

Dokumentation | DE

# EL34x3

3-Phasen-Leistungsmessklemme





# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Vorwort</b> .....	<b>7</b>
1.1	Produktübersicht Leistungsmessklemmen .....	7
1.2	Hinweise zur Dokumentation .....	8
1.3	Sicherheitshinweise .....	9
1.4	Ausgabestände der Dokumentation .....	10
1.5	Versionsidentifikation von EtherCAT-Geräten .....	13
1.5.1	Allgemeine Hinweise zur Kennzeichnung .....	13
1.5.2	Versionsidentifikation von EL Klemmen .....	14
1.5.3	Beckhoff Identification Code (BIC) .....	15
1.5.4	Elektronischer Zugriff auf den BIC (eBIC) .....	17
<b>2</b>	<b>Produktbeschreibung</b> .....	<b>19</b>
2.1	EL3413 .....	19
2.1.1	Einführung .....	19
2.1.2	Technische Daten .....	21
2.2	EL3433 .....	22
2.2.1	Einführung .....	22
2.2.2	Technische Daten .....	23
2.3	Grundlagen zur Funktion .....	24
2.3.1	Messprinzip .....	24
2.3.2	Effektivwertberechnung .....	24
2.3.3	Wirkleistungsmessung .....	25
2.3.4	Scheinleistungsmessung .....	25
2.3.5	Vorzeichen bei Leistungsmessung .....	27
2.3.6	Vorzeichen der Energiewerte .....	28
2.3.7	Frequenzmessung .....	28
2.4	Stromwandler .....	29
2.5	Start .....	31
<b>3</b>	<b>Grundlagen der Kommunikation</b> .....	<b>32</b>
3.1	EtherCAT-Grundlagen .....	32
3.2	EtherCAT-Verkabelung - Drahtgebunden .....	32
3.3	Allgemeine Hinweise zur Watchdog-Einstellung .....	33
3.4	EtherCAT State Machine .....	35
3.5	CoE-Interface .....	37
3.6	Distributed Clock .....	41
<b>4</b>	<b>Installation</b> .....	<b>42</b>
4.1	Hinweise zum ESD-Schutz .....	42
4.2	UL-Hinweise .....	43
4.3	Tragschienenmontage .....	44
4.4	Anschluss .....	47
4.4.1	Anschlusstechnik .....	47
4.4.2	Verdrahtung .....	49
4.4.3	Schirmung .....	50
4.5	Hinweis Spannungsversorgung .....	51

4.6	Einbaulagen.....	52
4.7	Positionierung von passiven Klemmen.....	54
4.8	EL34x3 - LEDs und Anschlussbelegung .....	55
4.8.1	EL3413-0000 .....	55
4.8.2	EL3413-0001 .....	58
4.8.3	EL3413-0120 .....	61
4.8.4	EL3433-0000 .....	64
4.9	Entsorgung .....	67
<b>5</b>	<b>Inbetriebnahme.....</b>	<b>68</b>
5.1	TwinCAT Quickstart.....	68
5.1.1	TwinCAT 2 .....	71
5.1.2	TwinCAT 3 .....	81
5.2	TwinCAT Entwicklungsumgebung .....	94
5.2.1	Installation TwinCAT Realtime Treiber .....	94
5.2.2	Hinweise ESI-Gerätebeschreibung.....	100
5.2.3	TwinCAT ESI Updater .....	104
5.2.4	Unterscheidung Online/Offline .....	104
5.2.5	OFFLINE Konfigurationserstellung .....	105
5.2.6	ONLINE Konfigurationserstellung.....	110
5.2.7	EtherCAT Teilnehmerkonfiguration .....	118
5.2.8	Import/Export von EtherCAT-Teilnehmern mittels SCI und XTI .....	128
5.3	Allgemeine Inbetriebnahmehinweise des EtherCAT Slaves .....	136
5.4	Prozessdaten.....	144
5.4.1	Sync Manager (SM).....	144
5.4.2	Betriebsmodi und Einstellungen .....	147
5.4.3	Predefined PDO Assignment.....	149
5.5	Start up und Parameter-Konfiguration .....	150
5.5.1	Einstellungen .....	150
5.5.2	Messungen .....	151
5.5.3	Skalierungsfaktoren .....	155
5.6	Hinweise zu analogen Spezifikationen .....	157
5.6.1	Messbereichsendwert (MBE).....	157
5.6.2	Messfehler/Messabweichung/Messunsicherheit .....	157
5.6.3	Temperaturkoeffizient tK [ppm/K] .....	158
5.6.4	Langzeