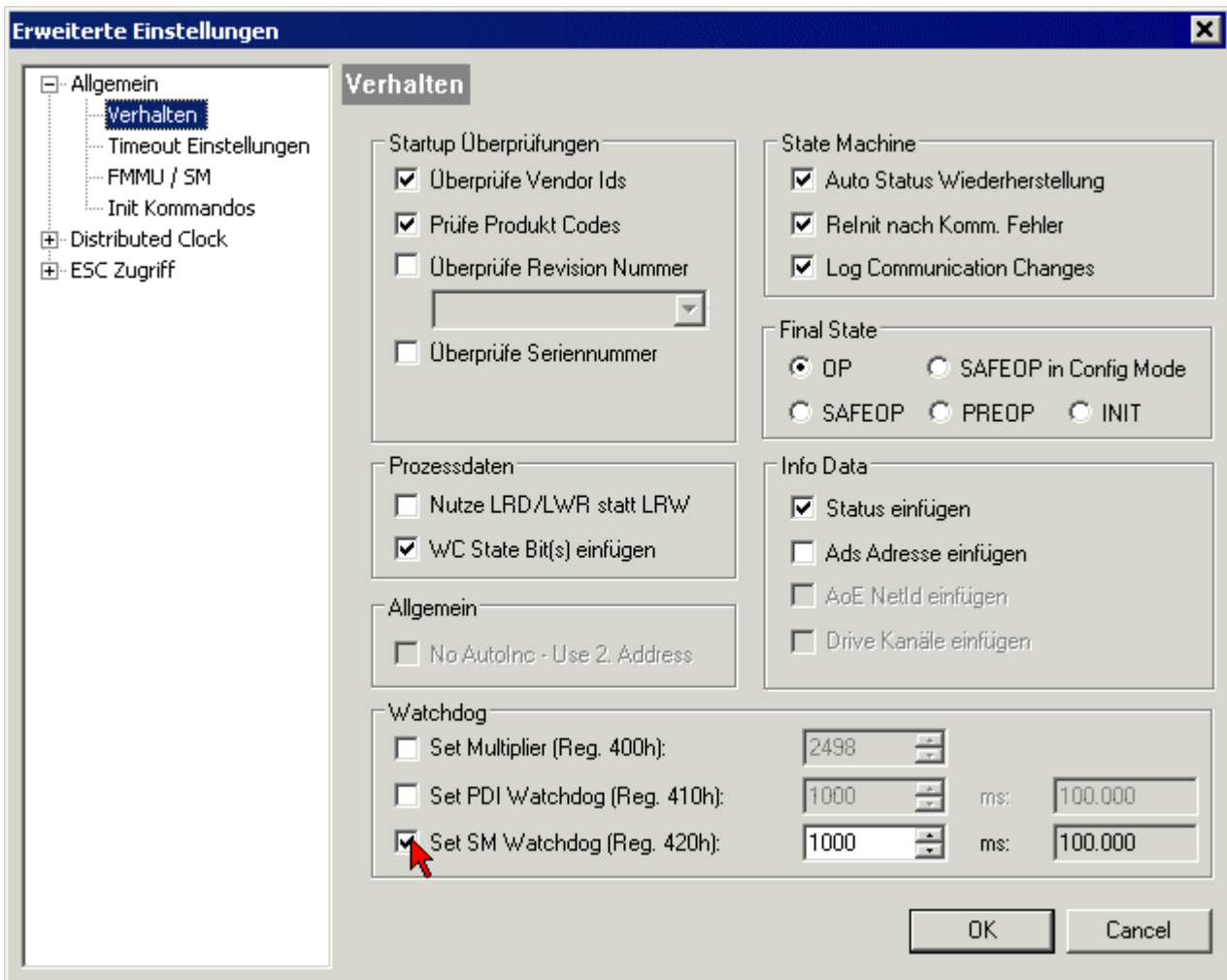


Abb. 7: Karteireiter EtherCAT -> Erweiterte Einstellungen -> Verhalten -> Watchdog

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 parametrisiert, aber vom Microcontroller ( $\mu\text{C}$ ) ausgeführt und kann deutlich darunter liegen. Außerdem kann die Ausführung dann einer gewissen Zeitunsicherheit unterliegen. Da der TwinCAT-Dialog ggf. Eingaben bis 65535 zulässt, wird ein Test der gewünschten Watchdog-Zeit empfohlen.

### PDI-Watchdog (Process Data Watchdog)

Findet länger als die eingestellte und aktivierte PDI-Watchdog-Zeit keine PDI (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!

## 4.4 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).

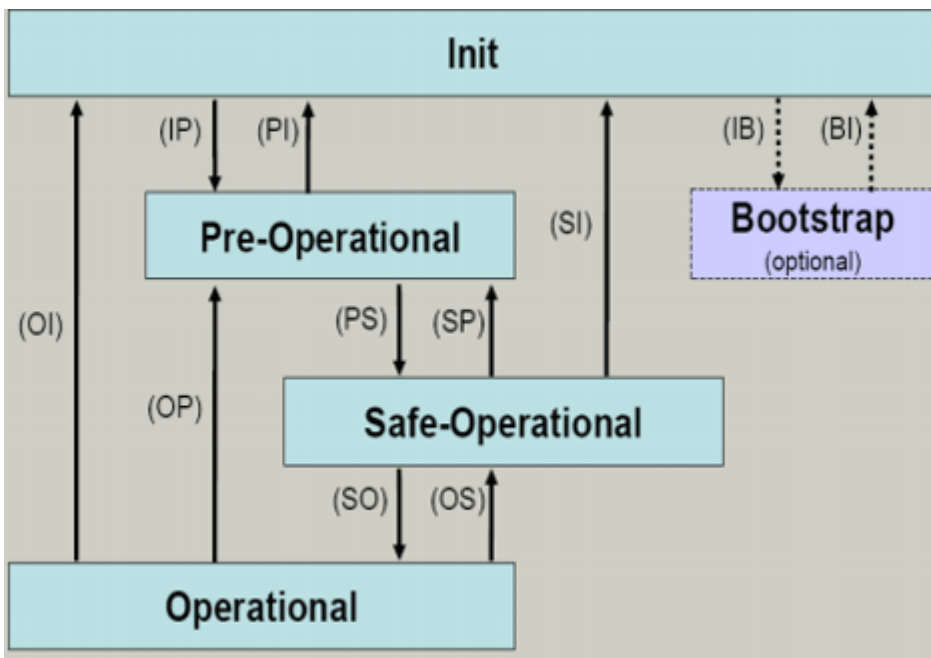


Abb. 8: Zustände der EtherCAT State Machine

### 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-Assignement. 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.

# 4.5 CoE-Interface

## Allgemeine Beschreibung

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

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

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

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

Die Wertebereiche sind:

- Index: 0x0000...0xFFFF (0...65535<sub>dez</sub>)
- Subindex: 0x00...0xFF (0...255<sub>dez</sub>)

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

Die für den EtherCAT-Feldbusanwender wichtigen Bereiche sind

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

Weitere wichtige Bereiche sind:

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

**i Verfügbarkeit**

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

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

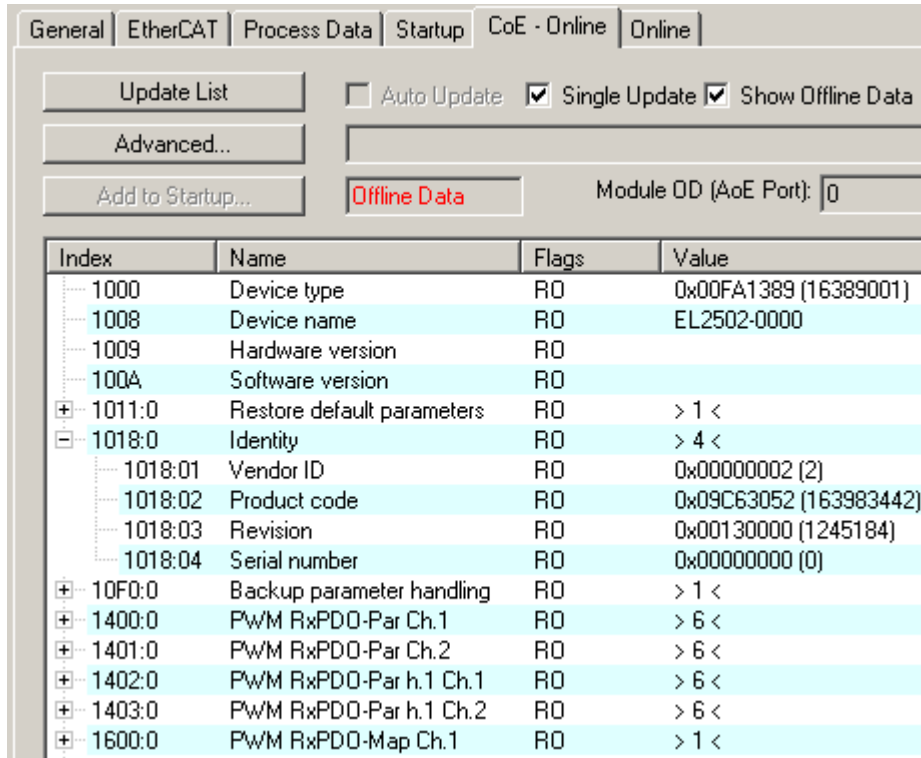


Abb. 9: Karteireiter „CoE-Online“

In der Abbildung „Karteireiter ‚CoE-Online‘“ sind die im Gerät „EL2502“ verfügbaren CoE-Objekte von 0x1000 bis 0x1600 zu sehen, die Subindizes von 0x1018 sind aufgeklappt.

**HINWEIS**

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

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

- Startup-Liste führen für den Austauschfall,
- Unterscheidung zwischen Online/Offline Dictionary,
- Vorhandensein aktueller XML-Beschreibung (Download von der [Beckhoff Website](#)),
- "CoE-Reload" zum Zurücksetzen der Veränderungen
- Programmzugriff im Betrieb über die PLC (s. [TwinCAT 3 | PLC-Bibliothek: „Tc2 EtherCAT“](#) und [Beispielprogramm R/W CoE](#))

**Datenerhaltung und Funktion „NoCoeStorage“**

Einige, insbesondere die vorgesehenen Einstellungsparameter des Slaves, sind veränderlich und beschreibbar,

- über den System Manager (siehe Abb. „Karteireiter ‚CoE-Online‘“) durch Anklicken. Dies bietet sich bei der Inbetriebnahme der Anlage bzw. Slaves an. Klicken Sie auf die entsprechende Zeile des zu parametrierenden Indizes und geben Sie einen entsprechenden Wert im „SetValue“-Dialog ein.

- aus der Steuerung bzw. PLC über ADS z. B. durch die Bausteine aus der TcEtherCAT.lib Bibliothek. Dies wird für Änderungen während der Anlagenlaufzeit empfohlen oder wenn kein System Manager bzw. Bedienpersonal zur Verfügung steht.

## ● Datenerhaltung

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

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

Es ist von der FW-Version abhängig, ob die Funktion NoCoeStorage unterstützt wird, die das Abspeichern veränderter CoE-Werte unterdrückt.

Ob das auf das jeweilige Gerät zutrifft, ist den technischen Daten der entsprechenden Dokumentation zu entnehmen.

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

## ● Startup-Liste

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

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

### Empfohlenes Vorgehen bei manueller Veränderung von CoE-Parametern

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

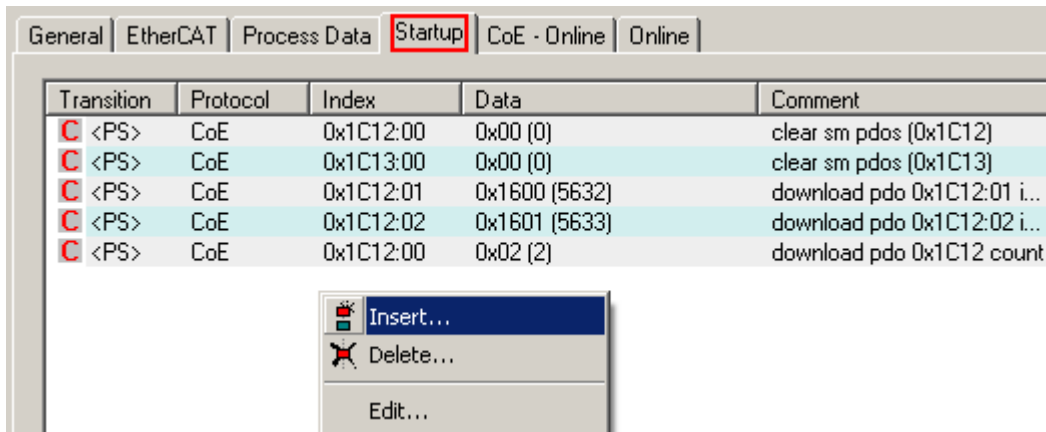


Abb. 10: Startup-Liste im TwinCAT System Manager

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

**Online- / Offline Verzeichnis**

Im Rahmen der Arbeit mit dem TwinCAT System Manager ist zu differenzieren, ob das EtherCAT-Gerät gegenwärtig „verfügbar“ ist, also angeschaltet und über EtherCAT verbunden – somit **online** – oder ob eine Konfiguration **offline** erstellt wird, ohne dass Slaves angeschlossen sind.

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

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

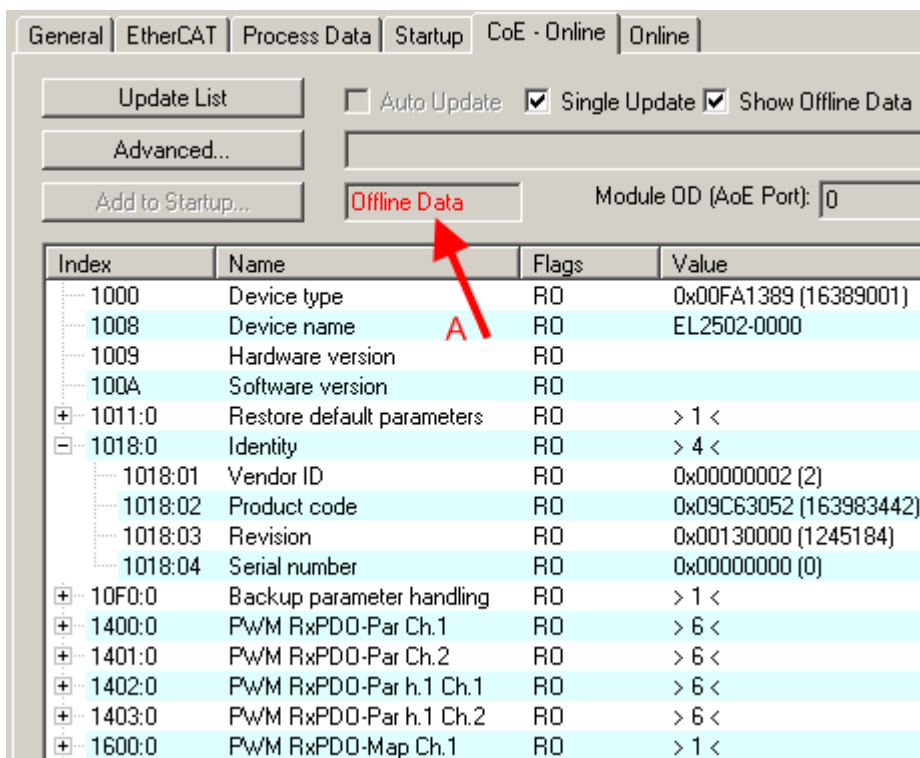


Abb. 11: Offline-Verzeichnis

- Wenn der Slave online ist,
  - wird das reale, aktuelle Verzeichnis des Slaves ausgelesen; dies kann je nach Größe und Zykluszeit einige Sekunden dauern.
  - wird die tatsächliche Identität angezeigt.
  - wird der Firmware- und Hardware-Stand des Gerätes im CoE angezeigt.
  - ist ein grünes **Online Data** zu sehen.

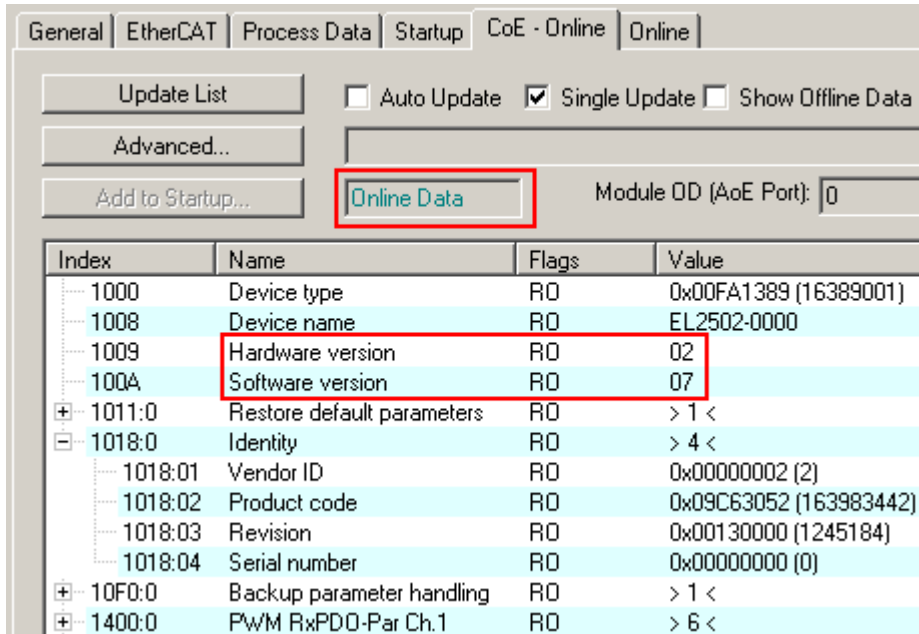


Abb. 12: Online-Verzeichnis

### Kanalweise Ordnung

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

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

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

Allgemein wird dies geschrieben als 0x80n0.

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



## 4.6 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](#).

## 5 Montage und Verdrahtung

### 5.1 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.

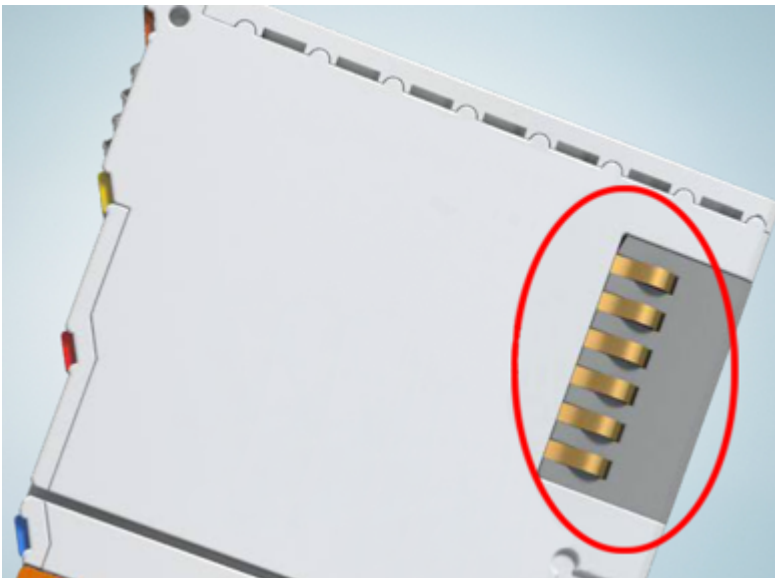


Abb. 13: Federkontakte der Beckhoff I/O-Komponenten

## 5.2 Explosionsschutz

### 5.2.1 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)

## 5.2.2 IECEx - Besondere Bedingungen

**⚠️ WARNUNG**

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

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

### Normen

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

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

### Kennzeichnung

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

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

|  |                            |
|--|----------------------------|
| Kennzeichnung für Feldbuskomponenten von Zertifikaten mit späteren Ausgaben: | <b>IECEx DEK 16.0078 X</b> |
|  | <b>Ex nA IIC T4 Gc</b>     |

### 5.2.3 Weiterführende Dokumentation zu ATEX und IECEx

#### HINWEIS



#### Weiterführende Dokumentation zum Explosionsschutz gemäß ATEX und IECEx




Beachten Sie auch die weiterführende Dokumentation

#### Explosionsschutz für Klemmensysteme

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

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

### 5.3 UL-Hinweise

| <b>⚠ VORSICHT</b>   |   |
|---|---|
|  | <p><b>Application</b><br/>The modules are intended for use with Beckhoff's UL Listed EtherCAT System only.</p>  |
| <b>⚠ VORSICHT</b>   |   |
|  | <p><b>Examination</b><br/>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> |
| <b>⚠ VORSICHT</b>   |   |
|  | <p><b>For devices with Ethernet connectors</b><br/>Not for connection to telecommunication circuits.</p>  |

#### Grundlagen

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



## 5.4 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

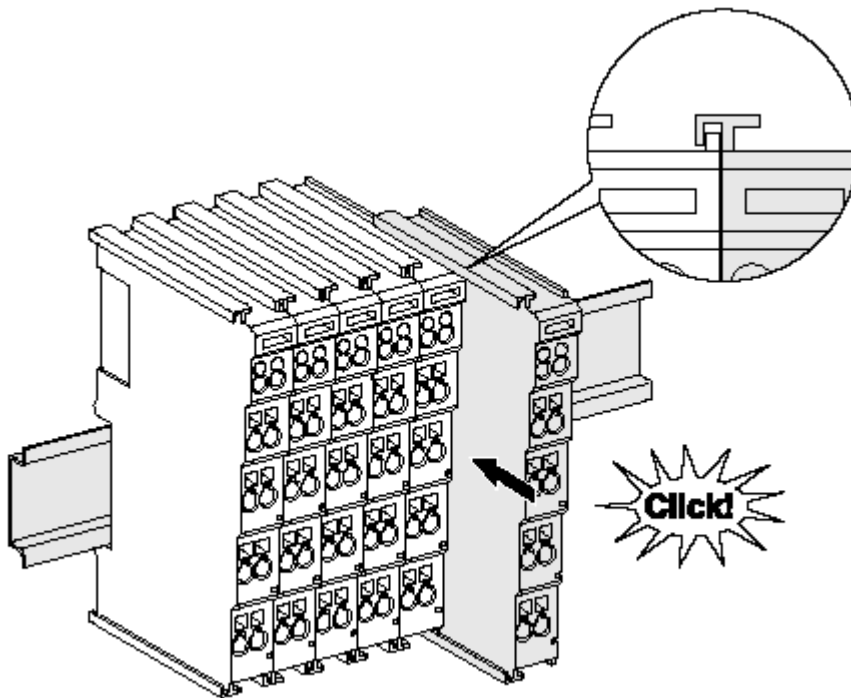


Abb. 14: Montage auf Tragschiene

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**

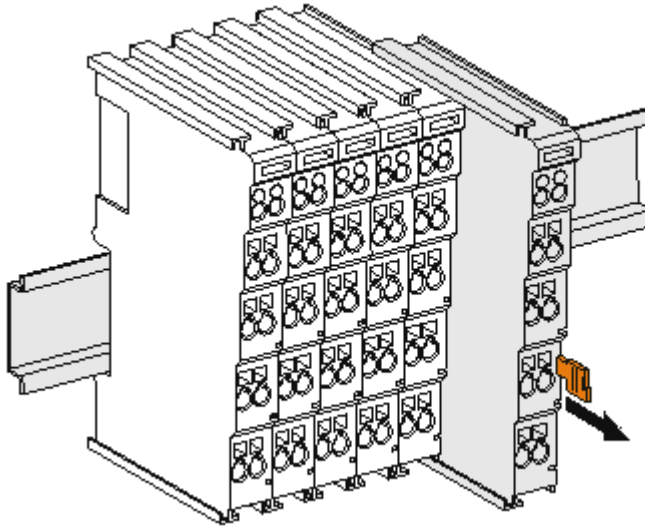


Abb. 15: Demontage von Tragschiene

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.

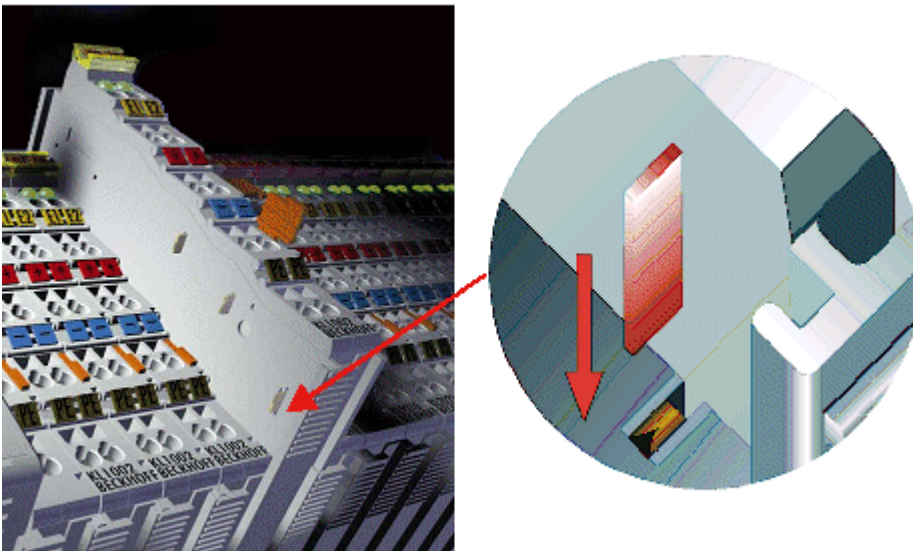


Abb. 16: Linksseitiger Powerkontakt

**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!

## 5.5 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.

## 5.6 Anschluss

### 5.6.1 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. 17: Standardverdrahtung

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

#### Steckbare Verdrahtung (ESxxxx / KSxxxx)



Abb. 18: 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 mm<sup>2</sup> bis 2,5 mm<sup>2</sup> 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. 19: High-Density-Klemmen

Die Klemmen dieser Baureihe mit 16/32 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](#) [▶ 47!](#)

---

## 5.6.2 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**

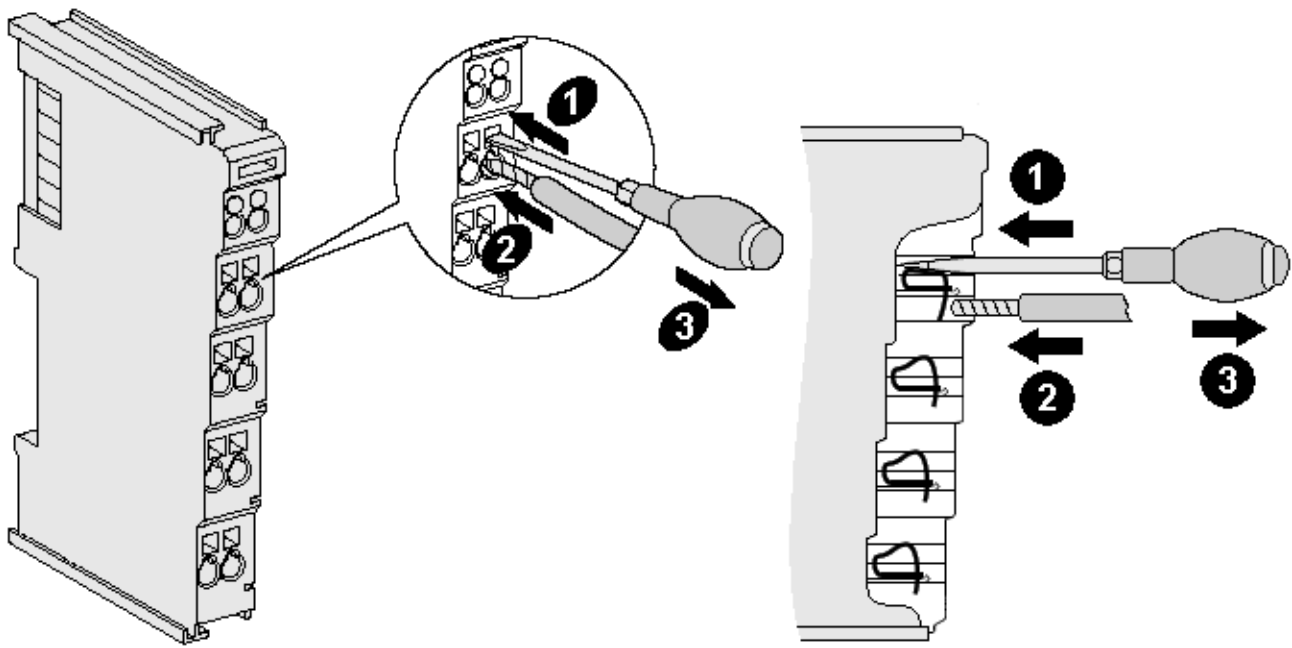


Abb. 20: Anschluss einer Leitung an eine Klemmstelle

Bis zu acht Klemmstellen ermöglichen den Anschluss von massiven oder feindrätigen 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 Schraubendreheres 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 <sup>2</sup> | 0,08 ... 2,5 mm <sup>2</sup> |
| Leitungsquerschnitt (feindrätig)                   | 0,08 ... 2,5 mm <sup>2</sup> | 0,08 ... 2,5 mm <sup>2</sup> |
| Leitungsquerschnitt (Aderleitung mit Aderendhülse) | 0,14 ... 1,5 mm <sup>2</sup> | 0,14 ... 1,5 mm <sup>2</sup> |
| Abisolierlänge                                     | 8 ... 9 mm                   | 9 ... 10 mm                  |

**High-Density-Klemmen (HD-Klemmen [▶ 45]) mit 16/32 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 <sup>2</sup>                   |
| Leitungsquerschnitt (feindrätig)                   | 0,25 ... 1,5 mm <sup>2</sup>                   |
| Leitungsquerschnitt (Aderleitung mit Aderendhülse) | 0,14 ... 0,75 mm <sup>2</sup>                  |
| Leitungsquerschnitt (ultraschallverdichtete Litze) | nur 1,5 mm <sup>2</sup> (siehe Hinweis [▶ 45]) |
| Abisolierlänge                                     | 8 ... 9 mm                                     |

**5.6.3 Schirmung**



**Schirmung**

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

**5.7 Hinweis zur Spannungsversorgung**

**⚠️ WARNUNG**

**Spannungsversorgung aus SELV- / PELV-Netzteil!**

Zur Versorgung dieses Geräts müssen SELV- / PELV-Stromkreise (Sicherheitskleinspannung, "safety extra-low voltage" / Schutzkleinspannung, „protective extra-low voltage“) nach IEC 61010-2-201 verwendet werden.

Hinweise:

- Durch SELV/PELV-Stromkreise entstehen eventuell weitere Vorgaben aus Normen wie IEC 60204-1 et al., zum Beispiel bezüglich Leitungsabstand und -isolierung.
- Eine SELV-Versorgung liefert sichere elektrische Trennung und Begrenzung der Spannung ohne Verbindung zum Schutzleiter, eine PELV-Versorgung benötigt zusätzlich eine sichere Verbindung zum Schutzleiter.





## 5.9 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.

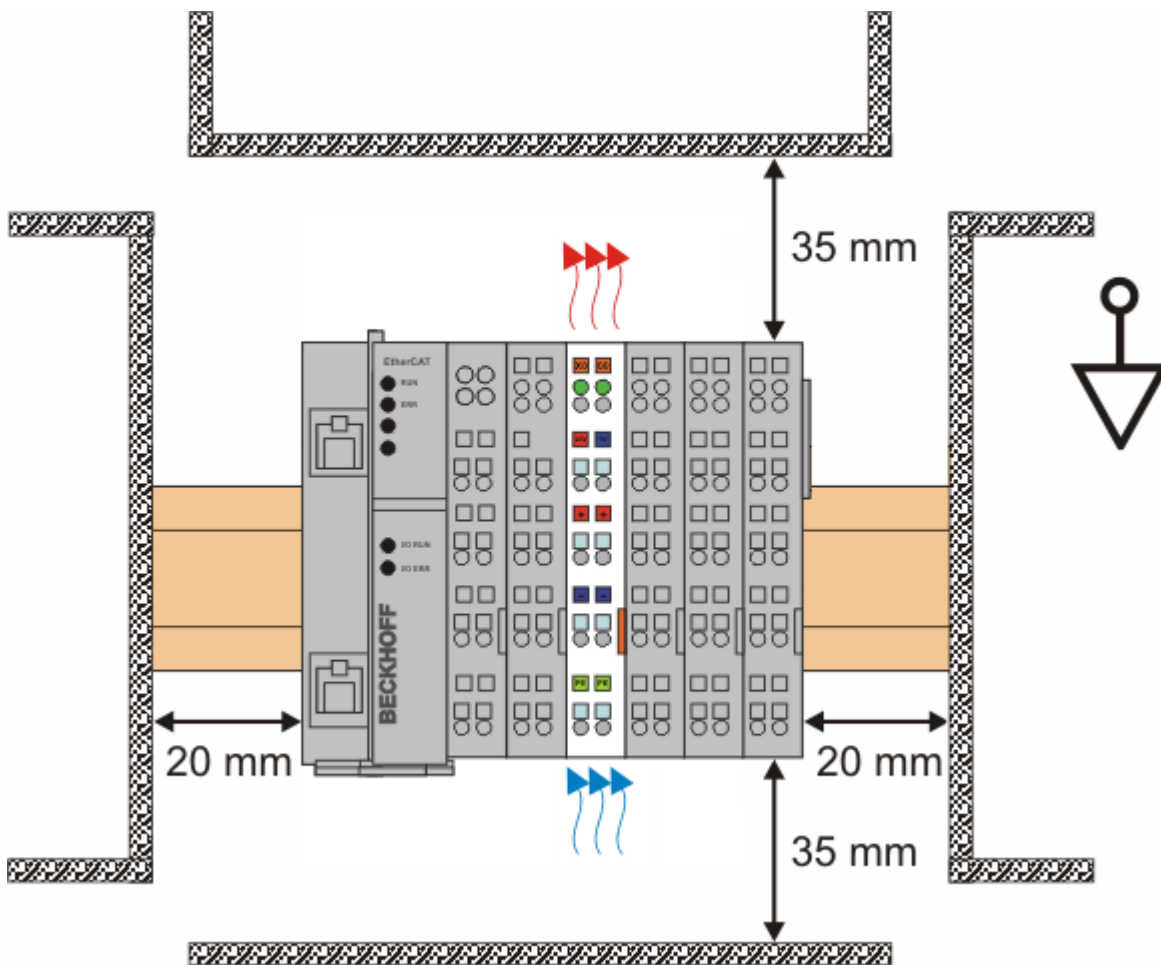


Abb. 23: Empfohlene Abstände bei Standard-Einbaulage

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.

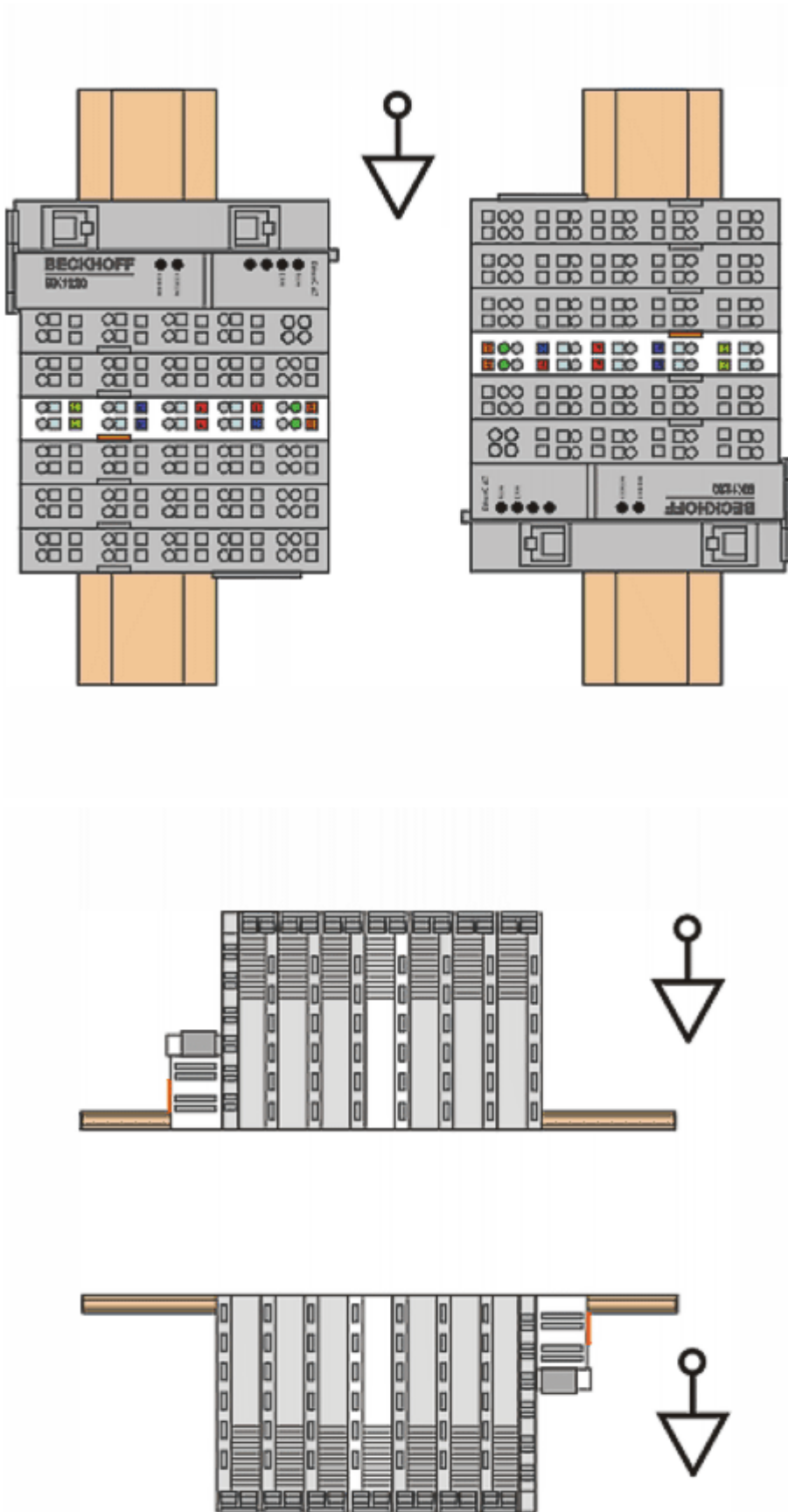


Abb. 24: Weitere Einbaulagen

### 5.10 EL5021-00x0 - Anschlussbelegung

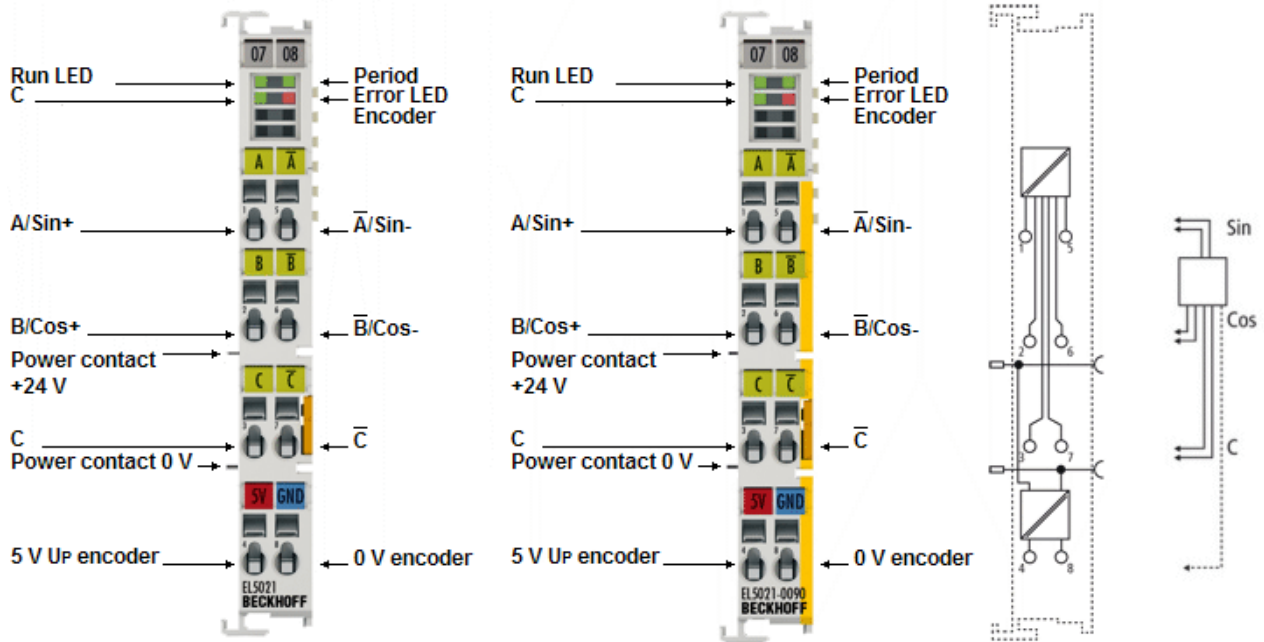


Abb. 25: EL5021, EL5021-0090

#### HINWEIS

**Geberversorgung über die Klemme**  
 Die Geberversorgungsspannung (5 V) kann über die Klemmstellen 4 (5 V) und 8 (0 V) abgegriffen werden.

| Klemmstelle    |     | Bedeutung                      |
|----------------|-----|--------------------------------|
| Bezeichnung    | Nr. |                                |
| A/Sin+         | 1   | Eingang Geber, Spur A          |
| B/Cos+         | 2   | Eingang Geber, Spur B          |
| C              | 3   | Eingang Geber, Spur C          |
| 5 V Up encoder | 4   | Ausgang 5 V / 500 mA für Geber |
| A/Sin-         | 5   | Eingang Geber, Spur A          |
| B/Cos-         | 6   | Eingang Geber, Spur B          |
| C              | 7   | Eingang Geber, Spur C          |
| 0 V encoder    | 8   | Ausgang für Geber, GND         |

Die differentiellen Eingänge A/A, B/B und C/C sind intern mit einem 120 Ohm Abschlusswiderstand versehen.

Die differentiellen Signale werden jeweils mit als 1 Vss Pegel bei 2,5 V Mittelspannung bezogen auf die Geberversorgungsspannung erwartet (s. Kapitel „Prinzip der Sinus/Cosinus Messung | 127|“).

**i Schirmung**

Verfügt der Sensor über ein geschirmtes Kabel, ist der Schirm an einen externen Erdungspunkt anzuschließen. Die EL5021 verfügt über keinen Schirmanbindungspunkt.

## 5.11 EL5021-00x0 - Diagnose LEDs

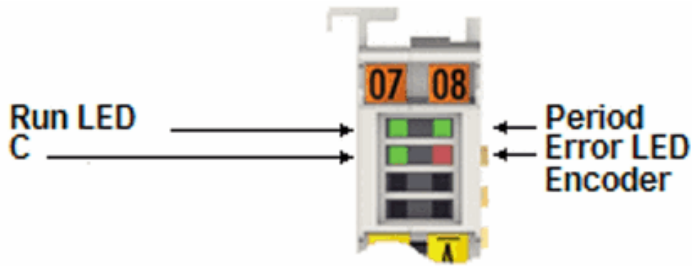


Abb. 26: EL5021-00x0 Diagnose LEDs

| LED       | Farbe   | Bedeutung  |  |
|-----------|---|--|--|
| Period    | grün  | Zustandsänderung der Period-LED bei jeder gezählten Periode. |  |
| C         | grün  | Zustand des Eingangs C                                       |  |
| Error     | rot   | Fehleranzeige, gleichbedeutend mit PDO Error                 |  |
| RUN       | grün  | Diese LED gibt den Betriebszustand der Klemme wieder:        |  |
|           |   | aus  | Zustand der EtherCAT State Machine: [▶ 109] <b>INIT</b> = Initialisierung der Klemme   |
|           |   | blinkend   | Zustand der EtherCAT State Machine: <b>PREOP</b> = Funktion für Mailbox-Kommunikation und abweichende Standard-Einstellungen gesetzt                                 |
|           |   | Einzelblitz  | Zustand der EtherCAT State Machine: <b>SAFEOP</b> = Überprüfung der Kanäle des Sync-Managers [▶ 111] und der Distributed Clocks. usgänge bleiben im sicheren Zustand |
|           |   | an   | Zustand der EtherCAT State Machine: <b>OP</b> = normaler Betriebszustand; Mailbox- und Prozessdatenkommunikation ist möglich   |
| flackernd | Zustand der EtherCAT State Machine: <b>BOOTSTRAP</b> = Funktion für Firmware-Updates [▶ 164] der Klemme |  |  |

## 5.12 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.

## 6 Inbetriebnahme

### 6.1 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:

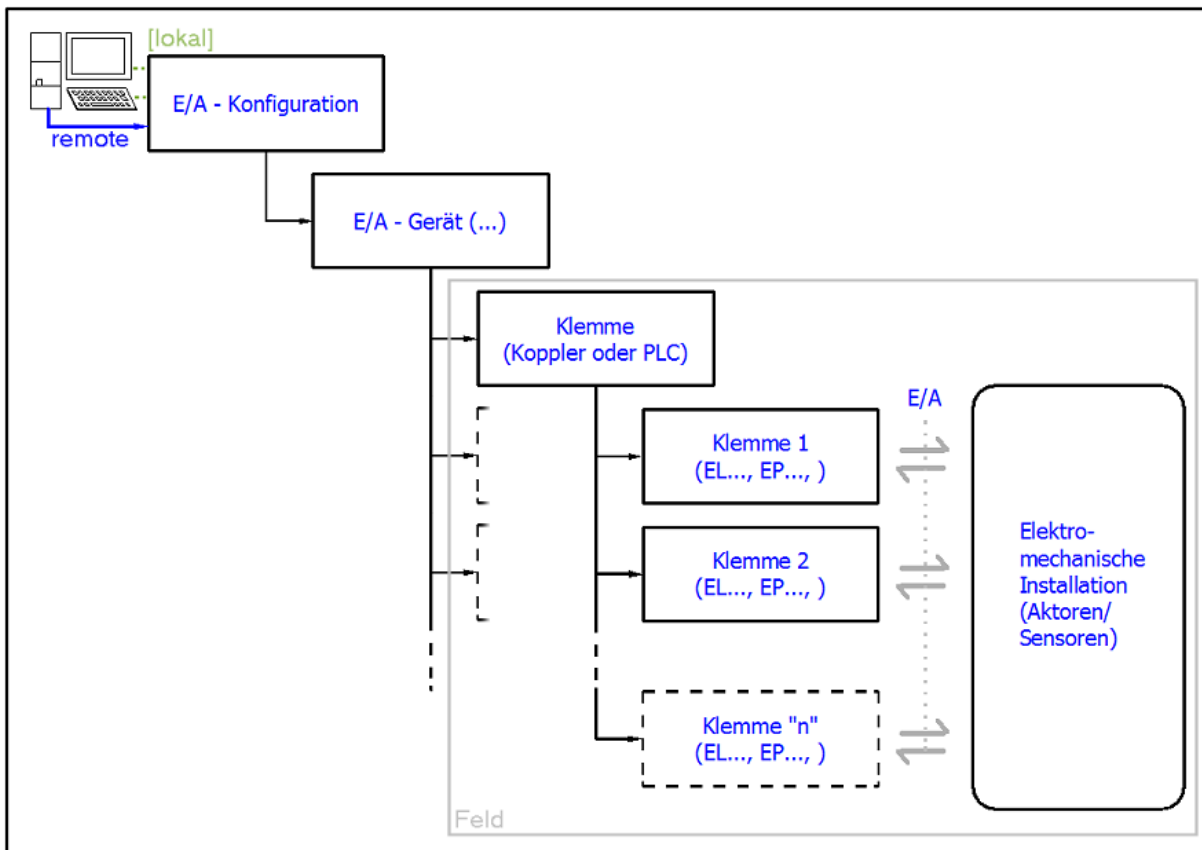


Abb. 27: Bezug von der Anwender Seite (Inbetriebnahme) zur Installation

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

### Beispielkonfiguration (realer Aufbau)

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

- Steuerungssystem (PLC) **CX2040** inkl. Netzteil **CX2100-0004**
- Rechtsseitig angebunden am CX2040 (E-Bus):  
**EL1004** (4-Kanal-Digital-Eingangsklemme 24 V<sub>DC</sub>)
- 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<sub>DC</sub>; 0,5 A)
- (Optional über X000: ein Link zu einen externen PC für die Benutzeroberfläche)

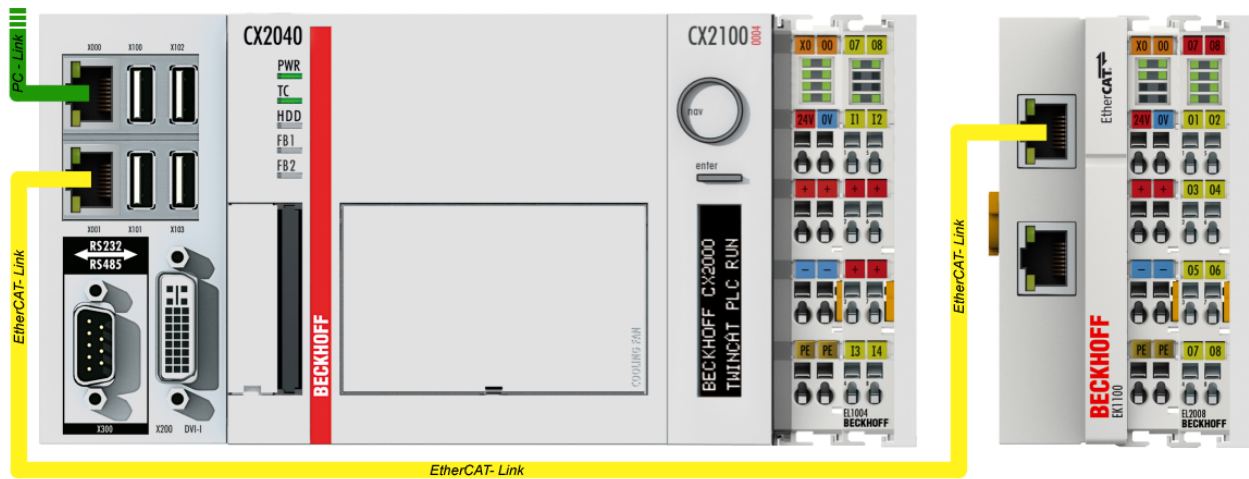


Abb. 28: Aufbau der Steuerung mit Embedded-PC, Eingabe (EL1004) und Ausgabe (EL2008)

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.

## 6.1.1 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:

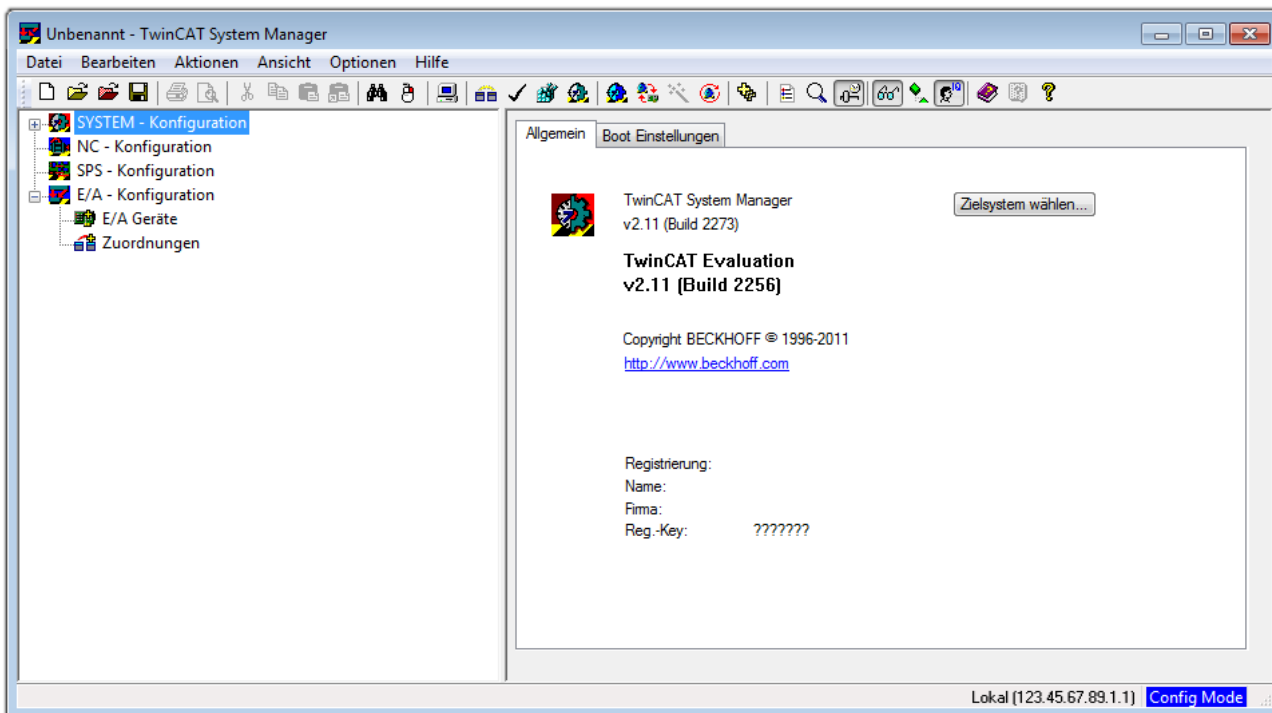



Abb. 29: Initiale Benutzeroberfläche TwinCAT 2

Es besteht generell die Möglichkeit das TwinCAT „lokal“ oder per „remote“ zu verwenden. Ist das TwinCAT System inkl. Benutzeroberfläche (Standard) auf dem betreffenden PLC installiert, kann TwinCAT „lokal“ eingesetzt werden und mit Schritt „Geräte einfügen [► 58]“ fortgesetzt werden.

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

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



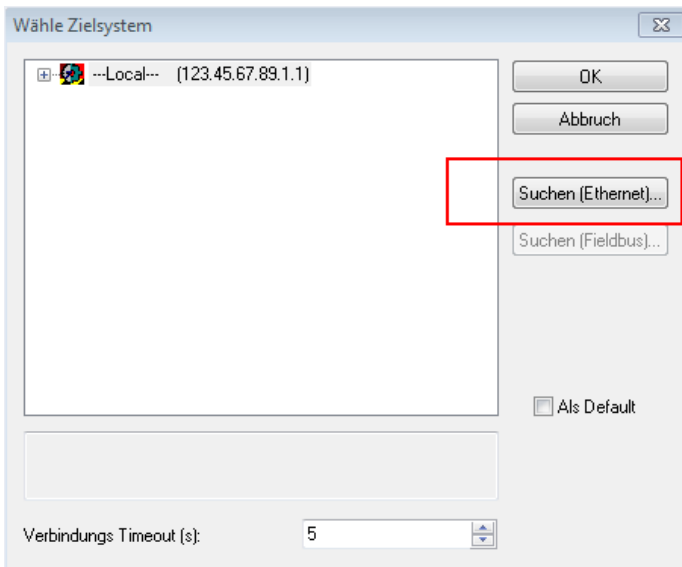


Abb. 30: Wähle Zielsystem

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

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

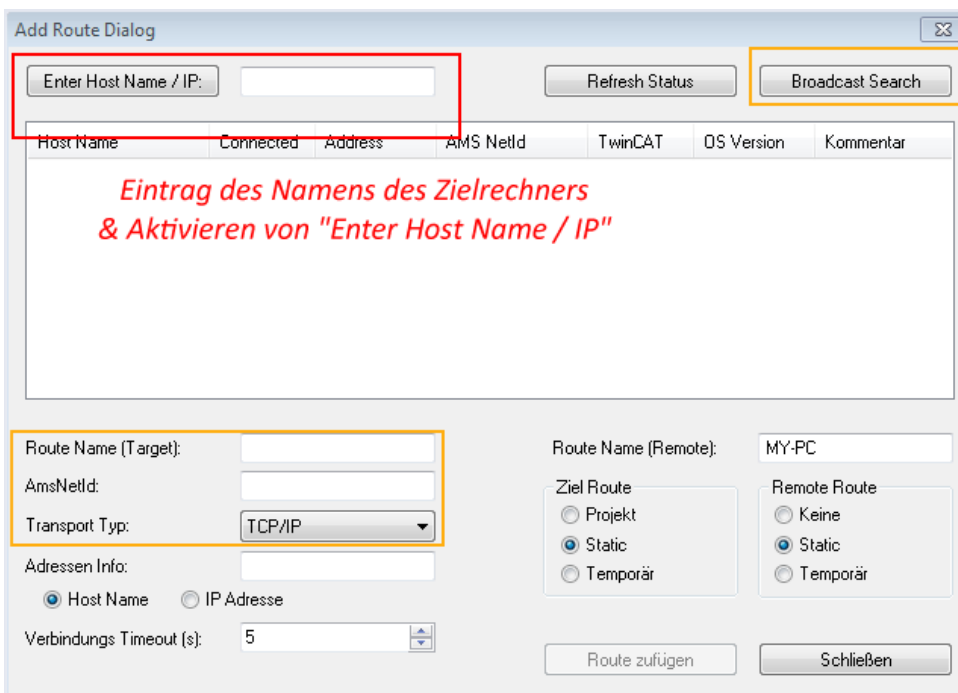
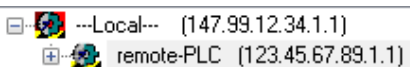


Abb. 31: PLC für den Zugriff des TwinCAT System Managers festlegen: Auswahl des Zielsystems

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



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

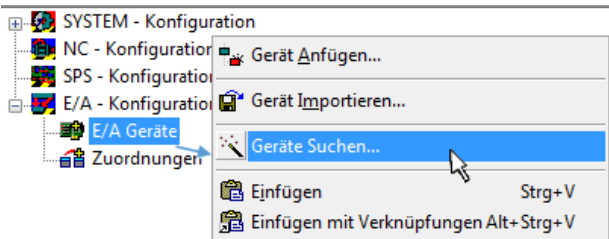


Abb. 32: Auswahl „Gerät Suchen...“

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

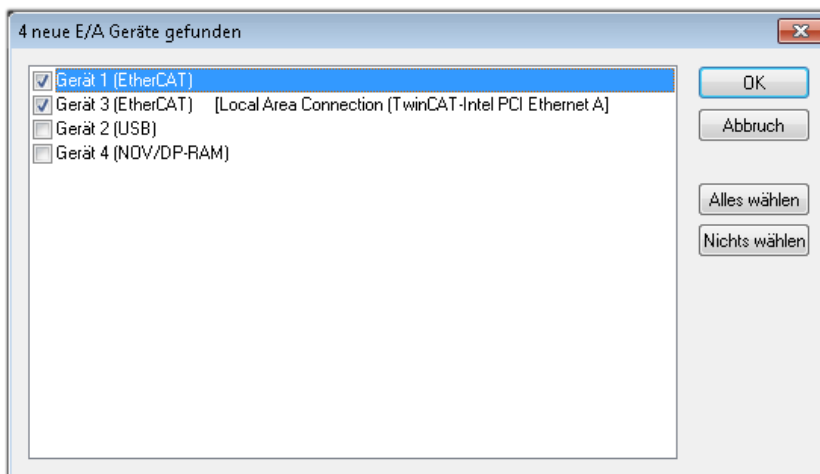


Abb. 33: Automatische Erkennung von E/A-Geräten: Auswahl der einzubindenden Geräte

Ebenfalls ist anschließend die Meldung „nach neuen Boxen suchen“ zu bestätigen, um die an den Geräten 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](#) [► 54] sieht das Ergebnis wie folgt aus:

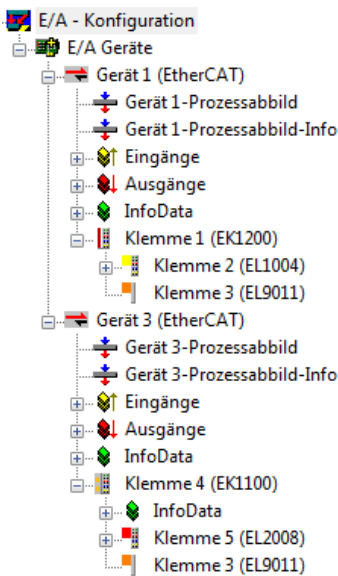


Abb. 34: Abbildung der Konfiguration im TwinCAT 2 System Manager

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 Box-Module, Klemmen o. ä.). So kann auch durch Markierung von „Gerät ...“ aus dem Kontextmenü eine „Suche“ Funktion (Scan) ausgeführt werden, die hierbei dann lediglich die darunter liegenden (im Aufbau vorliegenden) Elemente einliest:

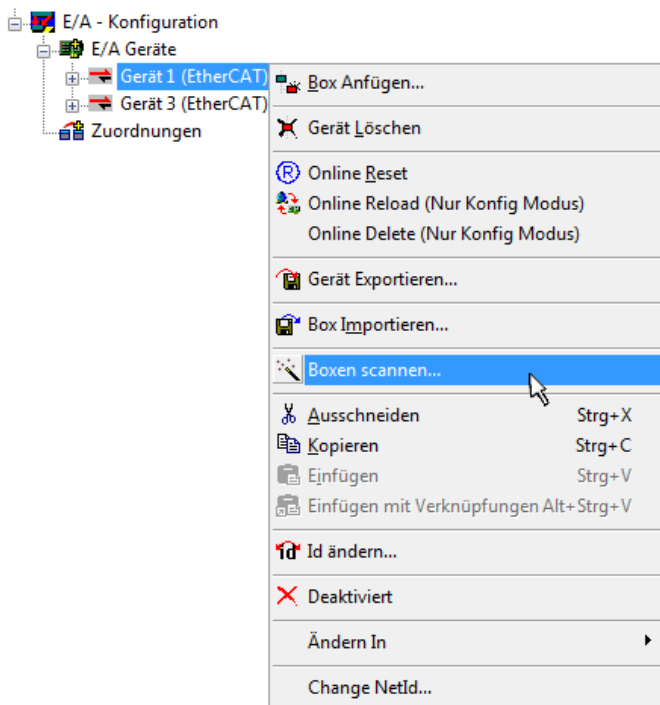


Abb. 35: Einlesen von einzelnen an einem Gerät befindlichen Klemmen

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

### PLC programmieren und integrieren

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

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

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

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

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

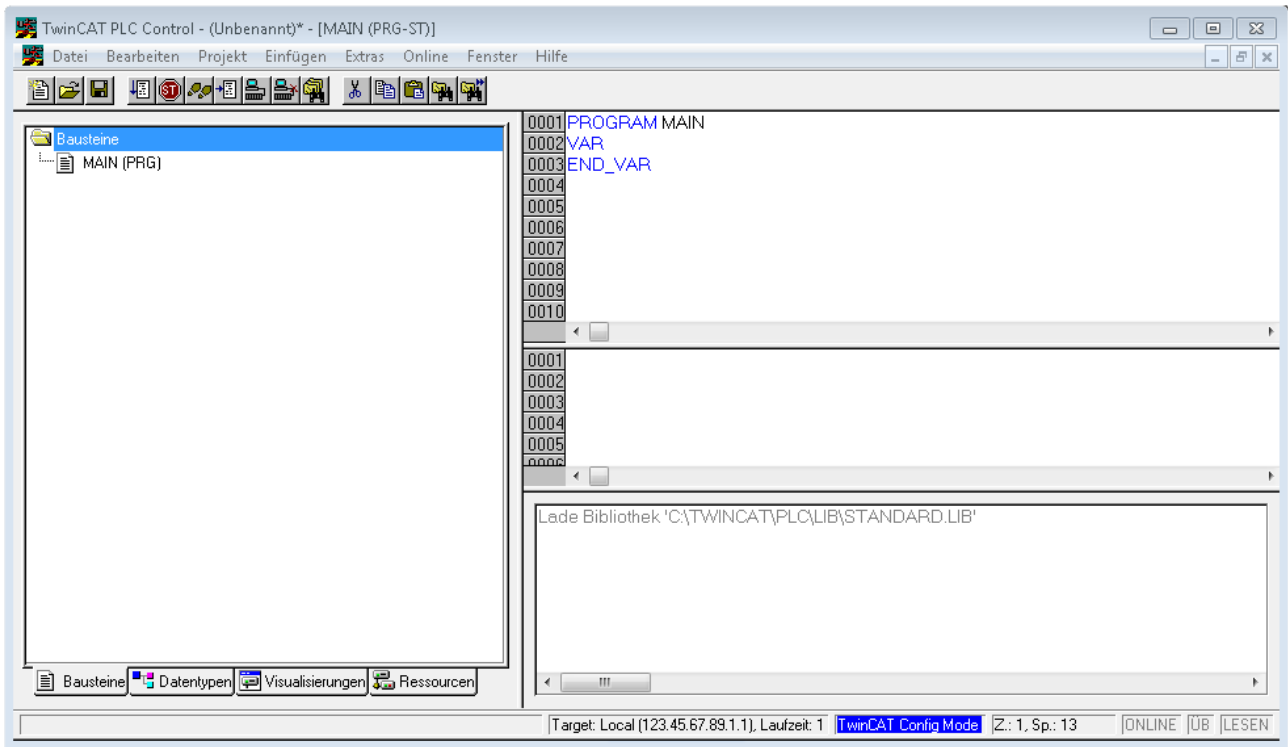


Abb. 36: TwinCAT PLC Control nach dem Start

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

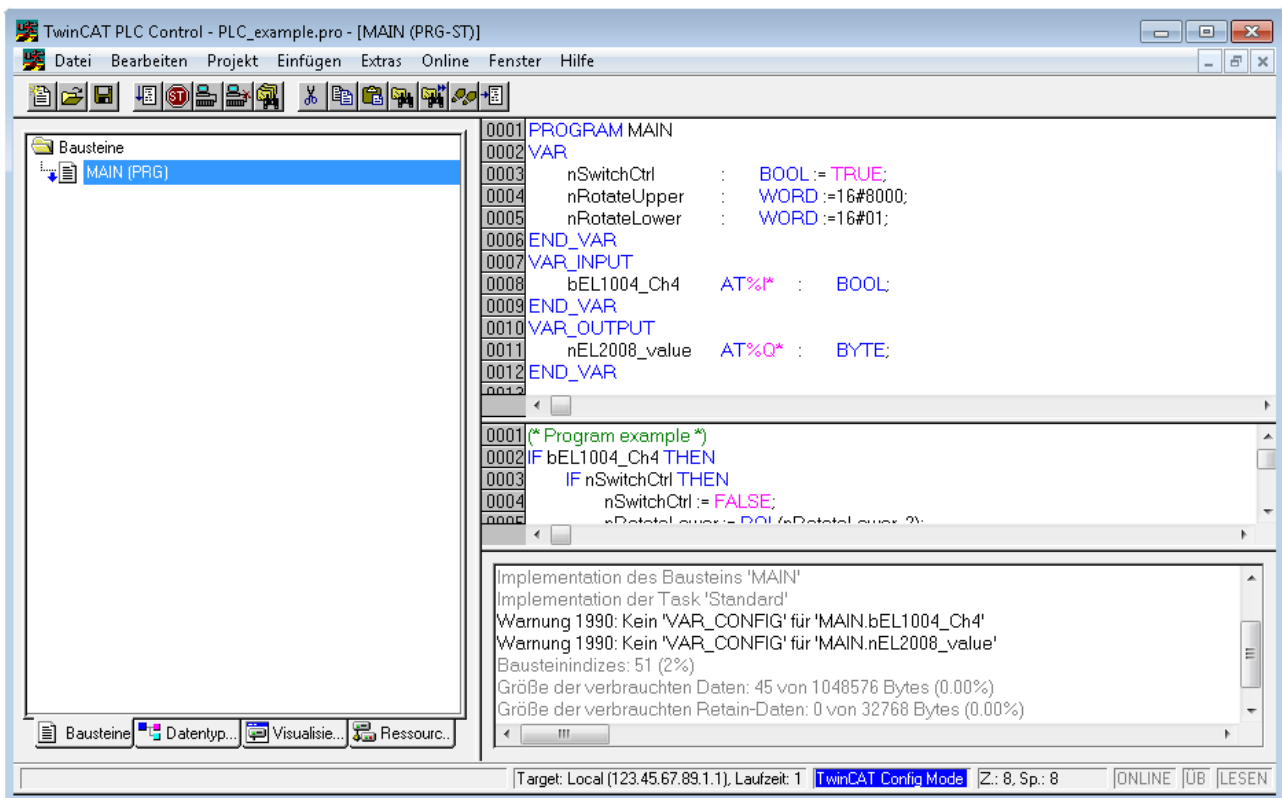


Abb. 37: Beispielprogramm mit Variablen nach einem Kompilervorgang (ohne Variablenanbindung)

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...“:

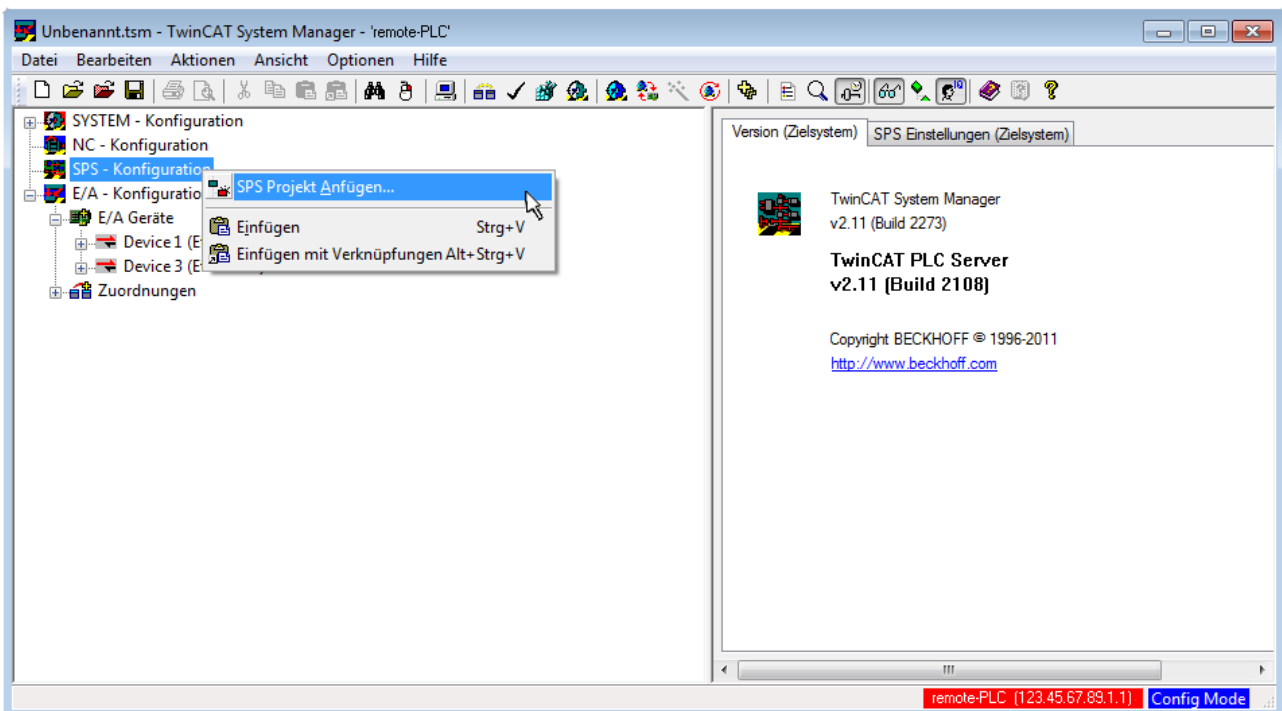


Abb. 38: Hinzufügen des Projektes des TwinCAT PLC Control

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

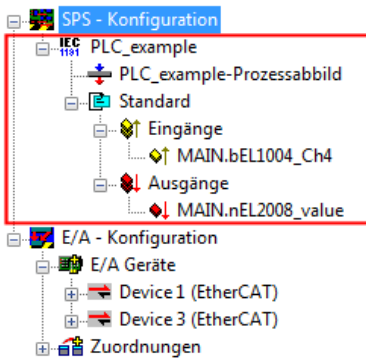


Abb. 39: Eingebundenes PLC-Projekt in der SPS-Konfiguration des System Managers

Die beiden Variablen „bEL1004\_Ch4“ sowie „nEL2008\_value“ können nun bestimmten Prozessobjekten der E/A-Konfiguration zugeordnet werden.

### Variablen Zuordnen

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

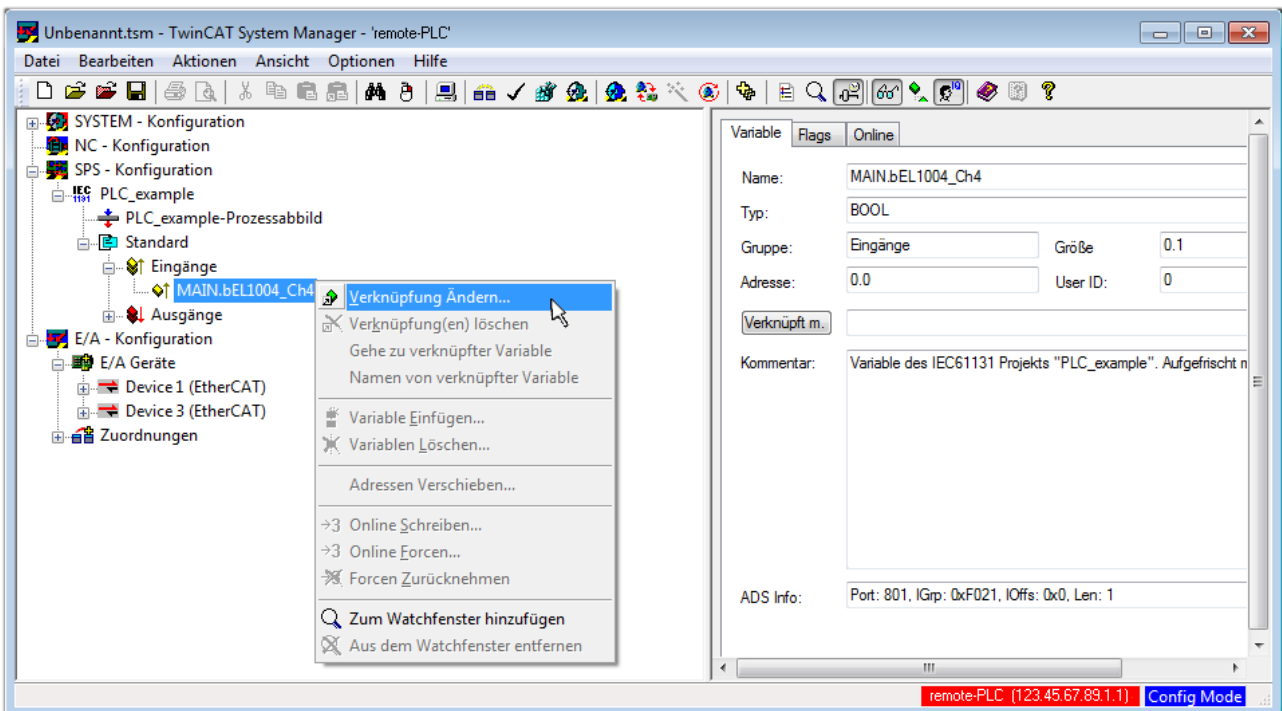


Abb. 40: Erstellen der Verknüpfungen PLC-Variablen zu Prozessobjekten

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

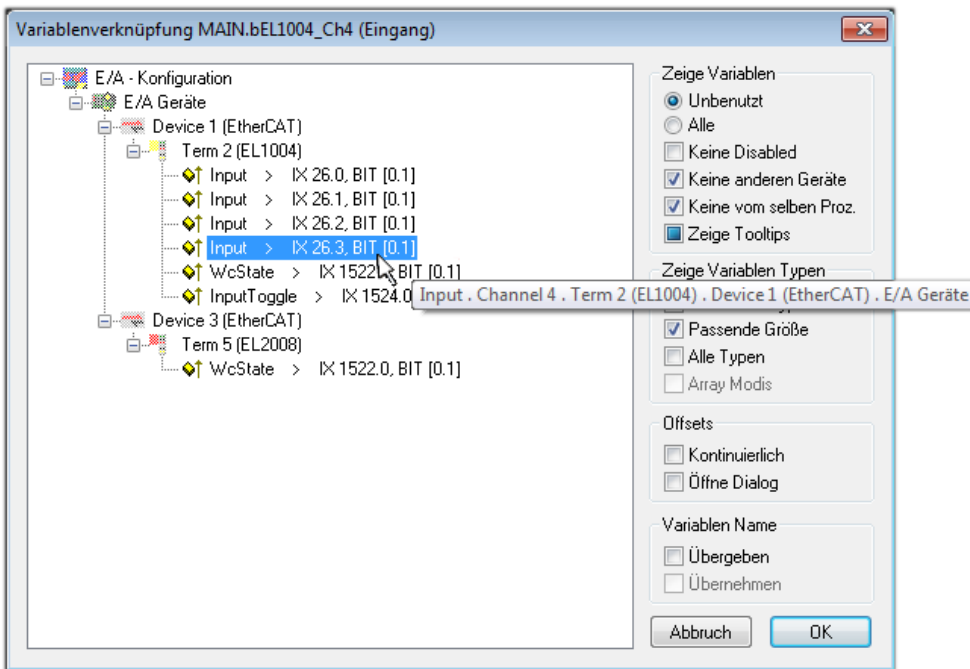


Abb. 41: Auswahl des PDO vom Typ BOOL

Entsprechend der 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:

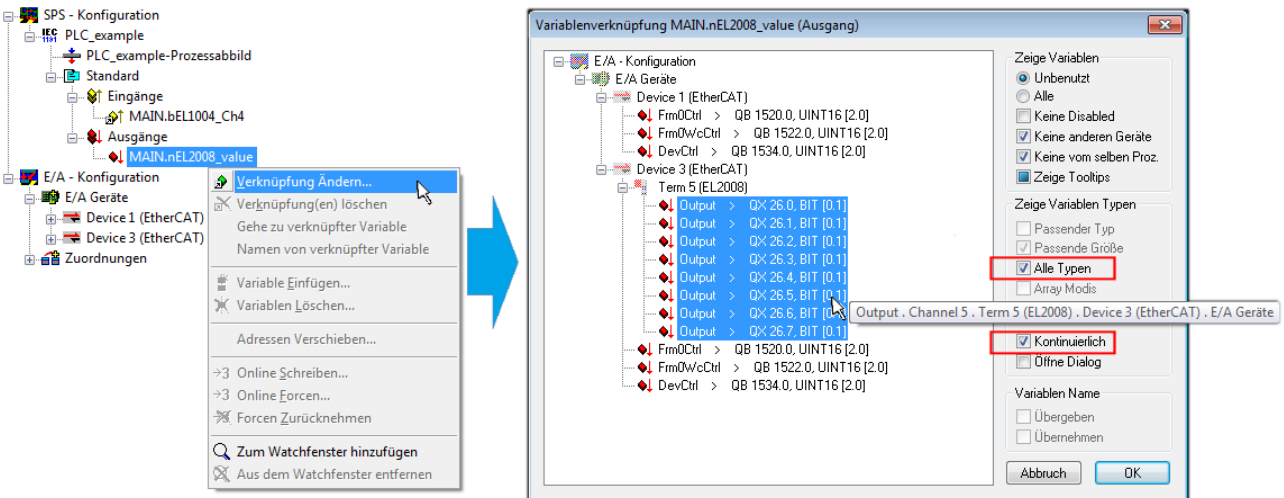



Abb. 42: Auswahl von mehreren PDO gleichzeitig: Aktivierung von „Kontinuierlich“ und „Alle Typen“

Zu sehen ist, dass überdies die Checkbox „Kontinuierlich“ aktiviert wurde. Dies ist dafür vorgesehen, dass die in dem Byte der Variablen „nEL2008\_value“ enthaltenen Bits allen acht ausgewählten Ausgangsbits der Klemme EL2008 der Reihenfolge nach zugeordnet werden sollen. Damit ist es möglich, alle acht Ausgänge der Klemme mit einem Byte entsprechend Bit 0 für Kanal 1 bis Bit 7 für Kanal 8 von der PLC im Programm später anzusprechen. Ein spezielles Symbol (  ) an dem gelben bzw. roten Objekt der Variablen zeigt an, dass hierfür eine Verknüpfung existiert. Die Verknüpfungen können z. B. auch überprüft werden, indem „Goto Link Variable“ aus dem Kontextmenü einer Variable ausgewählt wird. Dann wird automatisch das gegenüberliegende verknüpfte Objekt, in diesem Fall das PDO selektiert:

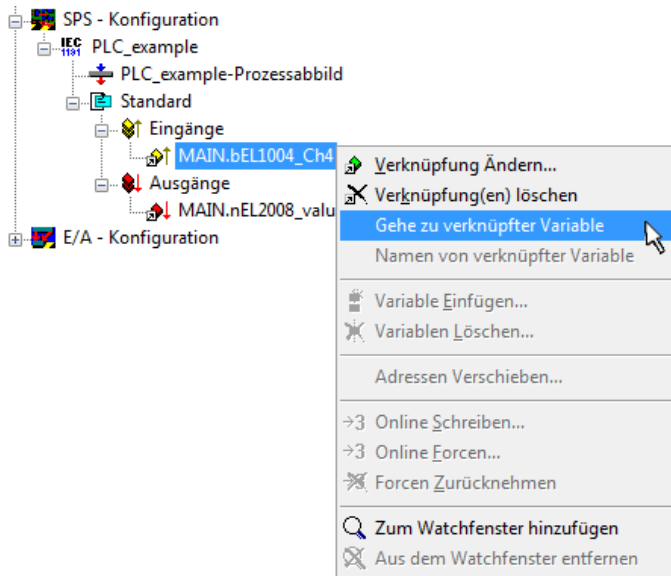

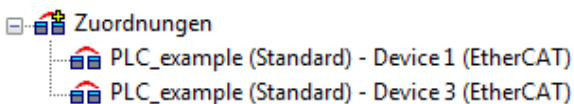


Abb. 43: Anwendung von „Goto Link Variable“ am Beispiel von „MAIN.bEL1004\_Ch4“

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


Dies lässt sich entsprechend in der Konfiguration einsehen:




Der Vorgang zur Erstellung von Verknüpfungen kann auch in umgekehrter Richtung, d. h. von einzelnen PDO ausgehend zu einer Variablen erfolgen. In diesem Beispiel wäre dann allerdings eine komplette Auswahl aller Ausgangsbits der EL2008 nicht möglich, da die Klemme nur einzelne digitale Ausgänge zur Verfügung stellt. Hat eine Klemme 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:



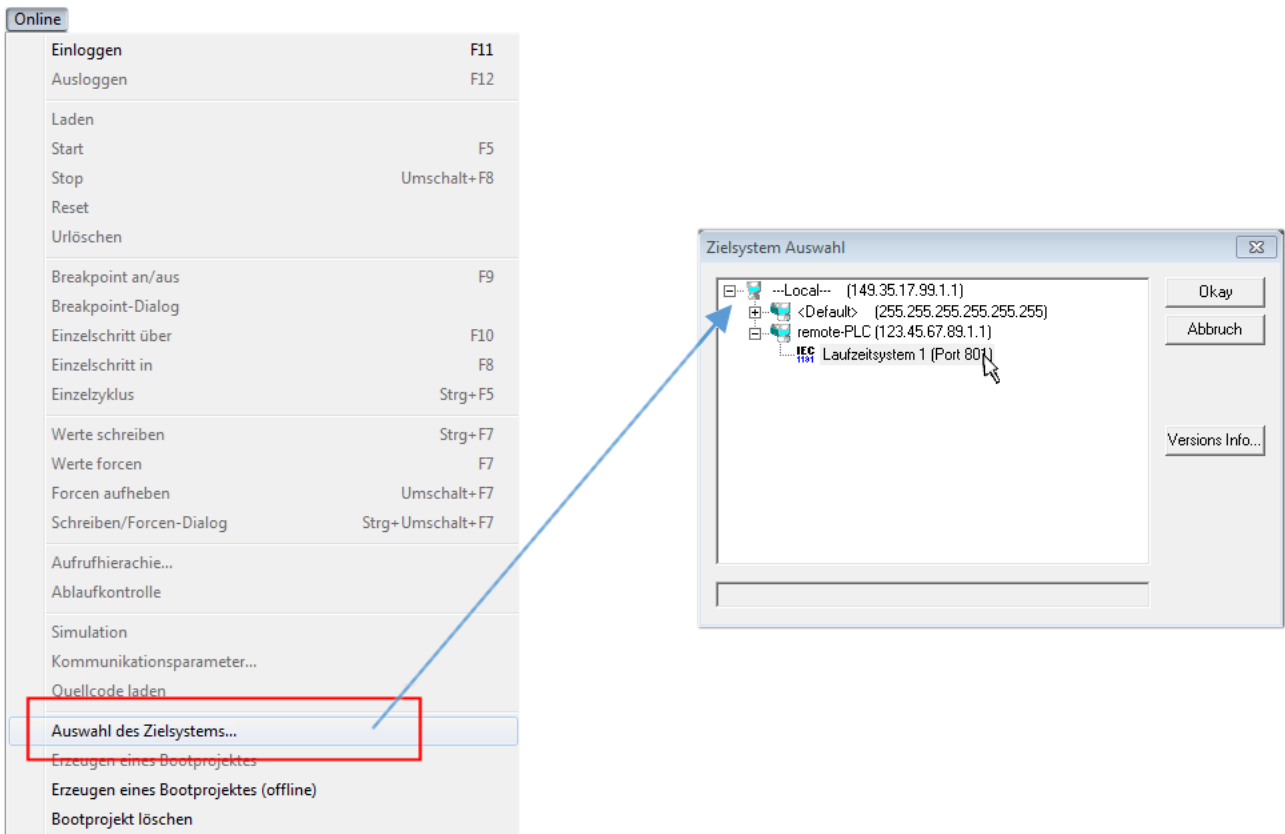



Abb. 44: Auswahl des Zielsystems (remote)

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

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

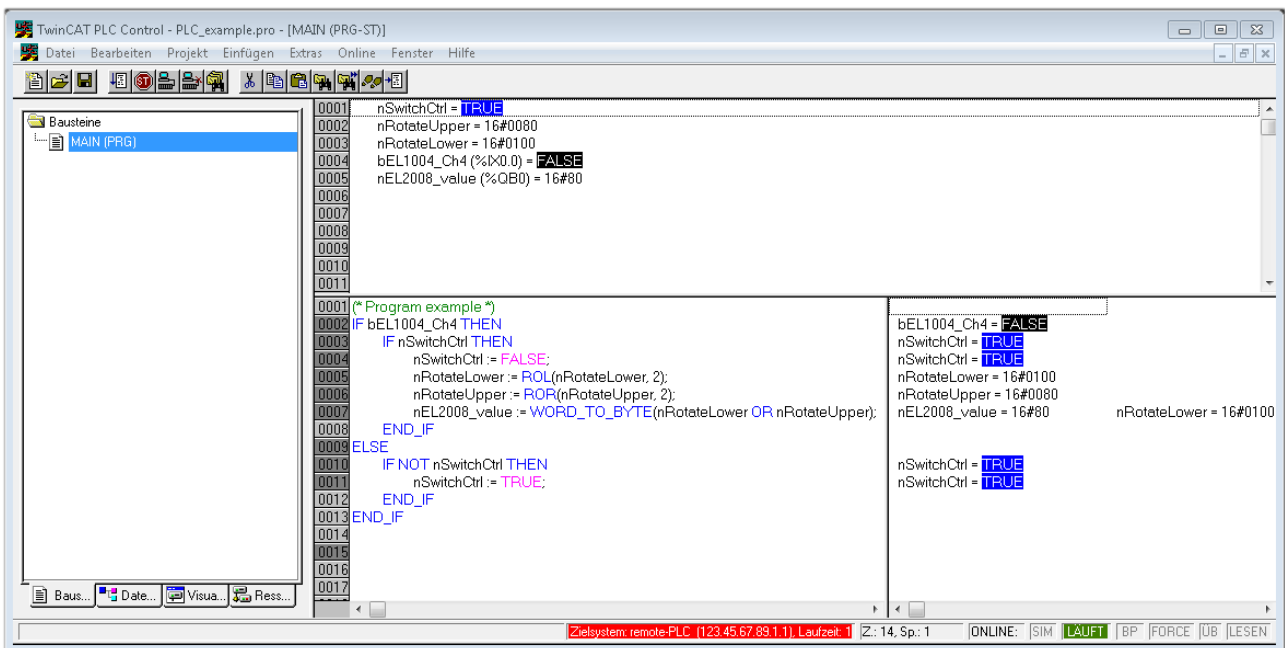


Abb. 45: PLC Control Logged-in, bereit zum Programmstart

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

## 6.1.2 TwinCAT 3

### Startup

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

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

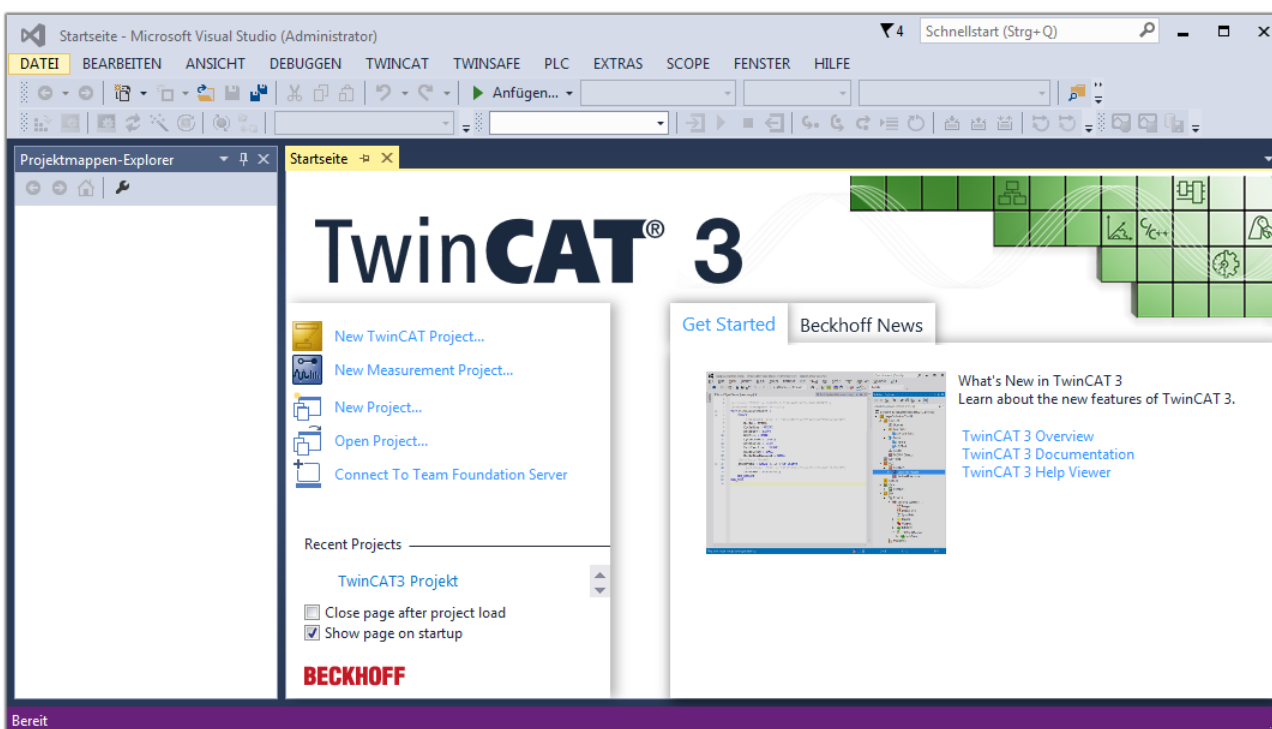



Abb. 46: Initiale Benutzeroberfläche TwinCAT 3

Zunächst ist die Erstellung eines 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):

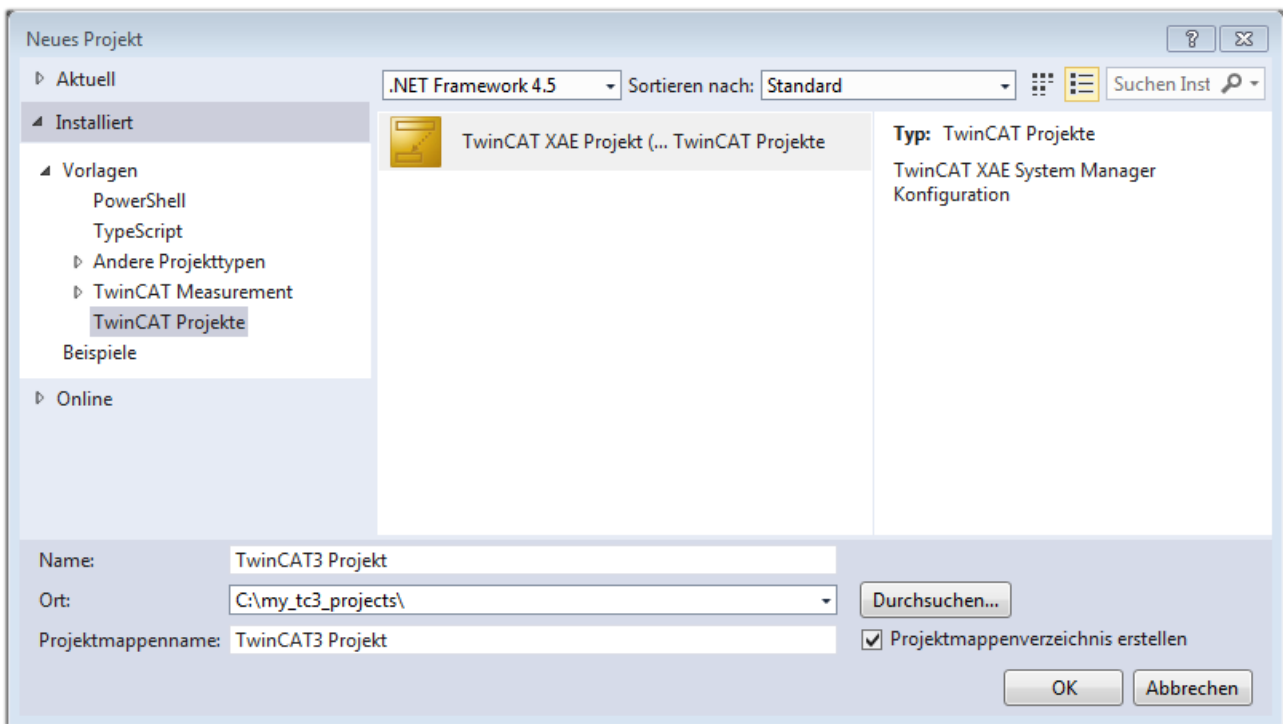


Abb. 47: Neues TwinCAT 3 Projekt erstellen

Im Projektmappen-Explorer liegt sodann das neue Projekt vor:

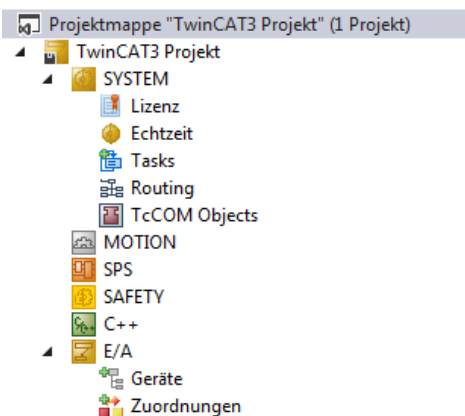
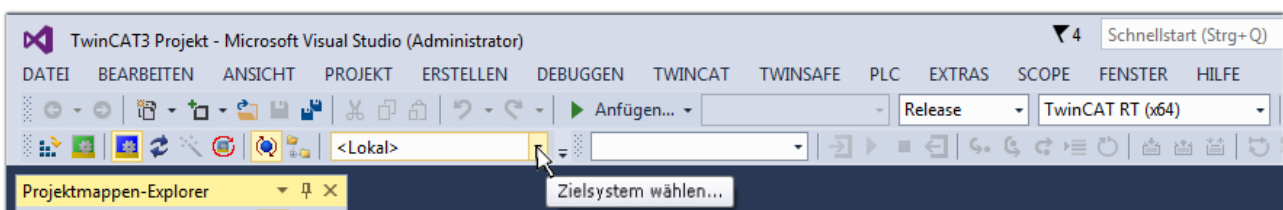


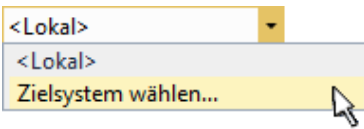
Abb. 48: Neues TwinCAT 3 Projekt im Projektmappen-Explorer

Es besteht generell die Möglichkeit das TwinCAT „lokal“ oder per „remote“ zu verwenden. Ist das TwinCAT System inkl. Benutzeroberfläche (Standard) auf dem betreffenden PLC (lokal) installiert, kann TwinCAT „lokal“ eingesetzt werden und mit Schritt „Geräte einfügen |> 69|“ fortgesetzt werden.

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



wird das pull-down Menü aufgeklappt:



und folgendes Fenster hierzu geöffnet:

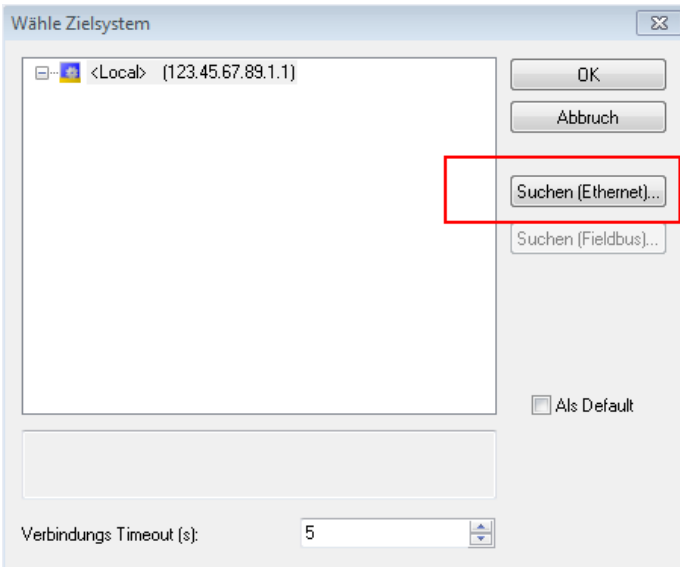


Abb. 49: Auswahldialog: Wähle Zielsystem

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

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

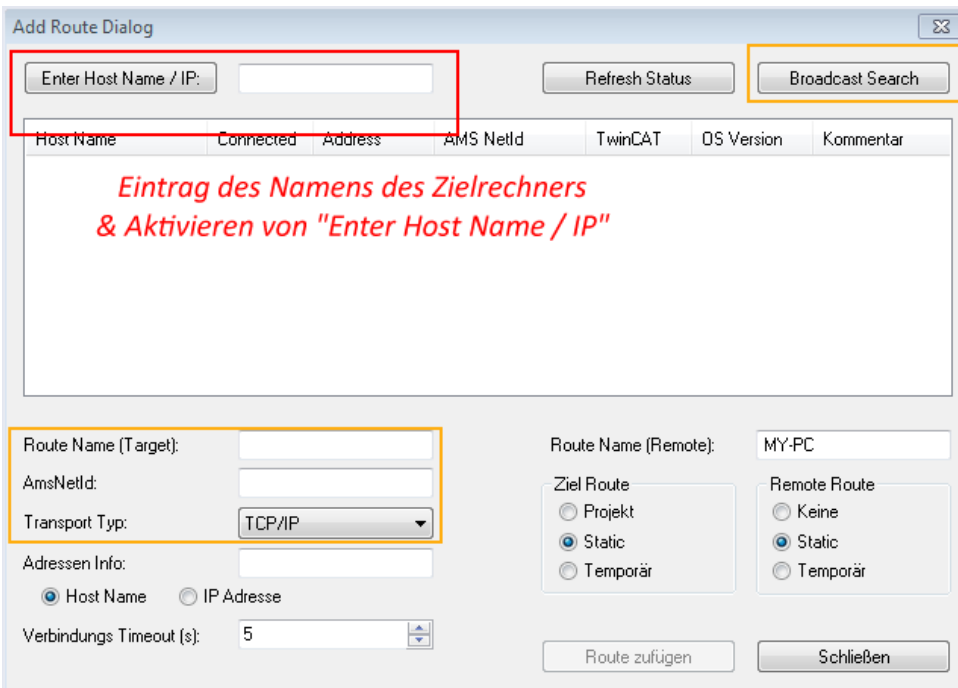
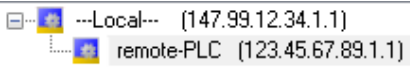


Abb. 50: PLC für den Zugriff des TwinCAT System Managers festlegen: Auswahl des Zielsystems

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



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

### Geräte einfügen

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

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

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

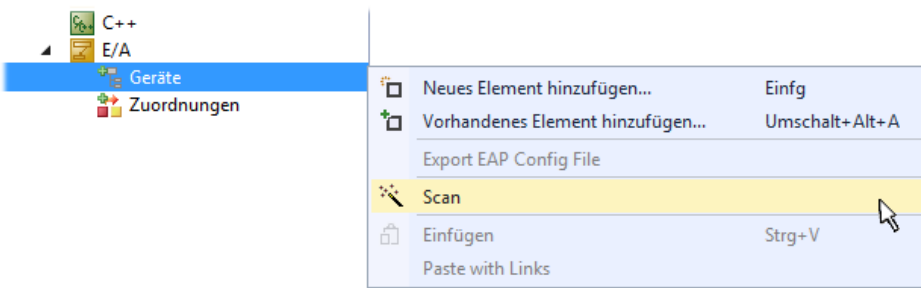


Abb. 51: Auswahl „Scan“

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

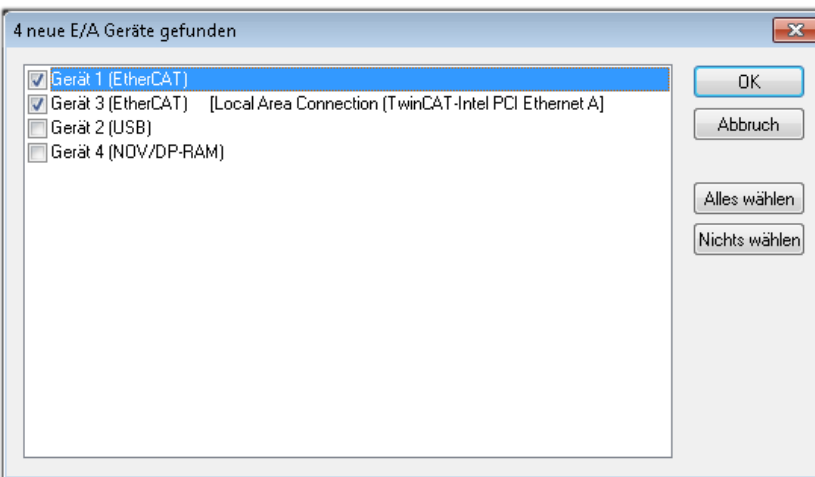


Abb. 52: Automatische Erkennung von E/A-Geräten: Auswahl der einzubindenden Geräte

Ebenfalls ist anschließend die Meldung „nach neuen Boxen suchen“ zu bestätigen, um die an den Geräten 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](#) [► 54] sieht das Ergebnis wie folgt aus:

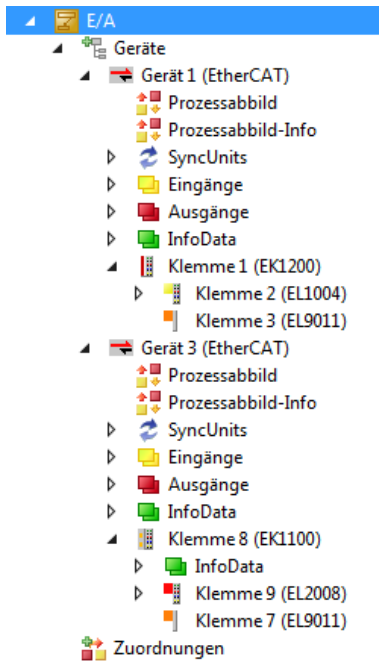


Abb. 53: Abbildung der Konfiguration in VS Shell der TwinCAT 3 Umgebung

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

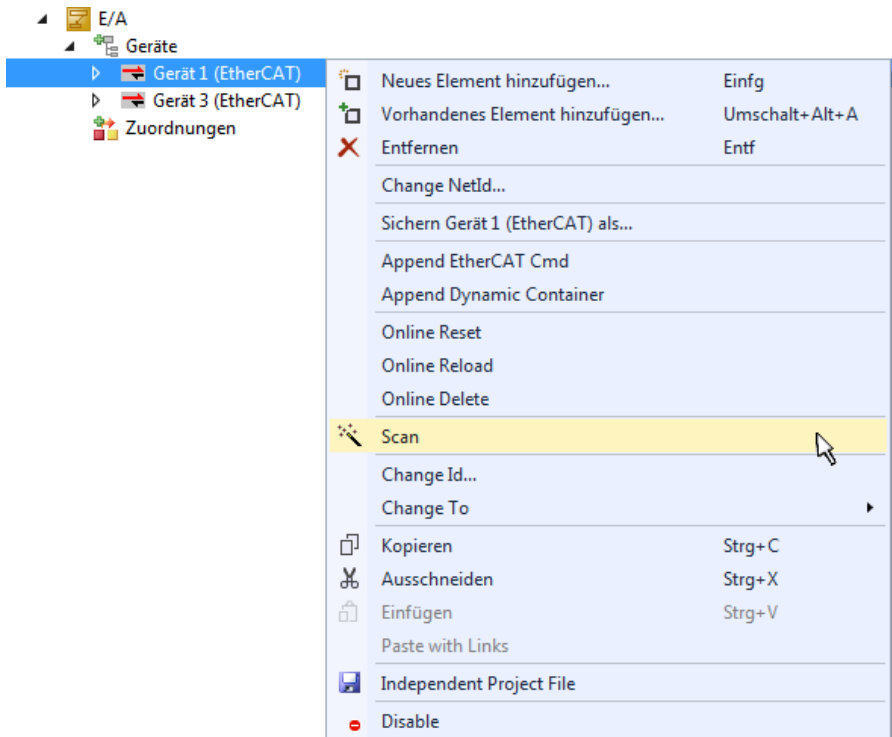


Abb. 54: Einlesen von einzelnen an einem Gerät befindlichen Klemmen

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

**PLC programmieren**

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

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

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

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

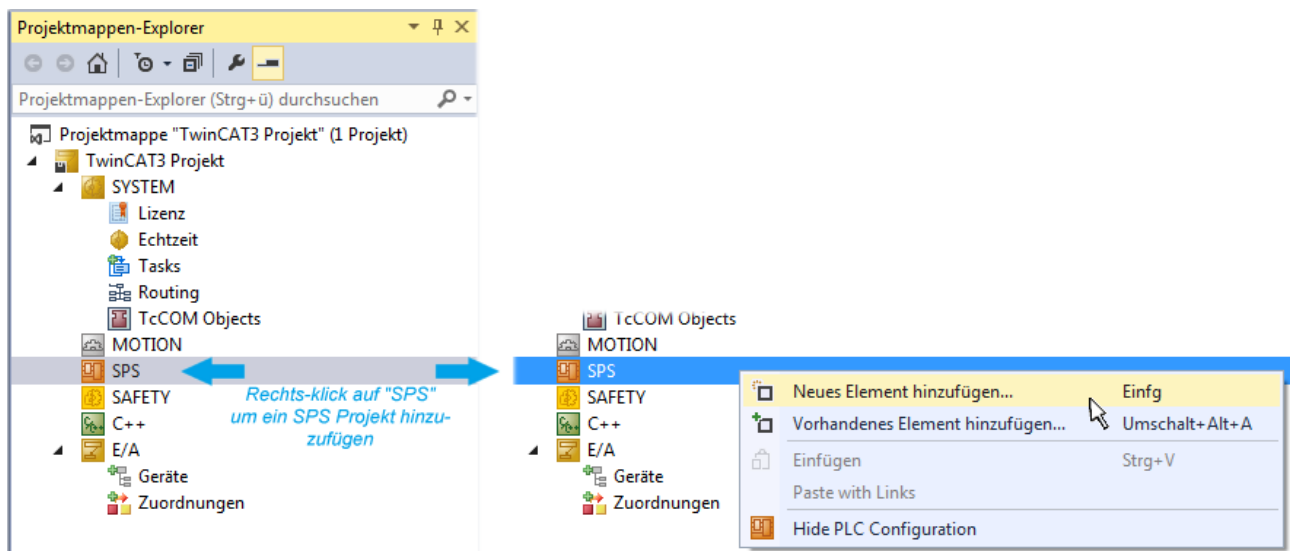


Abb. 55: Einfügen der Programmierumgebung in „SPS“

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

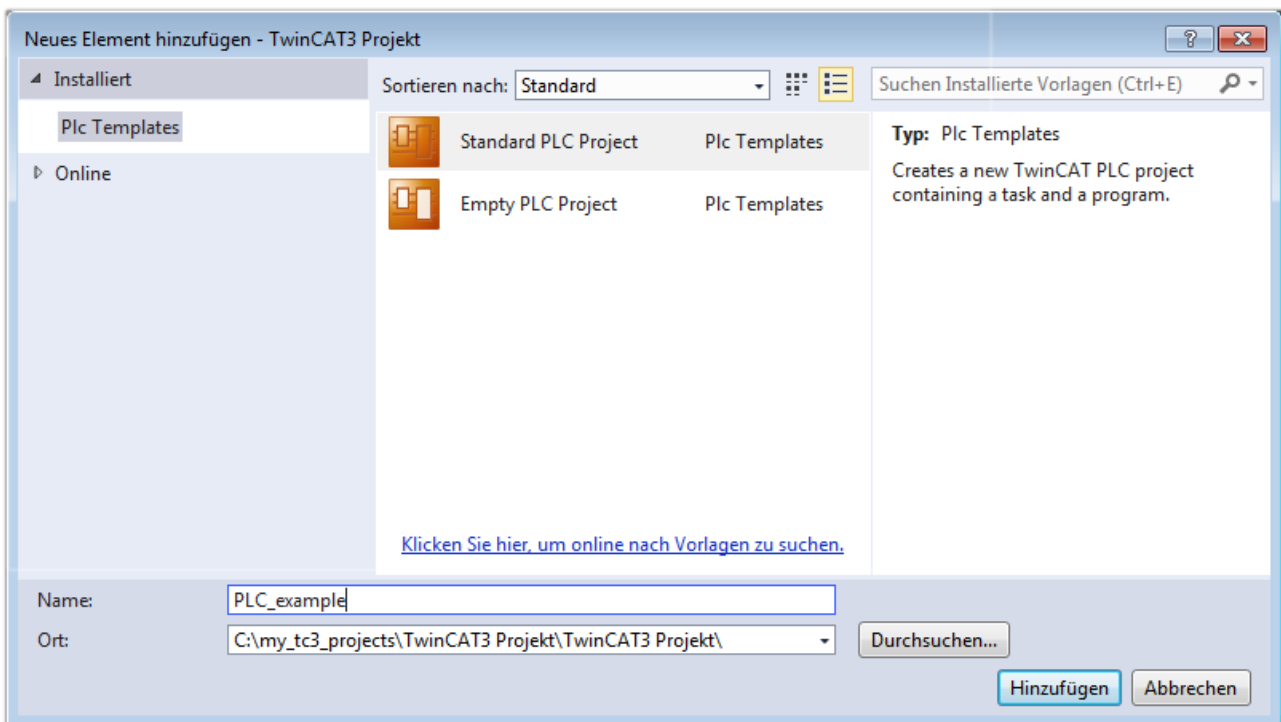


Abb. 56: Festlegen des Namens bzw. Verzeichnisses für die PLC Programmierungsumgebung

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

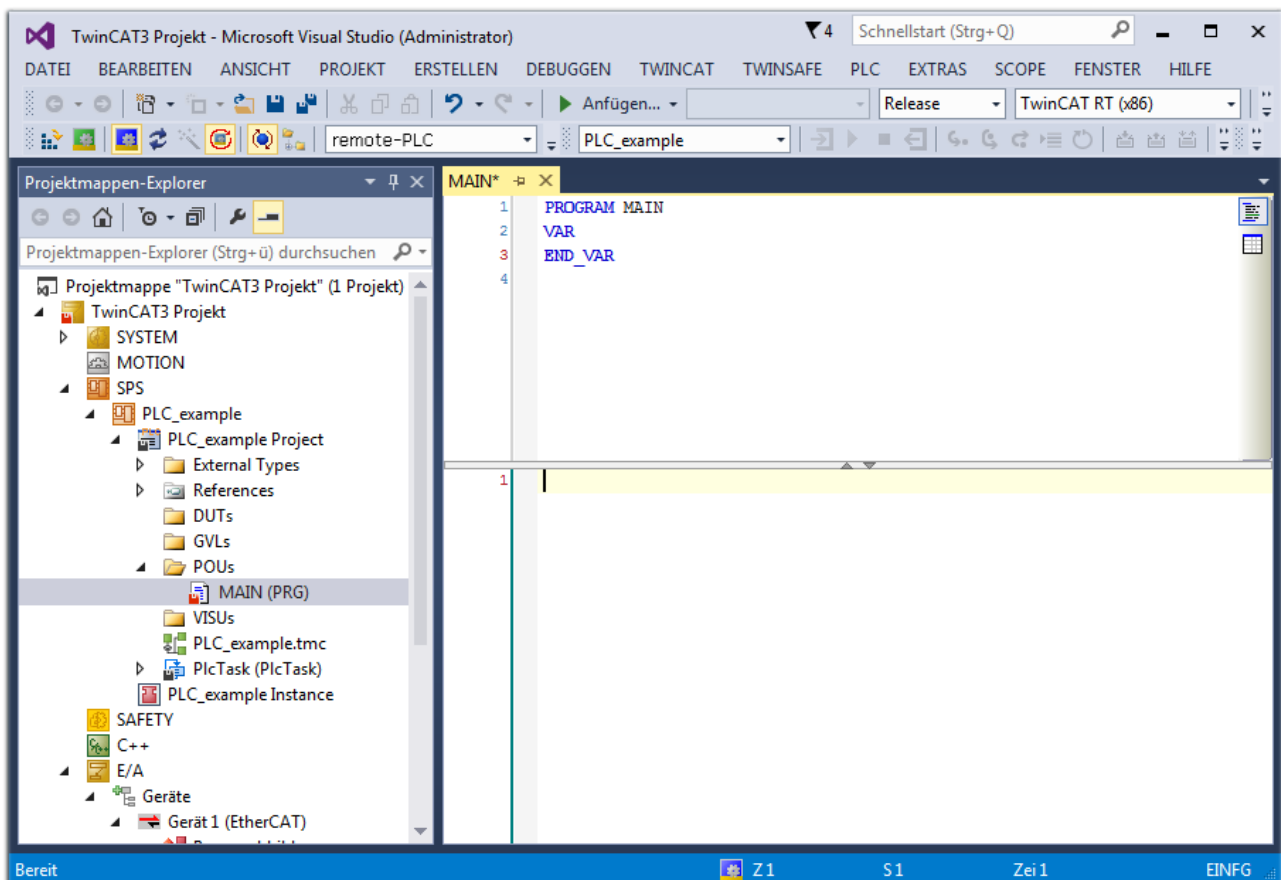


Abb. 57: Initiales Programm „Main“ des Standard PLC Projektes

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



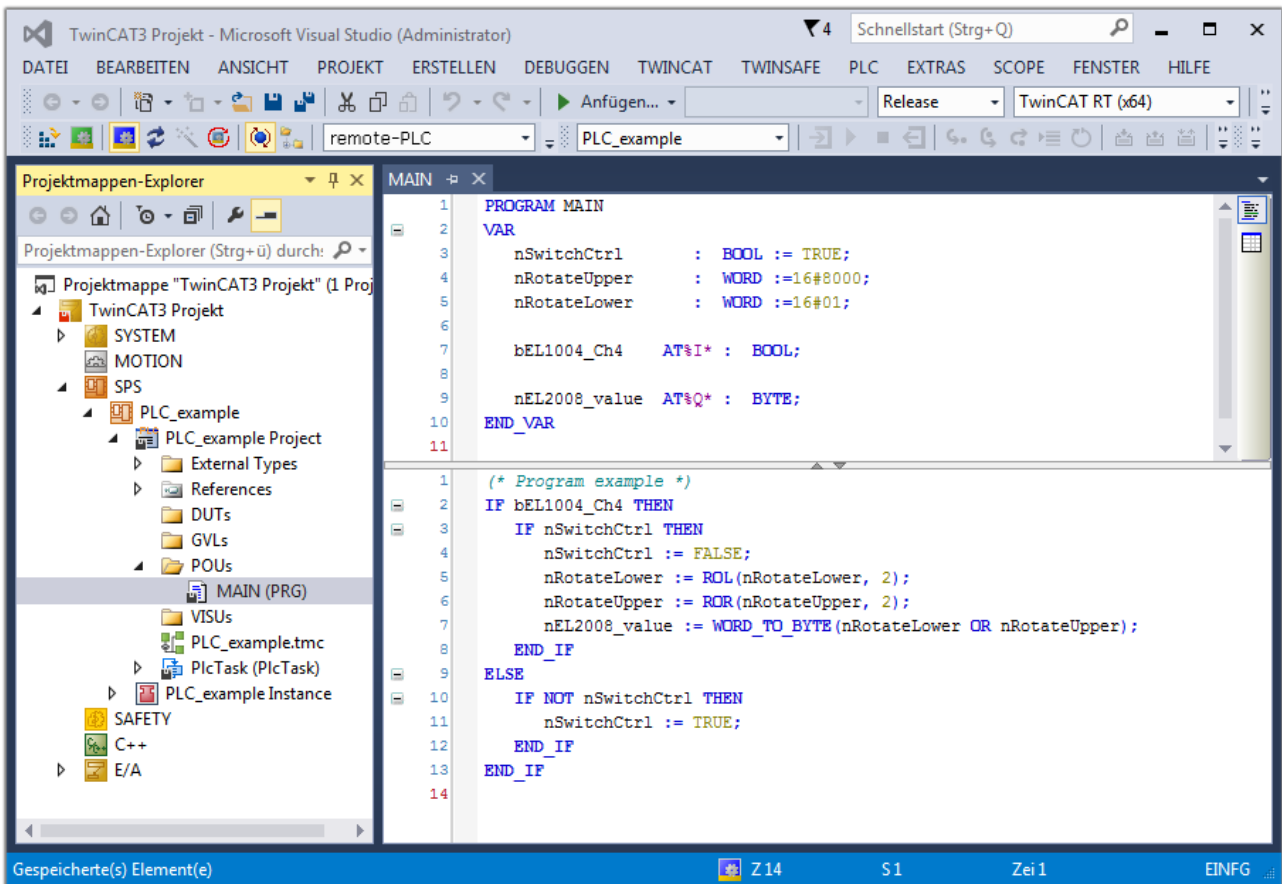


Abb. 58: Beispielprogramm mit Variablen nach einem Kompilervorgang (ohne Variablenanbindung)

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

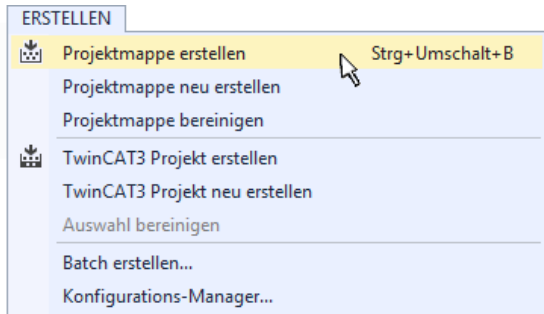
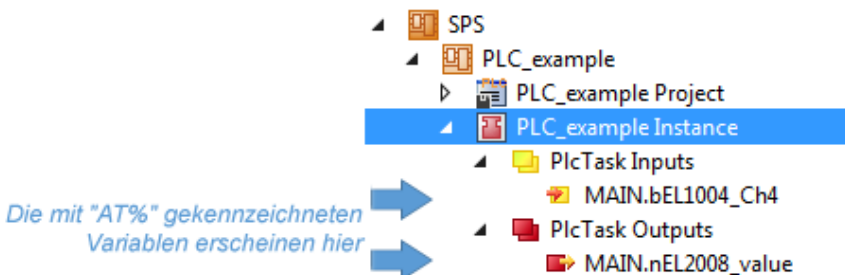


Abb. 59: Kompilierung des Programms starten

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



**Variablen Zuordnen**

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

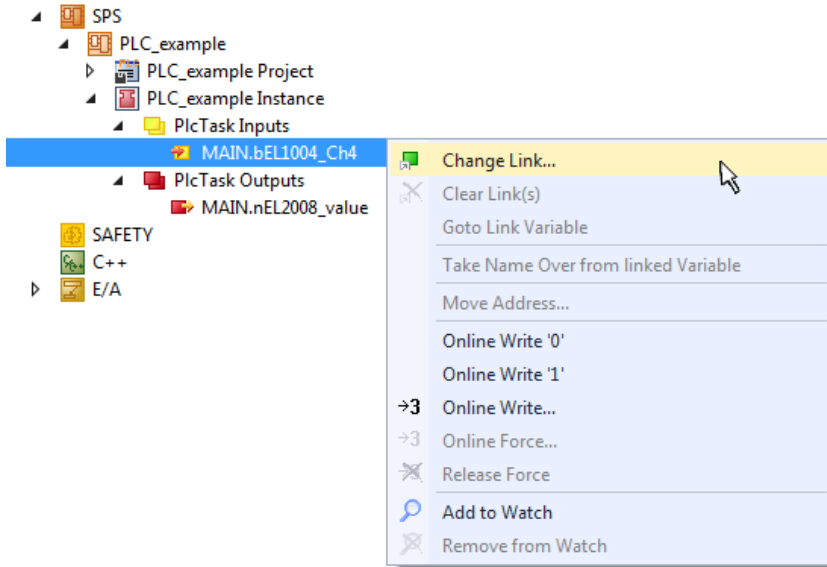


Abb. 60: Erstellen der Verknüpfungen PLC-Variablen zu Prozessobjekten

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

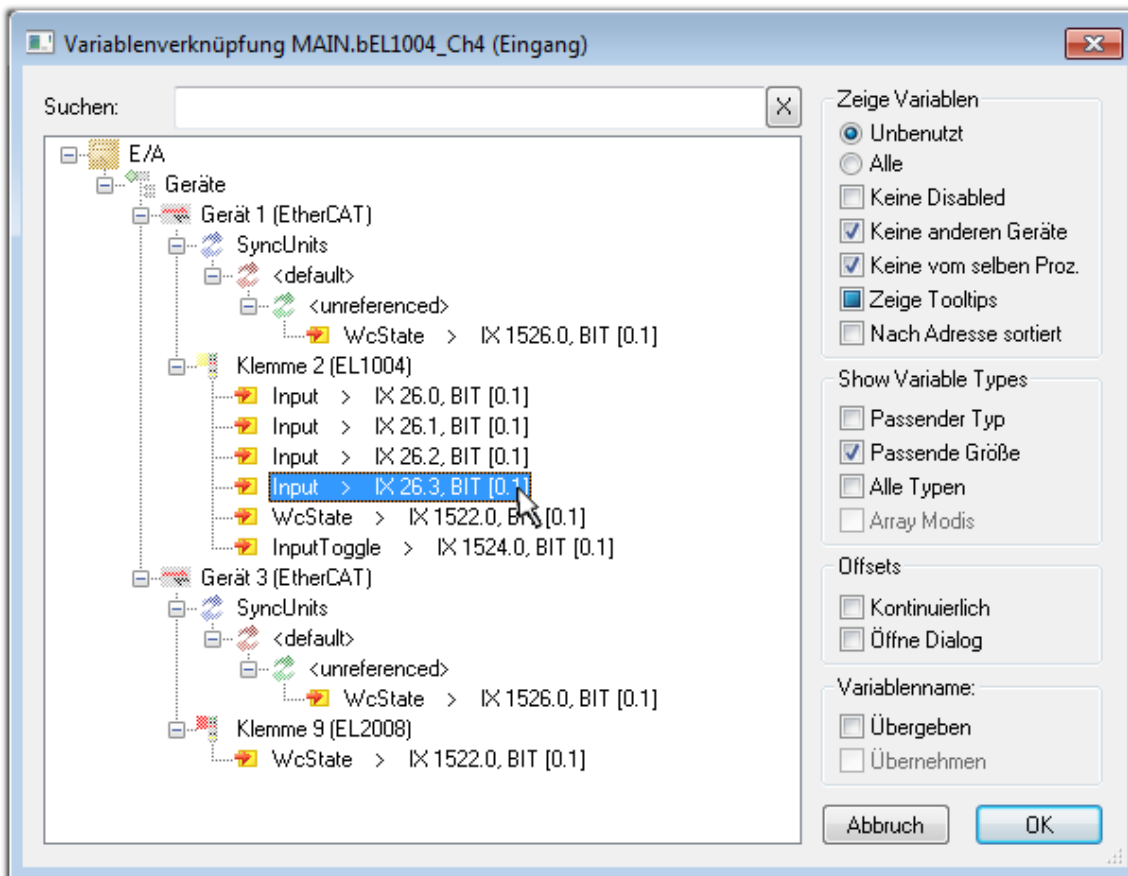


Abb. 61: Auswahl des PDO vom Typ BOOL

Entsprechend der 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:

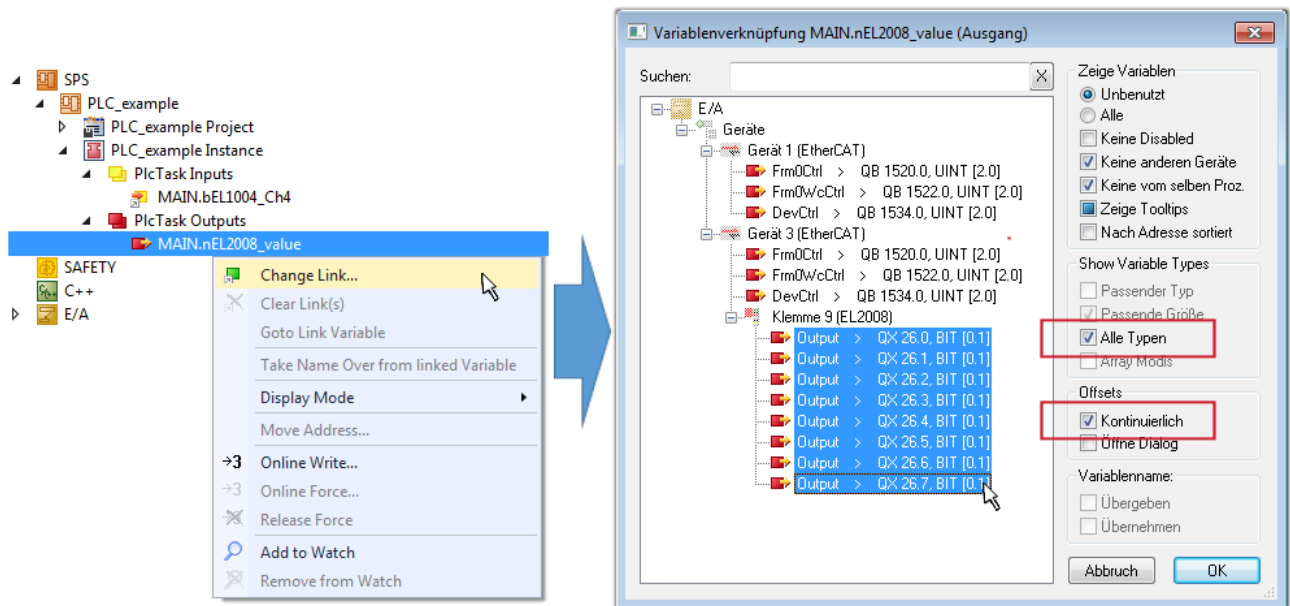



Abb. 62: Auswahl von mehreren PDO gleichzeitig: Aktivierung von „Kontinuierlich“ und „Alle Typen“

Zu sehen ist, dass überdies die Checkbox „Kontinuierlich“ aktiviert wurde. Dies ist dafür vorgesehen, dass die in dem Byte der Variablen „nEL2008\_value“ enthaltenen Bits allen acht ausgewählten Ausgangsbits der Klemme EL2008 der Reihenfolge nach zugeordnet werden sollen. Damit ist es möglich, alle acht Ausgänge der Klemme mit einem Byte entsprechend Bit 0 für Kanal 1 bis Bit 7 für Kanal 8 von der PLC im Programm später anzusprechen. Ein spezielles Symbol (  ) an dem gelben bzw. roten Objekt der Variablen zeigt an, dass hierfür eine Verknüpfung existiert. Die Verknüpfungen können z. B. auch überprüft werden, indem „Goto Link Variable“ aus dem Kontextmenü einer Variable ausgewählt wird. Dann wird automatisch das gegenüberliegende verknüpfte Objekt, in diesem Fall das PDO selektiert:

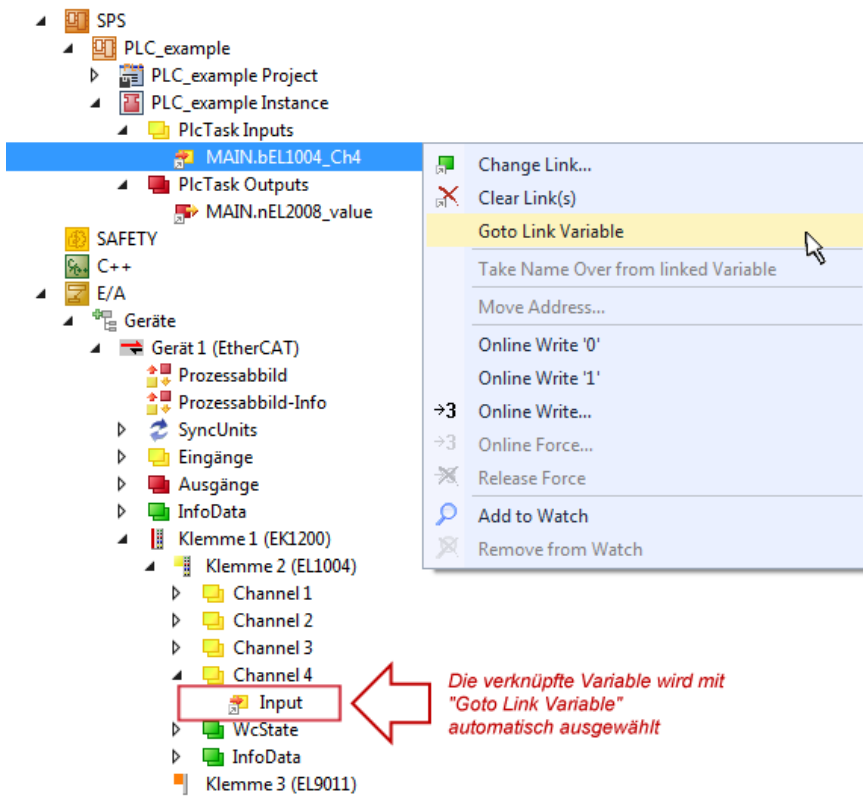


Abb. 63: Anwendung von "Goto Link Variable" am Beispiel von „MAIN.bEL1004\_Ch4“

Der Vorgang zur Erstellung von Verknüpfungen kann auch in umgekehrter Richtung, d. h. von einzelnen PDO ausgehend zu einer Variablen erfolgen. In diesem Beispiel wäre dann allerdings eine komplette Auswahl aller Ausgangsbits der EL2008 nicht möglich, da die Klemme nur einzelne digitale Ausgänge zur Verfügung stellt. Hat eine Klemme 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.

**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.

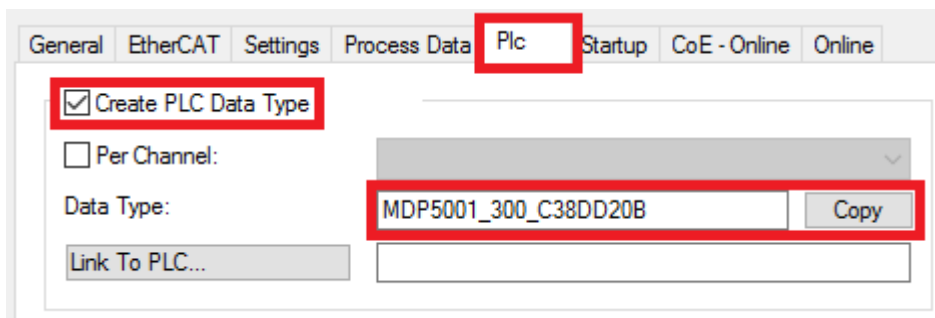


Abb. 64: Erzeugen eines SPS Datentyps

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. 65: 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.

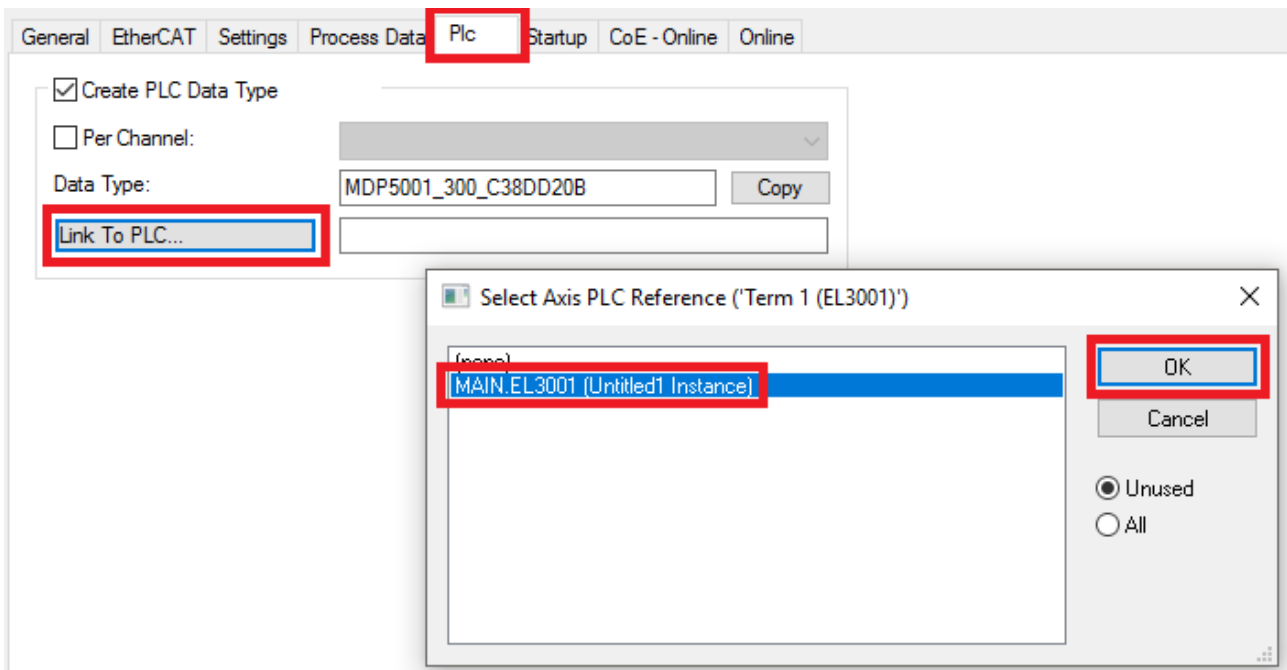


Abb. 66: Verknüpfung der Struktur

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
    
```




Below the code, a tooltip shows the structure of the data type: MDP5001\_300\_AI\_Standard\_Status and MDP5001\_300\_AI\_Standard\_Value.


Abb. 67: 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:

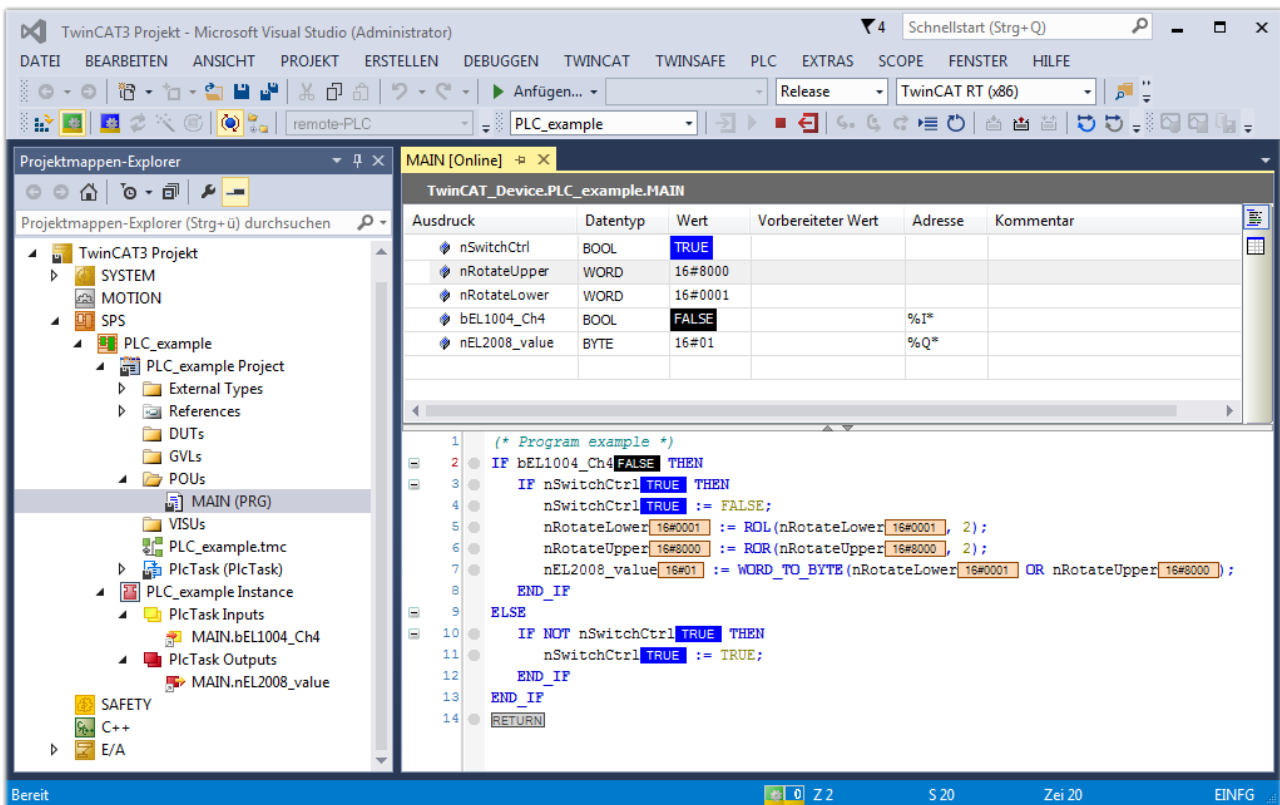
- ▲  Zuordnungen
  -  PLC\_example Instance - Gerät 3 (EtherCAT) 1
  -  PLC\_example Instance - Gerät 1 (EtherCAT) 1

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:





The screenshot shows the TwinCAT 3 development environment (VS Shell) with the following components visible:

- Project Explorer (left):** Shows the project structure for 'TwinCAT3 Projekt', including 'SYSTEM', 'MOTION', 'SPS', and 'PLC\_example'. The 'PLC\_example Instance' is selected.
- Variable Declaration Table (center):** A table showing the current values of PLC variables.
 

| 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*     |           |
- Code Editor (right):** Shows the ladder logic program 'MAIN (PRG)'. The code includes conditional logic for nSwitchCtrl and nRotateUpper/Lower, and a return statement.

Abb. 68: 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).

## 6.2 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/>.

### 6.2.1 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.

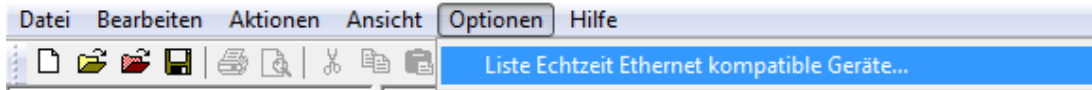


Abb. 69: Aufruf im System Manager (TwinCAT 2)

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

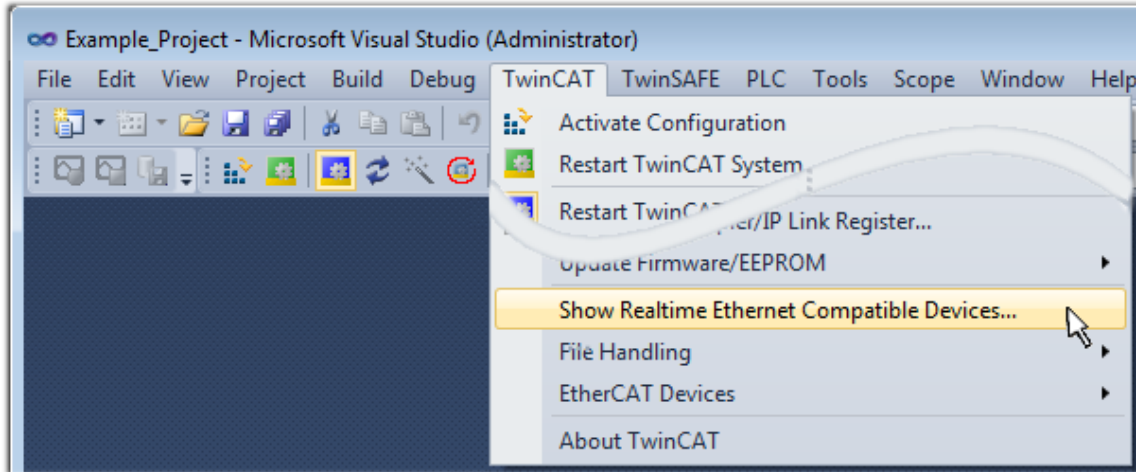


Abb. 70: Aufruf in VS Shell (TwinCAT 3)

### B: Über TcRtelInstall.exe im TwinCAT-Verzeichnis

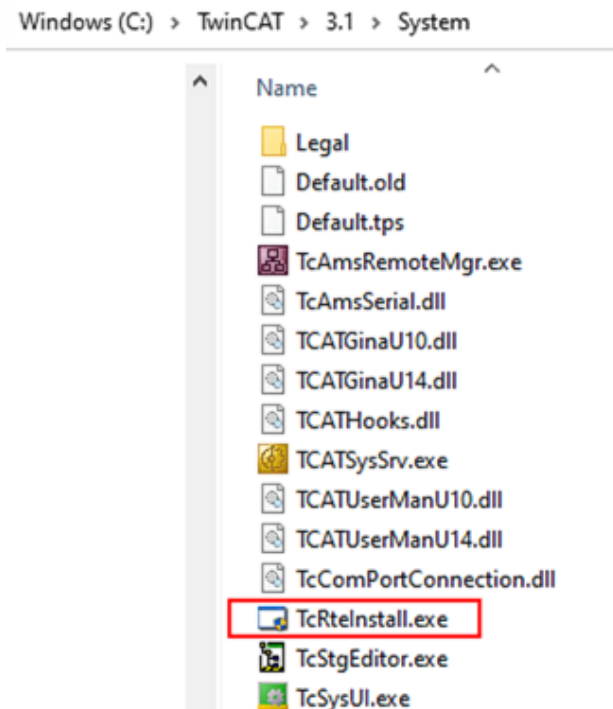


Abb. 71: TcRtelInstall.exe im TwinCAT-Verzeichnis

In beiden Fällen erscheint der folgende Dialog:



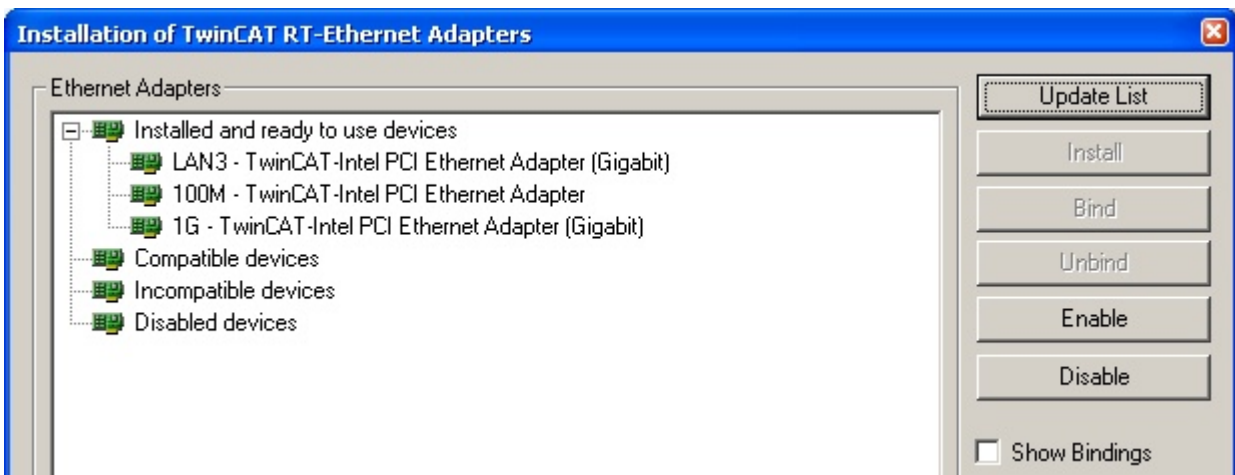


Abb. 72: Übersicht Netzwerkschnittstellen

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

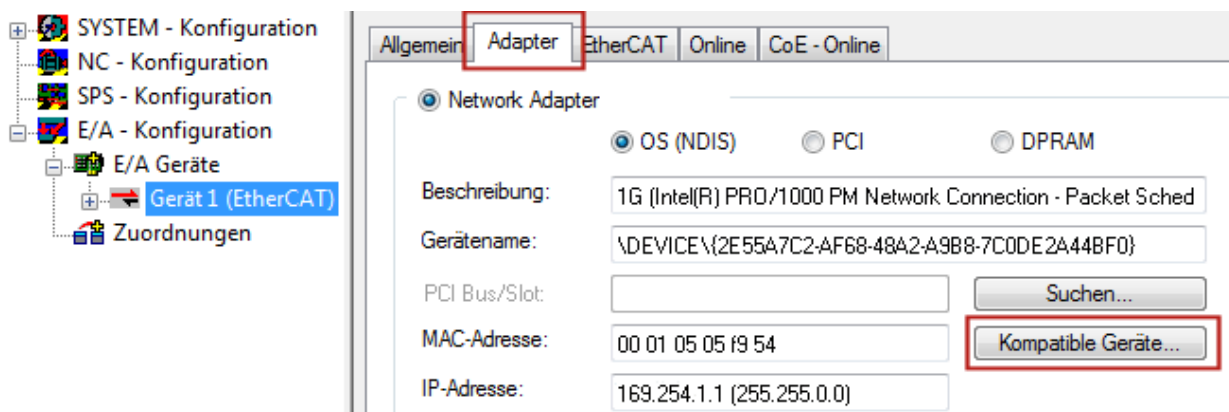
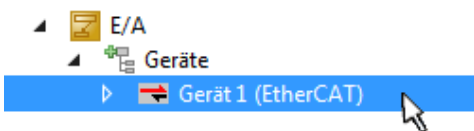


Abb. 73: Eigenschaft von EtherCAT-Gerät (TwinCAT 2): Klick auf „Kompatible Geräte...“ von „Adapter“

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)

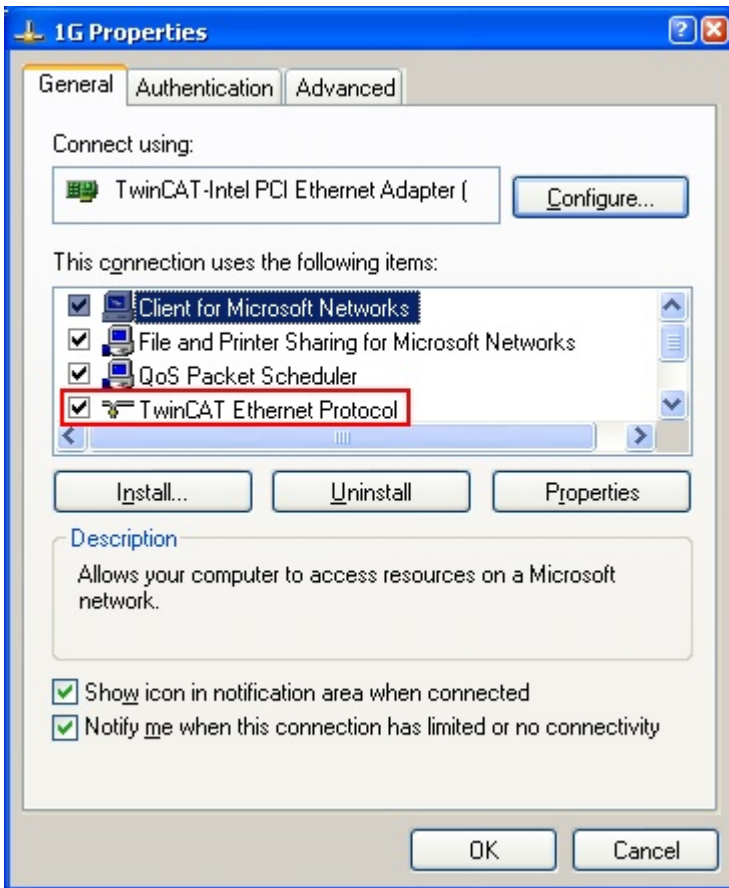


Abb. 74: Windows-Eigenschaften der Netzwerkschnittstelle

Eine korrekte Einstellung des Treibers könnte wie folgt aussehen:

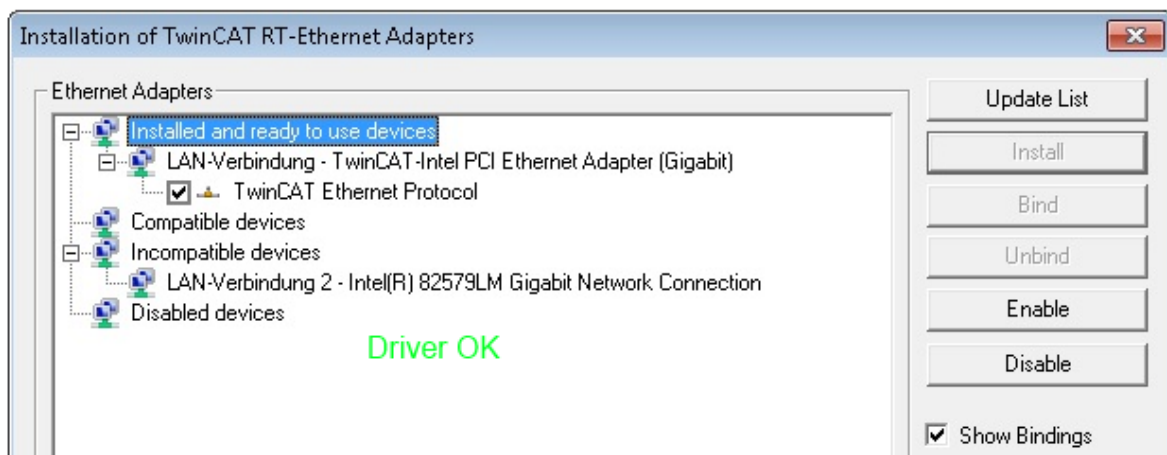


Abb. 75: Beispielhafte korrekte Treiber-Einstellung des Ethernet Ports

Andere mögliche Einstellungen sind zu vermeiden:

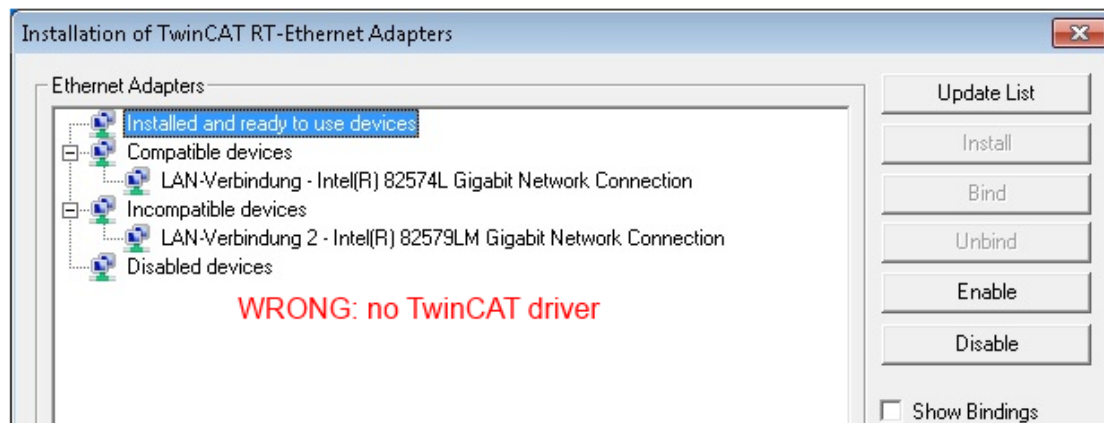
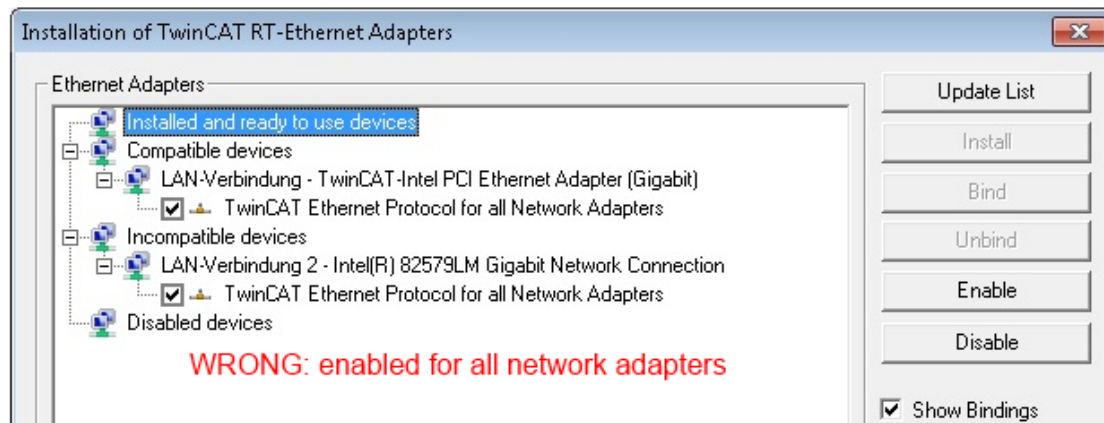
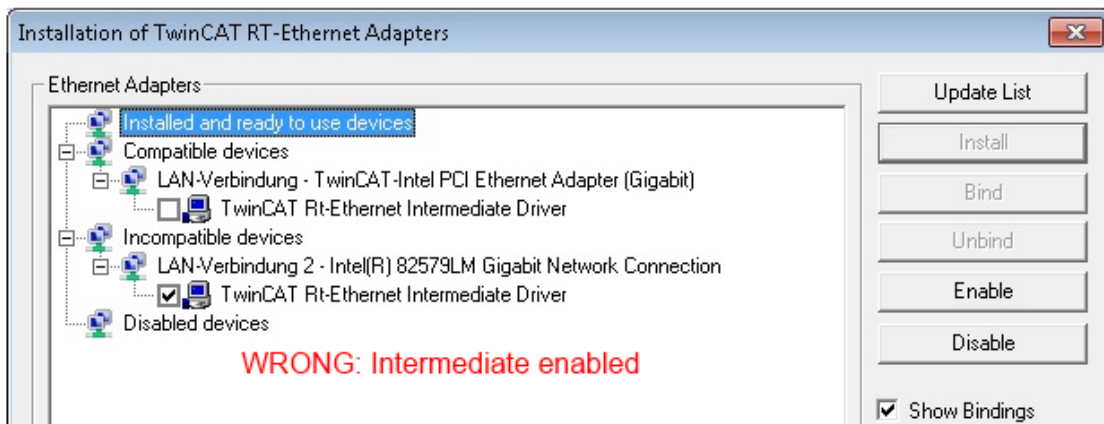
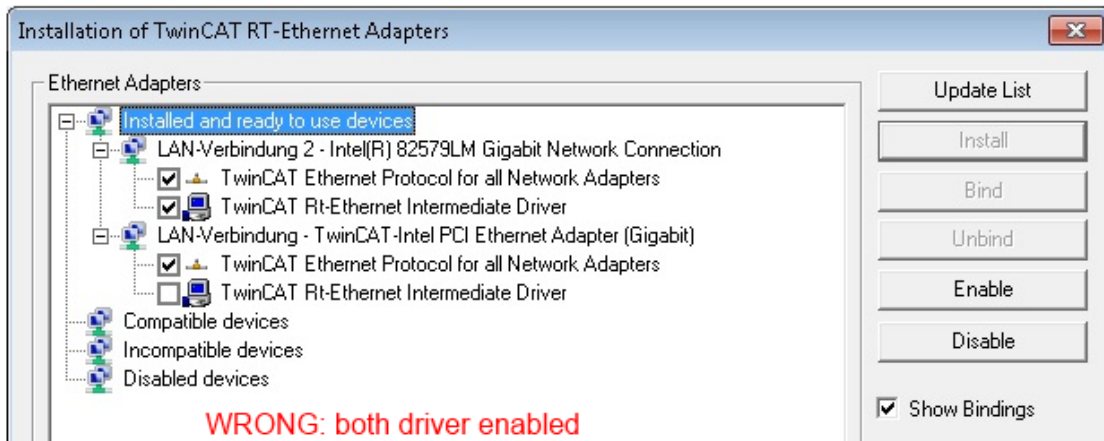


Abb. 76: Fehlerhafte Treiber-Einstellungen des Ethernet Ports

## 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.

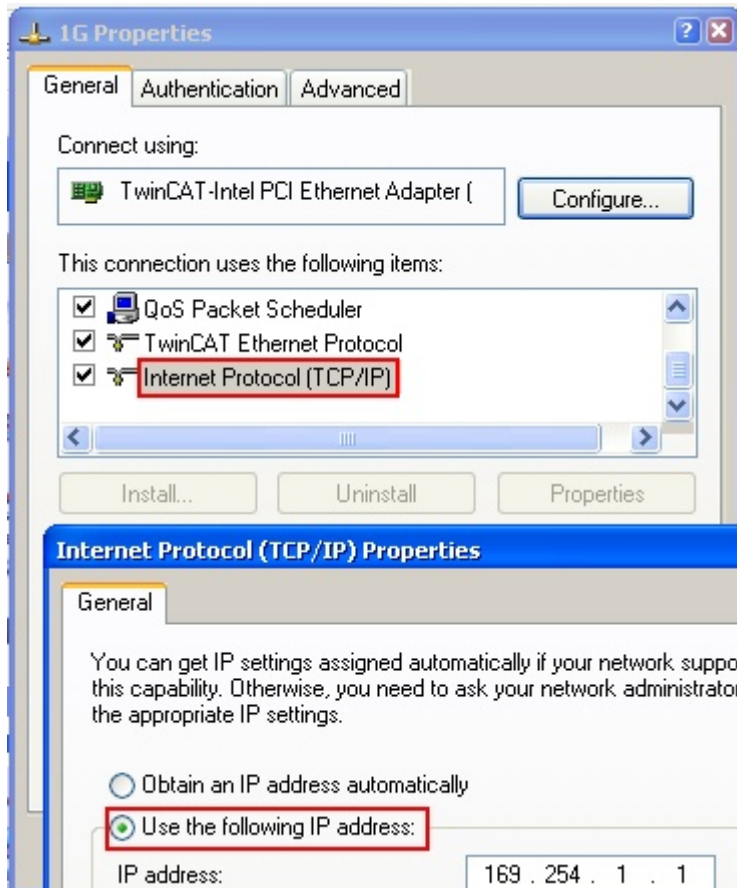


Abb. 77: TCP/IP-Einstellung des Ethernet Ports

## 6.2.2 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 \[► 89\]](#) zur Verfügung.



### ESI

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

### Geräteunterscheidung

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

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

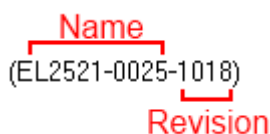


Abb. 78: Gerätebezeichnung: Struktur

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.

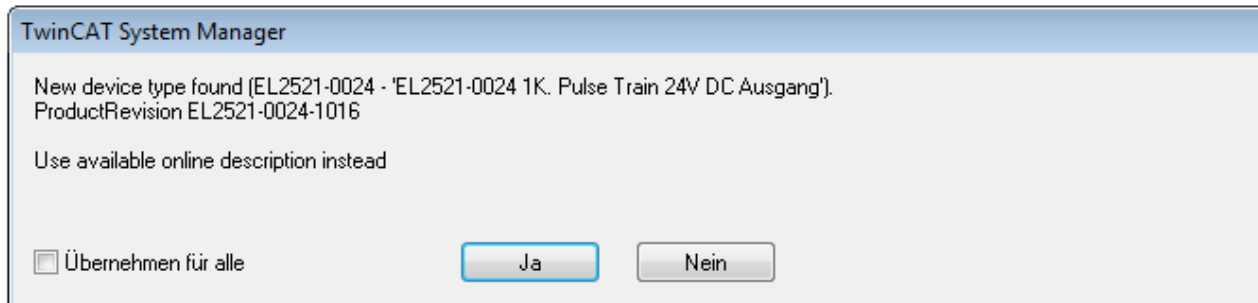


Abb. 79: Hinweisfenster OnlineDescription (TwinCAT 2)

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

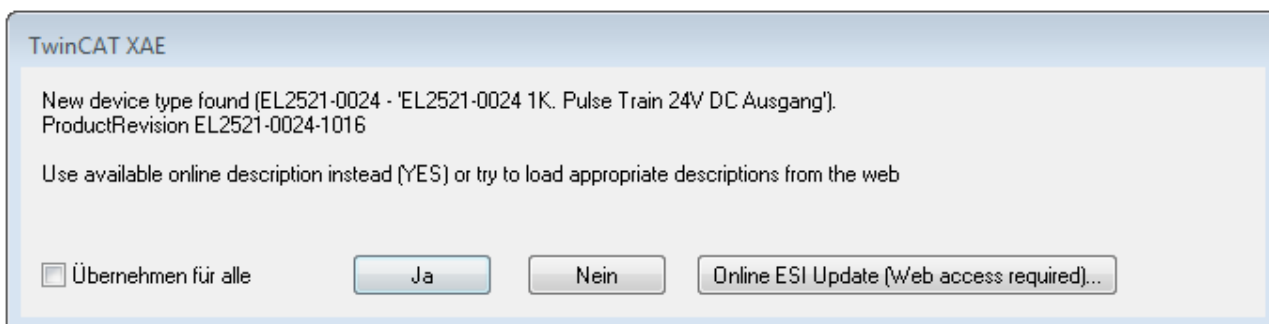


Abb. 80: Hinweisfenster OnlineDescription (TwinCAT 3)

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 Ersatzteilkhaltung 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 \[► 90\]](#)“.

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. 81: 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. 82: 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.

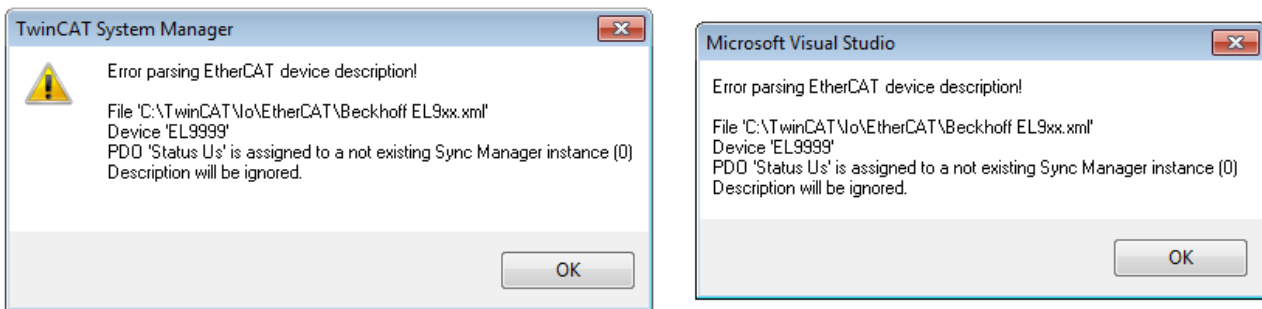


Abb. 83: Hinweisfenster fehlerhafte ESI-Datei (links: TwinCAT 2; rechts: TwinCAT 3)

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



### 6.2.3 TwinCAT ESI Updater

Ab TwinCAT 2.11 kann der System Manager bei Online-Zugang selbst nach aktuellen Beckhoff ESI-Dateien suchen:

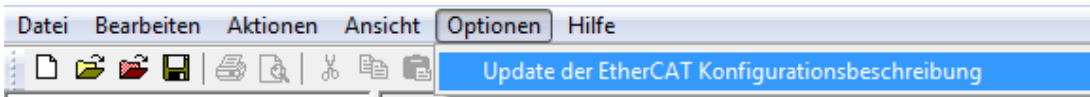


Abb. 84: Anwendung des ESI Updater (>=TwinCAT 2.11)

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

Auswahl bei TwinCAT 3:

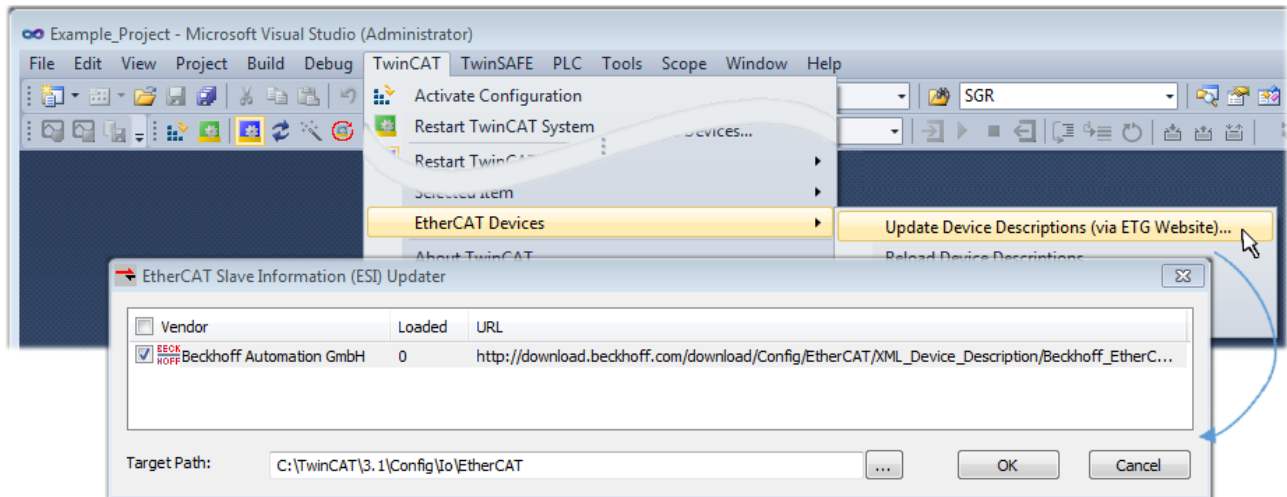


Abb. 85: Anwendung des ESI Updater (TwinCAT 3)

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)...“.

### 6.2.4 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“ [▶ 85].

#### 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 [► 95] (Ethernet-Port am IPC)
- Erkennen der angeschlossenen EtherCAT-Teilnehmer [► 96]. Dieser Schritt kann auch unabhängig vom vorangehenden durchgeführt werden.
- Problembehandlung [► 99]

Auch kann der Scan bei bestehender Konfiguration [► 100] zum Vergleich durchgeführt werden.

## 6.2.5 OFFLINE Konfigurationserstellung

### Anlegen des Geräts EtherCAT

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

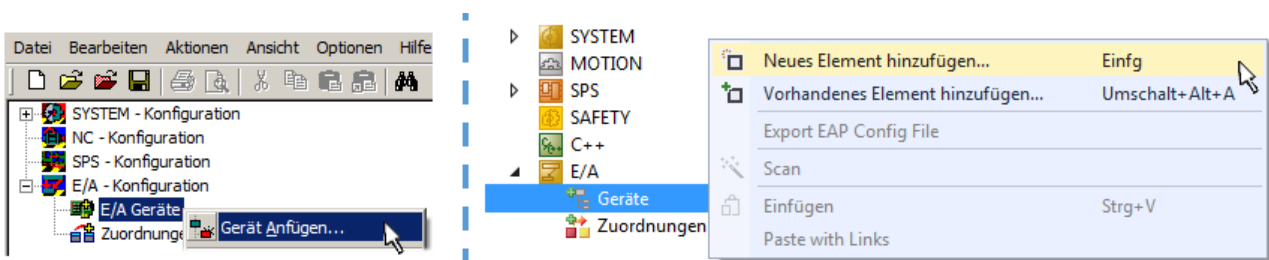


Abb. 86: Anfügen eines EtherCAT Device: links TwinCAT 2; rechts TwinCAT 3

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.

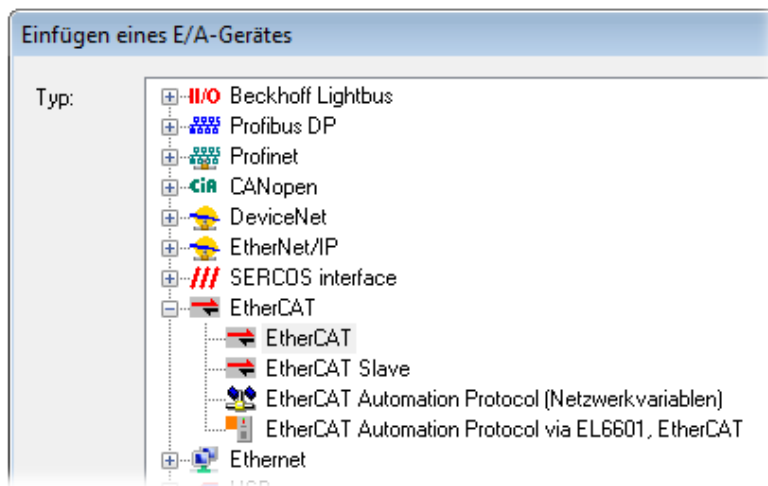


Abb. 87: Auswahl EtherCAT Anschluss (TwinCAT 2.11, TwinCAT 3)

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

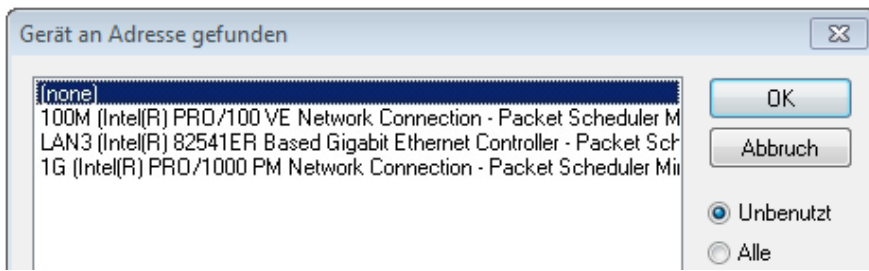


Abb. 88: Auswahl Ethernet Port

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)“.

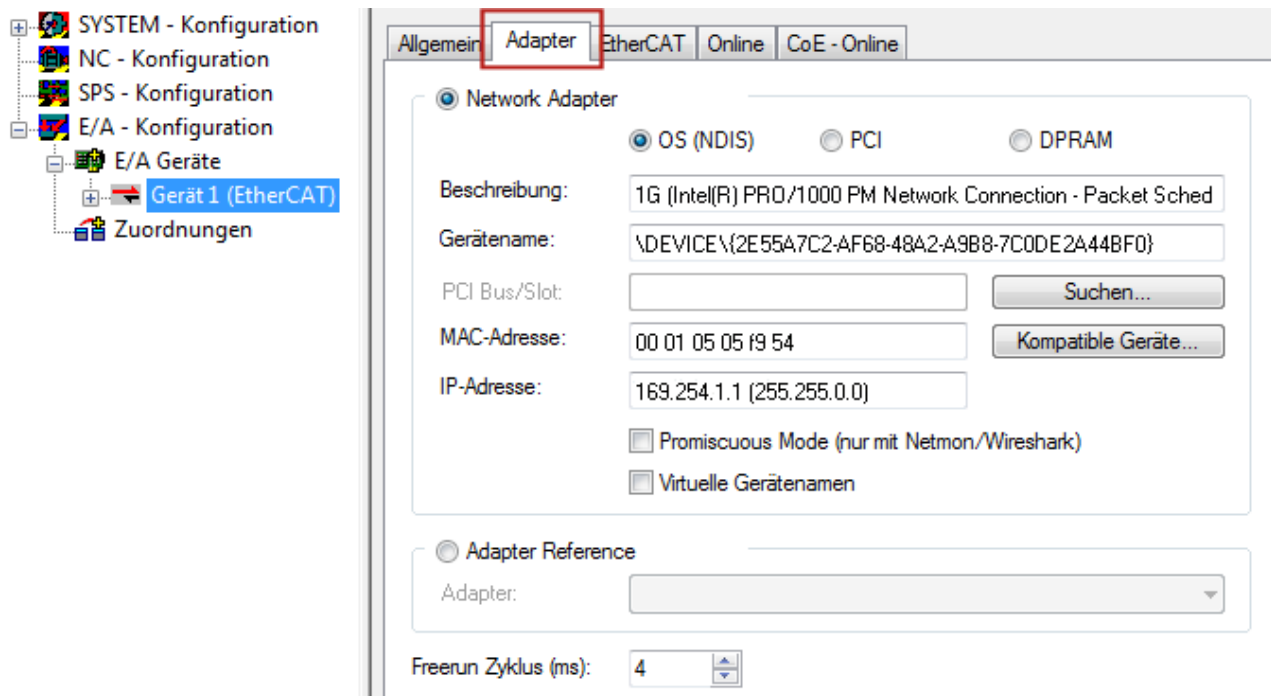
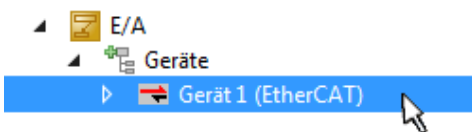


Abb. 89: Eigenschaften EtherCAT-Gerät (TwinCAT 2)

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](#) [► 79].

**Definieren von EtherCAT-Slaves**

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

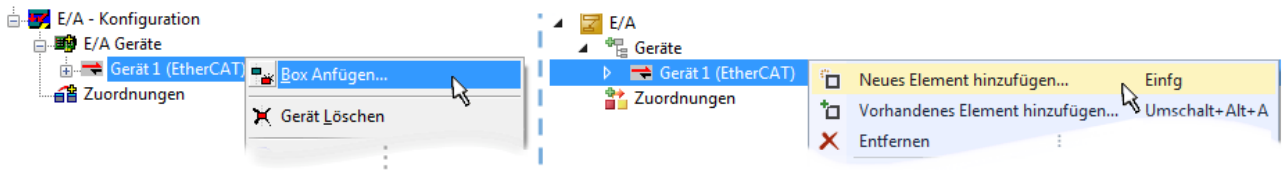


Abb. 90: Anfügen von EtherCAT-Geräten (links: TwinCAT 2; rechts: TwinCAT 3)

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).

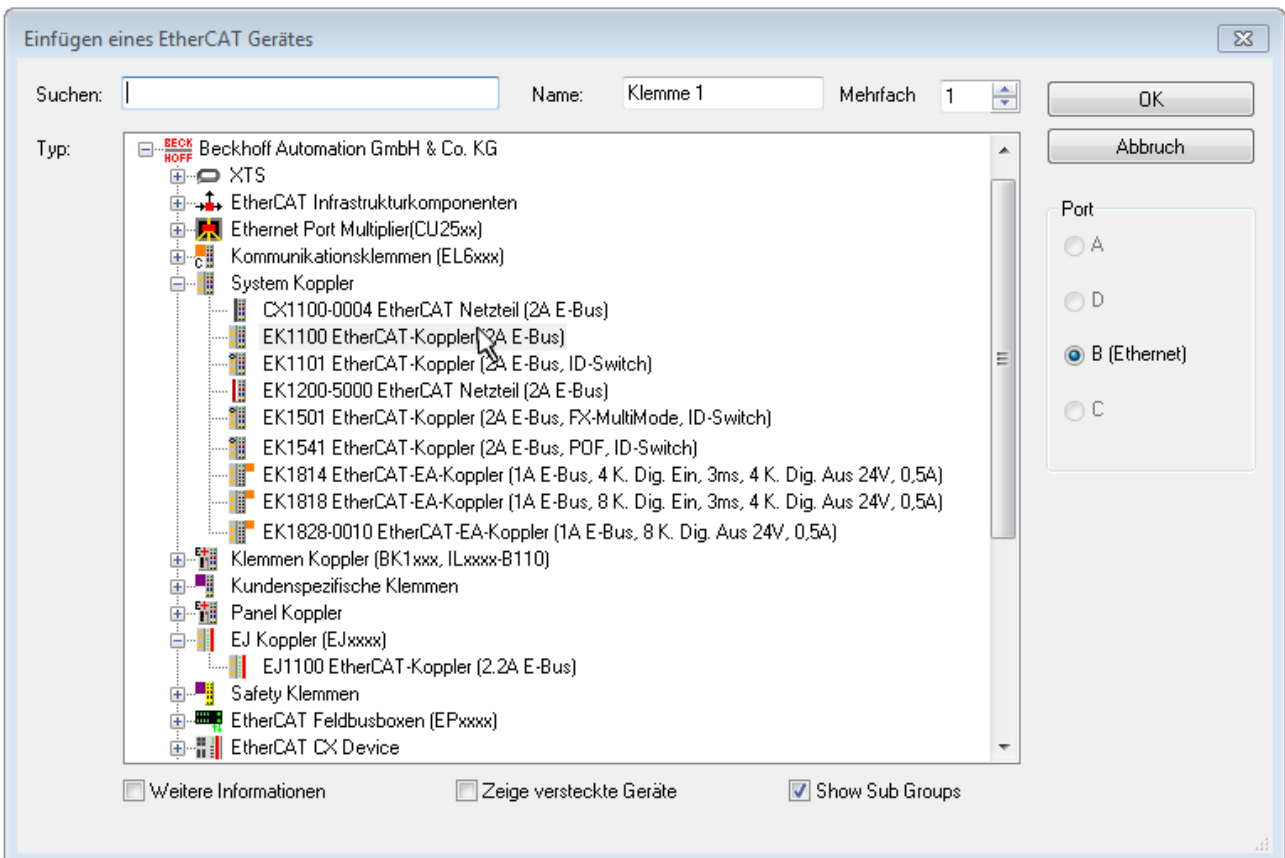


Abb. 91: Auswahldialog neues EtherCAT-Gerät

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.

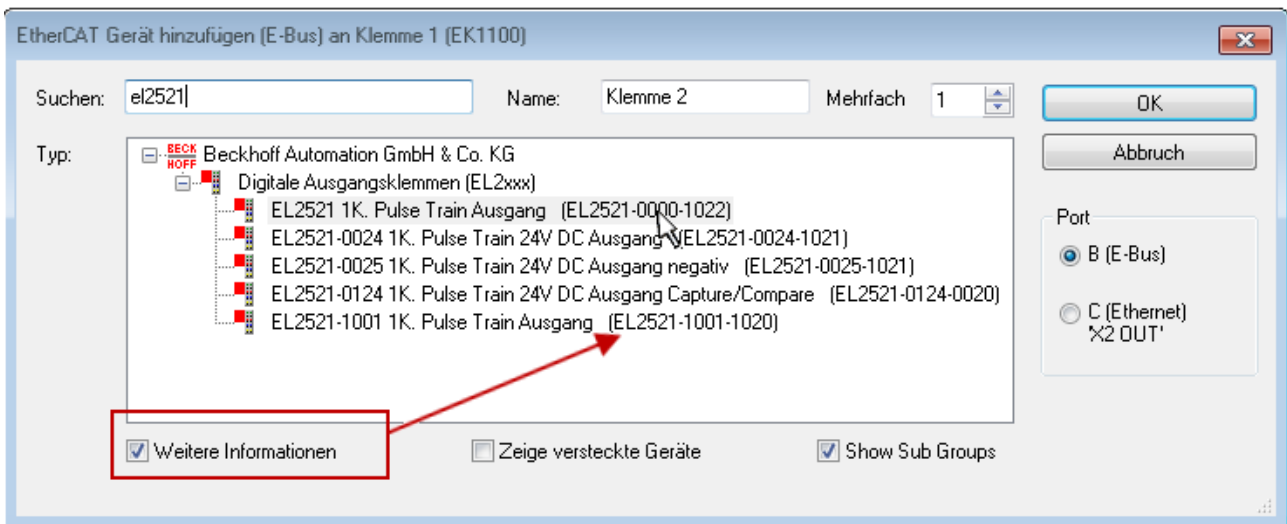


Abb. 92: Anzeige Geräte-Revision

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“.

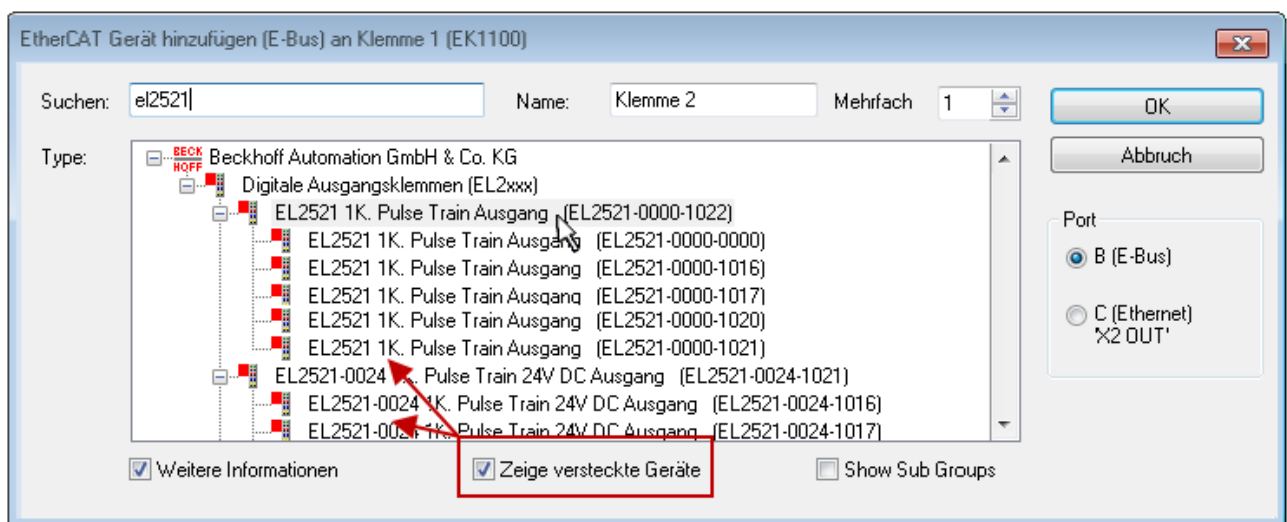


Abb. 93: Anzeige vorhergehender Revisionen

**i Geräte-Auswahl nach Revision, Kompatibilität**

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

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

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

**Beispiel**

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

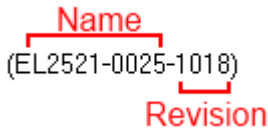


Abb. 94: Name/Revision Klemme

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

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

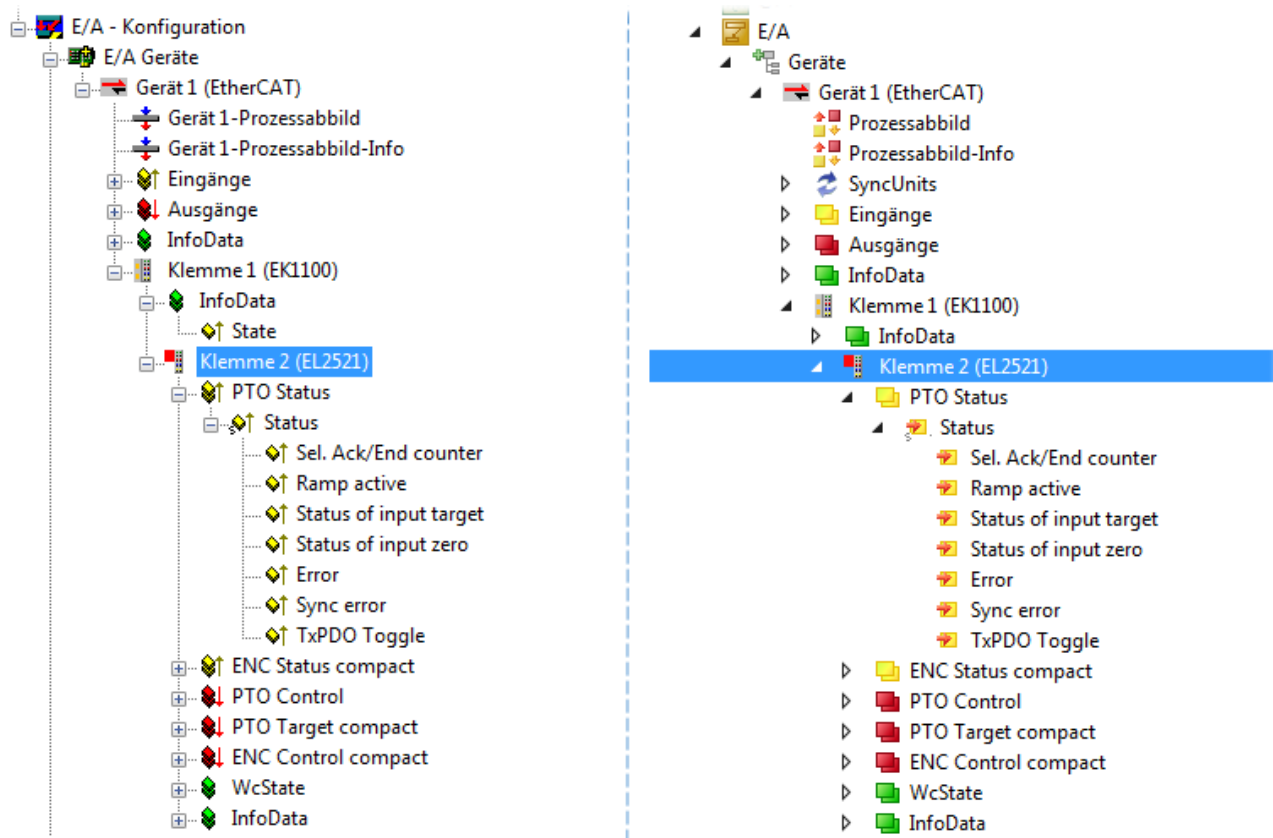




Abb. 95: EtherCAT Klemme im TwinCAT-Baum (links: TwinCAT 2; rechts: TwinCAT 3)



## 6.2.6 ONLINE Konfigurationserstellung

### Erkennen / Scan des Geräts EtherCAT

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

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

TwinCAT lässt sich in diesem Modus versetzen:

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

### ● Online Scannen im Config Mode

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

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



Abb. 96: 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.

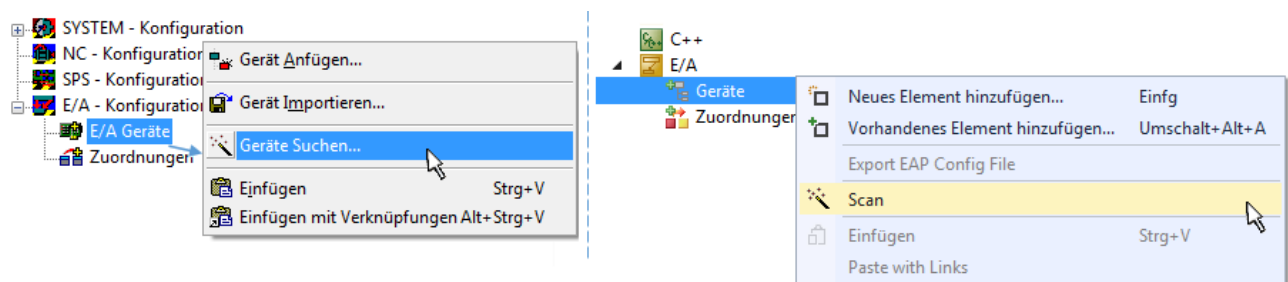


Abb. 97: Scan Devices (links: TwinCAT 2; rechts: TwinCAT 3)

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.

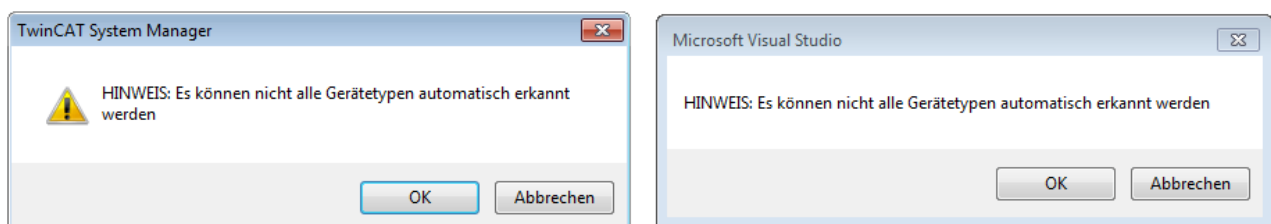


Abb. 98: Hinweis automatischer GeräteScan (links: TwinCAT 2; rechts: TwinCAT 3)

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.

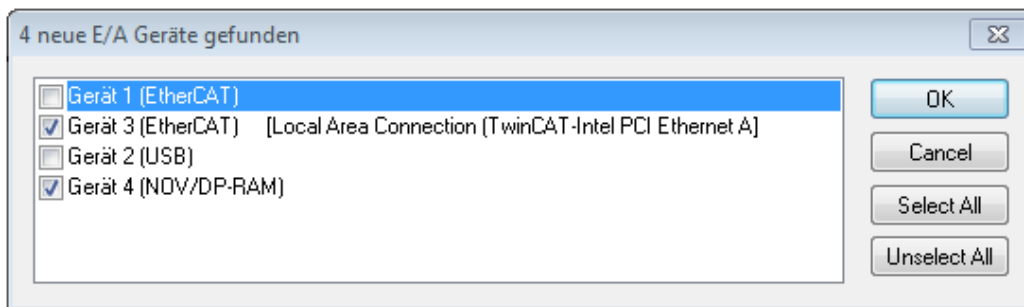


Abb. 99: Erkannte Ethernet-Geräte

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](#) [► 79].

## 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. 100: 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](#) [► 100] 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:



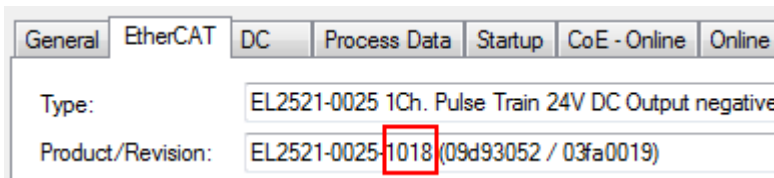


Abb. 101: Einbau EtherCAT-Klemme mit Revision -1018

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

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

Nach einiger Zeit erweitert Beckhoff die EL2521-0025 um ein neues Feature C. Deshalb wird die FW geändert, nach außen hin kenntlich durch einen höheren FW-Stand **und eine neue Revision -1019**. Trotzdem unterstützt das neue Gerät natürlich Funktionen und Schnittstellen der Vorgängerversion(en), eine Anpassung von „B.tsm“ oder gar „B.pro“ ist somit nicht nötig. Die Serienmaschinen können weiterhin mit „B.tsm“ und „B.pro“ gebaut werden, zur Kontrolle der aufgebauten Maschine ist ein vergleichender Scan [► 100] 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:

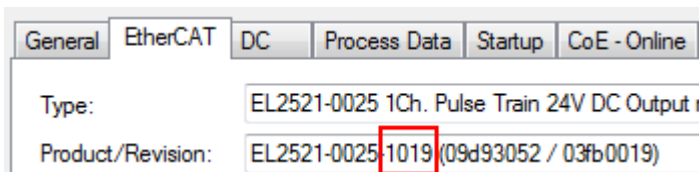


Abb. 102: Erkennen EtherCAT-Klemme mit Revision -1019

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

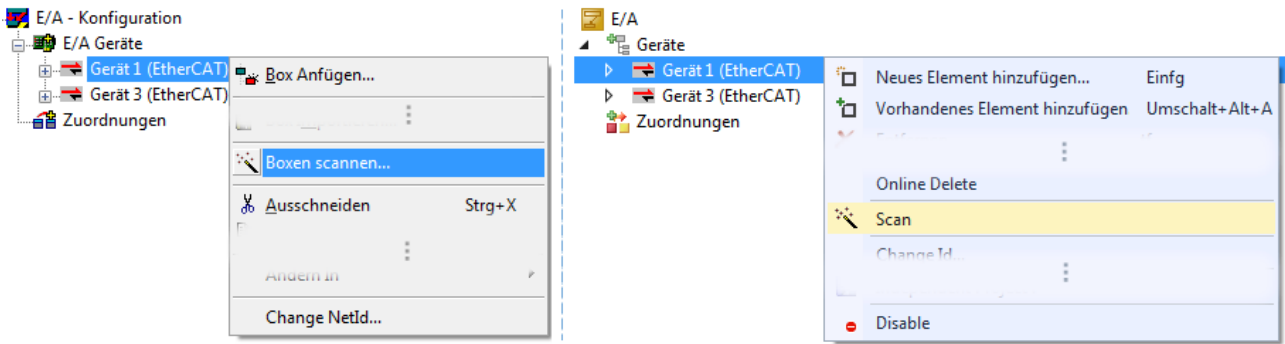


Abb. 104: Manuelles Scannen nach Teilnehmern auf festgelegtem EtherCAT Device (links: TC2; rechts TC3)

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



Abb. 105: Scanfortschritt am Beispiel von TwinCAT 2

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



Abb. 106: 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. 107: Anzeige des Wechsels zwischen „Free Run“ und „Config Mode“ unten rechts in der Statusleiste



Abb. 108: 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.

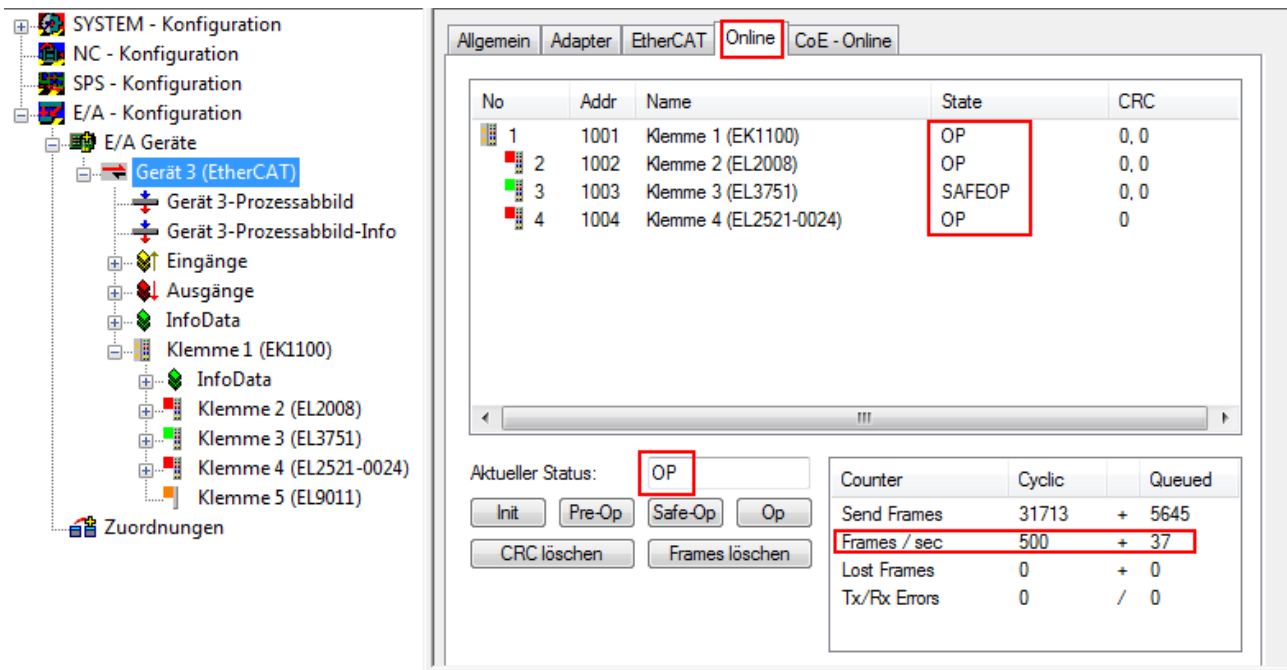


Abb. 109: Beispielhafte Online-Anzeige

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 \[▶ 90\]](#) 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.

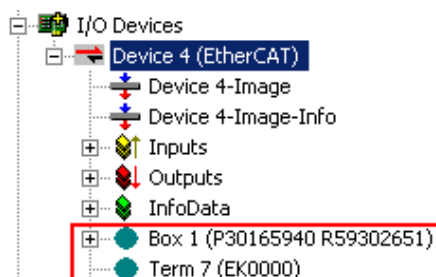


Abb. 110: Fehlerhafte Erkennung

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

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

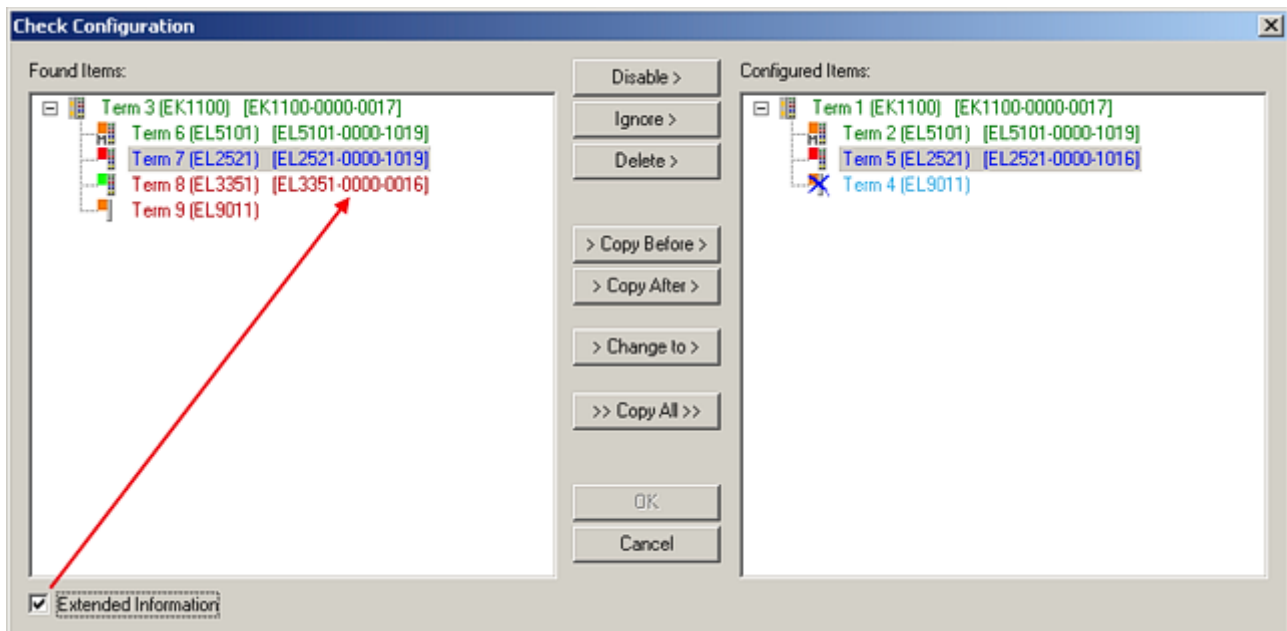


Abb. 112: Korrekturdialog

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.<br>Ist die gefundene Revision > als die konfigurierte Revision, ist der Einsatz unter Berücksichtigung der Kompatibilität möglich.<br><br>Ist die gefundene Revision < als die konfigurierte Revision, ist der Einsatz vermutlich nicht möglich. Eventuell unterstützt das vorgefundene Gerät nicht alle Funktionen, die der Master von ihm aufgrund der höheren Revision erwartet.   |
| hellblau | Dieser EtherCAT-Slave wird ignoriert (Button „Ignore“)  |
| rot      | <ul style="list-style-type: none"> <li>Dieser EtherCAT-Slave ist auf der Gegenseite nicht vorhanden</li> <li>Er ist vorhanden, aber in einer anderen Revision, die sich auch in den Eigenschaften von der angegebenen unterscheidet.</li> </ul> <p>Auch hier gilt dann das Kompatibilitätsprinzip: Ist die gefundene Revision &gt; als die konfigurierte Revision, ist der Einsatz unter Berücksichtigung der Kompatibilität möglich, da Nachfolger-Geräte die Funktionen der Vorgänger-Geräte unterstützen sollen.</p> <p>Ist die gefundene Revision &lt; als die konfigurierte Revision, ist der Einsatz vermutlich nicht möglich. Eventuell unterstützt das vorgefundene Gerät nicht alle Funktionen, die der Master von ihm aufgrund der höheren Revision erwartet.</p> |

**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.

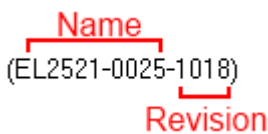


Abb. 113: Name/Revision Klemme

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.

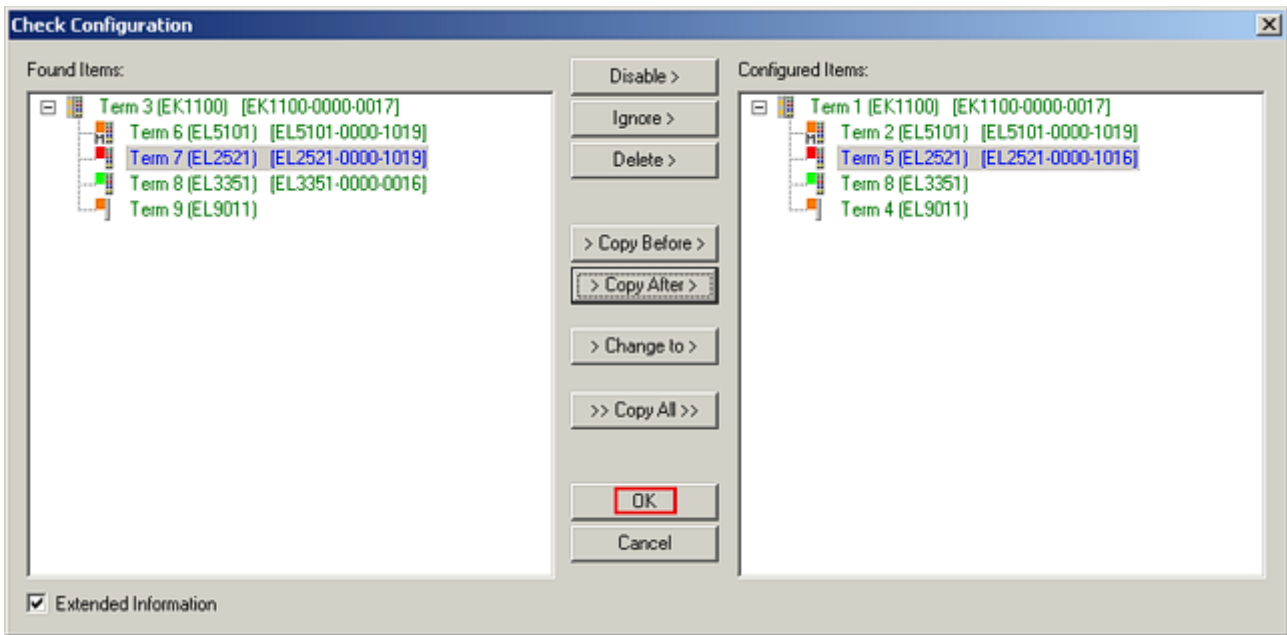


Abb. 114: Korrekturdialog mit Änderungen

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.

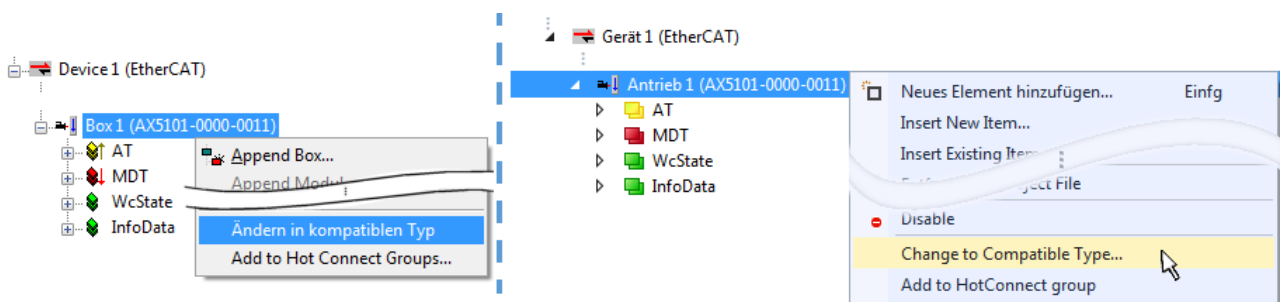


Abb. 115: Dialog „Change to Compatible Type...“ (links: TwinCAT 2; rechts TwinCAT 3)

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

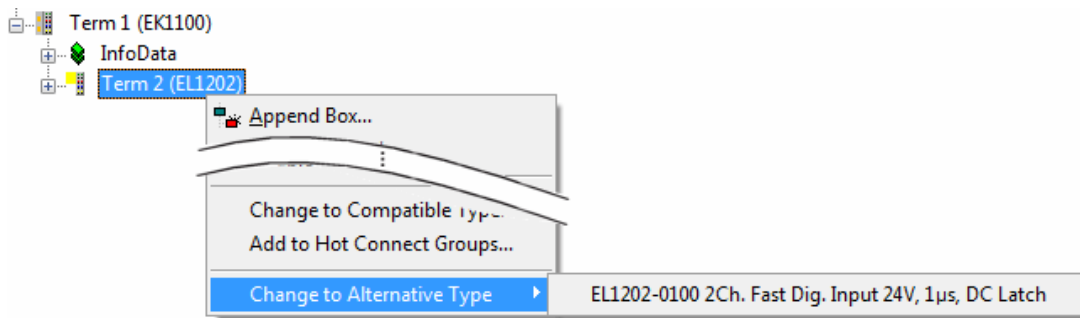


Abb. 116: TwinCAT 2 Dialog Change to Alternative Type

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.

### 6.2.7 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).

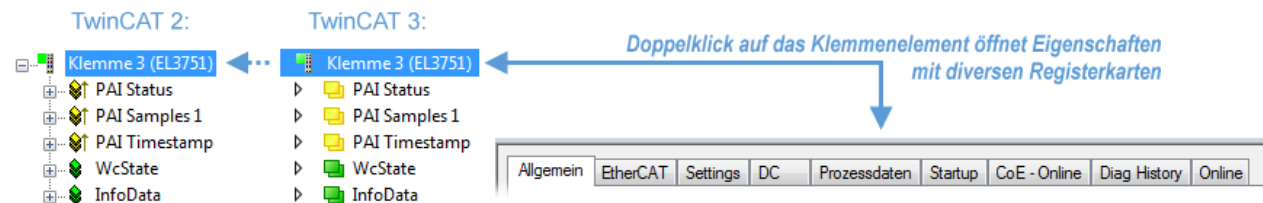


Abb. 117: „Baumzweig“ Element als Klemme EL3751

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“

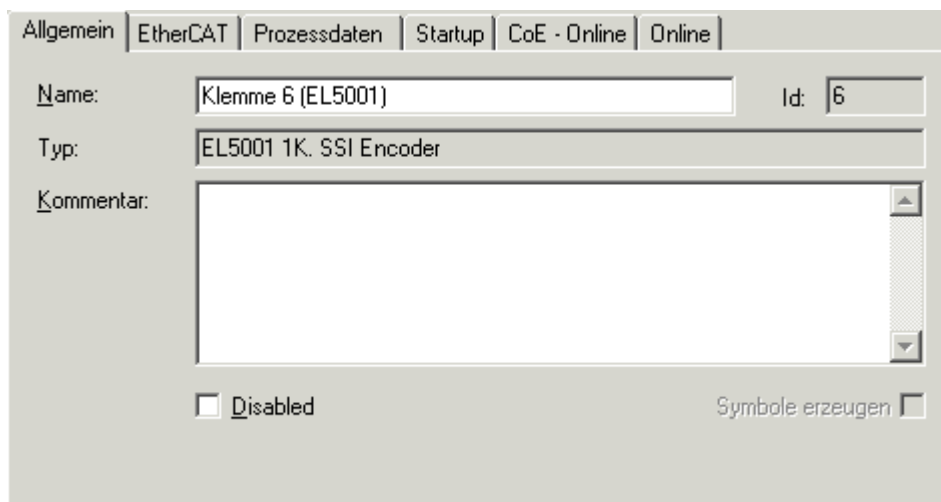


Abb. 118: Karteireiter „Allgemein“

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

#### Karteireiter „EtherCAT“

Abb. 119: Karteireiter „EtherCAT“

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

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

#### Karteireiter „Prozessdaten“

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



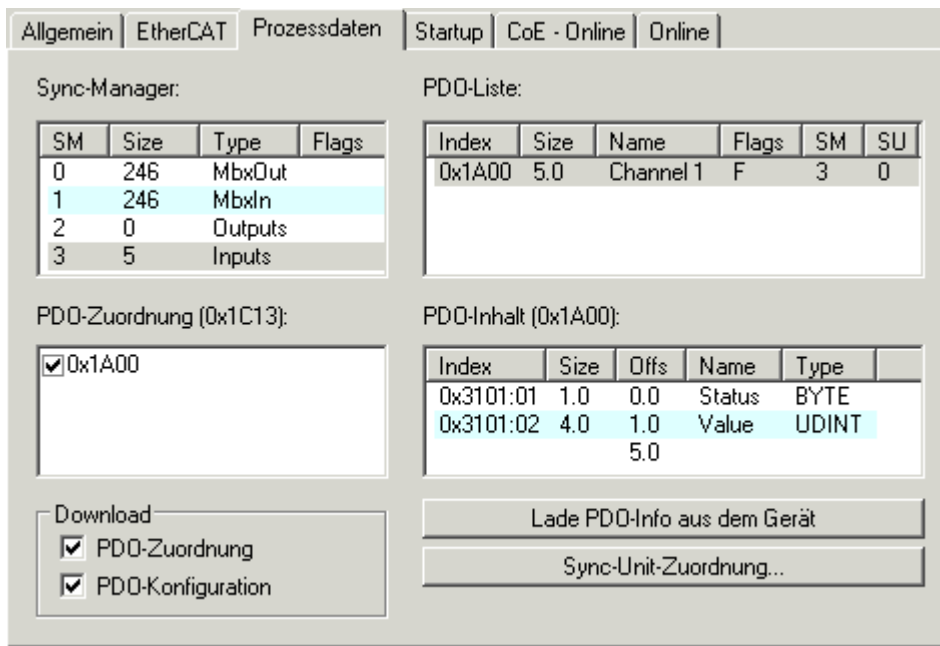


Abb. 120: Karteireiter „Prozessdaten“

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

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

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

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

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

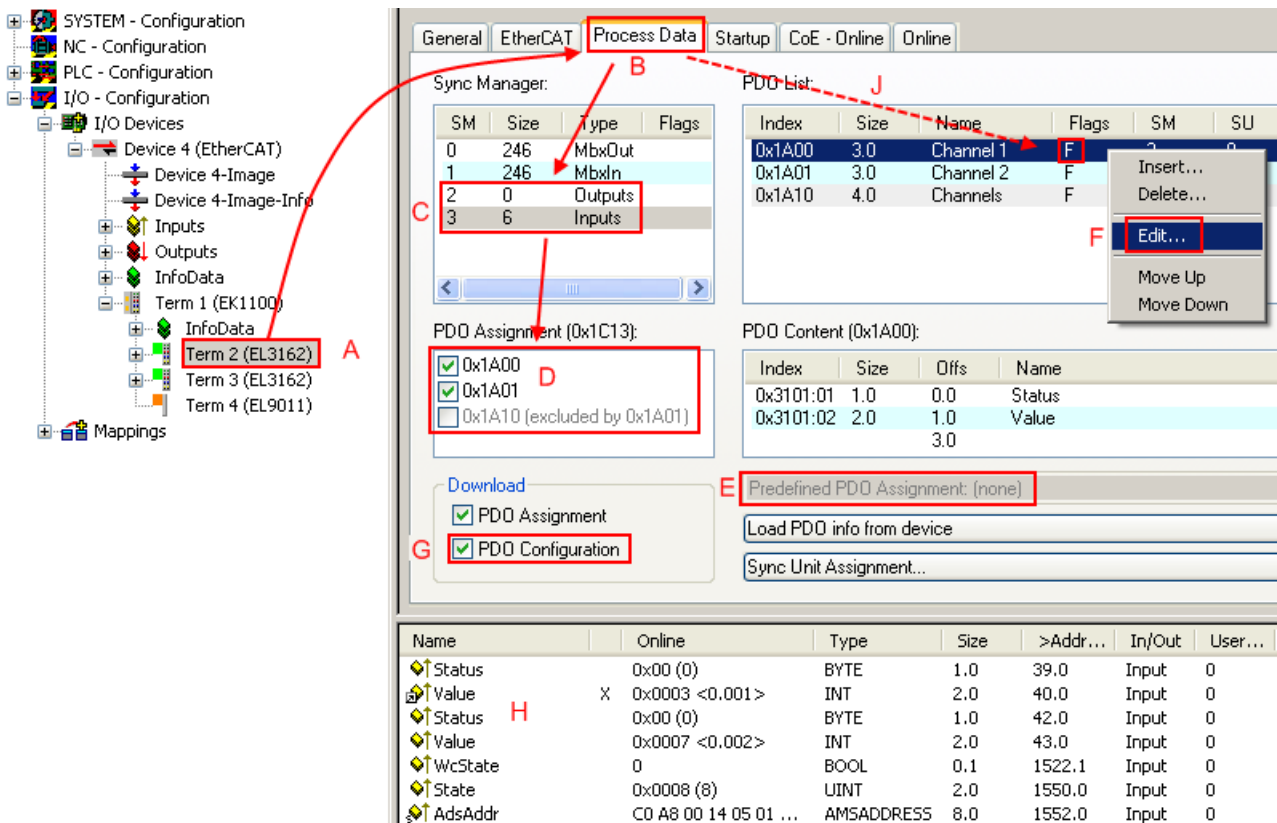


Abb. 121: Konfigurieren der Prozessdaten

**i Manuelle Veränderung der Prozessdaten**

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

Eine detaillierte Beschreibung [► 111] 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.

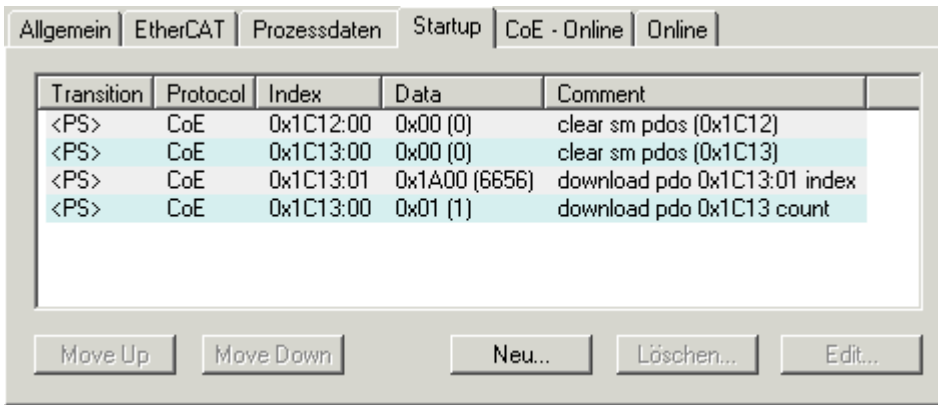


Abb. 122: Karteireiter „Startup“

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

- 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.

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

Abb. 123: 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.

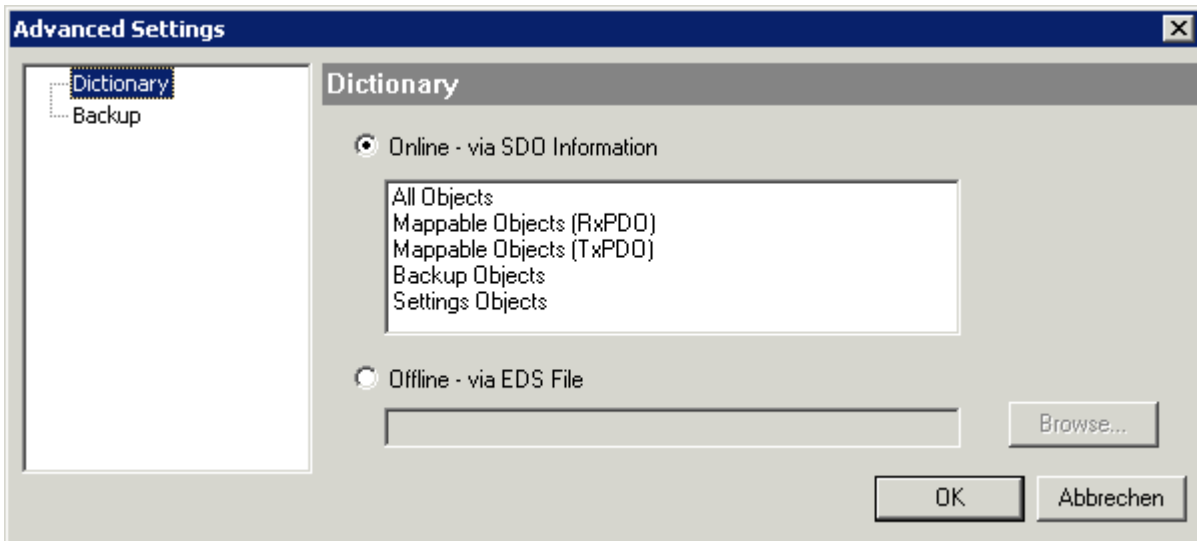


Abb. 124: Dialog „Advanced settings“

- 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“**

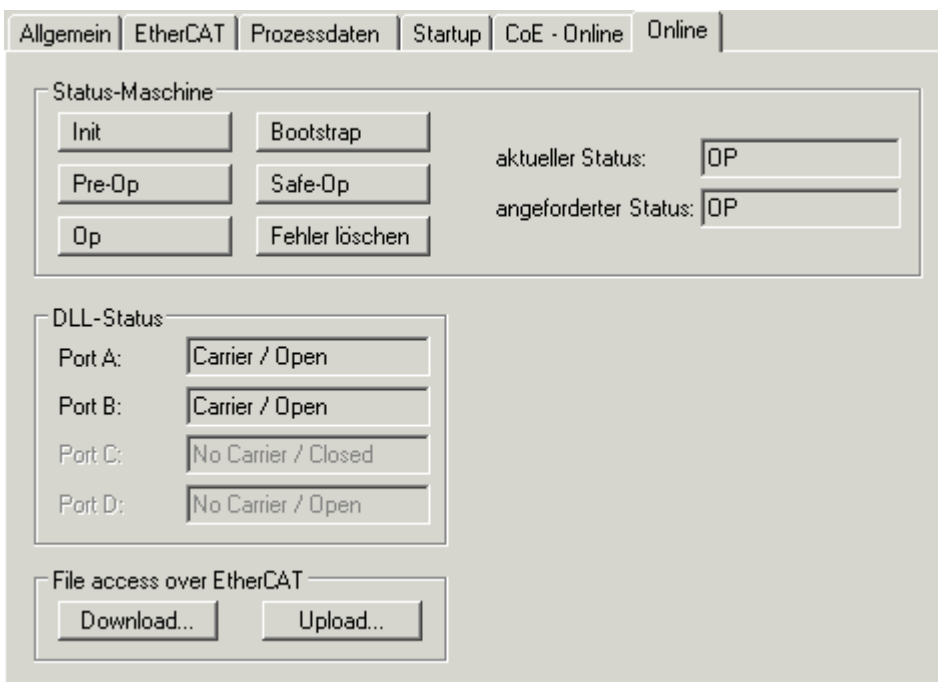


Abb. 125: Karteireiter „Online“

**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)**

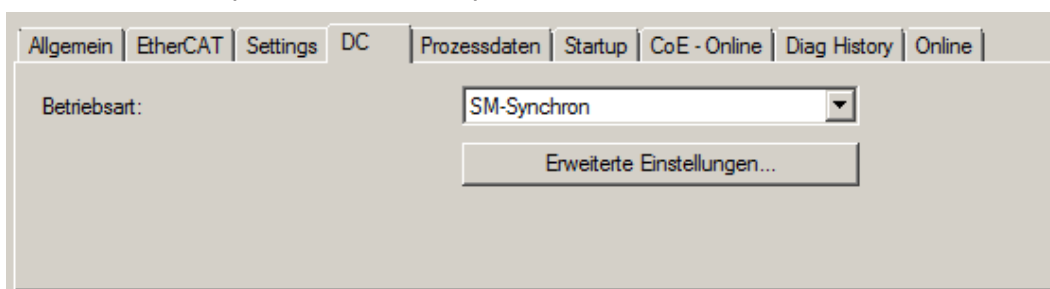


Abb. 126: Karteireiter „DC“ (Distributed Clocks)

- 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

### 6.2.7.1 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.

#### ● 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 \[► 109\]](#))
- 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.<br>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 heruntergeladen 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 heruntergeladen. Die notwendigen, zum Gerät zu sendenden Kommandos können in auf dem Karteireiter [Startup \[► 106\]](#) 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 heruntergeladen.



## 6.2.8 Import/Export von EtherCAT-Teilnehmern mittels SCI und XTI

### SCI und XTI Export/Import – Handling von benutzerdefiniert veränderten EtherCAT-Slaves

#### 6.2.8.1 Grundlagen

Ein EtherCAT-Slave wird grundlegend durch folgende „Elemente“ parametrieren:

- Zyklische Prozessdaten (PDO)
- Synchronisierung (Distributed Clocks, FreeRun, SM-Synchron)
- CoE-Parameter (azyklisches Objektverzeichnis)

Hinweis: je nach Slave sind nicht alle drei Elemente vorhanden.

Zum besseren Verständnis der Export/Import-Funktion wird der übliche Ablauf bei der IO-Konfiguration betrachtet:

- Der Anwender/Programmierer bearbeitet die IO-Konfiguration, d.h. die Gesamtheit der Input/Output-Geräte, wie etwa Antriebe, die an den verwendeten Feldbussen anliegen, in der TwinCAT-Systemumgebung.  
Hinweis: Im Folgenden werden nur EtherCAT-Konfigurationen in der TwinCAT-Systemumgebung betrachtet.
- Der Anwender fügt z.B. manuell Geräte in eine Konfiguration ein oder führt einen Scan auf dem Online-System durch.
- Er erhält dadurch die IO-System-Konfiguration.
- Beim Einfügen erscheint der Slave in der System-Konfiguration in der vom Hersteller vorgesehenen Standard-Konfiguration, bestehend aus Standard-PDO, default-Synchronisierungsmethode und CoE-StartUp-Parameter wie in der ESI (XML Gerätebeschreibung) definiert ist.
- Im Bedarfsfall können dann, entsprechend der jeweiligen Gerätedokumentation, Elemente der Slave-Konfiguration verändert werden, z.B. die PDO-Konfiguration oder die Synchronisierungsmethode.

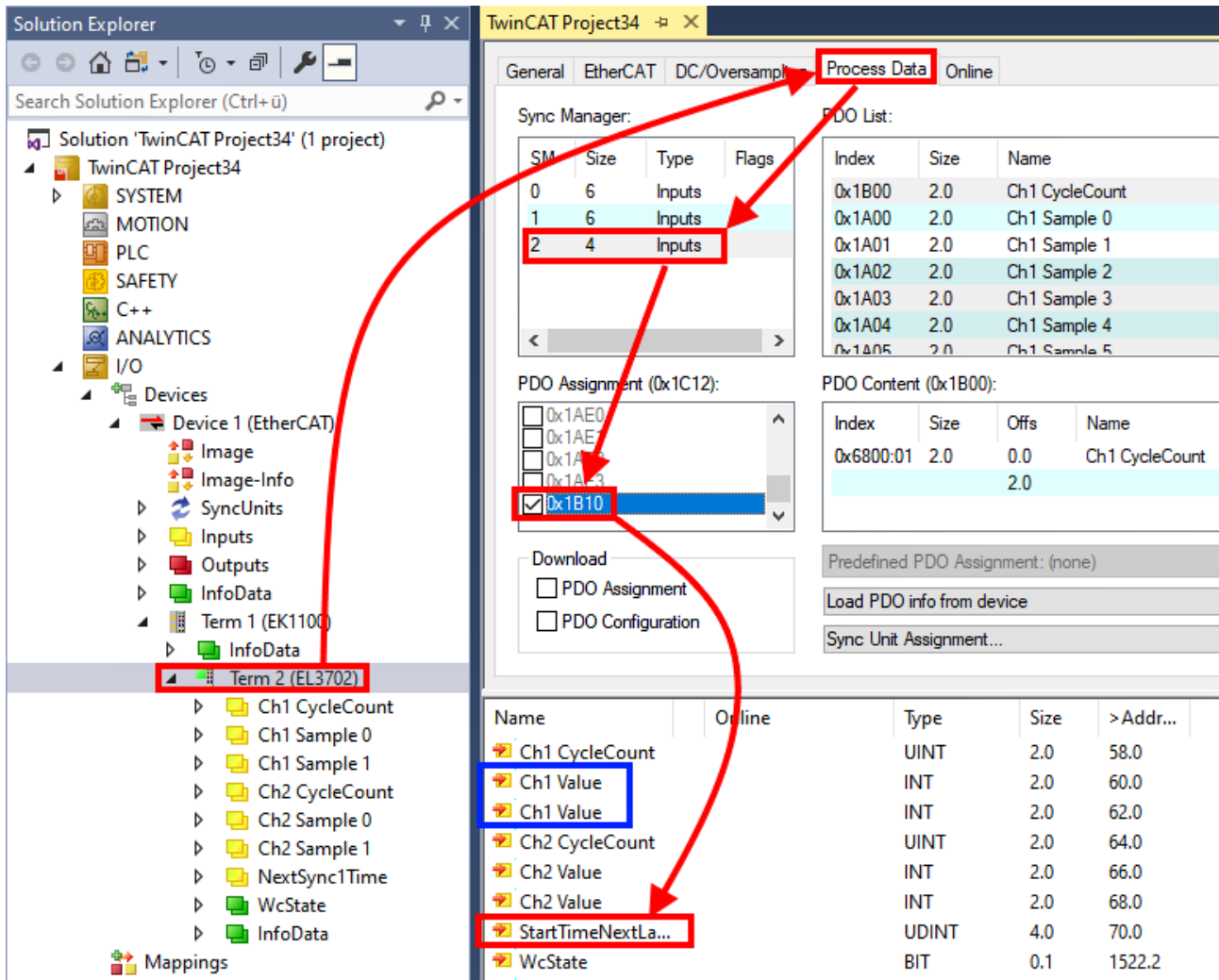
Nun kann der Bedarf entstehen, den veränderten Slave derartig in anderen Projekten wiederzuverwenden, ohne darin äquivalente Konfigurationsveränderungen an dem Slave nochmals vornehmen zu müssen. Um dies zu bewerkstelligen, ist wie folgt vorzugehen:

- Export der Slave-Konfiguration aus dem Projekt,
- Ablage und Transport als Datei,
- Import in ein anderes EtherCAT-Projekt.

Dazu bietet TwinCAT zwei Methoden:

- innerhalb der TwinCAT-Umgebung: Export/Import als **xTi**-Datei oder
- außerhalb, d.h. TwinCAT-Grenzen überschreitend: Export/Import als **sci**-Datei.

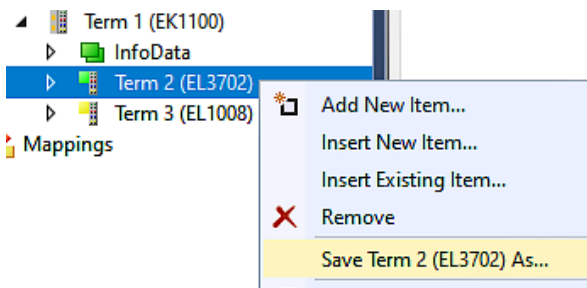
Zur Veranschaulichung im Folgenden ein Beispiel: eine EL3702-Klemme in Standard-Einstellung wird auf 2-fach Oversampling umgestellt (blau) und das optionale PDO „StartTimeNextLatch“ wahlweise hinzugefügt (rot):



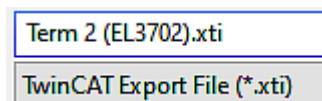
Die beiden genannten Methoden für den Export und Import der veränderten Klemme werden im Folgenden demonstriert.

### 6.2.8.2 Das Vorgehen innerhalb TwinCAT mit xti-Dateien

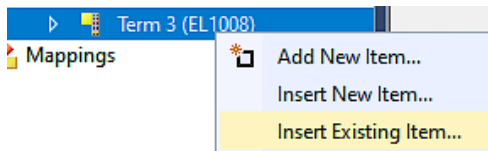
Jedes IO Gerät kann einzeln exportiert/abgespeichert werden:



Die xti-Datei kann abgelegt:



und in einem anderen TwinCAT System über „Insert Existing item“ wieder importiert werden:



### 6.2.8.3 Das Vorgehen innerhalb und außerhalb TwinCAT mit sci-Datei

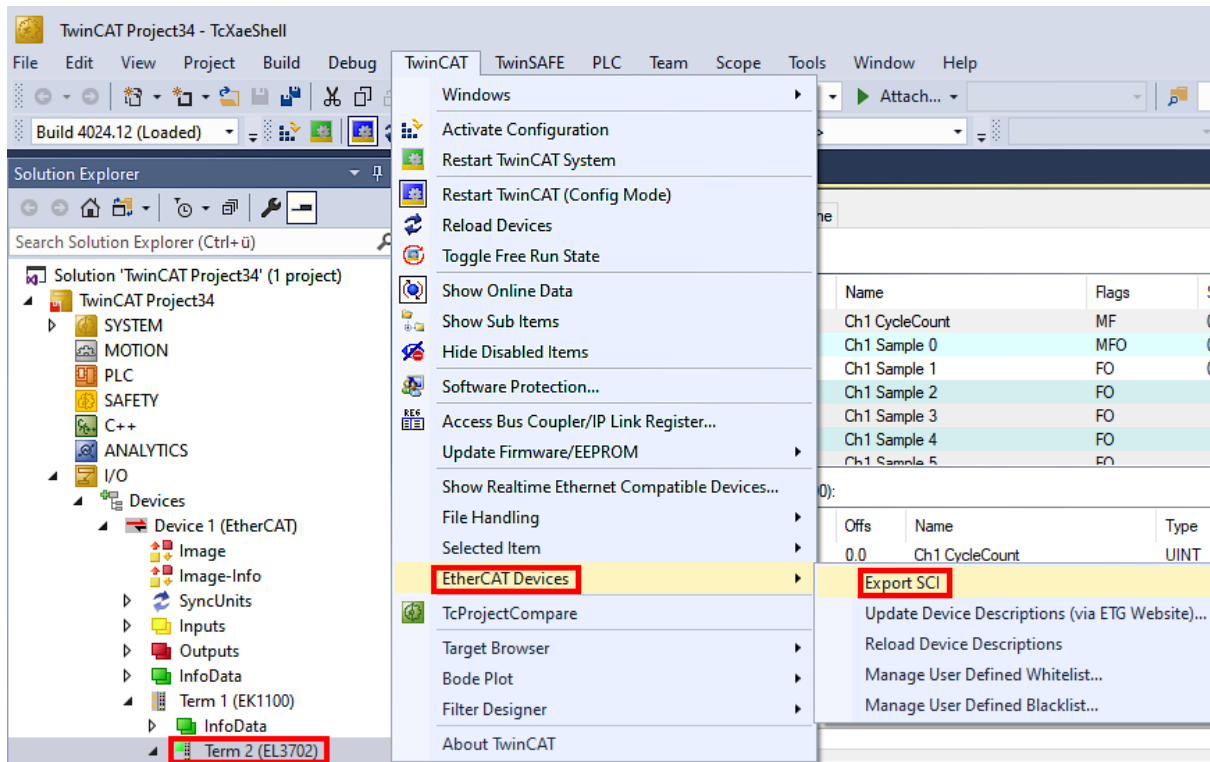
Hinweis Verfügbarkeit (2021/01)

Das sog. „SCI-Verfahren“ ist ab TwinCAT 3.1 Build 4024.14 verfügbar.

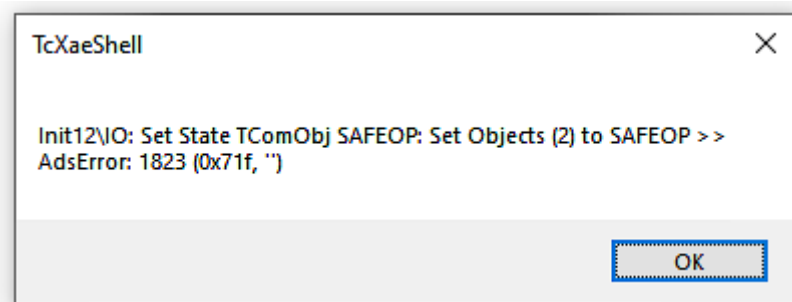
Die Slave Configuration Information (SCI) beschreibt eine bestimmte vollständige Konfiguration für einen EtherCAT-Slave (Klemme, Box, Antrieb...) basierend auf den Einstellungsmöglichkeiten der Gerätebeschreibungdatei (ESI, EtherCAT-Slave Information). Das heißt, sie umfasst PDO, CoE, Synchronisierung.

#### Export:

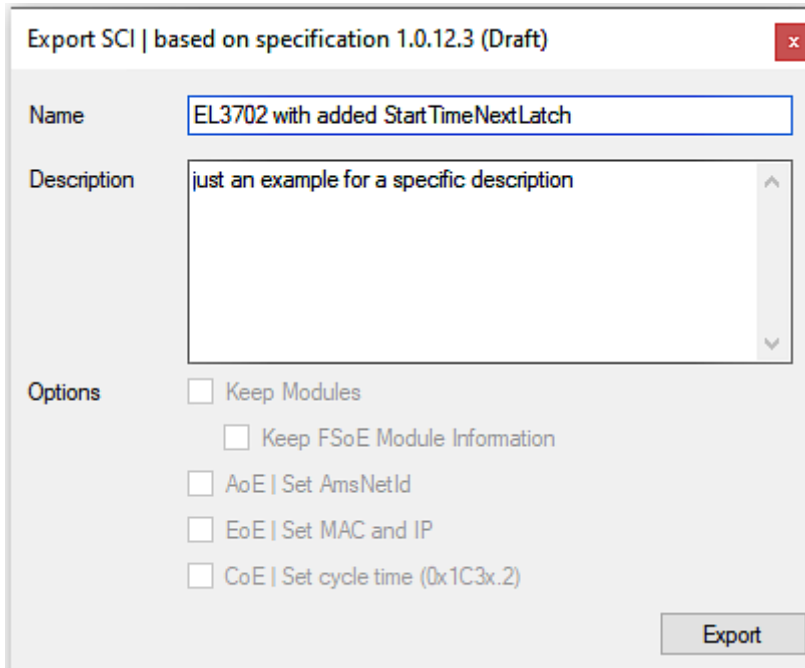
- einzelnes Gerät (auch Mehrfachauswahl möglich) über das Menü auswählen:  
TwinCAT → EtherCAT Devices → Export SCI.



- Falls TwinCAT offline ist (es liegt keine Verbindung zu einer laufenden realen Steuerung vor) kann eine Warnmeldung erscheinen, weil nach Ausführung der Funktion das System den Versuch unternimmt, den EtherCAT-Strang neu zu laden, ist in diesem Fall allerdings nicht ergebnisrelevant und kann mit Klick auf „OK“ bestätigt werden:



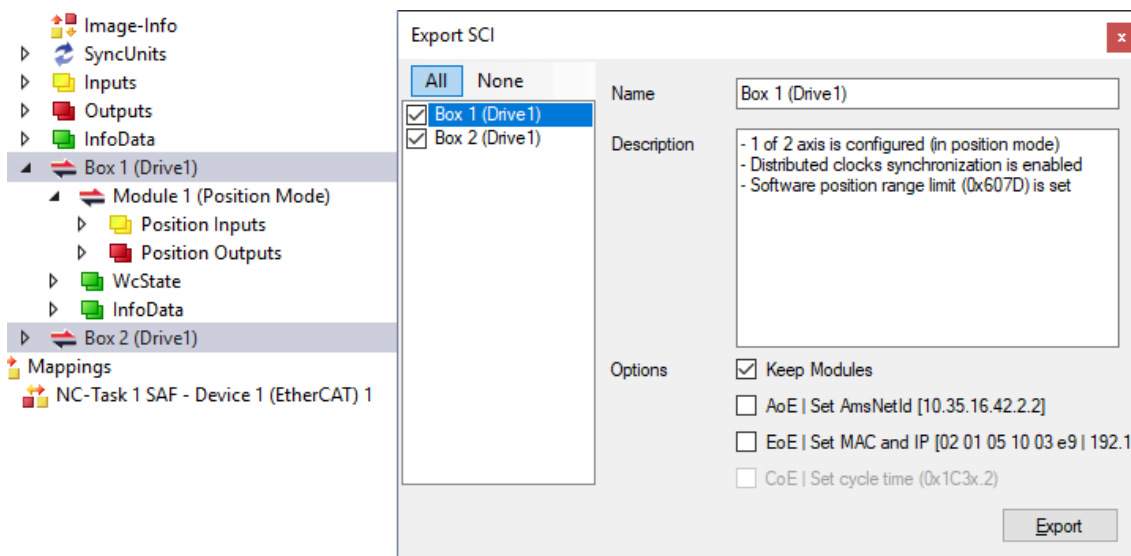
- Im Weiteren kann eine Beschreibung angegeben werden:



- Erläuterungen zum Dialogfenster:

|             |  |  |
|-------------|--|--|
| Name        | Name des SCIs, wird vom Anwender vergeben.   |  |
| Description | Beschreibung der Slave Konfiguration für den genutzten Anwendungsfall, wird vom Anwender vergeben. |  |
| Options     | Keep Modules   | Falls ein Slave „Modules/Slots“ unterstützt, kann entschieden werden, ob diese mit exportiert werden sollen oder ob die Modul- und Gerätedaten beim Export zusammengefasst werden. |
|             | AoE   Set AmsNetId   | Die konfigurierte AmsNetId wird mit exportiert. Üblicherweise ist diese netzwerkabhängig und kann nicht immer vorab bestimmt werden.   |
|             | EoE   Set MAC and IP   | Die konfigurierte virtuelle MAC- und IP- Adresse werden in der SCI gespeichert. Üblicherweise sind diese netzwerkabhängig und können nicht immer vorab bestimmt werden.            |
|             | CoE   Set cycle time(0x1C3x.2)   | Die konfigurierte Zykluszeit wird exportiert. Üblicherweise ist diese netzwerkabhängig und kann nicht immer vorab bestimmt werden.   |
| ESI         | Referenz auf die ursprüngliche ESI Datei.  |  |
| Export      | SCI Datei speichern.   |  |

- Bei Mehrfachauswahl ist eine Listenansicht verfügbar (*Export multiple SCI files*):

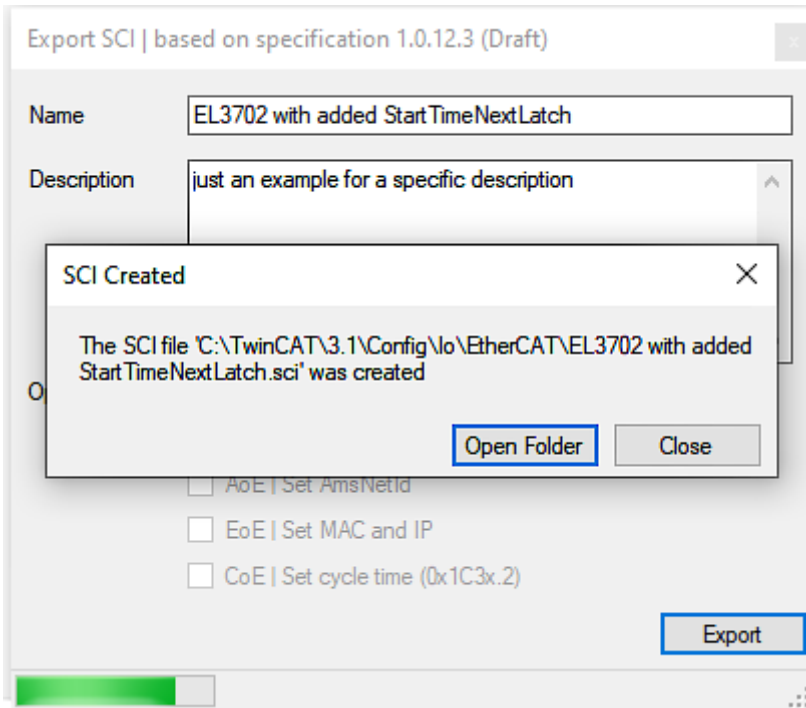


- Auswahl der zu exportierenden Slaves:

- All:  
Es werden alle Slaves für den Export selektiert.
- None:  
Es werden alle Slaves abgewählt.
- Die sci-Datei kann lokal abgespeichert werden:

Dateiname:   
 Dateityp:

- Es erfolgt der Export:

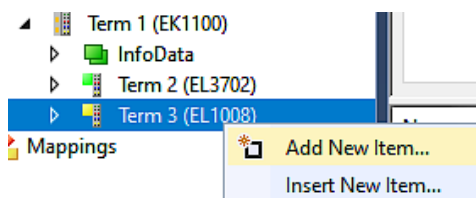


**Import**

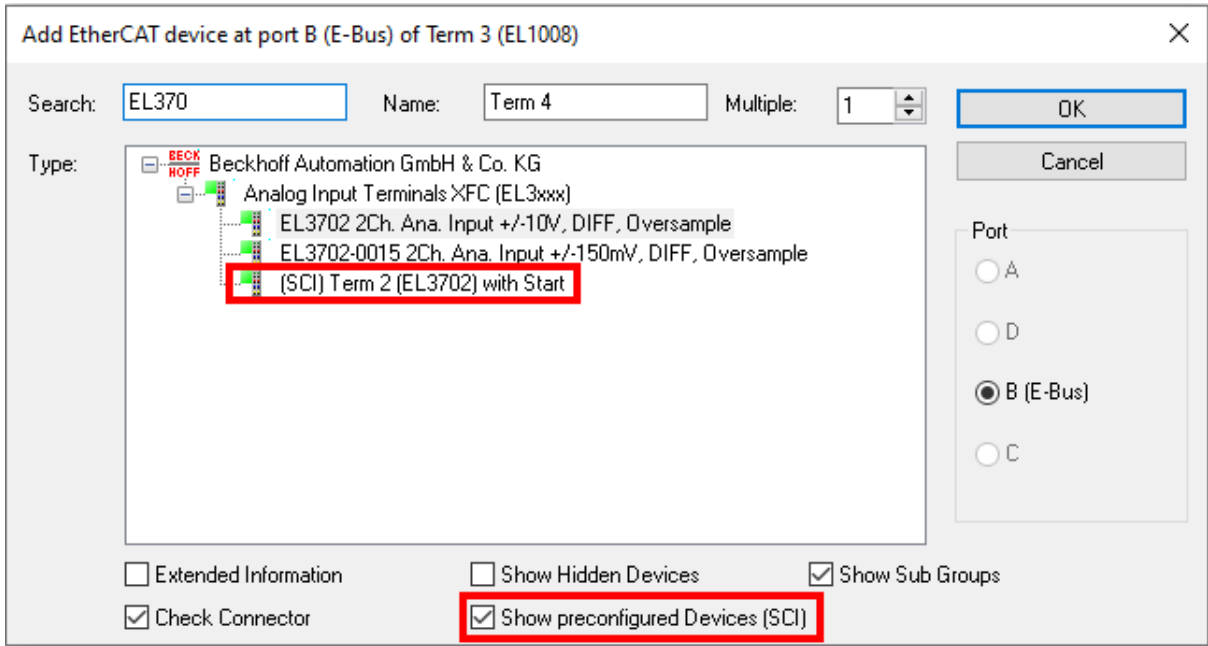
- Eine sci-Beschreibung kann wie jede normale Beckhoff-Gerätebeschreibung manuell in die TwinCAT-Konfiguration eingefügt werden.
- Die sci-Datei muss im TwinCAT-ESI-Pfad liegen, i.d.R. unter:  
C:\TwinCAT\3.1\Config\Io\EtherCAT

|  |  |                  |           |      |
|--|--|------------------|-----------|------|
|  | EL3702 with added StartTimeNextLatch.sci | 11.01.2021 13:29 | SCI-Datei | 6 KB |
|--|--|------------------|-----------|------|

- Öffnen des Auswahl-Dialogs:

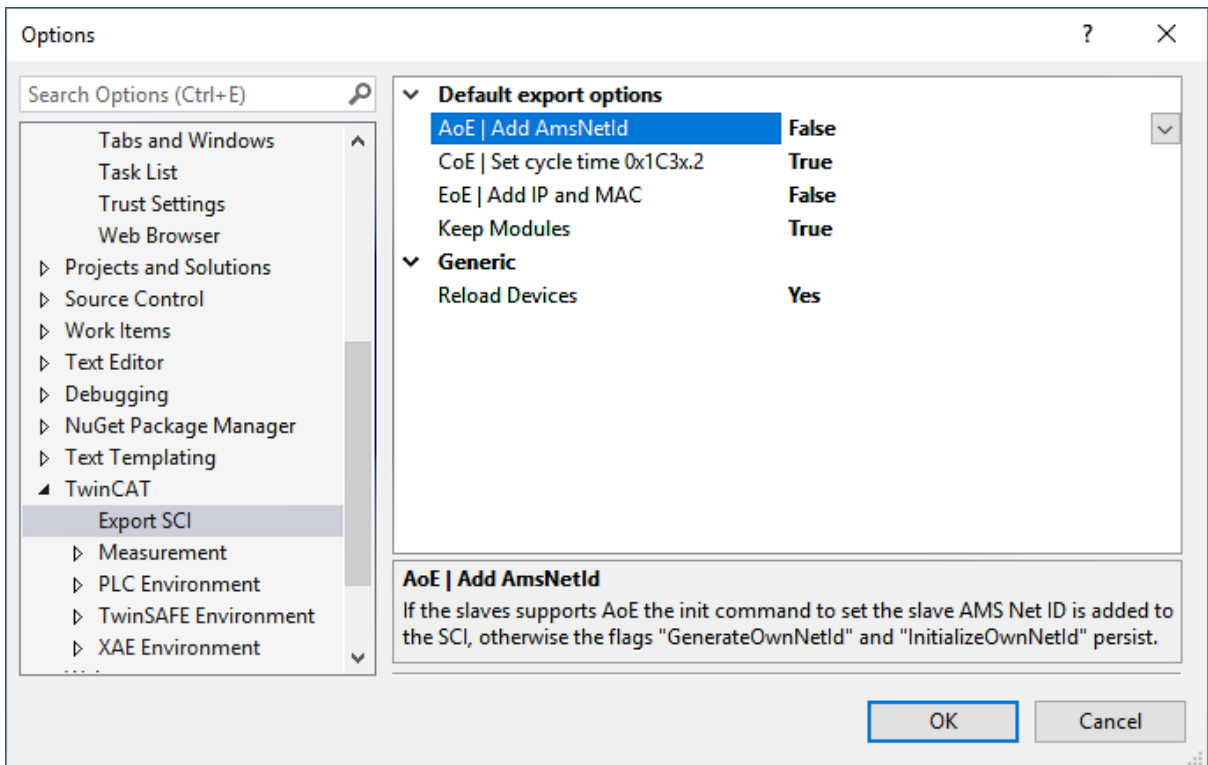


- SCI-Geräte anzeigen und gewünschtes Gerät auswählen und einfügen:



**Weitere Hinweise**

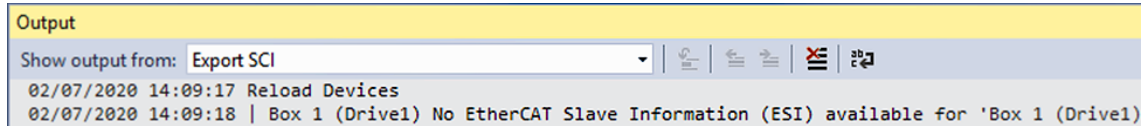
- Einstellungen für die SCI-Funktion können über den allgemeinen Options Dialog vorgenommen werden (Tools → Options → TwinCAT → Export SCI):



Erläuterung der Einstellungen:

|                        |                                |  |
|------------------------|--------------------------------|--|
| Default export options | AoE   Set AmsNetId             | Standard Einstellung, ob die konfigurierte AmsNetId exportiert wird.   |
|                        | CoE   Set cycle time(0x1C3x.2) | Standard Einstellung, ob die konfigurierte Zykluszeit exportiert wird.   |
|                        | EoE   Set MAC and IP           | Standard Einstellung, ob die konfigurierten MAC- und IP-Adressen exportiert werden.  |
|                        | Keep Modules                   | Standard Einstellung, ob die Module bestehen bleiben.  |
| Generic                | Reload Devices                 | Einstellung, ob vor dem SCI Export das Kommando „Reload Devices“ ausgeführt wird.<br>Dies wird dringend empfohlen, um eine konsistente Slave-Konfiguration zu gewährleisten. |

SCI-Fehlermeldungen werden bei Bedarf im TwinCAT Logger Output-Fenster angezeigt:



### 6.3 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 ihrer unterlagerten Ebenen diagnostisch erfassen.

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

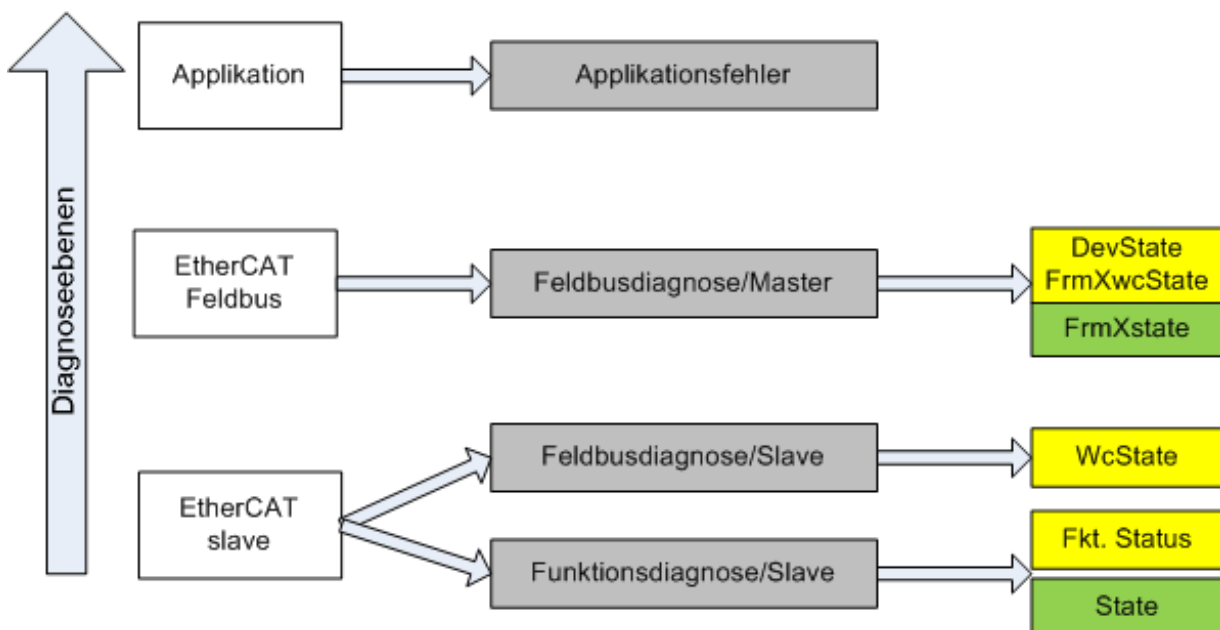


Abb. 127: Auswahl an Diagnoseinformationen eines EtherCAT-Slaves

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.

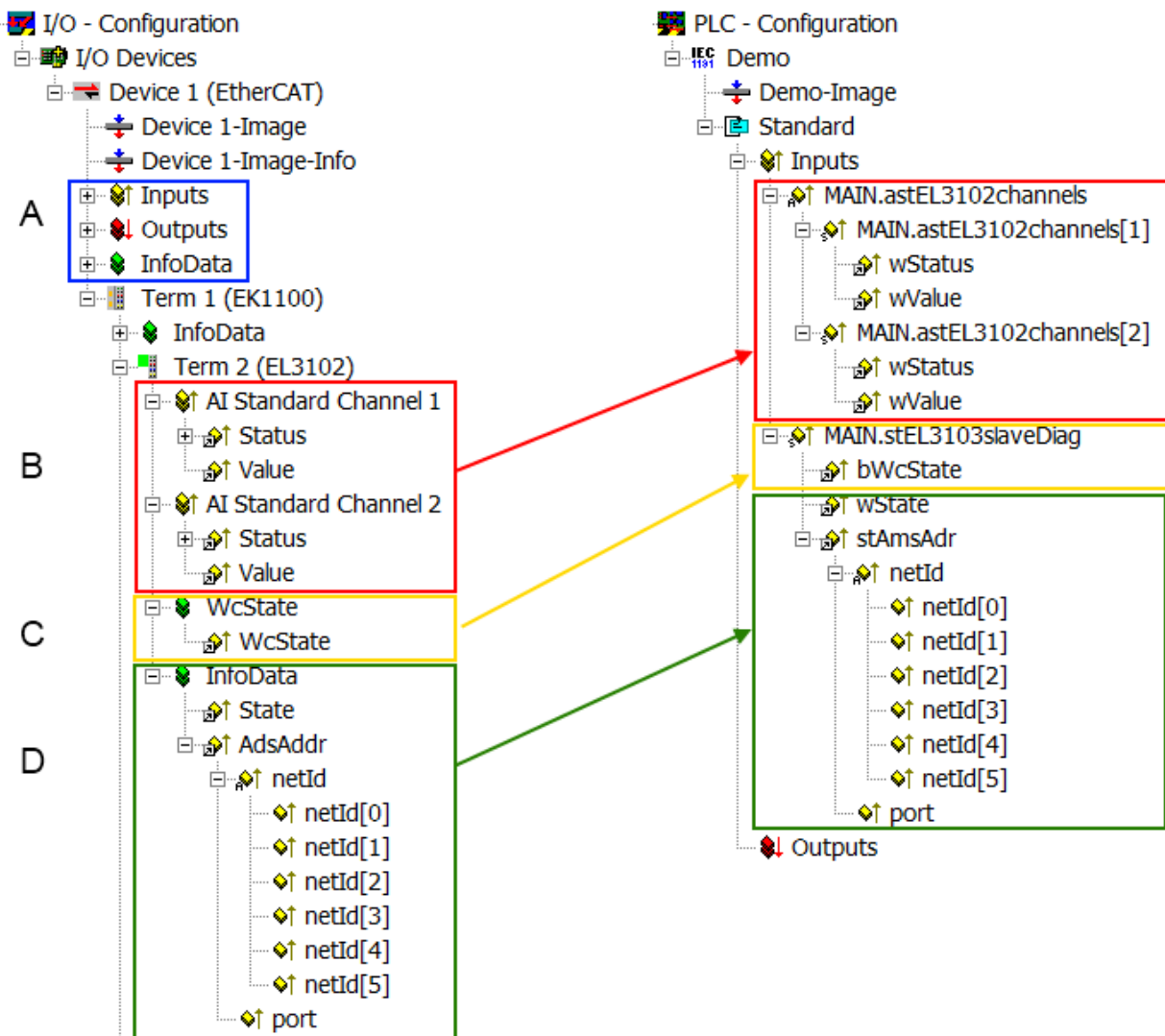


Abb. 128: Grundlegende EtherCAT-Slave Diagnose in der PLC



Dabei werden folgende Aspekte abgedeckt:

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

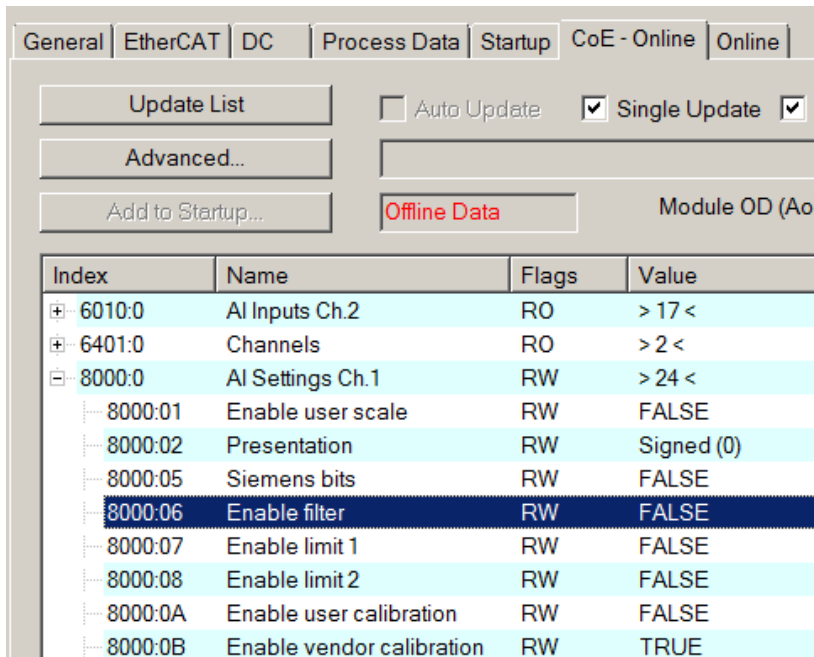


Abb. 129: EL3102, CoE-Verzeichnis

**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.

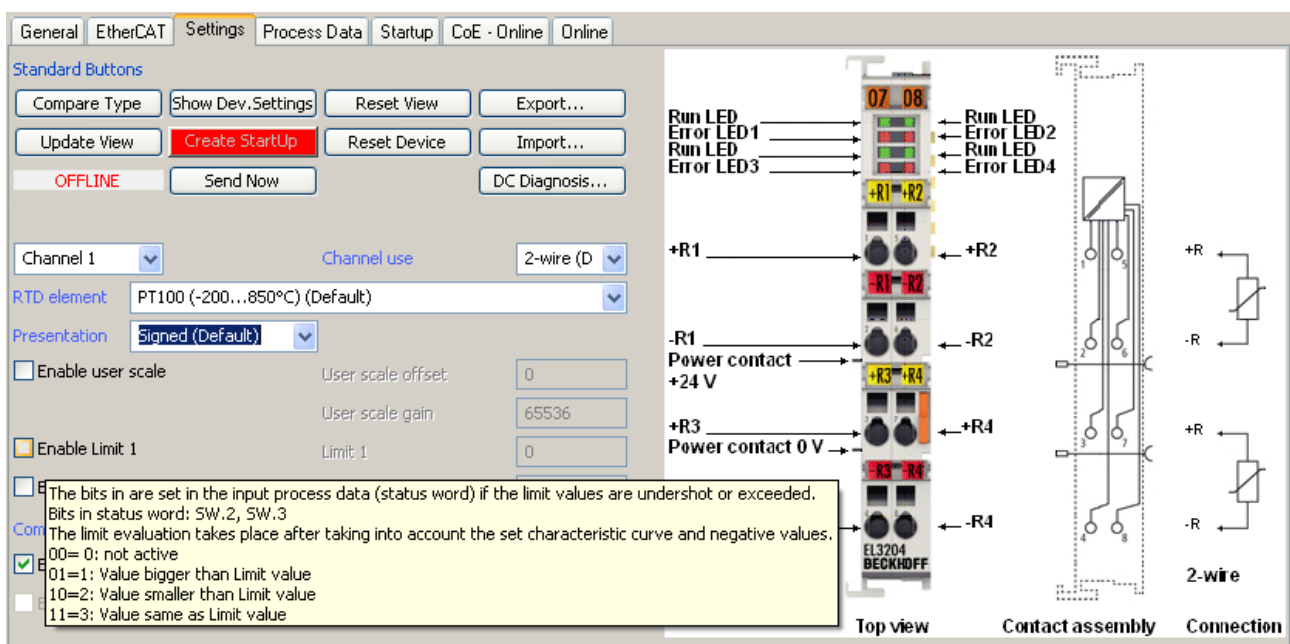


Abb. 130: Beispiel Inbetriebnahmehilfe für eine EL3204

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 \[► 26\]](#)". 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.

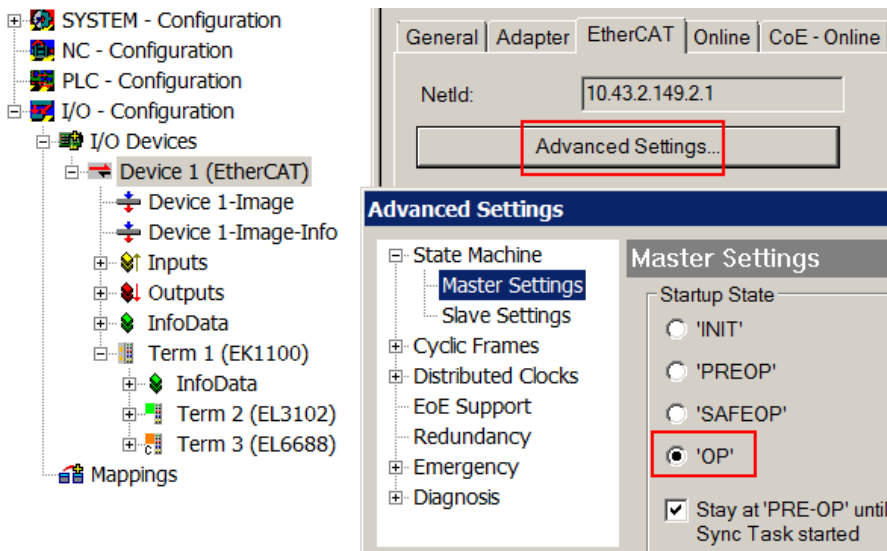


Abb. 131: Default Verhalten System Manager

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

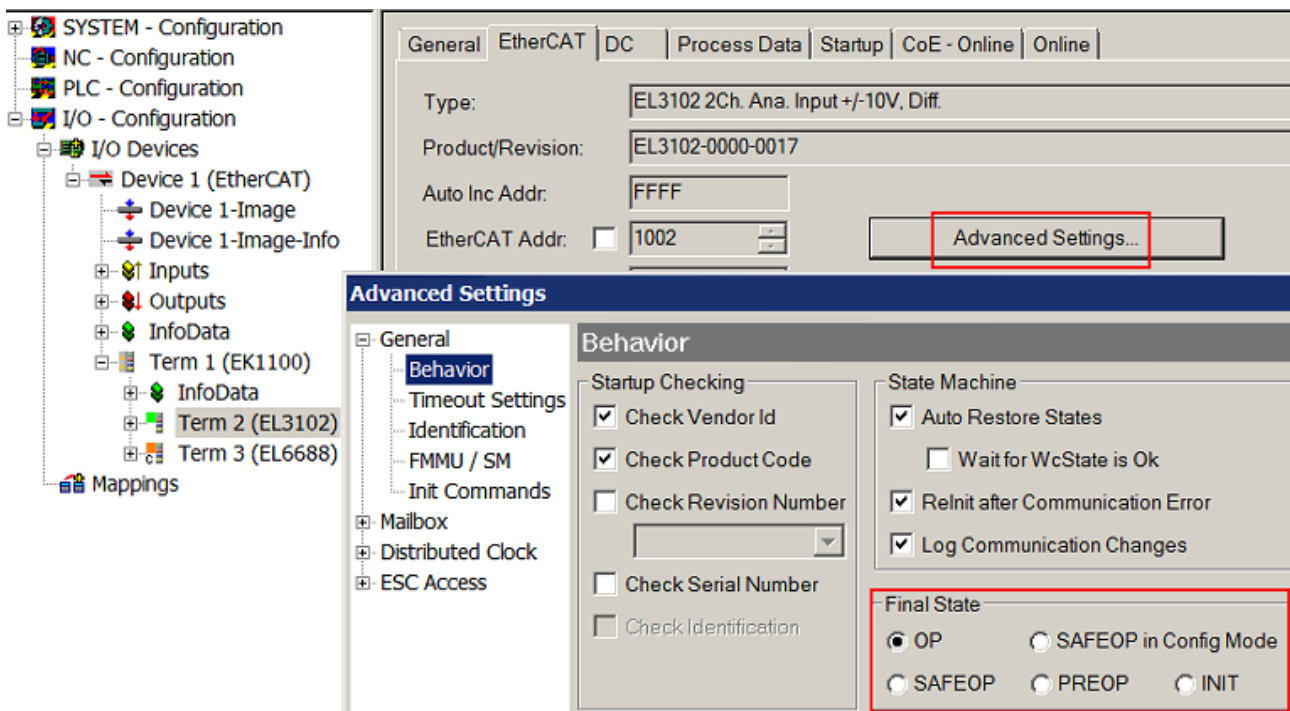


Abb. 132: Default Zielzustand im Slave

## 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.

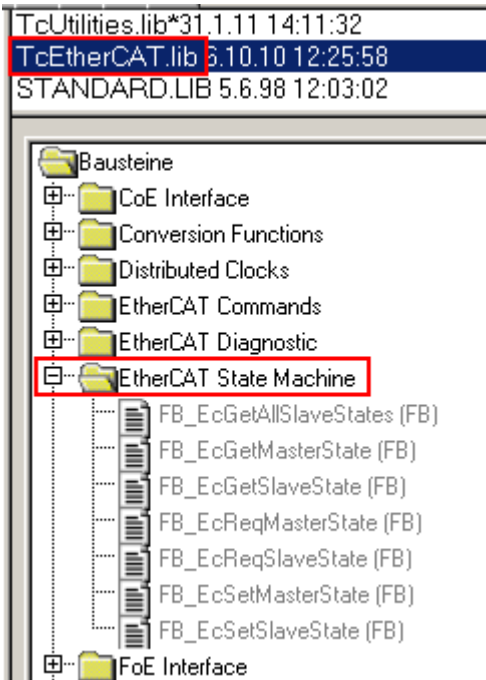


Abb. 133: PLC-Bausteine

**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. 134: 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:

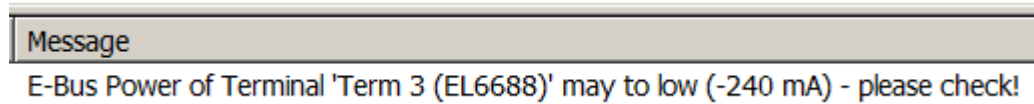


Abb. 135: Warnmeldung E-Bus-Überschreitung

### **HINWEIS**

#### **Fehlfunktion möglich!**

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

## 7 EL5021-00x0 - Inbetriebnahme

### 7.1 Prinzip der Sinus/Cosinus Messung

Ein Positionsgeber mit Sinus/Cosinus-Schnittstelle 1 V<sub>SS</sub> gibt zwei um 90° phasenversetzte Sinus-Signale als Analogspannung aus. Dabei werden beide Signale je auf zwei Leitungen differentiell als Signal und Gegensignal übertragen, die Spannungsdifferenz zwischen beiden Leitungen gibt das Nutzsignal in Volt Spitze-Spitze an. Üblich ist ein Pegel 1 V<sub>SS</sub>. Ein voller 360°-Umlauf des Sinus-Signals wird als Periode bezeichnet. Bei rotatorischen Drehgebern sind bis zu 10.000 Perioden je mechanischer Umdrehung üblich.

Wird der Drehgeber/Lineargeber bewegt, entsteht somit eine mitunter hochfrequente Wechselspannung, die den in der Folgeelektronik bekannten dynamischen Grenzen, wie maximale Eingangsfrequenz und Amplitudendämpfung/-pegel, unterliegt.

In Erweiterung des Signals eines digitalen Inkrementalencoders, der nur diese Vollschritte/Perioden auswerten könnte, kann eine nachgeschaltete Elektronik die beiden phasenversetzten Sinus-Signale interpolieren und so auch innerhalb einer Periode eine um n-tausendfach genauere Positionsbestimmung vornehmen. Für die EL5021 beträgt diese Periodenauflösung durch Interpolation je nach Einstellung 8 ... 13 Bit entsprechend 256 ... 8192-fache Mikroauflösung der Periode.

#### ● Microinkremente



Die EL5101 Encoder-Klemme verwendet zum selben Zweck ein zeitbasiertes Mikroinkrement-Verfahren, um auch digitale Encoder-Schritte in bis zu 256 Microinkremente aufzulösen.

Zusätzlich kann noch ein Reset/C-Signal vom Geber angeschlossen werden, um eine besondere Position zu markieren, z. B. die Nullstellung. Dieses Signal kann von der EL5021 zum Reset oder Latchen verwendet werden.

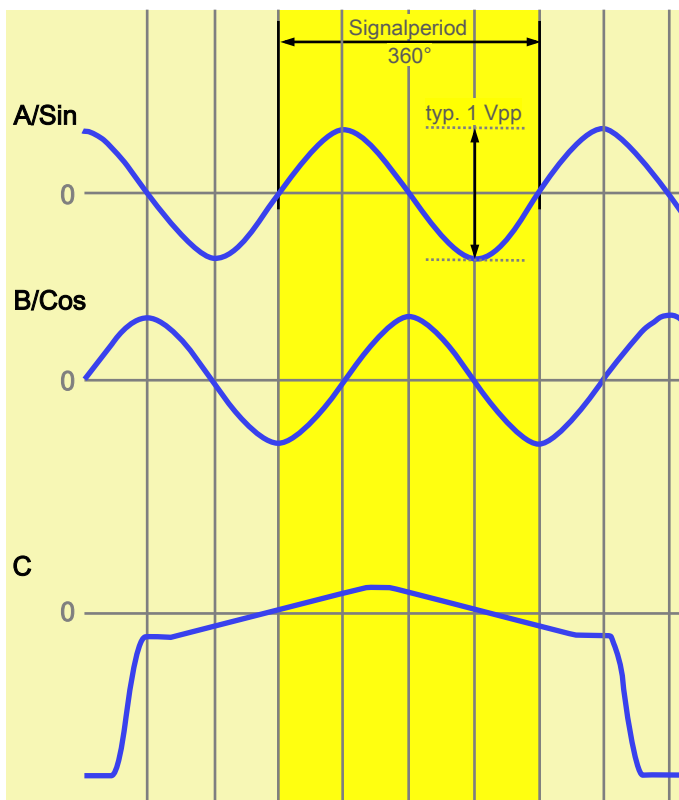


Abb. 136: Signalausgänge des Positionsgebers

## 7.2 DC (Distributed Clocks)

Im Reiter „DC“ kann über die Auswahlliste Betriebsart (Operation Mode) der Trigger Modus eingestellt werden.

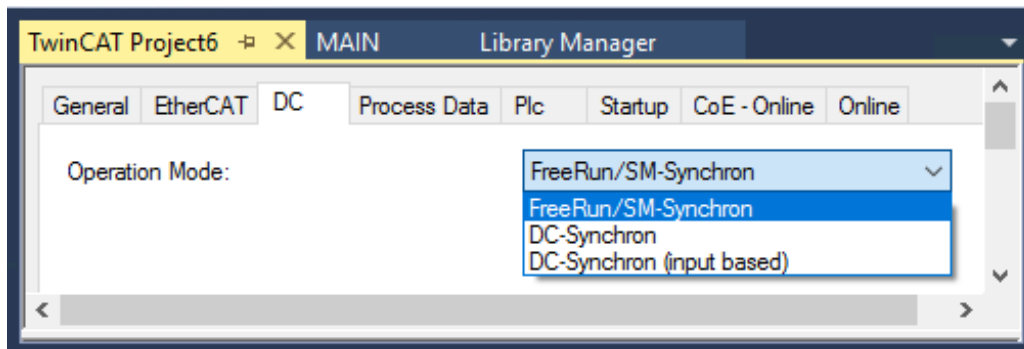


Abb. 137: Reiter "DC", Auswahlliste „Operation Mode“ Betriebsart (Trigger Modus)

- **FreeRun:** (Frame-getriggert)  
Der zyklische Betrieb wird durch die SyncManager der EtherCAT-Frame-Bearbeitung gestartet.
- **DC-Synchron:**  
Der zyklische Betrieb in der Klemme wird durch die lokale Distributed Clock in exakten Zeitabständen gestartet. Dabei ist der Startzeitpunkt so gewählt, dass er mit anderen Output-Slaves im EtherCAT-System zusammenfällt.  
Dieser Modus ist für die EL5021 als Klemme der DC-Gruppe der Eingangsklemmen nicht geeignet, siehe [Hinweis \[► 128\]](#).
- **DC-Synchron (input based):**  
Arbeitsweise wie DC-Synchron, aber der zyklische Startzeitpunkt ist so gewählt, dass er mit anderen Input-Slaves im EtherCAT-System zusammenfällt.

Eine detaillierte Beschreibung zur Funktion finden Sie im Kapitel „[Betriebsart \(Trigger Modus\) \[► 128\]](#)“

### 7.2.1 Betriebsart (Trigger Modus)

**Trigger über den Kommunikationszyklus, Frame-getriggert:**

- **"FreeRun/SM-synchron"**  
Sobald eine EtherCAT-Kommunikation die EL5021 anspricht, startet sie eine neue Positionsermittlung. Die EtherCAT Kommunikation wird in der Regel durch die PLC/NC-Task gestartet.

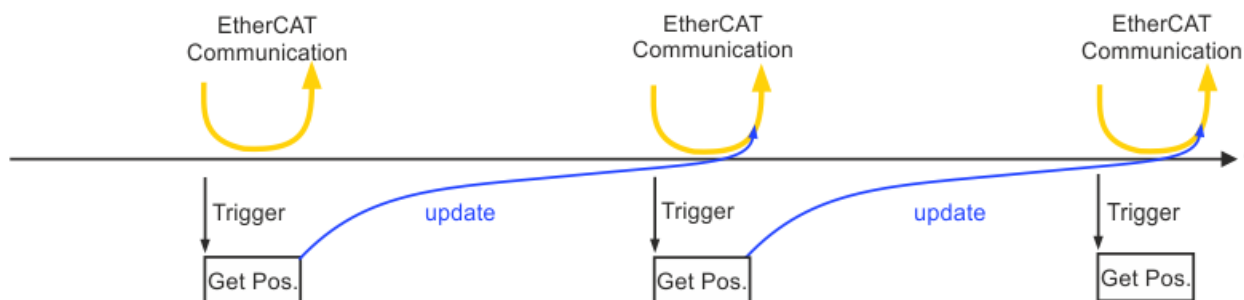


Abb. 138: frame-getriggerte EtherCAT Kommunikation

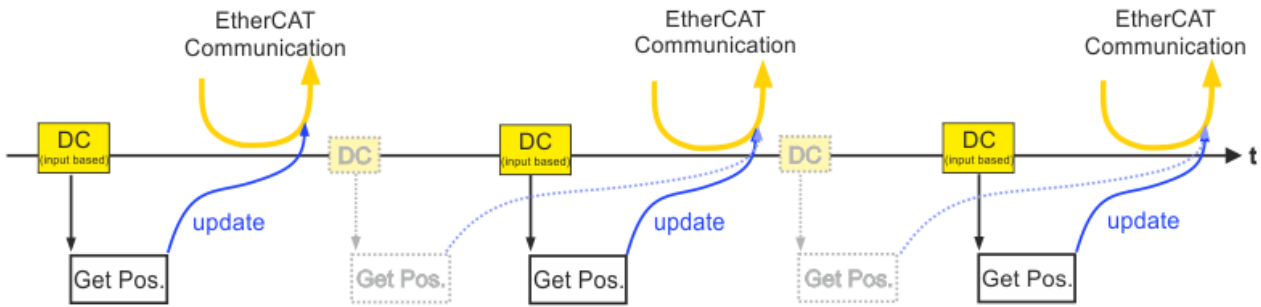
**Trigger über die klemmeneigene Distributed Clock**

1. **"DC-synchron (input based)"**  
Kurz vor dem nächsten abholenden EtherCAT Telegramm löst die DC-Einheit der Klemme die Positionsermittlung aus, so dass ein möglichst aktueller Positionswert zur Abholung bereitsteht.



2. "DC-synchron"

In der Einstellung "DC-synchron" wird die EL5021 in der DC-Gruppe der Ausgangsklemmen betrieben, wodurch sie nicht kurz vor einer EtherCAT-Kommunikation, sondern kurz nach der Kommunikation ihre Position ermittelt. Die Daten sind dadurch signifikant älter.



DC synchron (input based) getriggerte EtherCAT Kommunikation

Der exakte DC-Zeitpunkt der Positionsermittlung wird von der EL5021 nicht als Prozessdatum ausgegeben, sondern kann über die erweiterten Einstellungen der Klemme (s. Abb. *Erweiterte Einstellungen im TwinCAT System Manager*) oder über den EtherCAT Master --> Erweiterte Einstellungen --> IncludeDcTimeOffsets für alle Klemmen eingeblendet werden. Diese Werte werden bei Konfigurationserstellung/Aktivierung einmalig berechnet und ändern sich zur Laufzeit nicht mehr.

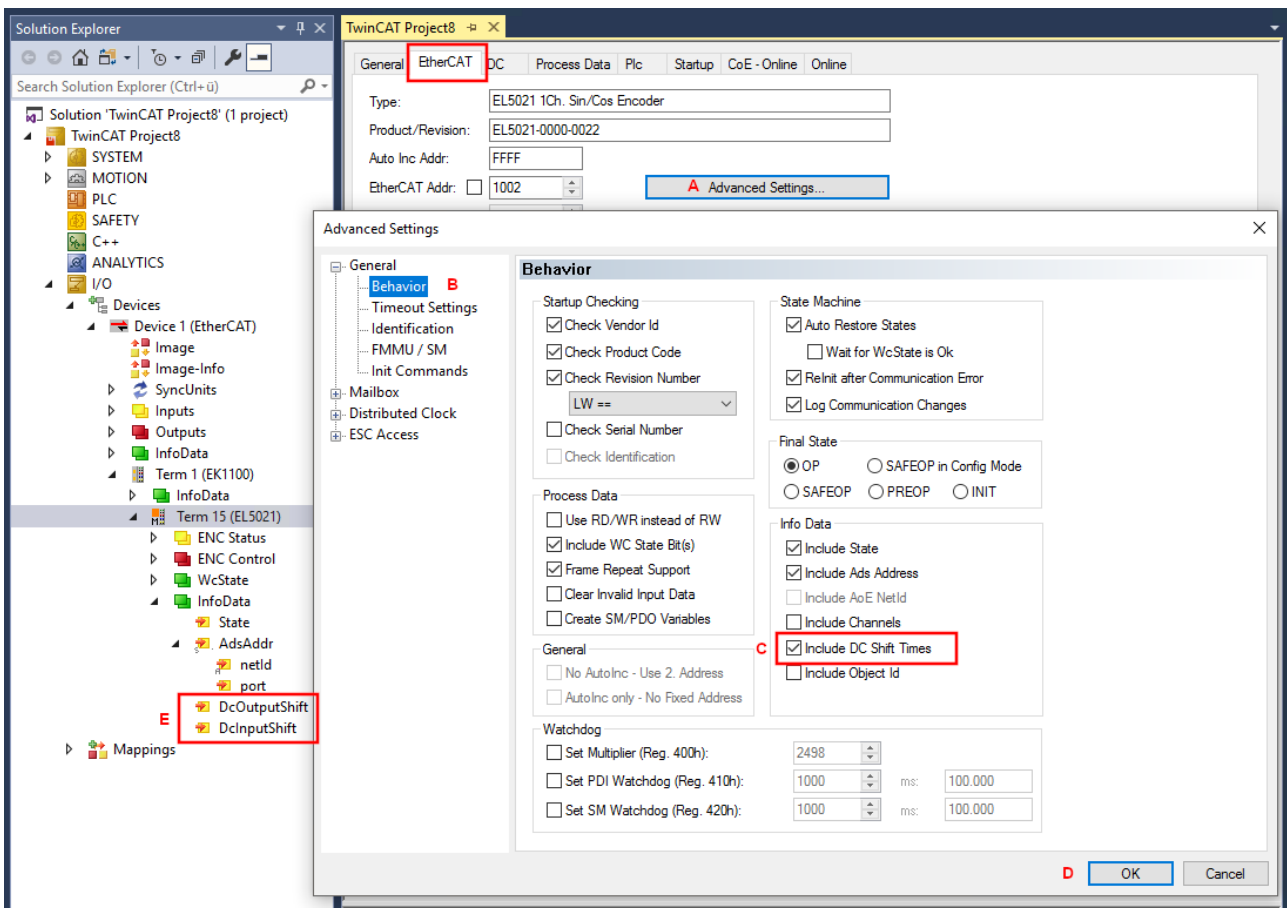


Abb. 139: Erweiterte Einstellungen der Klemme im TwinCAT System Manager

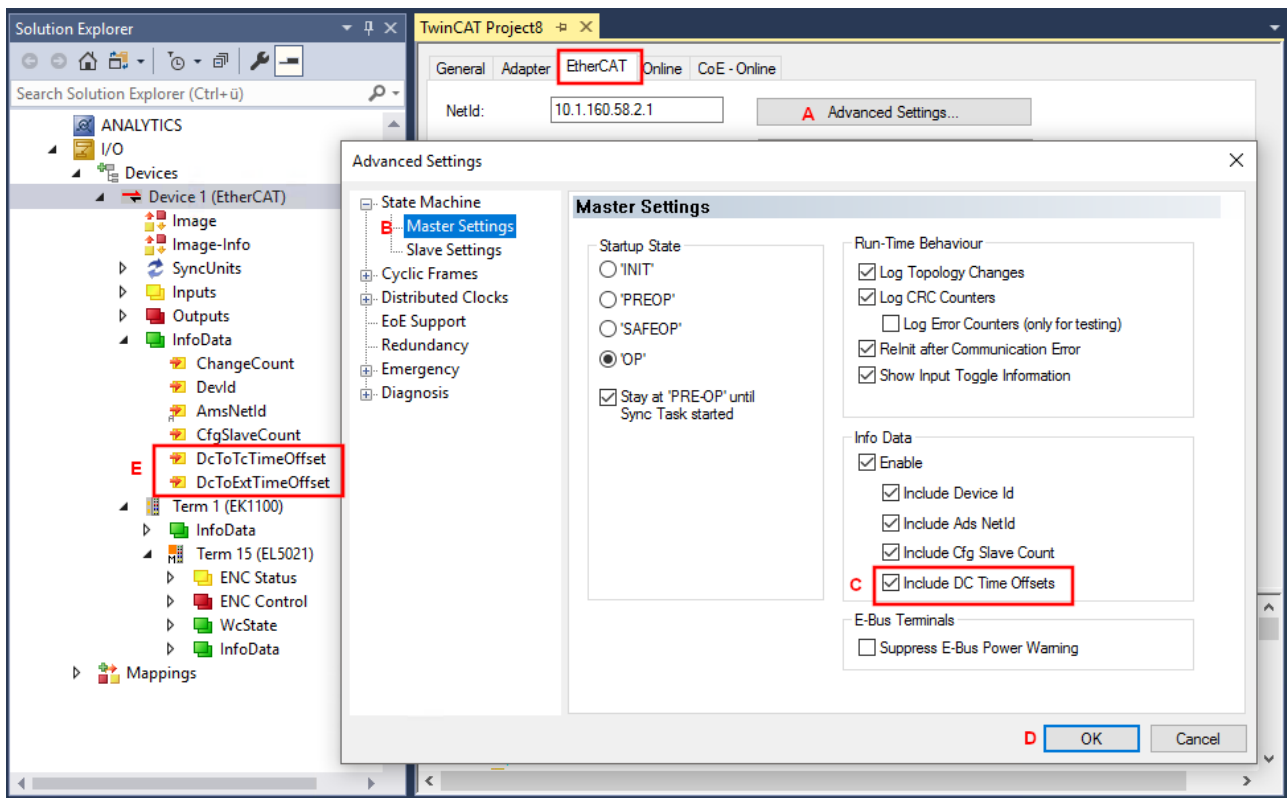


Abb. 140: Erweiterte Einstellungen des EtherCAT-Masters im TwinCAT System Manager

Die Ermittlung der aktuellen Position unterliegt einer konstanten Verzögerung von einigen  $\mu\text{s}$ . Diese Verzögerung wird in TwinCAT bereits bei der Berechnung der InputShiftTime berücksichtigt, so dass der tatsächliche Ermittlungszeitpunkt und die berechnete Zeit zusammenfallen.

Die minimal mögliche Abtastrate der EL5021 beträgt  $80 \mu\text{s}$  und damit auch die minimal mögliche EtherCAT Zykluszeit.

### 7.3 Prozessdaten EL5021-00x0

Über den Reiter „Process Data“ können die Inhalte der verfügbaren Prozessdatenobjekte (PDO) im Feld „PDO Content“ (C) angezeigt werden. Über das Feld „PDO Assignment“ können Veränderungen der Prozessdaten vorgenommen werden.

- Für die Klemmen EL5021-00x0 können über den Sync Manager SM2 „Outputs“ keine Veränderungen vorgenommen werden.
- Über den Sync Manager SM3 „Inputs“ (A) können zusätzlich zwei PDO-Zuordnungen „PDO Assignment“ (B) für die Frequenz hinzugefügt werden:
  - 0x1A01 „ENC Frequency (int32)“
  - 0x1A02 „ENC Frequency (uint32)“

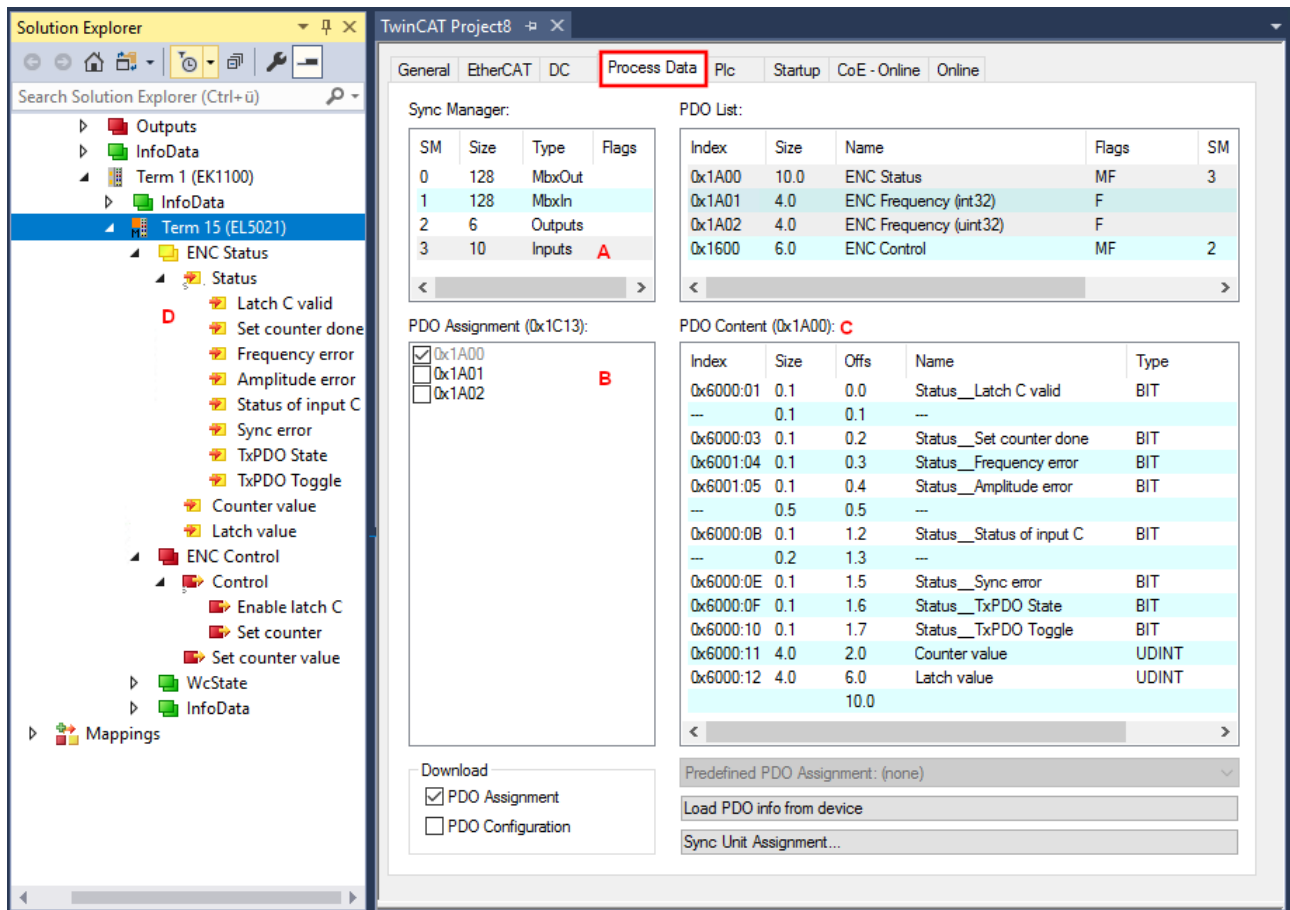


Abb. 141: EL5021 - Prozessdaten (default)

- Zur Konfiguration der Prozessdaten markieren Sie im oberen linken Feld „Sync Manager“ (A) den gewünschten Sync Manager (editierbar ist hier nur SM3).
- Im Feld darunter „PDO Assignment“ (B) 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.

Alle gewählten Prozessdaten werden in der Baumstruktur (D) dargestellt.

Die Prozessdaten werden aus den CoE-Objekten 0x6000 (Inputs und 0x7000 (Outputs) generiert und werden im Kapitel „Objektbeschreibung und Parametrierung [▶ 147]“ beschrieben.

## 7.4 TwinSAFE SC Prozessdaten EL5021-0090

Die EL5021-0090 überträgt folgende Prozessdaten an die TwinSAFE Logik:

| Index (hex) | Name                              | Type  | Größe |
|-------------|-----------------------------------|-------|-------|
| 6000:11     | Counter value (default)           | UDINT | 4.0   |
| 6000:13     | Frequency value                   | UDINT | 4.0   |
| 6000:1A     | Frequency value (int16)           | INT   | 2.0   |
| 6000:1B     | Frequency value (int32) (default) | DINT  | 4.0   |
| 6000:1C     | Frequency value (uint16)          | UINT  | 2.0   |

Dabei werden der Counter Value (0x6000:11) und der 32 Bit Frequenzwert (0x6000:1B) als Default-Werte übertragen. Über der Reiter „Process Image“ können im Safety Editor die anderen Datentypen des Frequenzwertes ausgewählt, oder ganz abgewählt werden.

Die EL5021-0090 bietet einen Slot und zwei Modules mit verschiedenen Moduleldents. Je nach Auswahl stehen unterschiedliche Prozessdaten Objekte (PDOs) zur Verfügung. Die Prozessdaten können aber im SAFETY-Editor konfiguriert werden.

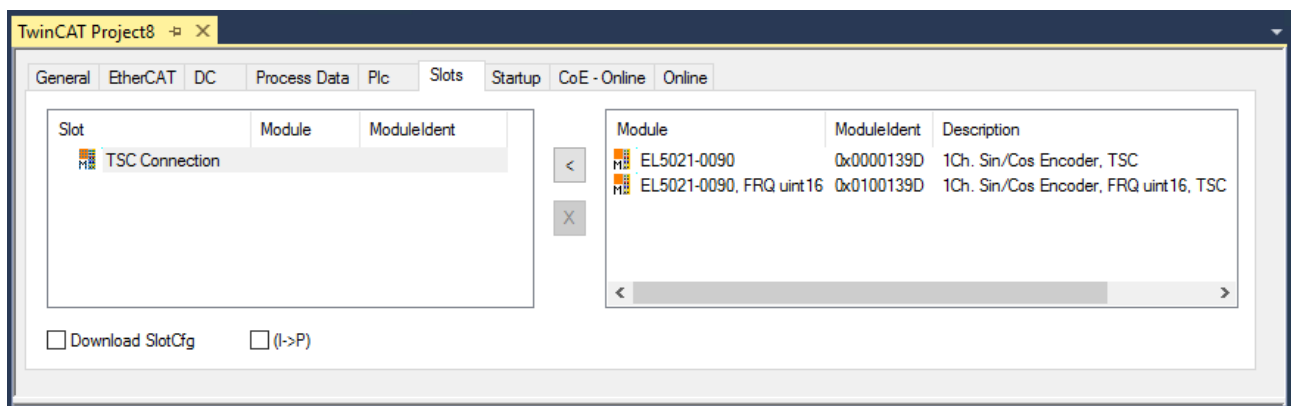



Abb. 142: EL5021-0090 – Slot-Module Zuordnung im Reiter Slots

## 7.5 Einstellungen über das CoE-Verzeichnis

[Latch](#), [Reset](#), [Drehrichtungsumkehr](#), [TxPDO State](#), [TxPDO Toggle](#) [[▶ 134](#)]

HINWEIS



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

Die Parametrierung des EtherCAT Geräts wird über den CoE - Online Reiter (mit Doppelklick auf das entsprechende Objekt) bzw. über den Prozessdatenreiter (Zuordnung der PDOs) vorgenommen. Eine ausführliche Beschreibung finden Sie in der EtherCAT System-Dokumentation im Kapitel „EtherCAT Teilnehmerkonfiguration“.

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

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

Alle Einstellungen der EL5021 werden über das CoE-Verzeichnis vorgenommen.

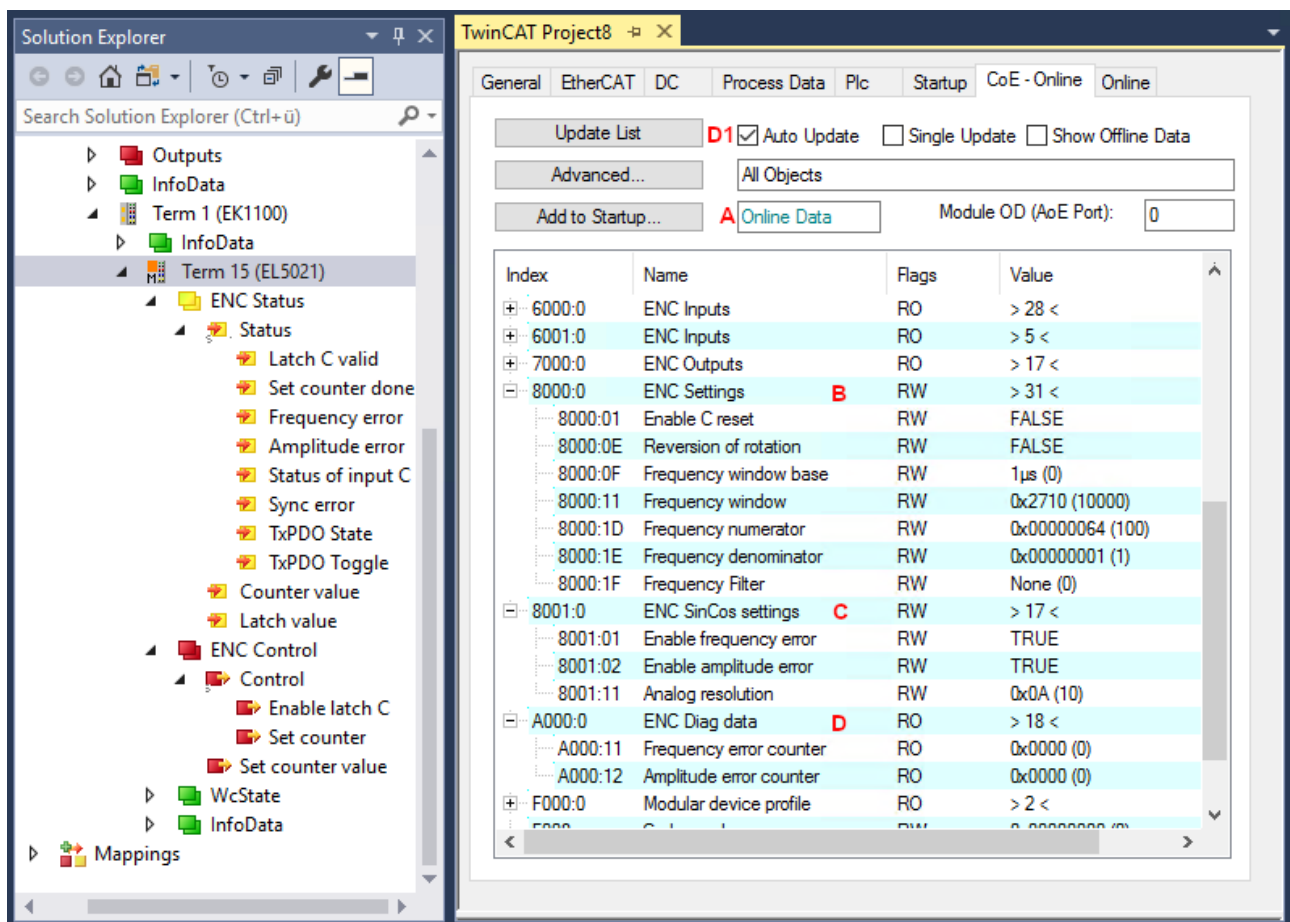


Abb. 143: CoE-Verzeichnis am Beispiel der EL5021

Ist die Klemme online, d. h. am EtherCAT-Master TwinCAT angeschlossen und im fehlerfreien RUN-State (WorkingCounter = 0), sind die Online-Daten zugänglich (A).

In den Einträgen Index 0x8000 [[▶ 148](#)] (B) und Index 0x8001 [[▶ 148](#)] (C) können online die Einträge verändert werden, bitte beachten Sie auch die Hinweise zur StartUp-Liste.

Frequenz- und Amplitudenfehler werden in der EL5021 gezählt und sind unter Index 0xA000 [[▶ 150](#)] auslesbar - wenn (D1) aktiviert wurde, erfolgt ein ständiges Update der Anzeige in TwinCAT.

Im CoE können Latch und/oder Reset auf das C-Signal aktiviert werden. Eine Aktivierung von beiden Funktionen gleichzeitig wird nicht empfohlen.

**Latch C-Eingangs ("C")****Aktivieren und speichern ("Latches") des Zählerstandes**

1. Aktivieren Sie den Latch-C-Eingang über das Prozessdatum „Enable latch C“ (Index [0x7000:01](#) [[▶ 150](#)]) = TRUE

⇒ Beim ersten externen Latch-Impuls (positive Flanke an Eingang "C") nach gesetztem Bit (TRUE) in Index [0x7000:01](#) [[▶ 150](#)] wird der Zählwert in „Latch value“ (Index [0x6000:12](#) [[▶ 149](#)]) gespeichert. Die folgenden Impulse an den anderen Eingängen haben bei gesetztem Bit keinen Einfluss auf den Latch-Wert in Index [0x6000:12](#) [[▶ 149](#)].

● **„Latch C valid“-Bit**

**i** Erst wenn der Wert des "Latch C valid" - Bit (Index [0x6000:01](#) [[▶ 149](#)]) FALSE ist, kann ein neuer Zählwert auf den Latch-Eingang geschrieben werden.

**Reset**

Reset des Zählers (Index [0x8000:01](#) [[▶ 148](#)]): Für den Zähler-Reset über den Eingang C ist das Bit im Index [0x8000:01](#) [[▶ 148](#)] zu setzen.

**Drehrichtungsumkehr**

Die Option zur Drehrichtungsumkehr ist mit Setzen des Bits in Index [0x8000:0E](#) [[▶ 148](#)] gegeben.

**TxPDO State**

Index [0x6000:0F](#) [[▶ 149](#)], TRUE bei Frequenz-, Amplituden- oder allgemeinem Fehler

**TxPDO Toggle**

Index [0x6000:10](#) [[▶ 149](#)], Toggelt bei jedem neuen Wert.

## 7.6 Funktionsprinzipien

### 7.6.1 EL5021-00x0

Die Folgende Beschreibung bezieht sich auf die Klemmen EL5021 und EL5021-0090, beide Klemmen werden mit der Bezeichnung EL5021 zusammengefasst.

● **Bestimmungsgemäßer Einsatz der EL5021**

**i** Die EL5021 ist für nicht sprunghaft ändernde bzw. gleichbleibende Frequenzen konzipiert. Ein prellendes Signal, wie es z. B. bei einem Messtaster auftreten kann, verursacht Frequenzsprünge ("Glitches"). Die dabei auftretenden Maximalfrequenzen und die hohe Frequenzänderungsgeschwindigkeit können dabei außerhalb des Arbeitsbereiches der EL5021 liegen. Da diese verfälschten Signale von der Klemme nicht mehr erkannt werden, können diese nicht ausgewertet und als möglicher Fehler interpretiert werden.

#### 7.6.1.1 Positionsermittlung

Ein Drehgeber gibt dabei üblicherweise 100..10.000 Sinus/Cosinus-Perioden je Umdrehung aus. Die EL5021 kann diese beiden differentiellen Analogsignale kontinuierlich messen, interpolieren und zu einem Positionswert verrechnen, bestehend aus

- Anzahl Perioden --> Periodenzähler
- und der aktuellen Position innerhalb der Periode --> Periodenanteil 0..360°

Nach Kundenwunsch kann die maximale Periodenanteil-Ermittlung mit einer Auflösung von 8..13 Bit erfolgen, entsprechend 256 .. 8192 Schritte je 360° Sinus-Periode. Dies wird im CoE, Index [0x8001:11](#) [[▶ 148](#)] „Analog resolution“ eingestellt. Dies ist die theoretische, vom Anwender maximal gewünschte Auflösung, die bei Stillstand oder langsamer Bewegung auch erreicht wird.

Die tatsächliche aktuelle Auflösung ist jedoch von der aktuell anliegenden Eingangsfrequenz des Sin/Cos-Signals abhängig.

1. Bei steigender Frequenz verringert sich die Auflösung automatisch, vom niedrigsten Bit her (LSB) beginnend werden die Bits eingefroren. Bei 12 Bit eingestellter max. Periodenauflösung werden bei der max. Eingangsfrequenz von typ. 80 kHz noch 6 Bit Periodenauflösung ermittelt.
2. Verlangsamt sich die Frequenz signifikant, erhöht sich die tatsächlich erzielte Auflösung wieder.
  - ⇒ Eine Online-Meldung über die aktuell anliegenden eingefrorenen Bits erfolgt nicht. Siehe dazu auch das [Beispielprogramm](#) [[▶ 158](#)].

Die Umrechnung auf reale mechanische Umdrehungen ist abhängig von der Periodenanzahl je Umdrehung des verwendeten Gebers und wird in der PLC oder NC verrechnet.

| Voreingestellte Periodenauflösung [Bit] | f <sub>max</sub> [kHz] | Typ. Frequenz (±15 %), bei der die automatische Reduzierung der voreingestellten Periodenauflösung beginnt | Min. Periodenauflösung bei f <sub>max</sub> |
|---|------------------------|--|---|
| 8                                       | 250                    | 9000 Hz  |   |
| 9                                       |                        | 4500 Hz  |   |
| 10 (Voreinstellung)                     |                        | 2500 Hz  |   |
| 11                                      | 170                    | 1500 Hz  |   |
| 12                                      | 80                     | 750 Hz   | 6 Bit                                       |
| 13                                      | 40                     | 650 Hz   |   |

Wird f<sub>max</sub> überschritten, wird ein Frequenzfehler angezeigt (Index [0x6001:04](#) [[▶ 149](#)] „Frequency error“), Amplitudenfehler (zu niedriger Pegel, untersteuerter Eingang) werden im Index [0x6001:05](#) [[▶ 149](#)] „Amplitude error“ angezeigt.

Die Angabe der Position erfolgt in 32 Bit als zusammengesetztes Prozessdatum. Je nach gewünschter max. Auflösung setzen sich diese 32 Bit von rechts (LSB) gesehen zusammen aus:

- Analoganteil: 8 ... 13 Bit nach Einstellung in Index [0x8001:11](#) [[▶ 148](#)] „Analog resolution“
- 24 ... 19 Bit für die Anzahl der Perioden, Umfang gegeben durch die noch zur Verfügung stehenden Bits.

Somit steht ein fortlaufender 32 Bit Positionswert zur Verfügung, der direkt z. B. mit der NC verlinkt werden kann. In der NC ist dann unter Berücksichtigung von

- Sinus-Perioden je mechanischer Umdrehung, z. B. 5000
- eingestellter Interpolationsauflösung, z. B. 10 Bit

der Umrechnungsfaktor in Bit / mm einzustellen.

**● Rücksetzen des Zählerstandes bei Änderung der Periodenauflösung**



Bei Änderung der Periodenauflösung im CoE (Index [0x8001:11](#) [[▶ 148](#)] „Analog resolution“) und „Enable C reset“ (Index [0x8000:01](#) [[▶ 148](#)]) wird der aktuelle Zählerstand zurückgesetzt.

**● Darstellung "Periodenauflösung 8 Bit"**



In der Einstellung "Periodenauflösung 8 Bit" entspricht die Darstellung des 32 Bit Prozessdatums der EL5101 Encoder-Klemme mit aktivierten Mikroinkrementen.

### 7.6.1.2 Diagnose

Die Ausgabe des Frequenzfehlers als Prozessdatum „Frequency error“ erfolgt bei Überschreitung der für den jeweiligen Auflösungsbereich gültigen max. Frequenzgrenze  $f_{\max}$  s. Kapitel [Positionsermittlung \[► 134\]](#).

Die Ausgabe des Amplitudenfehlers als Prozessdatum „Amplitude error“ erfolgt, wenn das Sin/Cos-Signal zu geringe Spannung aufweist. Dies kann bei geeigneter Lage auch zur Leitungsbruchdetektion genutzt werden.

In CoE-Objekt [0xA000 \[► 150\]](#) „ENC Diag Data“ werden diese Fehler gezählt und können per SDO-Zugriff auch aus der SPS ausgelesen werden.



### 7.6.1.3 Sonderfunktionen: Reset, Latch, Position setzen

Im CoE können Latch und/oder Reset auf das C-Signal aktiviert werden. Eine Aktivierung von beiden Funktionen gleichzeitig wird nicht empfohlen.

#### Reset

Wenn das C-Signal die EL5021 erreicht, wird der interne Zähler umgehend auf 0 gesetzt.

#### Latch

Wenn das C-Signal die EL5021 erreicht, wird eine neue Positionsermittlung gestartet und die zuletzt ermittelte Position "gelatcht" (gespeichert), siehe Abb. "Latchen" einer Position, Signal  $C_A$ . Fällt das Latchsignal zeitlich in den Bereich der getriggerten Positionsermittlung, wird die Latchermittlung vorrangig behandelt, die reguläre Positionsermittlung sofort danach durchgeführt, siehe Signal  $C_B$ .

Diese Verzögerung ist bei Synchroner Betriebsart ohne Bedeutung, bei DC-Betrieb steht intern genug Zeitreserve zur Verfügung um *GetPos* dennoch rechtzeitig zum nächsten EtherCAT-Zyklus ausführen zu können und so aktuelle Daten zu liefern.

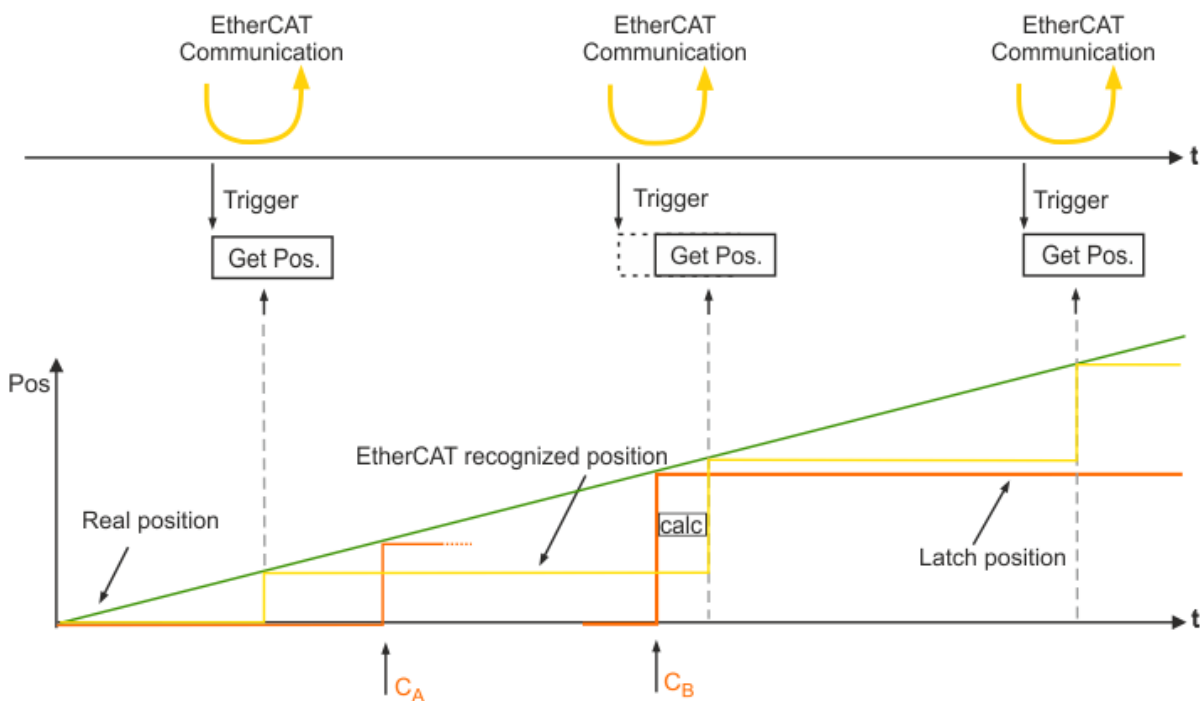


Abb. 144: "Latchen" einer Position

#### Position setzen (Set counter)

Über den Index [0x7000:03 \[► 150\]](#) wird der in [0x7000:11 \[► 150\]](#) festgelegte Positionswert (Zählerstand) neu gesetzt.

**● Position setzen**

**i** Die Anwendung der Funktion "Position setzen" empfiehlt sich nur beim Stillstand der Achse.

### 7.6.1.4 Frequenzmessung/Geschwindigkeitsmessung

Über die folgenden Objekte werden die Parameter in der EL5021 (ab FW07 [► 163]) und EL5021-0090 für die Berechnung der Frequenz bzw. Geschwindigkeit eingestellt. Die ermittelte Frequenz bzw. Geschwindigkeit wird in Index 0x6000:13 als 32 Bit-Wert oder 0x6000:1A als 16 Bit-Wert als Prozessdatum ausgegeben.

|         |                       |    |                  |
|---------|-----------------------|----|------------------|
| 8000:0  | ENC Settings          | RW | > 31 <           |
| 8000:01 | Enable C reset        | RW | FALSE            |
| 8000:0E | Reversion of rotation | RW | FALSE            |
| 8000:0F | Frequency window base | RW | 1µs (0)          |
| 8000:11 | Frequency window      | RW | 0x2710 (10000)   |
| 8000:1D | Frequency numerator   | RW | 0x00000064 (100) |
| 8000:1E | Frequency denominator | RW | 0x00000001 (1)   |
| 8000:1F | Frequency Filter      | RW | None (0)         |

Abb. 145: CoE-Objekte, ENC Settings

| Index (hex) | Name                  | Bedeutung   | Default                             |
|-------------|-----------------------|---|-------------------------------------|
| 8000:0F     | Frequency window base | Legt die Einheit für das Zeitfenster der Frequenzmessung fest.<br>Es stehen zwei Zeiteinheiten (1 µs, 1 ms) zur Verfügung   | 0x00 (1µs)                          |
| 8000:11     | Frequency window      | Dies ist die Zeit, über die die Frequenz ermittelt wird. Es wird die Anzahl der Perioden und der Analoganteil (die Periodenaufösung) im Zeitfenster gemessen und dann durch die Zeitfenstergröße geteilt.<br>Standardwert 10 ms [Auflösung: 1 µs], d. h. alle 10 ms wird ein neuer Wert berechnet.<br>Die ermittelte Frequenz wird als Prozessdatum ausgegeben <ul style="list-style-type: none"> <li>in Index 0x6000:13 „Frequency value“ als 32 Bit-Wert oder</li> <li>in Index 0x6000:1A „Frequency value (int16)“ als 16Bit Wert.</li> </ul> Die Skalierung des Ausgabewertes wird bestimmt durch <ul style="list-style-type: none"> <li>Index 0x8000:1D „Frequency numerator“ und</li> <li>Index 0x8000:1E „Frequency denominator“.</li> </ul> Die Frequenzberechnung wird lokal ausgeführt und nutzt keine Distributed-Clocks-Funktion. | 0x2710<br>(10000 <sub>dez</sub> )   |
| 8000:1D     | Frequency numerator   | Frequenz Zählerwert, dient zur Skalierung der Frequenz, vgl. <a href="#">Frequenzskalierung [► 139]</a> .   | 0x00000064<br>(100 <sub>dez</sub> ) |
| 8000:1E     | Frequency denominator | Frequenz Nennerwert, dient zur Skalierung der Frequenz und Geschwindigkeitsberechnung, vgl. <a href="#">Frequenzskalierung [► 139]</a> und <a href="#">Beispiel zur Geschwindigkeitsberechnung [► 139]</a> .  | 0x00000001<br>(1 <sub>dez</sub> )   |
| 8000:1F     | Frequency Filter      | IIR Filter  |                                     |

**Frequenzskalierung**

Die Frequenz kann über die beiden Indizes 0x8000:1D „Frequency numerator“ und 0x8000:1E „Frequency denominator“ skaliert werden. Die eingegebenen Werte ergeben eine Bruchzahl. Durch diese Zahl muss dividiert werden, damit man z. B. die Einheit in Hertz erhält:

0x8000:1D „Frequency numerator“ = 100

0x8000:1E „Frequency denominator“ = 1

- Bruchzahl: 100
- Ausgabe der Frequenz 100: 0,01 Hz

Da es sich bei einem Positionsgeber mit Sin/Cos-Schnittstelle um ein analoges Ausgangssignal handelt, werden, im Gegensatz zu digitalen Inkrementalencodern, bei der Frequenzmessung nicht nur die ganzen Perioden berücksichtigt, sondern auch der Analoganteil der Perioden. Die Periodenanteil-Ermittlung wird dabei im CoE, Index 0x8001:11 „Analog resolution“ eingestellt.

Der „Counter Value“ (0x6000:11) setzt sich aus dem Periodenzähler und dem Periodenanteil zusammen.

**Beispiel:** Encoder-Ausgabe: 2048 Impulse, 0x8001:11 „Analog resolution“: 10 Bit

- Prozessdatum „Counter Value“: 32 Bit, Anzahl Perioden 22 Bit, Analoganteil 10 Bit,
- Eine volle mechanische Umdrehung entspricht  $360^\circ = 2048 \cdot 1024$  Impulse = 2097152 Inkremente (2048 Perioden)

**Beispiel für die Geschwindigkeitsberechnung**

Die Geschwindigkeitsberechnung basiert auf der Frequenzmessung, diese wird wie folgt ermittelt:

| $f = (S_2 - S_1) / t_f$ |   |
|-------------------------|---|
| f                       | zu messende Frequenz. Über Index 0x8000:1D „Frequency numerator“ kann die Skalierung der Frequenz bestimmt werden.  |
| S <sub>1</sub>          | Counter Value an Position 1   |
| S <sub>2</sub>          | Counter Value an Position 2   |
| t <sub>f</sub>          | Zeitfenster für die Frequenzermittlung, dieses kann über Index 0x8000:0F „Frequency window base“ und Index 0x8000:11 „Frequency window“ eingestellt werden. |

Die Geschwindigkeit steht im folgenden Verhältnis zur Frequenz:

| $v = f/a$ |   |
|-----------|---|
| v         | zu berechnende Geschwindigkeit  |
| f         | gemessene Frequenz  |
| a         | Umrechnungsfaktor [Impulse/Einheit] für die Geschwindigkeit. Dieser wird in Index 0x8000:1D „Frequency numerator“ und 0x8000:1E „Frequency denominator“ eingetragen |

Der Umrechnungsfaktor a kann wie folgt bestimmt werden:

**Beispiel Geschwindigkeitsberechnung in m/s:**

12 mm Fahrweg entsprechen einer vollen mechanischen Umdrehung, und somit einem „Counter Value“ von 2097152 Inkremente (2048 Perioden).

- $a = 2048 \text{ Perioden} / 12 \text{ mm} = 170,666667 \text{ Perioden/mm} = 170666,667 \text{ Perioden/m}$

Die Ausgabe des Messwertes ist im Wesentlichen abhängig von der Einheit, in der die Frequenz bestimmt und in der der Umrechnungsfaktor angegeben wird.

| Index (hex) | Name                  | Bsp. Eingestellter Wert | Kommentar                         |
|-------------|-----------------------|-------------------------|-----------------------------------|
| 8000:1D     | Frequency numerator   | 100                     | Ausgabe des Wertes in 0,01 Hz     |
| 8000:1E     | Frequency denominator | 170666667               | Umrechnungsfaktor a in Impulse/mm |

In diesen Fall wird die Geschwindigkeit in Index 0x6000:13 „Frequency value“ als 32 Bit-Wert oder 0x6000:1A „Frequency value (int16)“ als 16 Bit-Wert in der folgenden Einheit ausgegeben:

$$\text{Einheitenvergleich: } v = \frac{f}{a} = \frac{0,01\text{Hz}}{\text{Impulse/mm}} = \frac{0,01 \times 1/s}{\text{Impulse} \times \frac{1000}{m}} = 0,00001 \frac{m}{s}$$

Abb. 146: Formel Geschwindigkeitsberechnung: 0,00001 m/s

Dies bedeutet, der Wert muss mit 0,00001 multipliziert werden, um die Einheit in m/s zu erhalten. Um eine hohe Auflösung des Ausgabewertes zu erhalten, sollten die Werte in 0x8000:1D „Frequency numerator“ und 0x8000:1E „Frequency denominator“ möglichst in der gleichen Größenordnung angegeben werden.

#### Beispiel Geschwindigkeitsberechnung in Umdrehungen/min:

Nach einer vollen Umdrehung ergibt sich ein „Counter Value“ von 2048 Perioden.

- $a = 2048 \text{ Perioden} / 1 \text{ Umdrehung} = 2048 \text{ Perioden/Umdrehung}$

Die Ausgabe des Messwertes ist im Wesentlichen abhängig von der Einheit, in der die Frequenz bestimmt und in der der Umrechnungsfaktor angegeben wird.

| Index (hex) | Name                  | Bsp. Eingestellter Wert | Kommentar                              |
|-------------|-----------------------|-------------------------|--|
| 8000:1D     | Frequency numerator   | 6000                    | Ausgabe des Wertes in 0,01 U/min       |
| 8000:1E     | Frequency denominator | 2048                    | Umrechnungsfaktor in Periode/Umdrehung |

In diesem Fall wird die Geschwindigkeit in Index 0x6000:13 „Frequency value“ als 32 Bit-Wert oder 0x6000:1A „Frequency value (int16)“ als 16 Bit-Wert in der folgenden Einheit ausgegeben:

$$\begin{aligned} \text{Einheitenvergleich: } v &= \frac{f}{a} = \frac{0,01\text{Hz}}{\text{Impulse/Umdrehung}} = \frac{0,01 \times 1/s}{\text{Impulse/Umdrehung}} \\ &= 0,01 \frac{\text{Umdrehungen}}{s} = 0,6 \frac{\text{Umdrehungen}}{\text{min}} \end{aligned}$$

Abb. 147: Formel Geschwindigkeitsberechnung: Umdrehungen/s, Umdrehungen/min

Dies bedeutet, der Wert muss mit 0,01 multipliziert werden, um die Einheit in Umdrehungen/s zu erhalten, bzw. Multiplikation mit 0,6 für Umdrehungen/min.

Um eine hohe Auflösung des Ausgabewertes zu erhalten, sollten die Werte in 0x8000:1D „Frequency numerator“ und 0x8000:1E „Frequency denominator“ möglichst in der gleichen Größenordnung angegeben werden.

### 7.6.1.5 Filterbetrieb

#### Frequency Filter (Objekt **0x8000:1F** [▶ 148])

Die Klemmen EL5021 (ab [FW07](#) [▶ 163]) und EL5021-0090 sind mit einem digitalen Filter ausgestattet, der die Charakteristik eines Filter mit unendlicher Impulsantwort (*Infinite Impulse Response filter, IIR-Filter*), annehmen kann. Der Filter ist per default deaktiviert (Wert: „0“ (None)).

#### IIR-Filter

Das Filter mit IIR-Charakteristik ist ein zeitdiskretes, lineares, zeitinvariantes Filter, welches in acht Leveln eingestellt werden kann (Level 1 = schwaches rekursives Filter, bis Level 8 = starkes rekursives Filter). Der IIR kann als gleitende Mittelwertberechnung nach einem Tiefpass verstanden werden. Dabei arbeiten die IIR-Filter zyklussynchron und werden somit abhängig von der Zykluszeit aktualisiert.

**i** **IIR-Filter**  
 Differenzengleichung:  $Y_n = X_n * a_0 + Y_{n-1} * b_1$   
 mit  $a_0 + b_1 = 1$   
 $a_0 =$  (siehe Tabelle)  
 $b_1 = 1 - a_0$

| Frequency Filter 0x8000:1F | Wert  | PDO Update-Zeit                  | Filtereigenschaft | Kommentar                  | Anstiegszeit 10-90 % [samples] (typ.) |
|----------------------------|-------|----------------------------------|-------------------|----------------------------|---------------------------------------|
| 0                          | None  | -                                | -                 | Filter deaktiviert         | -                                     |
| 1                          | IIR 1 | Zyklussynchron (bis min. 100 µs) | Tiefpass          | $a_0 = 1/2^1 = 0,5$        | 3                                     |
| 2                          | IIR 2 |                                  |                   | $a_0 = 1/2^2 = 0,25$       | 8                                     |
| 3                          | IIR 3 |                                  |                   | $a_0 = 1/2^3 = 0,125$      | 17                                    |
| 4                          | IIR 4 |                                  |                   | $a_0 = 1/2^4 = 0,0625$     | 34                                    |
| 5                          | IIR 5 |                                  |                   | $a_0 = 1/2^5 = 0,03125$    | 69                                    |
| 6                          | IIR 6 |                                  |                   | $a_0 = 1/2^6 = 0,015625$   | 140                                   |
| 7                          | IIR 7 |                                  |                   | $a_0 = 1/2^7 = 0,0078125$  | 280                                   |
| 8                          | IIR 8 |                                  |                   | $a_0 = 1/2^8 = 0,00390625$ | 562                                   |

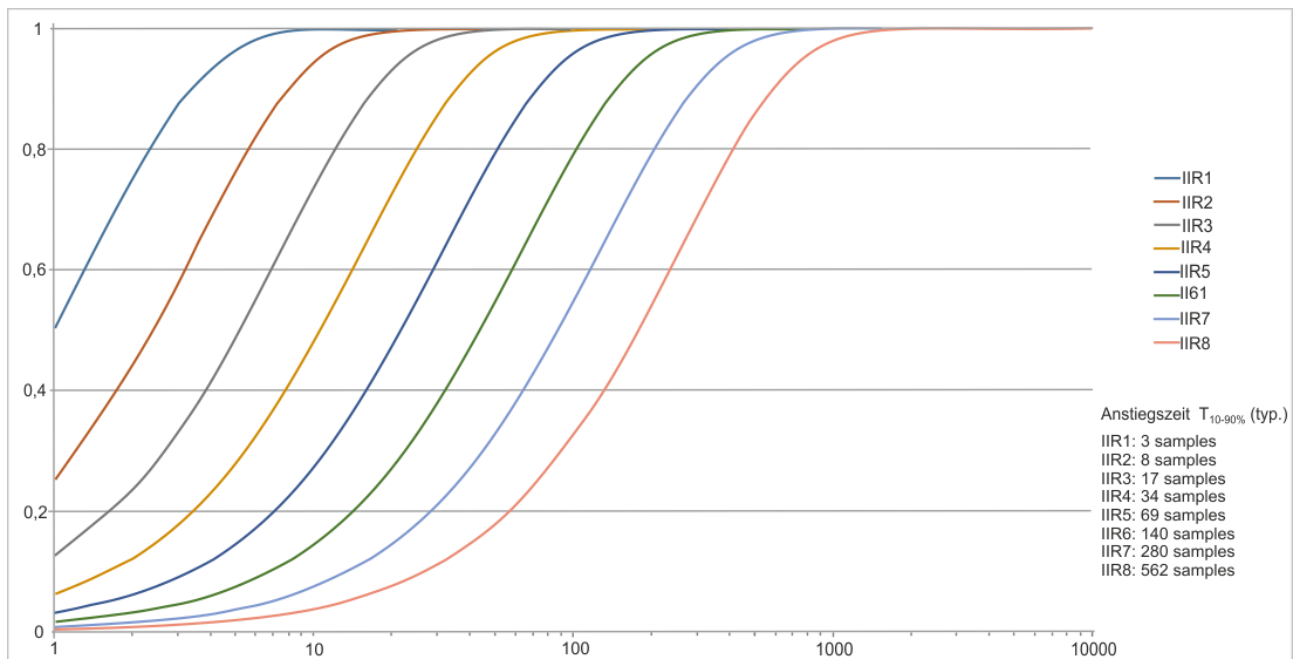


Abb. 148: Anstiegszeit  $T_{10-90\%}$  (typ.)

## 7.6.2 EL5021-0090

Die EL5021-0090 unterstützt den vollen Funktionsumfang der EL5021 (lesen Sie bitte hierzu das Kapitel Funktionsprinzip „EL5021-00x0 [► 134]“).

Zusätzlich unterstützt die EL5021-0090 die TwinSAFE SC Technologie und eine Frequenz bzw. Geschwindigkeitsmessung.

### 7.6.2.1 TwinSAFE SC

#### 7.6.2.1.1 TwinSAFE SC - Funktionsprinzip

Mithilfe der TwinSAFE-SC-Technologie (TwinSAFE Single Channel) ist es möglich, in beliebigen Netzwerken bzw. Feldbussen Standardsignale für sicherheitstechnische Aufgaben nutzbar zu machen. Dazu werden EtherCAT-I/Os aus dem Bereich Analog-Eingang, Winkel-/Wegmessung oder Kommunikation (4...20 mA, Inkremental-Encoder, IO-Link usw.) um die TwinSAFE-SC-Funktion erweitert. Die signaltypischen Eigenschaften und Standard-Funktionalitäten der I/O-Komponenten bleiben dabei erhalten. TwinSAFE-SC-I/Os unterscheiden sich optisch von Standard-I/Os durch einen gelben Streifen auf der Gehäusefront.

Die TwinSAFE-SC-Technologie ermöglicht eine Kommunikation über ein TwinSAFE-Protokoll. Diese Verbindungen können von der üblichen sicheren Kommunikation über Safety-over-EtherCAT unterschieden werden.

Die Daten der TwinSAFE-SC-Komponenten werden über ein TwinSAFE-Protokoll zu der TwinSAFE-Logic geleitet und können dort im Kontext sicherheitsrelevanter Applikationen verwendet werden. Detaillierte und durch den TÜV SÜD bestätigte/berechnete Beispiele zur korrekten Anwendung der TwinSAFE-SC-Komponenten und der jeweiligen normativen Klassifizierung können dem [TwinSAFE-Applikationshandbuch](#) entnommen werden.

#### 7.6.2.1.2 TwinSAFE SC - Konfiguration

Die TwinSAFE-SC-Technologie ermöglicht eine Kommunikation mit Standard-EtherCAT-Klemmen über das Safety-over-EtherCAT-Protokoll. Diese Verbindungen verwenden eine andere Prüfsumme, um TwinSAFE SC von TwinSAFE unterscheiden zu können. Es sind acht feste CRCs auswählbar, oder es kann auch eine freie CRC durch den Anwender eingegeben werden.

Per default ist der TwinSAFE-SC-Kommunikationskanal der jeweiligen TwinSAFE-SC-Komponente nicht aktiviert. Um die Datenübertragung nutzen zu können, muss zunächst unter dem Reiter *Slots* das entsprechende TwinSAFE-SC-Modul hinzugefügt werden. Erst danach ist eine Verlinkung auf ein entsprechendes Alias-Device möglich.

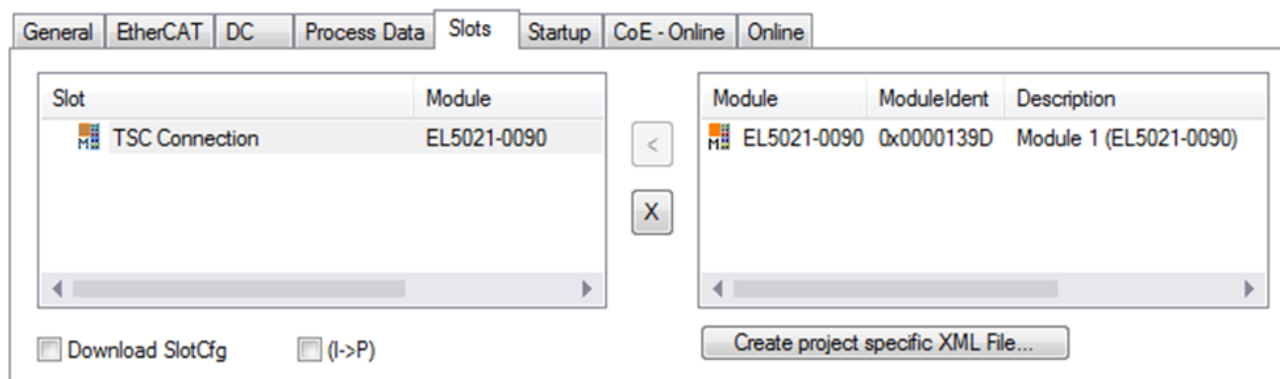


Abb. 149: Hinzufügen der TwinSAFE-SC-Prozessdaten unterhalb der Komponente z.B. EL5021-0090

Es werden zusätzliche Prozessdaten mit der Kennzeichnung TSC Inputs, TSC Outputs generiert (TSC - TwinSAFE Single Channel).

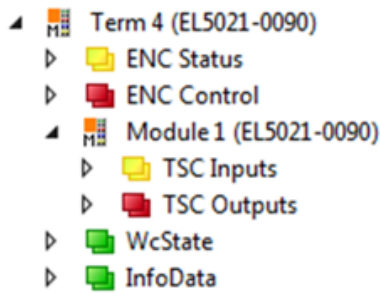


Abb. 150: Prozessdaten TwinSAFE SC Komponente, Beispiel EL5021-0090

Durch Hinzufügen eines Alias Devices in dem Safety-Projekt und Auswahl von *TSC (TwinSAFE Single Channel)* wird eine TwinSAFE-SC-Verbindung hinzugefügt.

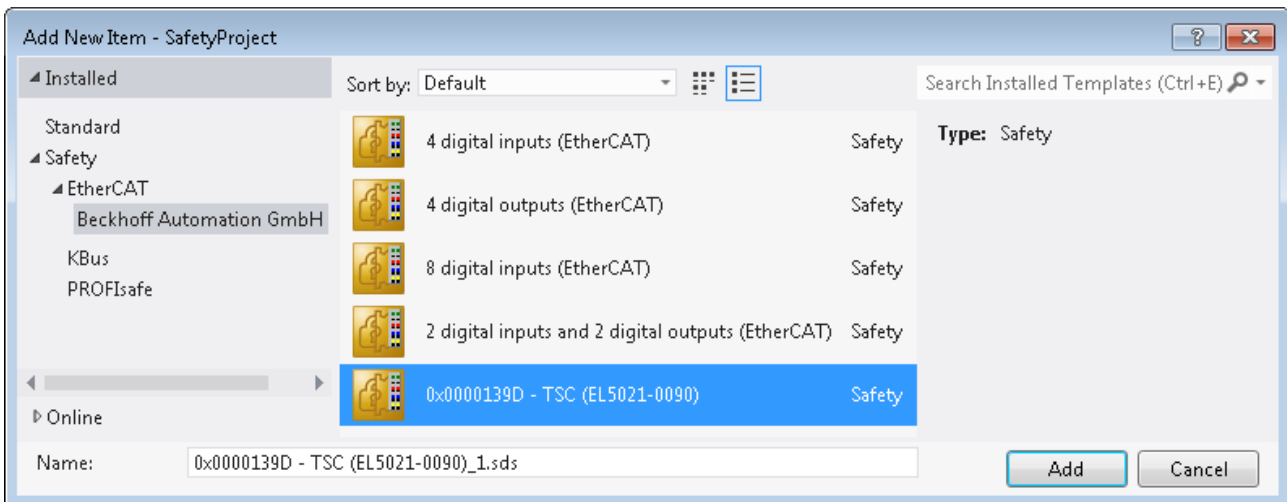



Abb. 151: Hinzufügen einer TwinSAFE-SC-Verbindung

Nach Öffnen des Alias Devices durch Doppelklick kann durch Auswahl des Link Buttons  neben *Physical Device*: die Verknüpfung zu einer TwinSAFE-SC-Klemme erstellt werden. In dem Auswahldialog werden nur passende TwinSAFE-SC-Klemmen angeboten.

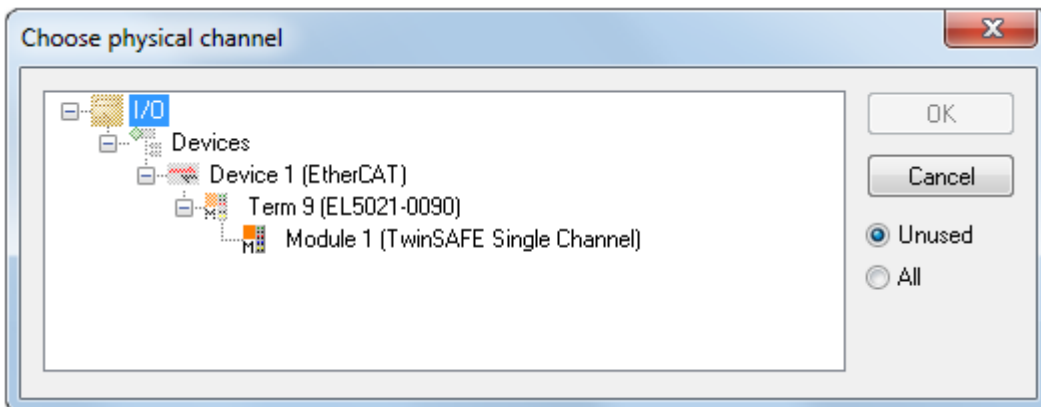


Abb. 152: Erstellen einer Verknüpfung zu einer TwinSAFE-SC-Klemme

Unter dem Reiter Connection des Alias Devices wird die zu verwendende CRC ausgewählt bzw. eine freie CRC eingetragen.

| Eintrag Mode             | Verwendete CRCs |
|--------------------------|-----------------|
| TwinSAFE SC CRC 1 master | 0x17B0F         |
| TwinSAFE SC CRC 2 master | 0x1571F         |
| TwinSAFE SC CRC 3 master | 0x11F95         |
| TwinSAFE SC CRC 4 master | 0x153F1         |
| TwinSAFE SC CRC 5 master | 0x1F1D5         |
| TwinSAFE SC CRC 6 master | 0x1663B         |
| TwinSAFE SC CRC 7 master | 0x1B8CD         |
| TwinSAFE SC CRC 8 master | 0x1E1BD         |

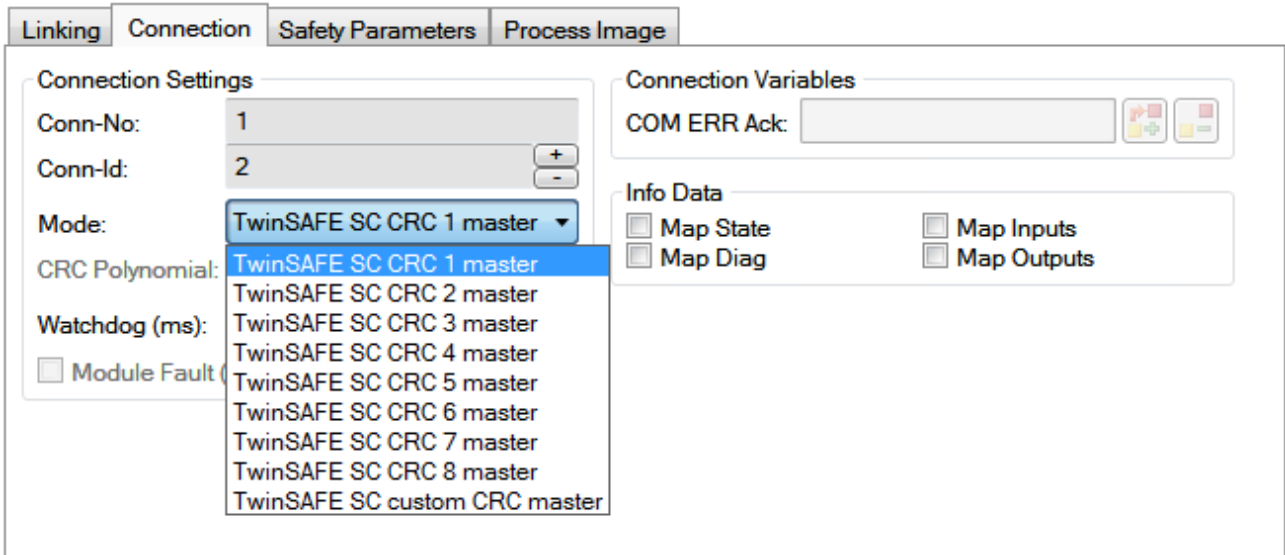


Abb. 153: Auswahl einer freien CRC

Diese Einstellungen müssen zu den Einstellungen passen, die in den CoE-Objekten der TwinSAFE-SC-Komponente eingestellt sind.

Die TwinSAFE-SC-Komponente stellt zunächst alle zur Verfügung stehenden Prozessdaten bereit. Der Reiter *Safety Parameters* enthält typischerweise keine Parameter. Unter dem Reiter *Process Image* kann die Prozessdatengröße bzw. die Prozessdaten selbst ausgewählt werden.

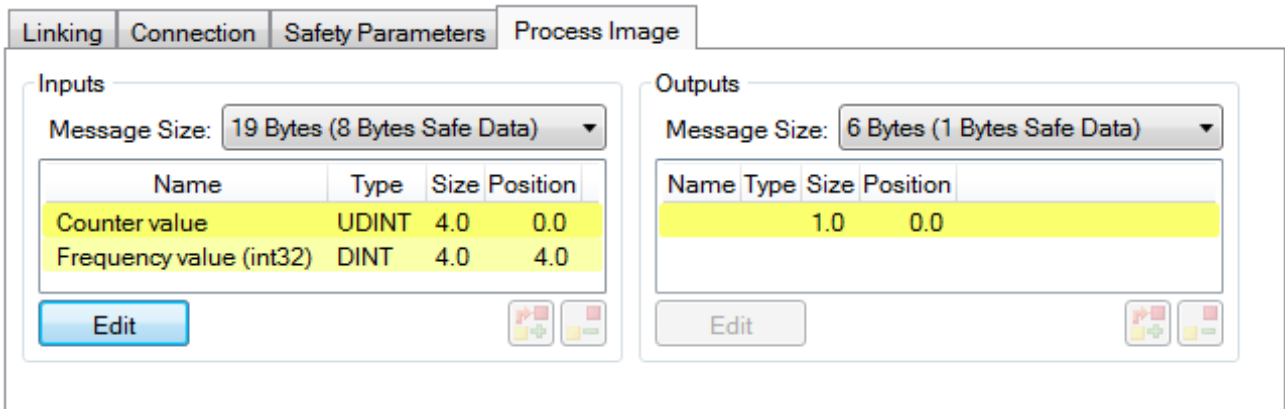


Abb. 154: Auswahl der Prozessdatengröße bzw. der Prozessdaten

Die Prozessdaten (definiert in der ESI-Datei) können durch Auswahl des Buttons *Edit* entsprechend den Anwenderanforderungen im Dialog *Configure I/O element(s)* eingestellt werden.



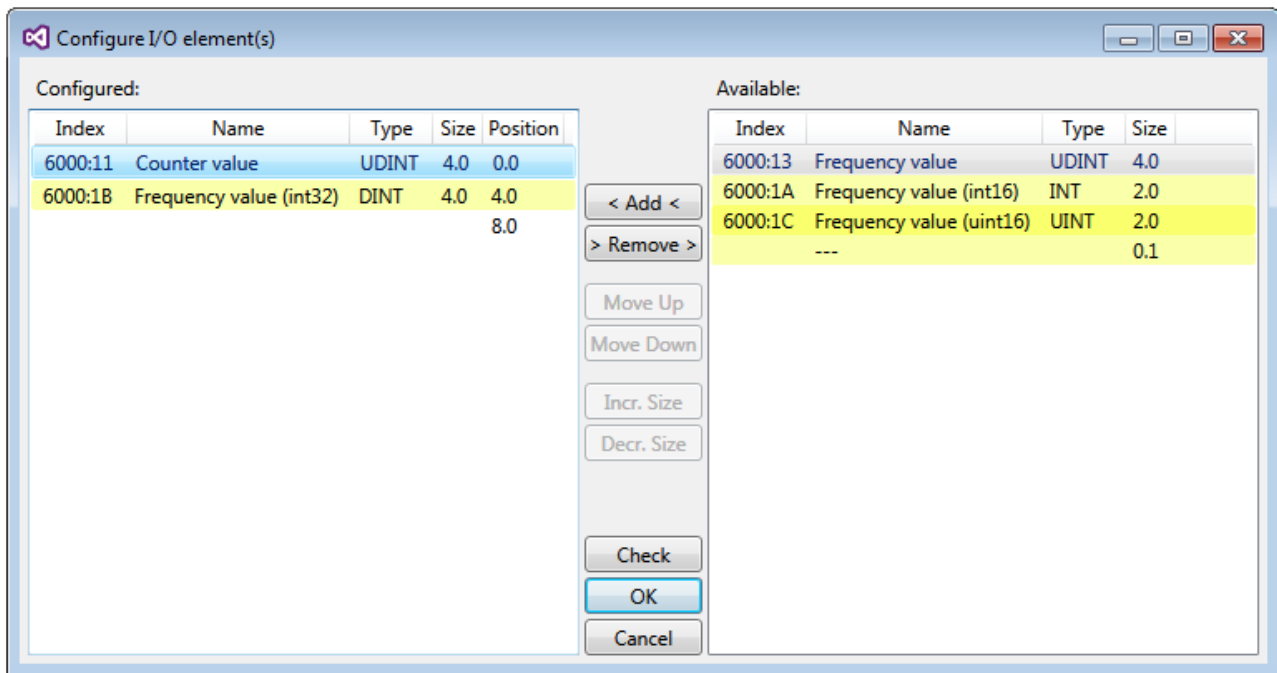


Abb. 155: Auswahl der Prozessdaten

Auf der TwinSAFE-SC-Slave-Seite muss die Safety-Adresse zusammen mit der CRC eingetragen werden. Dies geschieht über die CoE Objekte unterhalb von *TSC Settings* der entsprechenden TwinSAFE-SC-Komponente (hier bei der EL5021-0090 z.B. 0x8010:01 und 0x8010:02). Die hier eingestellte Adresse muss auch im *Alias Device* unter dem Reiter *Linking* als *FSoE Adresse* eingestellt werden.

Unter dem Objekt 0x80n0:02 Connection Mode wird die zu verwendende CRC ausgewählt bzw. eine freie CRC eingetragen. Es stehen insgesamt 8 CRCs zur Verfügung. Eine freie CRC muss im High Word mit 0x00ff beginnen.

|         |                 |    |                                 |
|---------|-----------------|----|---------------------------------|
| 8010:0  | TSC Settings    | RW | > 2 <                           |
| 8010:01 | Address         | RW | 0x0000 (0)                      |
| 8010:02 | Connection Mode | RW | TwinSAFE SC CRC1 master (97039) |

Abb. 156: CoE Objekte 0x8010:01 und 0x8010:02 bei der EL5021-0090

**Objekt *TSC Settings***

Die Index-Bezeichnung des Konfigurationsobjekts *TSC Settings* kann je nach Klemme unterschiedlich sein.

Beispiel:

- EL3214-0090 und EL3314-0090, TSC Settings, Index 8040
- EL5021-0090, TSC Settings, Index 8010
- EL6224-0090, TSC Settings, Index 800F

Set Value Dialog

Dec: 97039 OK

Hex: 0x00017B0F Cancel

Enum: TwinSAFE SC CRC1 master

Bool: 0 1 Hex Edit...

Binary: 0F 7B 01 00 4

Bit Size:  1  8  16  32  64  ?

Abb. 157: Eintragen der Safety-Adresse und der CRC

### **i** TwinSAFE-SC-Verbindungen

Werden mehrere TwinSAFE-SC-Verbindungen innerhalb einer Konfiguration verwendet, muss für jede TwinSAFE-SC-Verbindung eine unterschiedliche CRC ausgewählt werden.

## 7.7 EL5021-00x0 - Objektbeschreibung und Parametrierung

### **i** EtherCAT ESI Device Description (XML)

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

#### HINWEIS



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

Die Parametrierung des EtherCAT Geräts wird über den CoE - Online Reiter (mit Doppelklick auf das entsprechende Objekt) bzw. über den Prozessdatenreiter (Zuordnung der PDOs) vorgenommen. Eine ausführliche Beschreibung finden Sie in der EtherCAT System-Dokumentation im Kapitel „EtherCAT Teilnehmerkonfiguration“.

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

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

### Einführung

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

- Objekte die zu Parametrierung bei der Inbetriebnahme nötig sind:
  - 0x1011 | [Restore-Objekt](#) [► 147]
  - 0x8xxx | [Konfigurationsdaten](#) [► 148]
- Profilspezifische Objekte (0x6000-0xFFFF):
  - 0x6xxx | [Eingangsdaten](#) [► 149]
  - 0x7xxx | [Ausgangsdaten](#) [► 150]
  - 0x9xxx – 0xFxxx | [Informations- und Diagnostikdaten](#) [► 150]

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

- 0x1000 - 0x1C33, 0xF0xx | [Standardobjekte](#) [► 150] , die interne Settings anzeigen und ggf. nicht veränderlich sind. Die Standardobjekte haben für alle EtherCAT-Slaves die gleiche Bedeutung.

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

### 7.7.1 Restore Objekt

#### Index 1011 Restore default parameters

| Index (hex) | Name   | Bedeutung   | Datentyp | Flags | Default                        |
|-------------|--|---|----------|-------|--------------------------------|
| 1011:0      | <a href="#">Restore default parameters</a> [► 176] | Herstellen der Defaulteinstellungen   | UINT8    | RO    | 0x01 (1 <sub>dez</sub> )       |
| 1011:01     | SubIndex 001                                       | Wenn Sie dieses Objekt im Set Value Dialog auf „ <b>0x64616F6C</b> “ setzen, werden alle Backup Objekte wieder in den Auslieferungszustand gesetzt. | UINT32   | RW    | 0x00000000 (0 <sub>dez</sub> ) |

## 7.7.2 Konfigurationsdaten

### Index 8000 ENC Settings

| Index (hex) | Name                        | Bedeutung  | Datentyp | Flags | Default                             |
|-------------|-----------------------------|--|----------|-------|-------------------------------------|
| 8000:0      | ENC Settings                | Maximaler Subindex   | UINT8    | RO    | 0x1F (31 <sub>dez</sub> )           |
| 8000:01     | Enable C reset              | Ein Reset des Zählers erfolgt über den C-Eingang.  | BOOLEAN  | RW    | 0x00 (0 <sub>dez</sub> )            |
| 8000:0E     | Reversion of rotation       | Aktiviert die Drehrichtungsumkehr  | BOOLEAN  | RW    | 0x00 (0 <sub>dez</sub> )            |
| 8000:0F     | Frequency window base       | Basiseinheit von "Frequency window" (Index 0x8000:11)<br>0: µs<br>1: ms  | BIT1     | RW    | 0x00 (0 <sub>dez</sub> )            |
| 8000:11     | Frequency window            | Dies ist die Zeit, über die die Frequenz ermittelt wird. Es wird die Anzahl der Perioden und der Analoganteil (die Periodenauflösung) im Zeitfenster gemessen und dann durch die Zeitfenstergröße geteilt.<br>Standardwert 10 ms [Auflösung: 1 µs], d.h. alle 10 ms wird ein neuer Wert berechnet.<br>Die ermittelte Frequenz wird in<br>Index 0x6000:13 [▶ 149] als 32 Bit Wert oder in<br>Index 0x6000:1A [▶ 149] als 16 Bit Wert als Prozessdatum ausgegeben.<br>Die Skalierung des Ausgabewertes wird durch das Objekt 0x8000:1D und 0x8000:1E bestimmt. | UINT16   | RW    | 0x2710<br>(10000 <sub>dez</sub> )   |
| 8000:1D     | Frequency numerator         | Frequenz Zählerwert, Skalierung der Frequenz   | UINT32   | RW    | 0x00000064<br>(100 <sub>dez</sub> ) |
| 8000:1E     | Frequency denominator       | Frequenz Nennerwert, dient zur Skalierung der Frequenz und zur Geschwindigkeitsberechnung (Inkrement / Einheit).   | UINT32   | RW    | 0x00000001<br>(1 <sub>dez</sub> )   |
| 8000:1F     | Frequency Filter<br>[▶ 141] | IIR Filter<br>erlaubte Werte:<br>0: None<br>1: IIR1<br>2: IIR 2<br>3: IIR 3<br>4: IIR 4<br>5: IIR 5<br>6: IIR 6<br>7: IIR 7<br>8: IIR 8  | UINT32   | RW    | 0x00000000<br>(0 <sub>dez</sub> )   |

### Index 8001 ENC SinCos settings

| Index (hex) | Name                   | Bedeutung                                 | Datentyp | Flags | Default                   |
|-------------|------------------------|---|----------|-------|---------------------------|
| 8001:0      | ENC SinCos settings    | Maximaler Subindex                        | UINT8    | RO    | 0x11 (17 <sub>dez</sub> ) |
| 8001:01     | Enable frequency error | Aktiviert den "frequency error" Zähler    | BOOLEAN  | RW    | 0x01 (1 <sub>dez</sub> )  |
| 8001:02     | Enable amplitude error | Aktiviert den "amplitude error" Zähler    | BOOLEAN  | RW    | 0x01 (1 <sub>dez</sub> )  |
| 8001:11     | Analog resolution      | Periodenauflösung in Bit (default 10 Bit) | UINT8    | RW    | 0x0A (10 <sub>dez</sub> ) |

### Index 8010 TSC Settings (nur EL5021-0090)

| Index (hex) | Name            | Bedeutung                   | Datentyp | Flags | Default                           |
|-------------|-----------------|-----------------------------|----------|-------|-----------------------------------|
| 8010:0      | TSC Settings    | Maximaler Subindex          | UINT8    | RO    | 0x02 (2 <sub>dez</sub> )          |
| 8010:01     | Address         | TwinSAFE SC Adresse         | UINT16   | RW    | 0x0000 (0 <sub>dez</sub> )        |
| 8010:02     | Connection Mode | Auswahl der TwinSAFE SC CRC | UINT32   | RO    | 0x00000000<br>(0 <sub>dez</sub> ) |

### 7.7.3 Eingangsdaten

#### Index 6000 ENC Inputs

| Index (hex) | Name                     | Bedeutung   | Datentyp | Flags | Default                        |
|-------------|--------------------------|---|----------|-------|--------------------------------|
| 6000:0      | ENC Inputs               | Maximaler Subindex  | UINT8    | RO    | 0x1A (26 <sub>dez</sub> )      |
| 6000:01     | Latch C valid            | Der Zählerstand wurde mit dem "C"-Eingang verriegelt.<br>Die Daten mit dem Index 0x6000:12 [► 149] entsprechen dem gelatchten Wert bei gesetztem Bit. Um den Latch-Eingang neu zu aktivieren, muss Index 0x7000:01 [► 150] erst zurückgenommen und dann neu gesetzt werden. | BOOLEAN  | RO    | 0x00 (0 <sub>dez</sub> )       |
| 6000:03     | Set counter done         | Der Zähler wurde gesetzt.   | BOOLEAN  | RO    | 0x00 (0 <sub>dez</sub> )       |
| 6000:0B     | Status of input C        | Status von Eingang C  | BOOLEAN  | RO    | 0x00 (0 <sub>dez</sub> )       |
| 6000:0E     | Sync error               | Das Sync error Bit wird nur für den DC Mode benötigt und zeigt an, ob in dem abgelaufenen Zyklus ein Synchronisierungsfehler aufgetreten ist.   | BOOLEAN  | RO    | 0x00 (0 <sub>dez</sub> )       |
| 6000:0F     | TxPDO State              | Der TxPDO State ist bei Frequenz-, Amplituden- oder allgemeinen Fehler TRUE   | BOOLEAN  | RO    | 0x00 (0 <sub>dez</sub> )       |
| 6000:10     | TxPDO Toggle             | Der TxPDO Toggle wird vom Slave getoggelt, wenn die Daten der zugehörigen TxPDO aktualisiert wurden   | BOOLEAN  | RO    | 0x00 (0 <sub>dez</sub> )       |
| 6000:11     | Counter value            | Wert des Zählerstandes  | UINT32   | RO    | 0x00000000 (0 <sub>dez</sub> ) |
| 6000:12     | Latch value              | Latch-Wert  | UINT32   | RO    | 0x00000000 (0 <sub>dez</sub> ) |
| 6000:13     | Frequency value          | Frequenz (32 Bit Wert)  | UINT32   | RO    | 0x00000000 (0 <sub>dez</sub> ) |
| 6000:1A     | Frequency value (int16)  | Frequenz (16 Bit Wert)  | INT16    | RO    | 0x0000 (0 <sub>dez</sub> )     |
| 6000:1B     | Frequency value (int32)  | Frequenz (32 Bit Wert)  | INT32    | RO    | 0x00000000 (0 <sub>dez</sub> ) |
| 6000:1C     | Frequency value (uint16) | Frequenz (16 Bit Wert)  | UINT16   | RO    | 0x0000 (0 <sub>dez</sub> )     |

#### Index 6001 ENC Inputs

| Index (hex) | Name            | Bedeutung   | Datentyp | Flags | Default                  |
|-------------|-----------------|---|----------|-------|--------------------------|
| 6001:0      | ENC Inputs      | Maximaler Subindex  | UINT8    | RO    | 0x05 (5 <sub>dez</sub> ) |
| 6001:04     | Frequency error | TRUE:<br>Frequenzfehler, zulässige Frequenz $f_{max}$ überschritten (bei voreingestellter Periodenauflösung von 10 Bit ist $f_{max} = 250$ kHz) | BOOLEAN  | RO    | 0x00 (0 <sub>dez</sub> ) |
| 6001:05     | Amplitude error | TRUE:<br>Amplitudenfehler, Eingangsspannung unterschritten  | BOOLEAN  | RO    | 0x00 (0 <sub>dez</sub> ) |

#### Index 6010 TSC Slave Frame Elements (nur EL5021-0090)

| Index (hex) | Name                     | Bedeutung          | Datentyp | Flags | Default                    |
|-------------|--------------------------|--------------------|----------|-------|----------------------------|
| 6010:0      | TSC Slave Frame Elements | Maximaler Subindex | UINT8    | RO    | 0x0A (10 <sub>dez</sub> )  |
| 6010:01     | TSC__Slave Cmd           | reserviert         | UINT8    | RO    | 0x00 (0 <sub>dez</sub> )   |
| 6010:02     | TSC__Slave ConnID        | reserviert         | UINT16   | RO    | 0x0000 (0 <sub>dez</sub> ) |
| 6010:03     | TSC__Slave CRC_0         | reserviert         | UINT16   | RO    | 0x0000 (0 <sub>dez</sub> ) |
| 6010:04     | TSC__Slave CRC_1         | reserviert         | UINT16   | RO    | 0x0000 (0 <sub>dez</sub> ) |
| 6010:05     | TSC__Slave CRC_2         | reserviert         | UINT16   | RO    | 0x0000 (0 <sub>dez</sub> ) |
| 6010:06     | TSC__Slave CRC_3         | reserviert         | UINT16   | RO    | 0x0000 (0 <sub>dez</sub> ) |
| 6010:07     | TSC__Slave CRC_4         | reserviert         | UINT16   | RO    | 0x0000 (0 <sub>dez</sub> ) |
| 6010:08     | TSC__Slave CRC_5         | reserviert         | UINT16   | RO    | 0x0000 (0 <sub>dez</sub> ) |
| 6010:09     | TSC__Slave CRC_6         | reserviert         | UINT16   | RO    | 0x0000 (0 <sub>dez</sub> ) |
| 6010:0A     | TSC__Slave CRC_7         | reserviert         | UINT16   | RO    | 0x0000 (0 <sub>dez</sub> ) |

## 7.7.4 Ausgangsdaten

### Index 7000 ENC Outputs

| Index (hex) | Name              | Bedeutung  | Datentyp | Flags | Default                        |
|-------------|-------------------|--|----------|-------|--------------------------------|
| 7000:0      | ENC Outputs       | Maximaler Subindex   | UINT8    | RO    | 0x11 (17 <sub>dez</sub> )      |
| 7000:01     | Enable latch C    | Das Verriegeln über den Eingang "C" aktivieren.                                    | BOOLEAN  | RO    | 0x00 (0 <sub>dez</sub> )       |
| 7000:03     | Set counter       | Zählerstand setzen   | BOOLEAN  | RO    | 0x00 (0 <sub>dez</sub> )       |
| 7000:11     | Set counter value | Dies ist der über „Set counter“ (Index 0x7000:03 [►_150]) zu setzende Zählerstand. | UINT32   | RO    | 0x00000000 (0 <sub>dez</sub> ) |

### Index 7010 TSC Master Frame Elements (nur EL5021-0090)

| Index (hex) | Name                      | Bedeutung          | Datentyp | Flags | Default                    |
|-------------|---------------------------|--------------------|----------|-------|----------------------------|
| 7010:0      | TSC Master Frame Elements | Maximaler Subindex | UINT8    | RO    | 0x03 (3 <sub>dez</sub> )   |
| 7010:01     | TSC__Master Cmd           | reserviert         | UINT8    | RO    | 0x00 (0 <sub>dez</sub> )   |
| 7010:02     | TSC__Master ConnID        | reserviert         | UINT16   | RO    | 0x0000 (0 <sub>dez</sub> ) |
| 7010:03     | TSC__Master CRC_0         | reserviert         | UINT16   | RO    | 0x0000 (0 <sub>dez</sub> ) |

## 7.7.5 Informations-/Diagnostikdaten

### Index A000 ENC Diag data

| Index (hex) | Name                    | Bedeutung                      | Datentyp | Flags | Default                    |
|-------------|-------------------------|--------------------------------|----------|-------|----------------------------|
| A000:0      | ENC Diag data           | Maximaler Subindex             | UINT8    | RO    | 0x12 (18 <sub>dez</sub> )  |
| A000:11     | Frequency error counter | Anzahl der "frequency" -Fehler | UINT16   | RO    | 0x0000 (0 <sub>dez</sub> ) |
| A000:12     | Amplitude error counter | Anzahl der "amplitude" -Fehler | UINT16   | RO    | 0x0000 (0 <sub>dez</sub> ) |

## 7.7.6 Standardobjekte

### Index 1000 Device type

| Index (hex) | Name        | Bedeutung   | Datentyp | Flags | Default   |
|-------------|-------------|---|----------|-------|---|
| 1000:0      | Device type | Geräte-Typ des EtherCAT-Slaves: Das Lo-Word enthält das verwendete CoE Profil (5001). Das Hi-Word enthält das Modul Profil entsprechend des Modular Device Profile. | UINT32   | RO    | EL5021:<br>0x01FF1389<br>EL5021-0090:<br>0x00001389 |

### Index 1008 Device name

| Index (hex) | Name        | Bedeutung                      | Datentyp | Flags | Default               |
|-------------|-------------|--------------------------------|----------|-------|-----------------------|
| 1008:0      | Device name | Geräte-Name des EtherCAT-Slave | STRING   | RO    | EL5021<br>EL5021-0090 |

### Index 1009 Hardware version

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

### Index 100A Software version

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

**Index 1018 Identity**

| Index (hex) | Name          | Bedeutung  | Datentyp | Flags | Default                                |
|-------------|---------------|--|----------|-------|--|
| 1018:0      | Identity      | Informationen, um den Slave zu identifizieren  | UINT8    | RO    | 0x04 (4 <sub>dez</sub> )               |
| 1018:01     | Vendor ID     | Hersteller-ID des EtherCAT-Slaves  | UINT32   | RO    | 0x00000002 (2 <sub>dez</sub> )         |
| 1018:02     | Product code  | Produkt-Code des EtherCAT-Slaves   | UINT32   | RO    | 0x139D3052 (329068626 <sub>dez</sub> ) |
| 1018:03     | Revision      | Revisionsnummer des EtherCAT-Slaves, das Low-Word (Bit 0-15) kennzeichnet die Sonderklemmennummer, das High-Word (Bit 16-31) verweist auf die Gerätebeschreibung   | UINT32   | RO    | 0x00000000 (0 <sub>dez</sub> )         |
| 1018:04     | Serial number | Seriennummer des EtherCAT-Slaves, das Low-Byte (Bit 0-7) des Low-Words enthält das Produktionsjahr, das High-Byte (Bit 8-15) des Low-Words enthält die Produktionswoche, das High-Word (Bit 16-31) ist 0 | UINT32   | RO    | 0x00000000 (0 <sub>dez</sub> )         |

**Index 10F0 Backup parameter handling**

| Index (hex) | Name                      | Bedeutung   | Datentyp | Flags | Default                        |
|-------------|---------------------------|---|----------|-------|--------------------------------|
| 10F0:0      | Backup parameter handling | Informationen zum standardisierten Laden und Speichern der Backup Entries | UINT8    | RO    | 0x01 (1 <sub>dez</sub> )       |
| 10F0:01     | Checksum                  | Checksumme über alle Backup-Entries des EtherCAT-Slaves                   | UINT32   | RO    | 0x00000000 (0 <sub>dez</sub> ) |

**Index 1600 ENC RxPDO-Map Control**

| Index (hex) | Name                  | Bedeutung  | Datentyp | Flags | Default                  |
|-------------|-----------------------|--|----------|-------|--------------------------|
| 1600:0      | ENC RxPDO-Map Control | PDO Mapping RxPDO 1  | UINT8    | RO    | 0x05 (5 <sub>dez</sub> ) |
| 1600:01     | SubIndex 001          | 1. PDO Mapping entry (object 0x7000 (ENC Outputs), entry 0x01 (Enable latch C))    | UINT32   | RO    | 0x7000:01, 1             |
| 1600:02     | SubIndex 002          | 2. PDO Mapping entry (1 bits align)  | UINT32   | RO    | 0x0000:00, 1             |
| 1600:03     | SubIndex 003          | 3. PDO Mapping entry (object 0x7000 (ENC Outputs), entry 0x03 (Set counter))       | UINT32   | RO    | 0x7000:03, 1             |
| 1600:04     | SubIndex 004          | 4. PDO Mapping entry (13 bits align)   | UINT32   | RO    | 0x0000:00, 13            |
| 1600:05     | SubIndex 005          | 5. PDO Mapping entry (object 0x7000 (ENC Outputs), entry 0x11 (Set counter value)) | UINT32   | RO    | 0x7000:11, 32            |

**Index 1610 TSC RxPDO-Map Master Message(nur EL5021-0090)**

| Index (hex) | Name                         | Bedeutung   | Datentyp | Flags | Default                  |
|-------------|------------------------------|---|----------|-------|--------------------------|
| 1610:0      | TSC RxPDO-Map Master Message | PDO Mapping RxPDO 17  | UINT8    | RO    | 0x04 (4 <sub>dez</sub> ) |
| 1610:01     | SubIndex 001                 | 1. PDO Mapping entry (object 0x7010 (TSC Master Frame Elements), entry 0x01 (TSC__Master Cmd))    | UINT32   | RO    | 0x7010:01, 8             |
| 1610:02     | SubIndex 002                 | 2. PDO Mapping entry (8 bits align)   | UINT32   | RO    | 0x0000:00, 8             |
| 1610:03     | SubIndex 003                 | 3. PDO Mapping entry (object 0x7010 (TSC Master Frame Elements), entry 0x03 (TSC__Master CRC_0))  | UINT32   | RO    | 0x7010:03, 16            |
| 1610:04     | SubIndex 004                 | 4. PDO Mapping entry (object 0x7010 (TSC Master Frame Elements), entry 0x02 (TSC__Master ConnID)) | UINT32   | RO    | 0x7010:02, 16            |

**Index 1A00 ENC TxPDO-Map Status**

| Index (hex) | Name                 | Bedeutung   | Datentyp | Flags | Default                   |
|-------------|----------------------|---|----------|-------|---------------------------|
| 1A00:0      | ENC TxPDO-Map Status | PDO Mapping TxPDO 1   | UINT8    | RO    | 0x0D (13 <sub>dez</sub> ) |
| 1A00:01     | SubIndex 001         | 1. PDO Mapping entry (object 0x6000 (ENC Inputs), entry 0x01 (Latch C valid))     | UINT32   | RO    | 0x6000:01, 1              |
| 1A00:02     | SubIndex 002         | 2. PDO Mapping entry (1 bits align)   | UINT32   | RO    | 0x0000:00, 1              |
| 1A00:03     | SubIndex 003         | 3. PDO Mapping entry (object 0x6000 (ENC Inputs), entry 0x03 (Set counter done))  | UINT32   | RO    | 0x6000:03, 1              |
| 1A00:04     | SubIndex 004         | 4. PDO Mapping entry (object 0x6001 (ENC Inputs), entry 0x04 (Frequency error))   | UINT32   | RO    | 0x6001:04, 1              |
| 1A00:05     | SubIndex 005         | 5. PDO Mapping entry (object 0x6001 (ENC Inputs), entry 0x05 (Amplitude error))   | UINT32   | RO    | 0x6001:05, 1              |
| 1A00:06     | SubIndex 006         | 6. PDO Mapping entry (5 bits align)   | UINT32   | RO    | 0x0000:00, 5              |
| 1A00:07     | SubIndex 007         | 7. PDO Mapping entry (object 0x6000 (ENC Inputs), entry 0x0B (Status of input C)) | UINT32   | RO    | 0x6000:0B, 1              |
| 1A00:08     | SubIndex 008         | 8. PDO Mapping entry (2 bits align)   | UINT32   | RO    | 0x0000:00, 2              |
| 1A00:09     | SubIndex 009         | 9. PDO Mapping entry (object 0x6000 (ENC Inputs), entry 0x0E (Sync error))        | UINT32   | RO    | 0x6000:0E, 1              |
| 1A00:0A     | SubIndex 010         | 10. PDO Mapping entry (object 0x6000 (ENC Inputs), entry 0x0F (TxPDO State))      | UINT32   | RO    | 0x6000:0F, 1              |
| 1A00:0B     | SubIndex 011         | 11. PDO Mapping entry (object 0x6000 (ENC Inputs), entry 0x10 (TxPDO Toggle))     | UINT32   | RO    | 0x6000:10, 1              |
| 1A00:0C     | SubIndex 012         | 12. PDO Mapping entry (object 0x6000 (ENC Inputs), entry 0x11 (Counter value))    | UINT32   | RO    | 0x6000:11, 32             |
| 1A00:0D     | SubIndex 013         | 13. PDO Mapping entry (object 0x6000 (ENC Inputs), entry 0x12 (Latch value))      | UINT32   | RO    | 0x6000:12, 32             |

**Index 1A01 ENC TxPDO-Map Frequency (int32)**

| Index (hex) | Name                            | Bedeutung   | Datentyp | Flags | Default                  |
|-------------|---------------------------------|---|----------|-------|--------------------------|
| 1A01:0      | ENC TxPDO-Map Frequency (int32) | PDO Mapping TxPDO 2   | UINT8    | RO    | 0x01 (1 <sub>dez</sub> ) |
| 1A01:01     | SubIndex 001                    | 1. PDO Mapping entry (object 0x6000 (ENC Inputs), entry 0x1B (Frequency value (int32))) | UINT32   | RO    | 0x6000:1B, 32            |

**Index 1A02 ENC TxPDO-Map Frequency (uint32)**

| Index (hex) | Name                             | Bedeutung  | Datentyp | Flags | Default                  |
|-------------|----------------------------------|--|----------|-------|--------------------------|
| 1A02:0      | ENC TxPDO-Map Frequency (uint32) | PDO Mapping TxPDO 3  | UINT8    | RO    | 0x01 (1 <sub>dez</sub> ) |
| 1A02:01     | SubIndex 001                     | 1. PDO Mapping entry (object 0x6000 (ENC Inputs), entry 0x13 (Frequency value (uint32))) | UINT32   | RO    | 0x6000:13, 32            |



**Index 1A10 TSC TxPDO-Map Slave Message (nur EL5021-0090)**

| Index (hex) | Name                        | Bedeutung  | Datentyp | Flags | Default                   |
|-------------|-----------------------------|--|----------|-------|---------------------------|
| 1A10:0      | TSC TxPDO-Map Slave Message | PDO Mapping TxPDO 17   | UINT8    | RW    | 0x12 (18 <sub>dez</sub> ) |
| 1A10:01     | SubIndex 001                | 1. PDO Mapping entry (object 0x6010 (TSC Slave Frame Elements), entry 0x01 (TSC__Slave Cmd))     | UINT32   | RW    | 0x6010:01, 8              |
| 1A10:02     | SubIndex 002                | 2. PDO Mapping entry (object 0x6000 (ENC Inputs), entry 0x11 (Counter value))                    | UINT32   | RW    | 0x6000:11, 16             |
| 1A10:03     | SubIndex 003                | 3. PDO Mapping entry (object 0x6010 (TSC Slave Frame Elements), entry 0x03 (TSC__Slave CRC_0))   | UINT32   | RW    | 0x6010:03, 16             |
| 1A10:04     | SubIndex 004                | 4. PDO Mapping entry (16 bits align)   | UINT32   | RW    | 0x0000:00, 16             |
| 1A10:05     | SubIndex 005                | 5. PDO Mapping entry (object 0x6010 (TSC Slave Frame Elements), entry 0x04 (TSC__Slave CRC_1))   | UINT32   | RW    | 0x6010:04, 16             |
| 1A10:06     | SubIndex 006                | 6. PDO Mapping entry (object 0x6000 (ENC Inputs), entry 0x13 (Frequency value))                  | UINT32   | RW    | 0x6000:13, 16             |
| 1A10:07     | SubIndex 007                | 7. PDO Mapping entry (object 0x6010 (TSC Slave Frame Elements), entry 0x05 (TSC__Slave CRC_2))   | UINT32   | RW    | 0x6010:05, 16             |
| 1A10:08     | SubIndex 008                | 8. PDO Mapping entry (16 bits align)   | UINT32   | RW    | 0x0000:00, 16             |
| 1A10:09     | SubIndex 009                | 9. PDO Mapping entry (object 0x6010 (TSC Slave Frame Elements), entry 0x06 (TSC__Slave CRC_3))   | UINT32   | RW    | 0x6010:06, 16             |
| 1A10:0A     | SubIndex 010                | 10. PDO Mapping entry (object 0x6000 (ENC Inputs), entry 0x1A (Frequency Value (int16)))         | UINT32   | RW    | 0x6000:1A, 16             |
| 1A10:0B     | SubIndex 011                | 11. PDO Mapping entry (object 0x6010 (TSC Slave Frame Elements), entry 0x07 (TSC__Slave CRC_4))  | UINT32   | RW    | 0x6010:07, 16             |
| 1A10:0C     | SubIndex 012                | 12. PDO Mapping entry (object 0x6000 (ENC Inputs), entry 0x1B (Frequency Value (int32)))         | UINT32   | RW    | 0x6000:1B, 16             |
| 1A10:0D     | SubIndex 013                | 13. PDO Mapping entry (object 0x6010 (TSC Slave Frame Elements), entry 0x08 (TSC__Slave CRC_5))  | UINT32   | RW    | 0x6010:08, 16             |
| 1A10:0E     | SubIndex 014                | 14. PDO Mapping entry (16 bits align)  | UINT32   | RW    | 0x0000:00, 16             |
| 1A10:0F     | SubIndex 015                | 15. PDO Mapping entry (object 0x6010 (TSC Slave Frame Elements), entry 0x08 (TSC__Slave CRC_6))  | UINT32   | RW    | 0x6010:09, 16             |
| 1A10:10     | SubIndex 016                | 16. PDO Mapping entry (object 0x6000 (ENC Inputs), entry 0x1C (Frequency Value (uint16)))        | UINT32   | RW    | 0x6000:1C, 16             |
| 1A10:11     | SubIndex 017                | 17. PDO Mapping entry (object 0x6010 (TSC Slave Frame Elements), entry 0x0A (TSC__Slave CRC_7))  | UINT32   | RW    | 0x6010:0A, 16             |
| 1A10:12     | SubIndex 018                | 18. PDO Mapping entry (object 0x6010 (TSC Slave Frame Elements), entry 0x02 (TSC__Slave ConnID)) | UINT32   | RW    | 0x6010:02, 16             |

**Index 1C00 Sync manager type**

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

**Index 1C12 RxPDO assign**

| Index (hex) | Name         | Bedeutung  | Datentyp | Flags | Default                       |
|-------------|--------------|--|----------|-------|-------------------------------|
| 1C12:0      | RxPDO assign | PDO Assign Outputs   | UINT8    | RW    | 0x02 (2 <sub>dez</sub> )      |
| 1C12:01     | Subindex 001 | 1. zugeordnete RxPDO (enthält den Index des zugehörigen RxPDO Mapping Objekts) | UINT16   | RW    | 0x1600 (5632 <sub>dez</sub> ) |
| 1C12:02**)  | Subindex 002 | 2. zugeordnete RxPDO (enthält den Index des zugehörigen RxPDO Mapping Objekts) | UINT16   | RW    | 0x1610 (5648 <sub>dez</sub> ) |

\*\* ) nur für EL5021-0090

**Index 1C13 TxPDO assign**

| Index (hex) | Name         | Bedeutung  | Datentyp | Flags | Default                       |
|-------------|--------------|--|----------|-------|-------------------------------|
| 1C13:0      | TxPDO assign | PDO Assign Inputs  | UINT8    | RW    | 0x02 (2 <sub>dez</sub> )      |
| 1C13:01     | Subindex 001 | 1. zugeordnete TxPDO (enthält den Index des zugehörigen TxPDO Mapping Objekts) | UINT16   | RW    | 0x1A00 (6656 <sub>dez</sub> ) |
| 1C13:02**)  | Subindex 002 | 2. zugeordnete TxPDO (enthält den Index des zugehörigen TxPDO Mapping Objekts) | UINT16   | RW    | 0x1A10 (6672 <sub>dez</sub> ) |
| 1C13:03     | Subindex 003 | 3. zugeordnete TxPDO (enthält den Index des zugehörigen TxPDO Mapping Objekts) | UINT16   | RW    | -                             |
| 1C13:04**)  | Subindex 004 | 4. zugeordnete TxPDO (enthält den Index des zugehörigen TxPDO Mapping Objekts) | UINT16   | RW    | -                             |

\*\* ) nur für EL5021-0090

**Index 1C32 SM output parameter**

| Index (hex) | Name                    | Bedeutung   | Datentyp | Flags | Default                              |
|-------------|-------------------------|---|----------|-------|--------------------------------------|
| 1C32:0      | SM output parameter     | Synchronisierungsparameter der Outputs  | UINT8    | RO    | 0x20 (32 <sub>dez</sub> )            |
| 1C32:01     | Sync mode               | Aktuelle Synchronisierungsbetriebsart:<br><ul style="list-style-type: none"> <li>• 0: Free Run</li> <li>• 1: Synchron with SM 2 Event</li> <li>• 2: DC-Mode - Synchron with SYNC0 Event</li> <li>• 3: DC-Mode - Synchron with SYNC1 Event</li> </ul>  | UINT16   | RW    | 0x0001 (1 <sub>dez</sub> )           |
| 1C32:02     | Cycle time              | Zykluszeit (in ns):<br><ul style="list-style-type: none"> <li>• Free Run: Zykluszeit des lokalen Timers</li> <li>• Synchron with SM 2 Event: Zykluszeit des Masters</li> <li>• DC-Mode: SYNC0/SYNC1 Cycle Time</li> </ul>   | UINT32   | RW    | 0x000F4240 (1000000 <sub>dez</sub> ) |
| 1C32:03     | Shift time              | Zeit zwischen SYNC0 Event und Ausgabe der Outputs (in ns, nur DC-Mode)  | UINT32   | RO    | 0x00003CF0 (15600 <sub>dez</sub> )   |
| 1C32:04     | Sync modes supported    | Unterstützte Synchronisierungsbetriebsarten:<br><ul style="list-style-type: none"> <li>• Bit 0 = 1: Free Run wird unterstützt</li> <li>• Bit 1 = 1: Synchron with SM 2 Event wird unterstützt</li> <li>• Bit 2-3 = 01: DC-Mode wird unterstützt</li> <li>• Bit 4-5 = 10: Output Shift mit SYNC1 Event (nur DC-Mode)</li> <li>• Bit 14 = 1: dynamische Zeiten (Messen durch Beschreiben von 0x1C32:08 <a href="#">▶ 155</a>)</li> </ul>  | UINT16   | RO    | 0x440B (17419 <sub>dez</sub> )       |
| 1C32:05     | Minimum cycle time      | Minimale Zykluszeit (in ns)   | UINT32   | RO    | 0x0000F3C0 (62400 <sub>dez</sub> )   |
| 1C32:06     | Calc and copy time      | Minimale Zeit zwischen SYNC0 und SYNC1 Event (in ns, nur DC-Mode)   | UINT32   | RO    | 0x00000000 (0 <sub>dez</sub> )       |
| 1C32:07     | Minimum delay time      | Minimale Zeit zwischen SYNC1 Event und Ausgabe der Outputs (in ns)  | UINT32   | RO    | 0x00003CF0 (15600 <sub>dez</sub> )   |
| 1C32:08     | Command                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 0: Messung der lokalen Zykluszeit wird gestoppt</li> <li>• 1: Messung der lokalen Zykluszeit wird gestartet</li> </ul> <p>Die Entries <a href="#">0x1C32:03 <a href="#">▶ 155</a></a>, <a href="#">0x1C32:05 <a href="#">▶ 155</a></a>, <a href="#">0x1C32:06 <a href="#">▶ 155</a></a>, <a href="#">0x1C32:09 <a href="#">▶ 155</a></a>, <a href="#">0x1C33:03 <a href="#">▶ 156</a></a>, <a href="#">0x1C33:06 <a href="#">▶ 155</a></a>, <a href="#">0x1C33:09 <a href="#">▶ 156</a></a> werden mit den maximal gemessenen Werten aktualisiert. Wenn erneut gemessen wird, werden die Messwerte zurückgesetzt</p> | UINT16   | RW    | 0x0000 (0 <sub>dez</sub> )           |
| 1C32:09     | Maximum delay time      | Zeit zwischen SYNC1 Event und Ausgabe der Outputs (in ns, nur DC-Mode)  | UINT32   | RO    | 0x00003CF0 (15600 <sub>dez</sub> )   |
| 1C32:0B     | SM event missed counter | Anzahl der ausgefallenen SM-Events im OPERATIONAL (nur im DC Mode)  | UINT16   | RO    | 0x0000 (0 <sub>dez</sub> )           |
| 1C32:0C     | Cycle exceeded counter  | Anzahl der Zykluszeitverletzungen im OPERATIONAL (Zyklus wurde nicht rechtzeitig fertig bzw. der nächste Zyklus kam zu früh)  | UINT16   | RO    | 0x0000 (0 <sub>dez</sub> )           |
| 1C32:0D     | Shift too short counter | Anzahl der zu kurzen Abstände zwischen SYNC0 und SYNC1 Event (nur im DC Mode)   | UINT16   | RO    | 0x0000 (0 <sub>dez</sub> )           |
| 1C32:14     | Frame repeat time       |   | UINT32   | RW    | 0x00000000 (0 <sub>dez</sub> )       |
| 1C32:20     | Sync error              | Im letzten Zyklus war die Synchronisierung nicht korrekt (Ausgänge wurden zu spät ausgegeben, nur im DC Mode)   | BOOLEAN  | RO    | 0x00 (0 <sub>dez</sub> )             |

## Index 1C33 SM input parameter

| Index (hex) | Name                    | Bedeutung  | Datentyp | Flags | Default                              |
|-------------|-------------------------|--|----------|-------|--------------------------------------|
| 1C33:0      | SM input parameter      | Synchronisierungsparameter der Inputs  | UINT8    | RO    | 0x20 (32 <sub>dez</sub> )            |
| 1C33:01     | Sync mode               | Aktuelle Synchronisierungsbetriebsart:<br><ul style="list-style-type: none"> <li>• 0: Free Run</li> <li>• 1: Synchron with SM 3 Event (keine Outputs vorhanden)</li> <li>• 2: DC - Synchron with SYNC0 Event</li> <li>• 3: DC - Synchron with SYNC1 Event</li> <li>• 34: Synchron with SM 2 Event (Outputs vorhanden)</li> </ul>   | UINT16   | RW    | 0x0022 (34 <sub>dez</sub> )          |
| 1C33:02     | Cycle time              | wie <a href="#">0x1C32:02</a> [ <a href="#">▶ 155</a> ]  | UINT32   | RW    | 0x000F4240 (1000000 <sub>dez</sub> ) |
| 1C33:03     | Shift time              | Zeit zwischen SYNC0-Event und Einlesen der Inputs (in ns, nur DC-Mode)   | UINT32   | RO    | 0x000015E0 (5600 <sub>dez</sub> )    |
| 1C33:04     | Sync modes supported    | Unterstützte Synchronisierungsbetriebsarten:<br><ul style="list-style-type: none"> <li>• Bit 0: Free Run wird unterstützt</li> <li>• Bit 1: Synchron with SM 2 Event wird unterstützt (Outputs vorhanden)</li> <li>• Bit 1: Synchron with SM 3 Event wird unterstützt (keine Outputs vorhanden)</li> <li>• Bit 2-3 = 01: DC-Mode wird unterstützt</li> <li>• Bit 4-5 = 01: Input Shift durch lokales Ereignis (Outputs vorhanden)</li> <li>• Bit 4-5 = 10: Input Shift mit SYNC1 Event (keine Outputs vorhanden)</li> <li>• Bit 14 = 1: dynamische Zeiten (Messen durch Beschreiben von <a href="#">0x1C32:08</a> [<a href="#">▶ 155</a>] oder <a href="#">0x1C33:08</a> [<a href="#">▶ 156</a>])</li> </ul> | UINT16   | RO    | 0x440B (17419 <sub>dez</sub> )       |
| 1C33:05     | Minimum cycle time      | wie <a href="#">0x1C32:05</a> [ <a href="#">▶ 155</a> ]  | UINT32   | RO    | 0x0000F3C0 (62400 <sub>dez</sub> )   |
| 1C33:06     | Calc and copy time      | Zeit zwischen Einlesen der Eingänge und Verfügbarkeit der Eingänge für den Master (in ns, nur DC-Mode)   | UINT32   | RO    | 0x00000000 (0 <sub>dez</sub> )       |
| 1C33:07     | Minimum delay time      | Min. Zeit zwischen SYNC1-Event und Einlesen der Eingänge (in ns, nur DC-Mode)  | UINT32   | RO    | 0x000015E0 (5600 <sub>dez</sub> )    |
| 1C33:08     | Command                 | wie <a href="#">0x1C32:08</a> [ <a href="#">▶ 155</a> ]  | UINT16   | RW    | 0x0000 (0 <sub>dez</sub> )           |
| 1C33:09     | Maximum delay time      | Zeit zwischen SYNC1-Event und Einlesen der Eingänge (in ns, nur DC-Mode)   | UINT32   | RO    | 0x000015E0 (5600 <sub>dez</sub> )    |
| 1C33:0B     | SM event missed counter | wie <a href="#">0x1C32:11</a> [ <a href="#">▶ 155</a> ]  | UINT16   | RO    | 0x0000 (0 <sub>dez</sub> )           |
| 1C33:0C     | Cycle exceeded counter  | wie <a href="#">0x1C32:12</a> [ <a href="#">▶ 155</a> ]  | UINT16   | RO    | 0x0000 (0 <sub>dez</sub> )           |
| 1C33:0D     | Shift too short counter | wie <a href="#">0x1C32:13</a> [ <a href="#">▶ 155</a> ]  | UINT16   | RO    | 0x0000 (0 <sub>dez</sub> )           |
| 1C33:14     | Frame repeat time       |  | UINT32   | RW    | 0x00000000 (0 <sub>dez</sub> )       |
| 1C33:20     | Sync error              | wie <a href="#">0x1C32:32</a> [ <a href="#">▶ 155</a> ]  | BOOLEAN  | RO    | 0x00 (0 <sub>dez</sub> )             |

## Index F000 Modular device profile

| Index (hex) | Name                      | Bedeutung  | Datentyp | Flags | Default   |
|-------------|---------------------------|--|----------|-------|---|
| F000:0      | Modular device profile    | Allgemeine Informationen des Modular Device Profiles | UINT8    | RO    | 0x02 (2 <sub>dez</sub> )  |
| F000:01     | Module index distance     | Indexabstand der Objekte der einzelnen Kanäle        | UINT16   | RO    | 0x0010 (16 <sub>dez</sub> )   |
| F000:02     | Maximum number of modules | Anzahl der Kanäle                                    | UINT16   | RO    | EL5021:<br>0x0001 (1 <sub>dez</sub> )<br>EL5021-0090:<br>0x0002 (2 <sub>dez</sub> ) |

## Index F008 Code word

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

**Index F010 Module list**

| Index (hex) | Name         | Bedeutung          | Datentyp | Flags | Default                             |
|-------------|--------------|--------------------|----------|-------|-------------------------------------|
| F010:0      | Module list  | Maximaler Subindex | UINT8    | RW    | 0x02 (2 <sub>dez</sub> )            |
| F010:01     | SubIndex 001 | reserviert         | UINT32   | RW    | 0x000001FF<br>(511 <sub>dez</sub> ) |
| F010:02 **) | SubIndex 002 | reserviert         | UINT32   | RW    | 0x000003B6<br>(950 <sub>dez</sub> ) |

\*\* ) nur für EL5021-0090

**Index F082 MDP Profile Compatibility**

| Index (hex) | Name                           | Bedeutung          | Datentyp | Flags | Default                  |
|-------------|--------------------------------|--------------------|----------|-------|--------------------------|
| F082:0      | MDP Profile Compatibility      | Maximaler Subindex | UINT8    | RO    | 0x01 (1 <sub>dez</sub> ) |
| F082:01     | Compatible input cycle counter | reserviert         | BOOLEAN  | RW    | 0x00 (0 <sub>dez</sub> ) |

## 7.8 Beispielprogramm

### Verwendung der Beispielprogramme

Dieses Dokument enthält exemplarische Anwendungen unserer Produkte für bestimmte Einsatzbereiche. Die hier dargestellten Anwendungshinweise beruhen auf den typischen Eigenschaften unserer Produkte und haben ausschließlich Beispielcharakter. Die mit diesem Dokument vermittelten Hinweise beziehen sich ausdrücklich nicht auf spezifische Anwendungsfälle, daher liegt es in der Verantwortung des 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.

Download <https://infosys.beckhoff.com/content/1031/el5021/Resources/1920574091.zip>

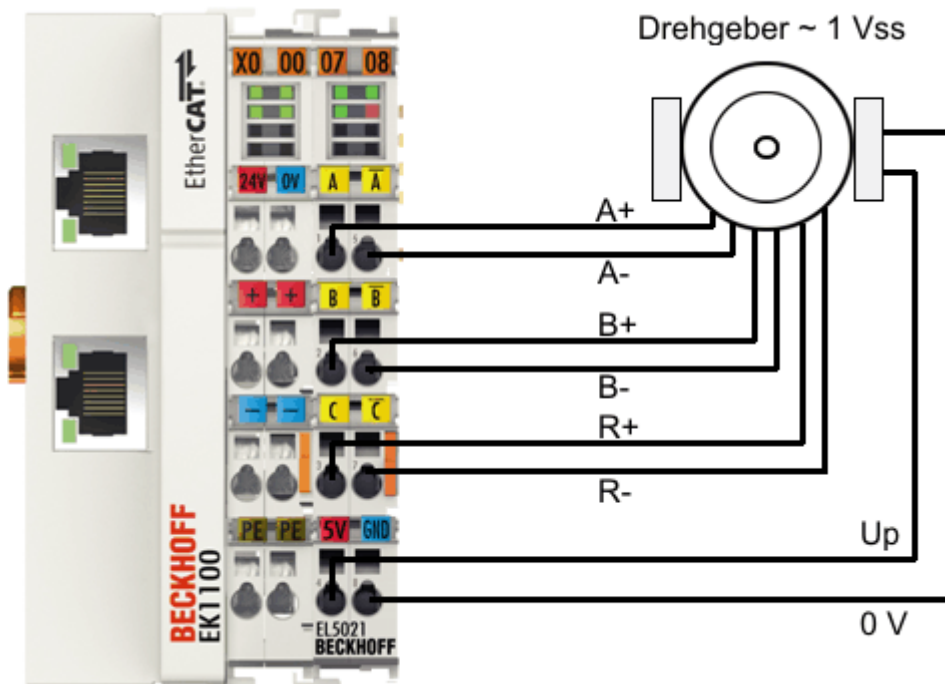


Abb. 158: Anschluss Beispielprogramm

### Starten des Beispielprogramms

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

Für den Prüfaufbau wurde folgende Hardware und Software verwendet:

- TwinCAT-Master-PC mit Betriebssystem Windows XP Professional SP 3, TwinCAT Version 2.11
- Beckhoff EtherCAT Koppler EK1100, Klemme EL5021-0000-0017 und EL9011
- Drehgeber ~ 1 V<sub>SS</sub>

Das Beispielprogramm beinhaltet

- Anzeige der Prozessdaten, Bedienung der Outputs
- Berechnung der mechanischen Position mit Berücksichtigung der Bitschiebung
- ständiges Auslesen des CoE-Verzeichnis und Setzen bei Änderung

**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 \[► 158\]](#) 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](#)).

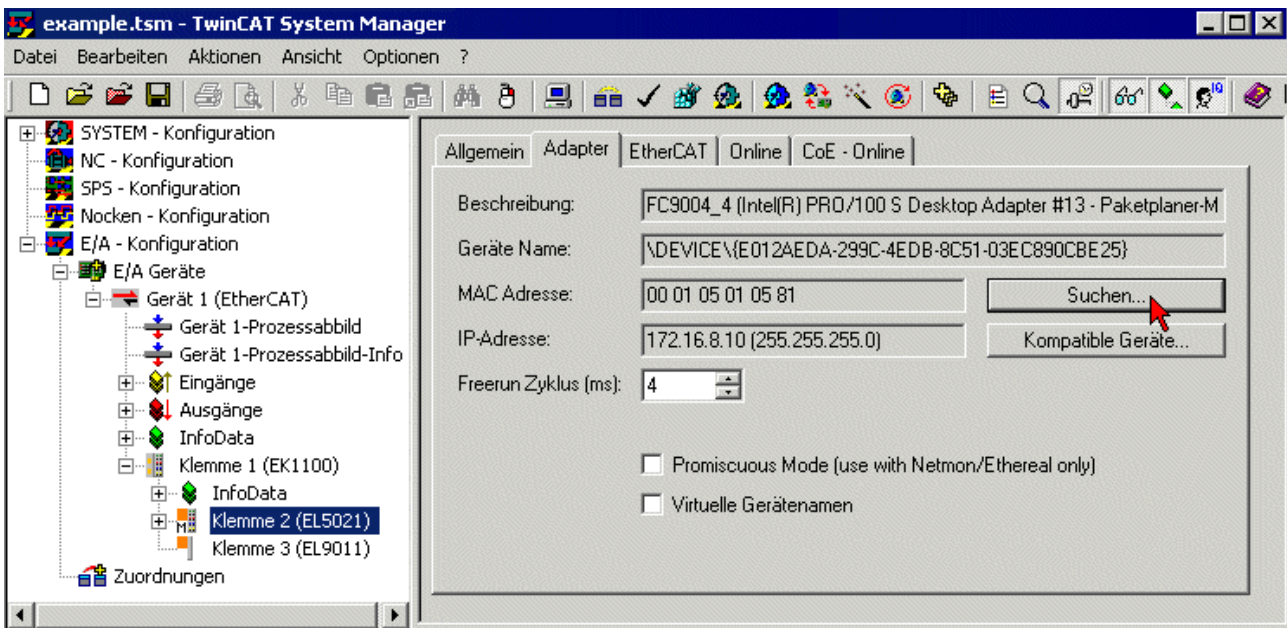


Abb. 159: Suchen des Ethernet-Adapters



Abb. 160: Auswahl und Bestätigung des Ethernet-Adapters

- Aktivierung der Konfiguration und bestätigen (Abb. [Aktivierung der Konfiguration + Konfigurationsaktivierung bestätigen](#))



Abb. 161: Aktivierung der Konfiguration



Abb. 162: Konfigurationsaktivierung bestätigen

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



Abb. 163: Variablenzuordnung erzeugen

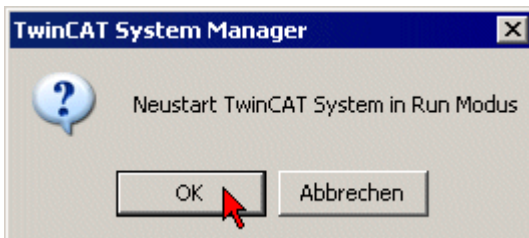


Abb. 164: Neustart TwinCAT im RUN-Modus

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



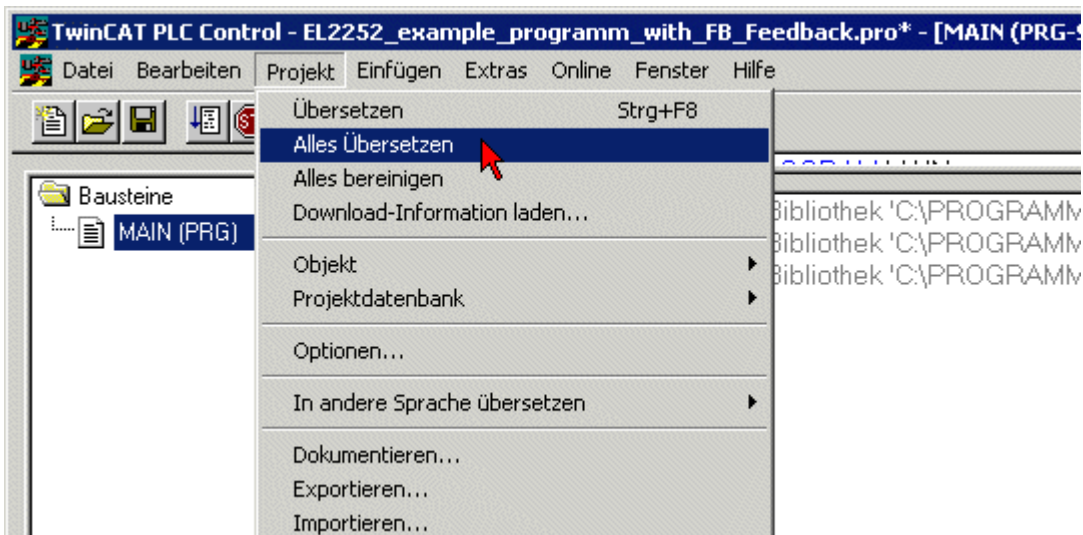


Abb. 165: Projekt übersetzen

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

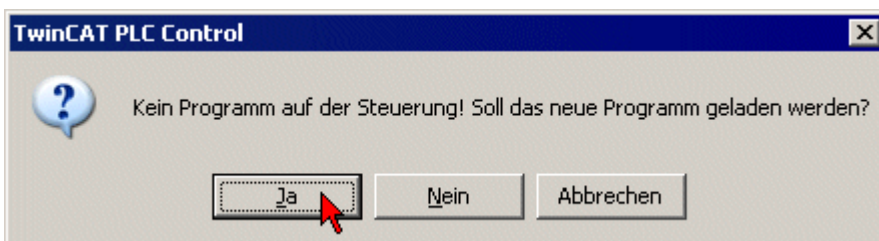


Abb. 166: Programmstart bestätigen

**EL5021 Demo**

Reset

**Current Inputs**

|                          |                      |
|--------------------------|----------------------|
| Status: C reset enabled  | Status: Sync Error   |
| Status: Set Counter Done | Status: TxPDO State  |
| Status: Frequency Error  | Status: TxPDO Toggle |
| Status: Amplitude Error  |                      |
| Status: Status of C      | Cnt C: 27            |

**Current Outputs**

|                         |
|-------------------------|
| Control: Enable Latch C |
| Control: Set Counter    |

**EtherCAT Diagnosis**

|                |
|----------------|
| WcState: FALSE |
| WcState: 8     |

**Counter Calculations (Position from EL5021)**

|                     |                        |               |                   |
|---------------------|------------------------|---------------|-------------------|
| Counter: 4293084161 | CounterMax: 4294967271 | CounterMin: 0 | CounterDiff: 2264 |
| UP                  | Cnt Up: 55718          |               |                   |
| <b>DOWN</b>         | Cnt Down: 63570        |               |                   |
| Latch: 0            |                        |               |                   |

**Current Position - calculated**

|                                    |                                    |
|------------------------------------|------------------------------------|
| <b>Current Position</b>            | Status: ok                         |
| Mech. Round: 2047                  | Sensor Periods per mech. Rnd: 2048 |
| Period Cnt: 209                    | C Reset enabled                    |
| Period Pos.: [10 bit: 0..1024] 512 |                                    |

Mech.  
Pos.  
360°

Period  
Pos.  
360°

**CoE from Slave**

|   | Name                    | Idx      | Typ        | Value | Access | Read Updates | Cnt Write |
|---|-------------------------|----------|------------|-------|--------|--------------|-----------|
| 1 | CoE Reset               | x1011:01 | INT 32bit  | 0     | ok     | 203          | 0         |
| 2 | Enable C reset          | x8000:01 | BOOL 8bit  | 0     | ok     | 203          | 4         |
| 3 | Reversion of rotation   | x8000:0E | BOOL 8bit  | 1     | ok     | 203          | 2         |
| 4 | Enable Frequency Error  | x8001:01 | BOOL 8bit  | 0     | ok     | 203          | 2         |
| 5 | Enable Amplitude Error  | x8001:02 | BOOL 8bit  | 1     | ok     | 202          | 0         |
| 6 | Analog Resolution       | x8001:11 | BYTE 8bit  | 10    | ok     | 202          | 0         |
| 7 | Frequency Error Counter | xA000:11 | WORD 16bit | 27220 | ok     | 202          | 0         |
| 8 | Amplitude Error Counter | xA000:12 | WORD 16bit | 112   | ok     | 202          | 0         |

CoE Reset to x1011:01: 16#64616f6c = 1684107116

Abb. 167: Screenshot Visualisierung PLC

## 8 Anhang

### 8.1 EtherCAT AL Status Codes

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

### 8.2 Firmware Kompatibilität

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

**Anmerkung**

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

| <b>HINWEIS</b>   |  |
|--|--|
| <b>Beschädigung des Gerätes möglich!</b>   |  |
| Beachten Sie die Hinweise zum Firmware Update auf der <a href="#">gesonderten Seite [▶ 164]</a> .  |  |
| Wird ein Gerät in den BOOTSTRAP-Mode zum Firmware-Update versetzt, prüft es u. U. beim Download nicht, ob die neue Firmware geeignet ist.                |  |
| Dadurch kann es zur Beschädigung des Gerätes kommen! Vergewissern Sie sich daher immer, ob die Firmware für den Hardware-Stand des Gerätes geeignet ist! |  |

| <b>EL5021</b> |                  |                  |               |
|---------------|------------------|------------------|---------------|
| Hardware (HW) | Firmware (FW)    | Revision-Nr.     | Release-Datum |
| 00 - 09*      | 01               | EL5021-0000-0016 | 2010/07       |
|               |                  | EL5021-0000-0017 | 2010/09       |
|               | 02               |                  | 2010/09       |
|               | 03               |                  | 2011/03       |
|               | 04               |                  | 2012/07       |
|               |                  | EL5021-0000-0018 | 2012/08       |
|               |                  | EL5021-0000-0019 | 2014/11       |
|               | 05               | EL5021-0000-0020 | 2015/03       |
|               |                  | EL5021-0000-0021 | 2016/05       |
| 07*           | EL5021-0000-0022 | 2019/12          |               |

| <b>EL5021-0090</b> |               |                  |               |
|--------------------|---------------|------------------|---------------|
| Hardware (HW)      | Firmware (FW) | Revision-Nr.     | Release-Datum |
| 07 - 09*           | 06            | EL5021-0090-0018 | 2017/05       |
|                    |               | EL5021-0090-0019 | 2016/05       |
|                    | 07*           |                  | 2019/12       |

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

## 8.3 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 TwinCAT 3-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

- Das Herunterladen der Firmware auf ein EtherCAT-Gerät darf nicht unterbrochen werden.
- Eine einwandfreie EtherCAT-Kommunikation muss sichergestellt sein, CRC-Fehler oder LostFrames dürfen nicht auftreten.
- Die Spannungsversorgung muss ausreichend dimensioniert, die Pegel entsprechend der Vorgabe sein.

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

**8.3.1 Gerätebeschreibung ESI-File/XML**

**HINWEIS**

**ACHTUNG bei Update der ESI-Beschreibung/EEPROM**

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

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

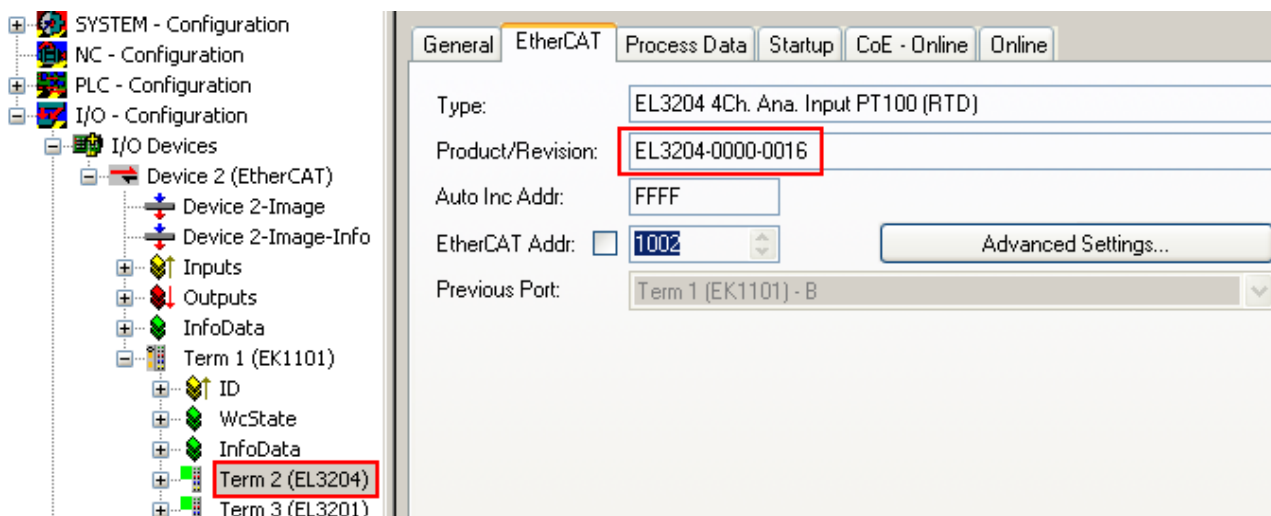


Abb. 168: Geräteerkennung aus Name EL3204-0000 und Revision -0016

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

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

### **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:

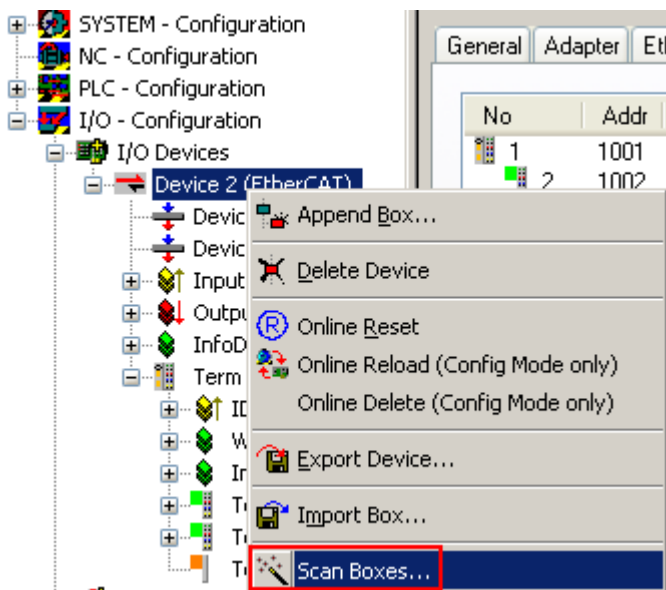


Abb. 169: Rechtsklick auf das EtherCAT-Gerät bewirkt das Scannen des unterlagerten Feldes

Wenn das gefundene Feld mit dem konfigurierten übereinstimmt, erscheint



Abb. 170: Konfiguration identisch

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

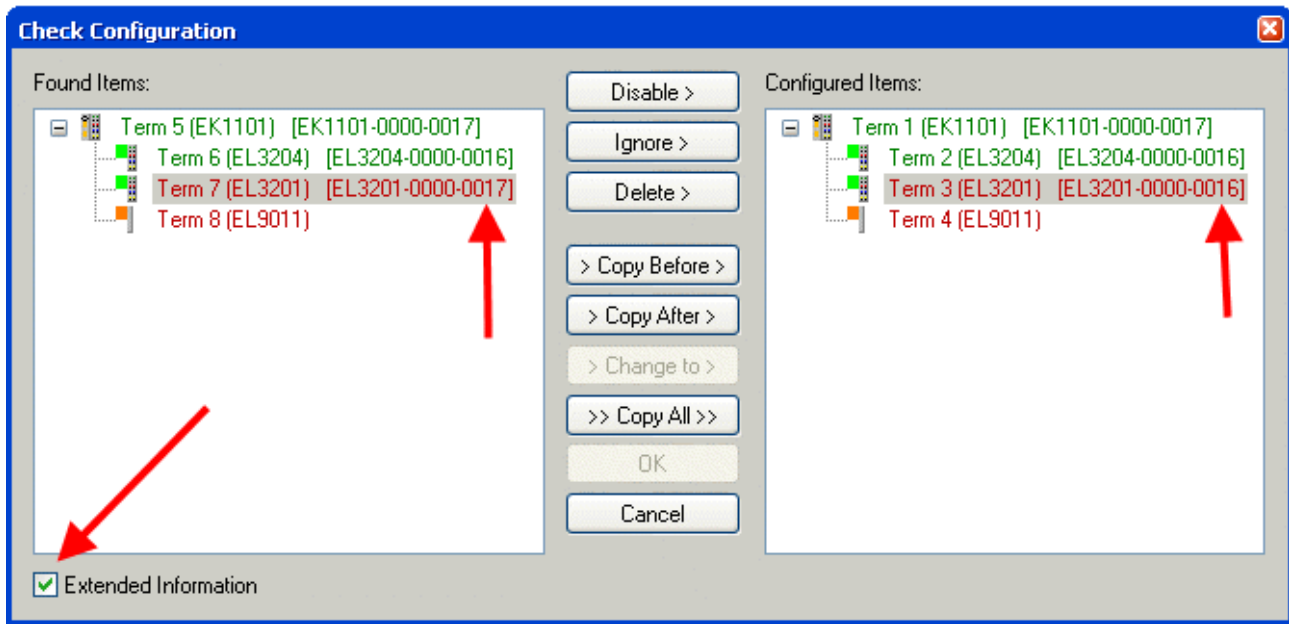


Abb. 171: Änderungsdialog

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

**Änderung der Slave-Kennung ESI**

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

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

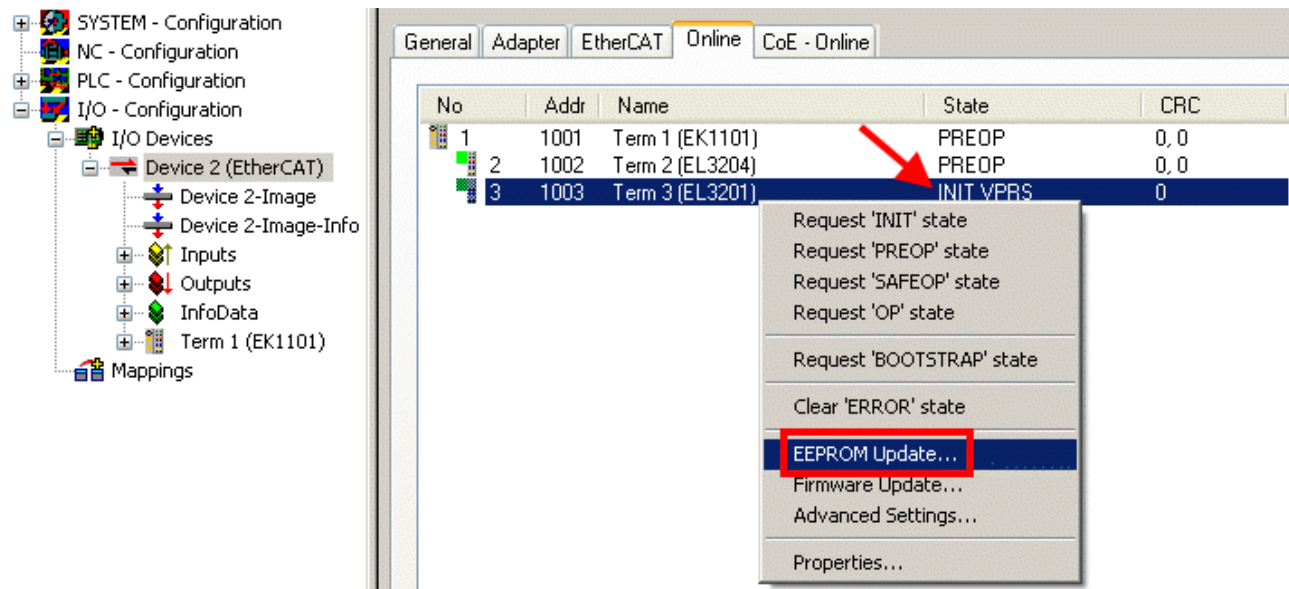


Abb. 172: EEPROM Update

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

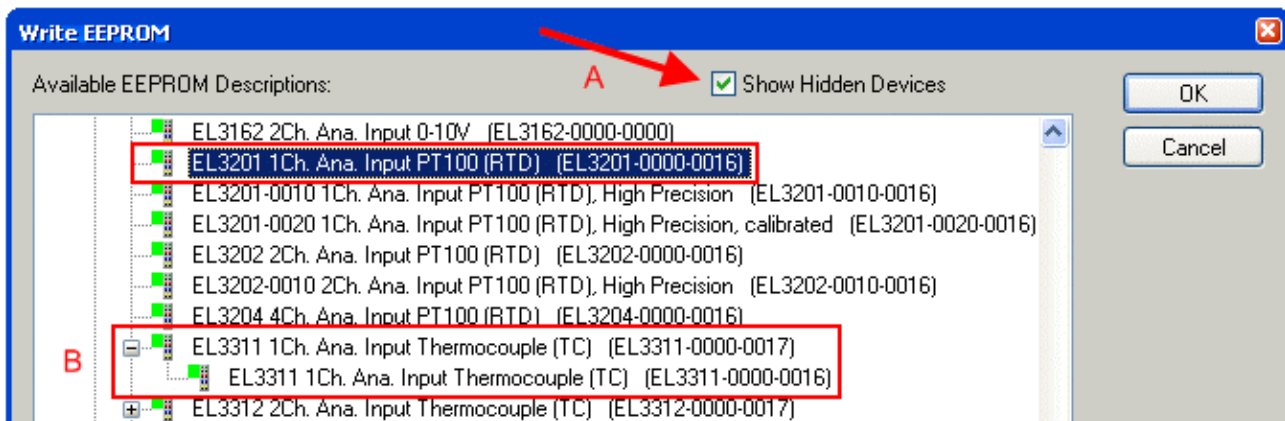


Abb. 173: Auswahl des neuen ESI

Ein Laufbalken im 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.

## 8.3.2 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).

### ● CoE-Online und Offline-CoE

**i** 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.



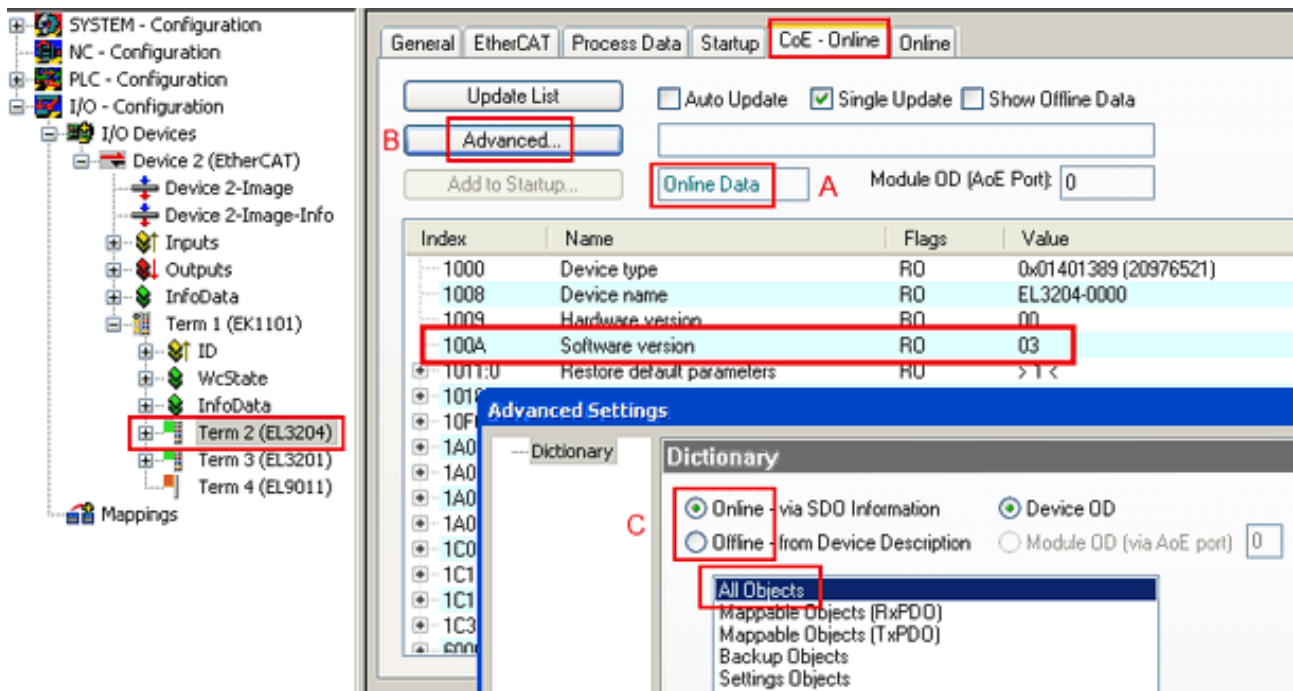


Abb. 174: Anzeige FW-Stand EL3204

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

### 8.3.3 Update Controller-Firmware \*.efw

#### ● CoE-Verzeichnis

**i** 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*.

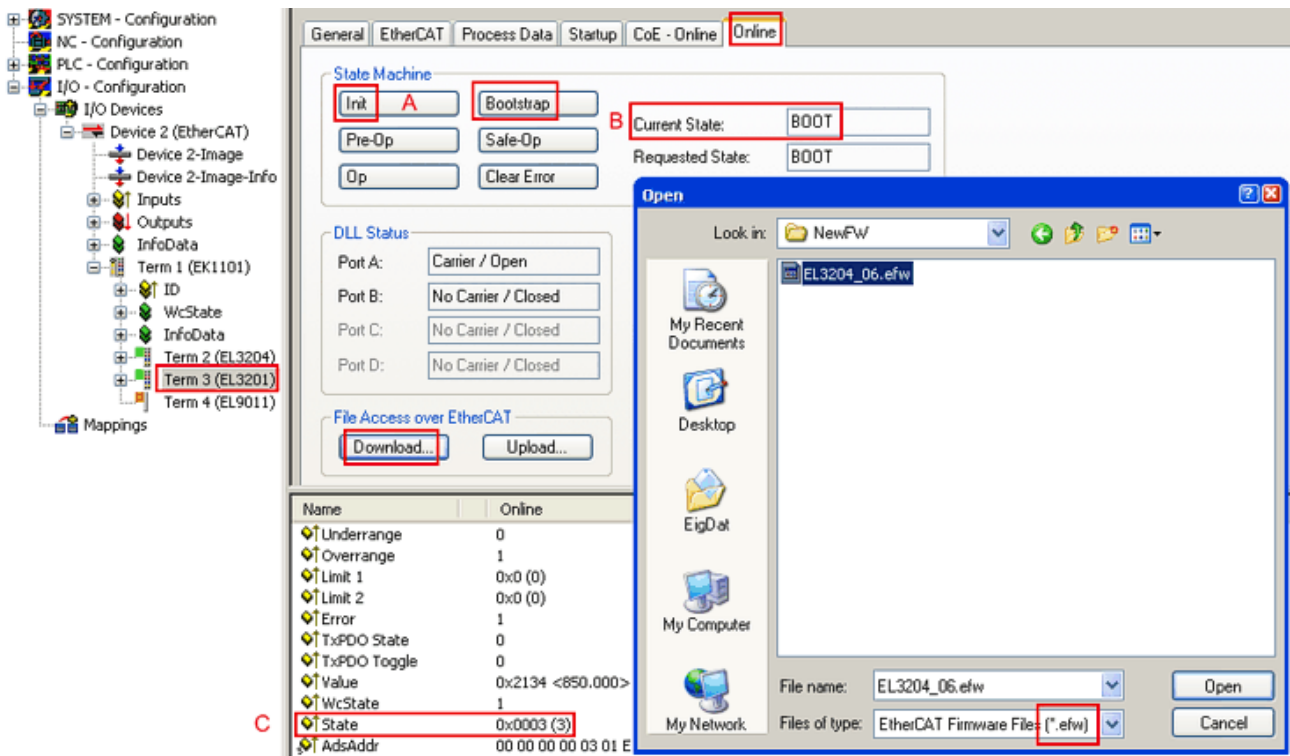
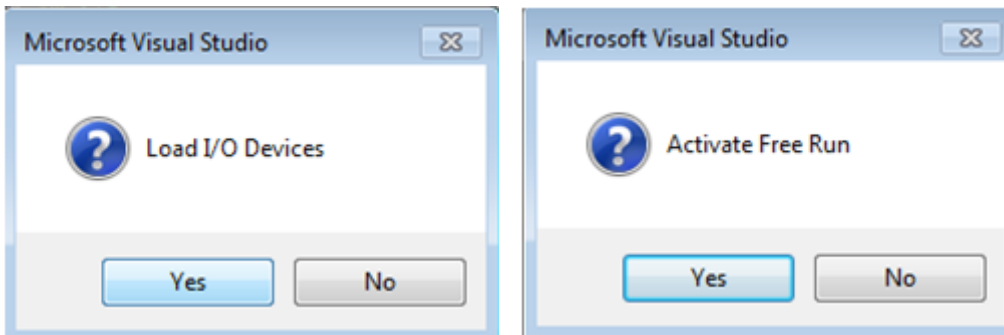


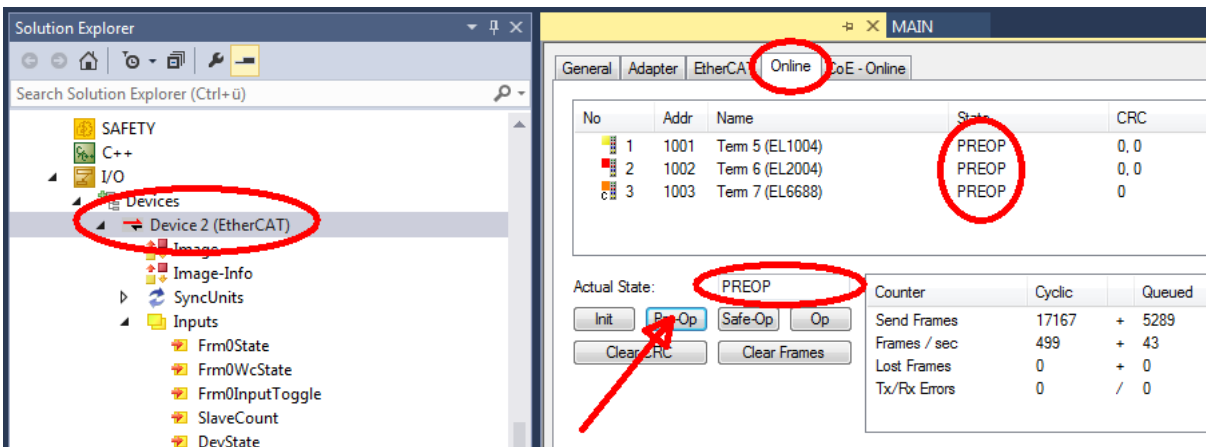
Abb. 175: Firmware Update

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  $\geq 1$  ms schalten (default sind im ConfigMode 4 ms). Ein FW-Update während Echtzeitbetrieb ist nicht zu empfehlen.

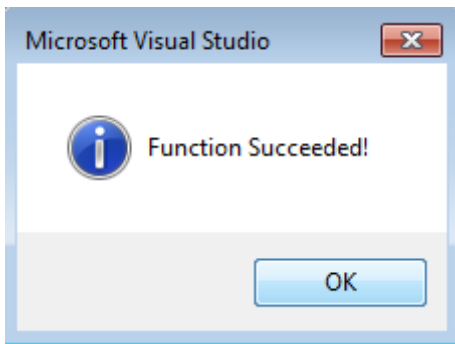


- EtherCAT-Master in PreOP schalten



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

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



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

### 8.3.4 FPGA-Firmware \*.rbf

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

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

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

#### Versionsbestimmung mit dem 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.

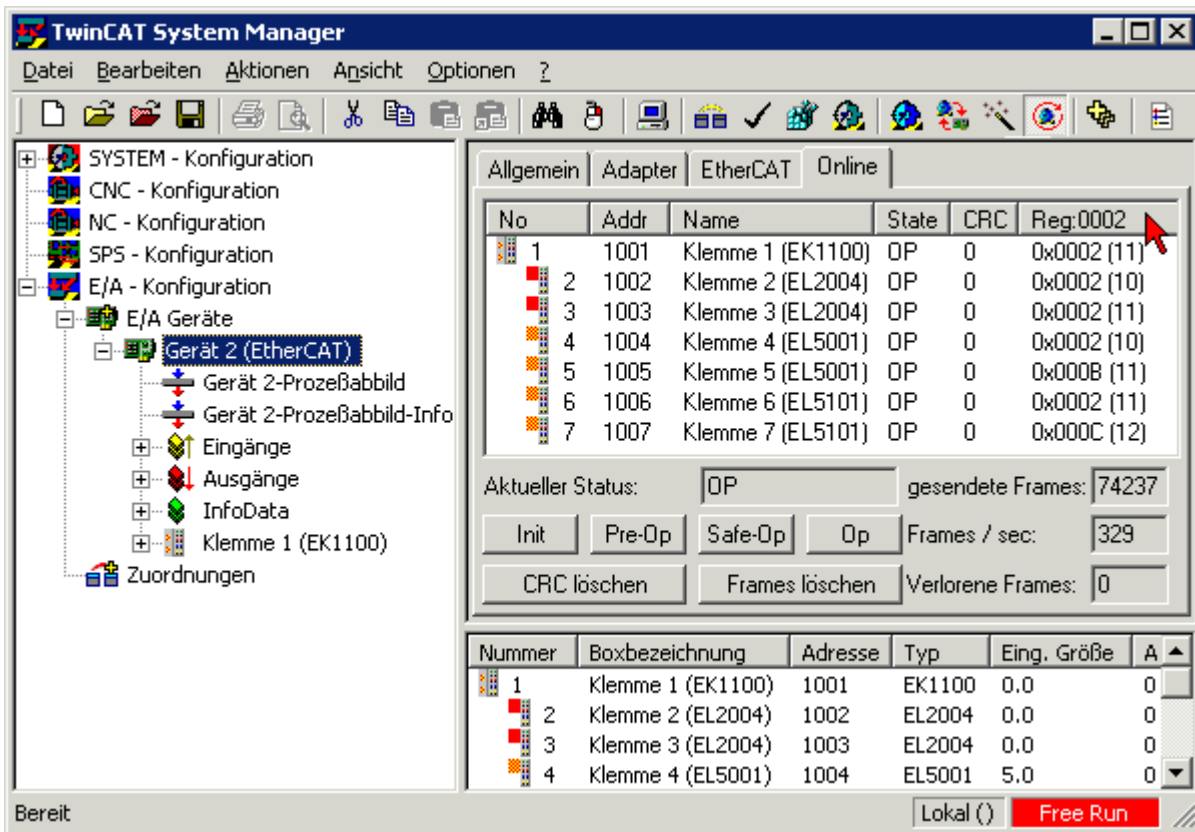
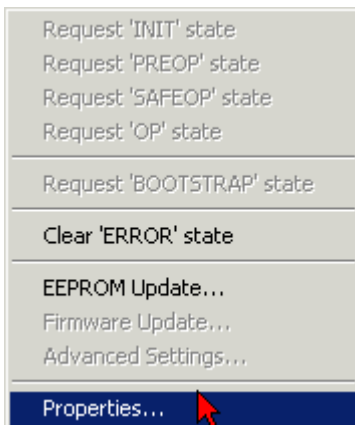


Abb. 176: Versionsbestimmung FPGA-Firmware

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

Abb. 177: Kontextmenu *Eigenschaften (Properties)*

In dem folgenden Dialog *Advanced Settings* können Sie festlegen, welche Spalten angezeigt werden sollen. Markieren Sie dort unter *Diagnose/Online Anzeige* das Kontrollkästchen vor *'0002 ETxxxx Build'* um die Anzeige der FPGA-Firmware-Version zu aktivieren.

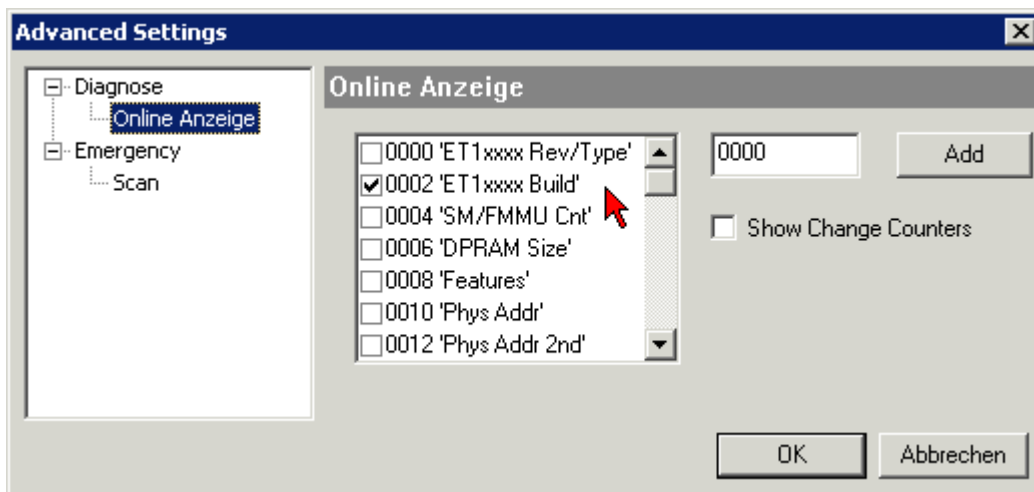


Abb. 178: Dialog *Advanced settings*

## Update

Für das Update der FPGA-Firmware

- eines EtherCAT-Kopplers, muss auf 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.

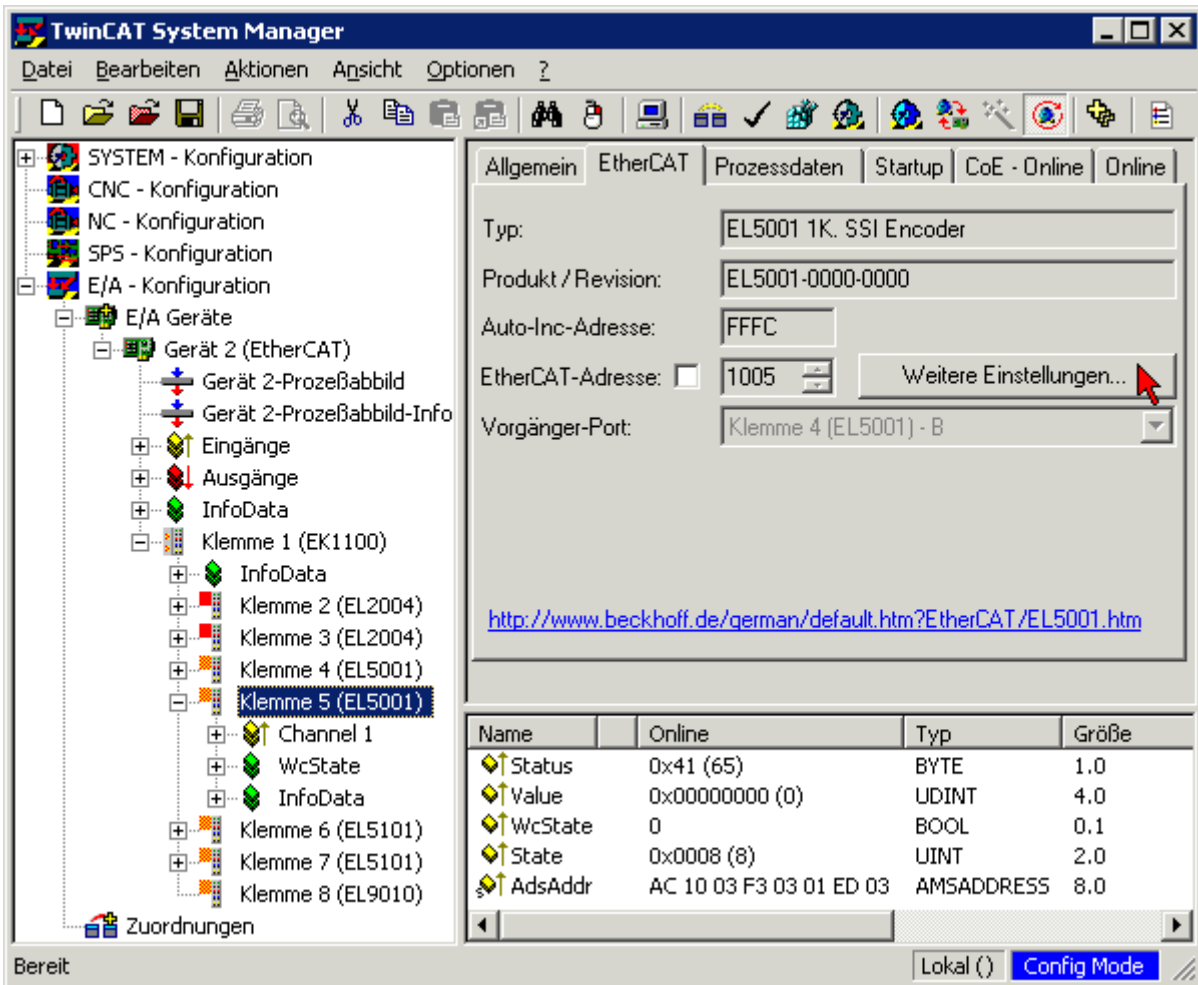
Ältere Firmware-Stände können nur vom Hersteller aktualisiert werden!

## Update eines EtherCAT-Geräts

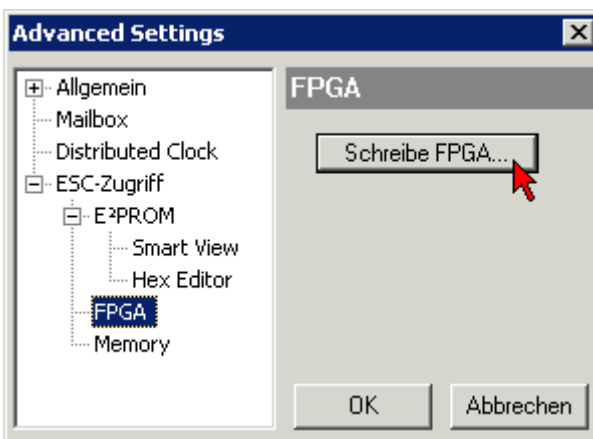
Es ist folgender Ablauf einzuhalten, wenn keine anderen Angaben z. B. durch den Beckhoff Support vorliegen:

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

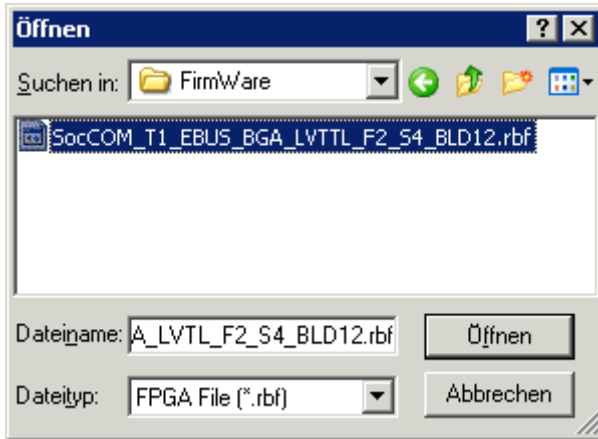
- Wählen Sie im TwinCAT System Manager die Klemme an, deren FPGA-Firmware Sie aktualisieren möchten (im Beispiel: Klemme 5: EL5001) und klicken Sie auf dem Karteireiter *EtherCAT* auf die Schaltfläche *Weitere Einstellungen*:



- Im folgenden Dialog *Advanced Settings* klicken Sie im Menüpunkt *ESC-Zugriff/E<sup>2</sup>PROM/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!

**8.3.5 Gleichzeitiges Update mehrerer EtherCAT-Geräte**

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

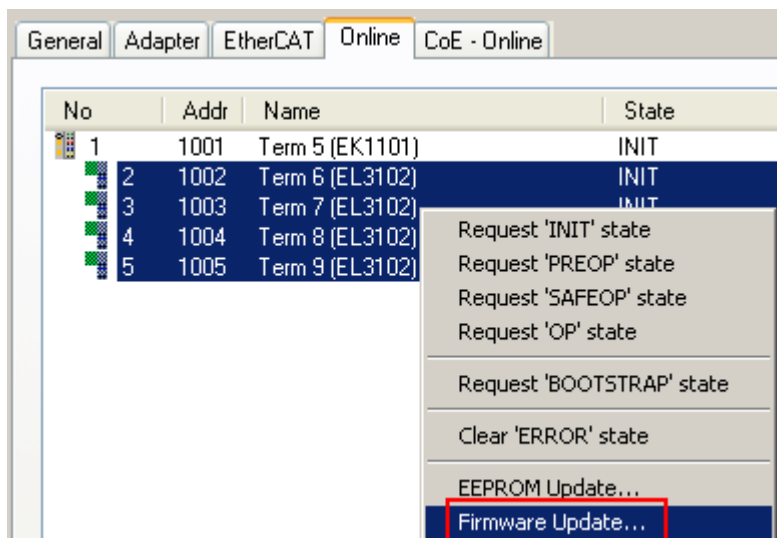


Abb. 179: Mehrfache Selektion und FW-Update

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

## 8.4 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*)

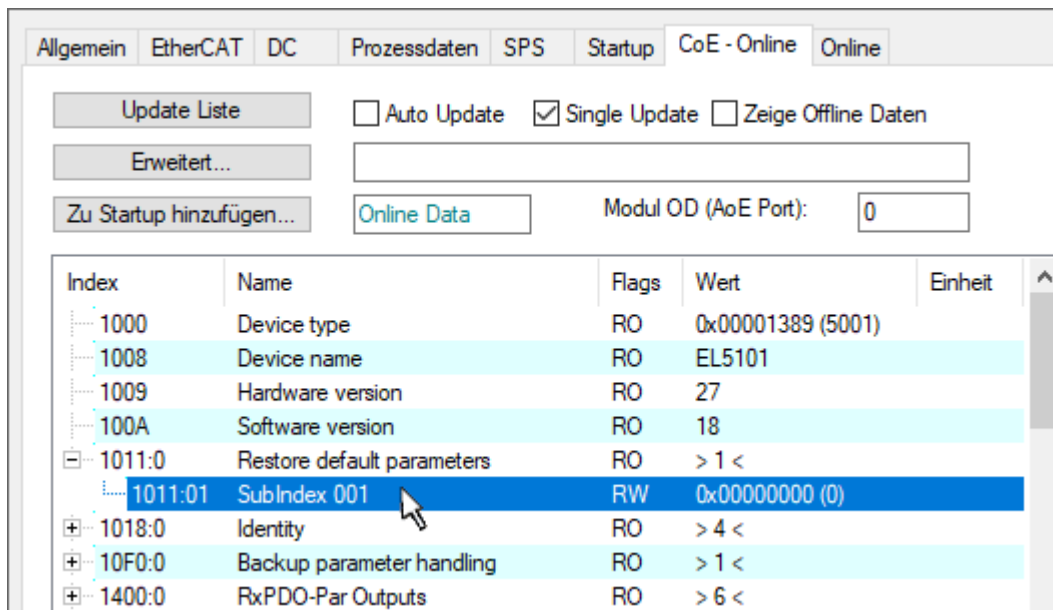


Abb. 180: Auswahl des PDO *Restore default parameters*

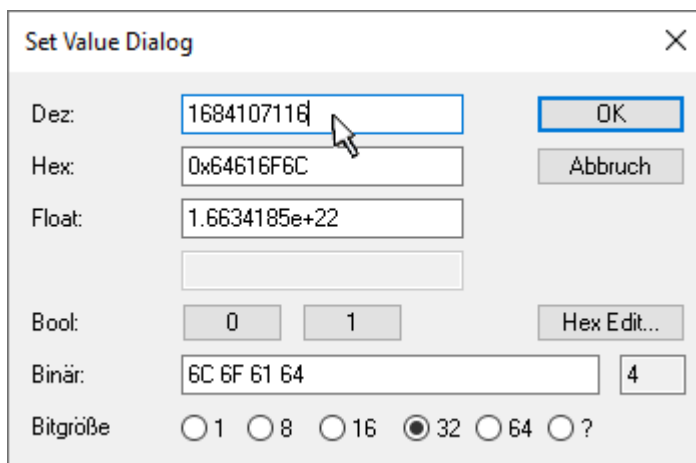


Abb. 181: Eingabe des Restore-Wertes im Set Value Dialog

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!

---

## 8.5 Support und Service

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

### Beckhoff Niederlassungen und Vertretungen

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

Die Adressen der weltweiten Beckhoff Niederlassungen und Vertretungen entnehmen Sie bitte unseren Internetseiten: [www.beckhoff.com](http://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](mailto:support@beckhoff.com)  
Internet: [www.beckhoff.com/support](http://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](mailto:service@beckhoff.com)  
Internet: [www.beckhoff.com/service](http://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](mailto:info@beckhoff.com)  
Internet: [www.beckhoff.com](http://www.beckhoff.com)

## **Trademark statements**

Beckhoff®, TwinCAT®, TwinCAT/BSD®, TC/BSD®, EtherCAT®, EtherCAT G®, EtherCAT G10®, EtherCAT P®, Safety over EtherCAT®, TwinSAFE®, XFC®, XTS® and XPlanar® are registered trademarks of and licensed by Beckhoff Automation GmbH.

## **Third-party trademark statements**

DeviceNet and EtherNet/IP are trademarks of ODVA, Inc.

DSP System Toolbox, Embedded Coder, MATLAB, MATLAB Coder, MATLAB Compiler, MathWorks, Predictive Maintenance Toolbox, Simscape, Simscape™ Multibody™, Simulink, Simulink Coder, Stateflow and ThingSpeak are registered trademarks of The MathWorks, Inc.

Microsoft, Microsoft Azure, Microsoft Edge, PowerShell, Visual Studio, Windows and Xbox are trademarks of the Microsoft group of companies.

Mehr Informationen:  
**[www.beckhoff.com/EL5021/](http://www.beckhoff.com/EL5021/)**

Beckhoff Automation GmbH & Co. KG  
Hülshorstweg 20  
33415 Verl  
Deutschland  
Telefon: +49 5246 9630  
[info@beckhoff.com](mailto:info@beckhoff.com)  
[www.beckhoff.com](http://www.beckhoff.com)

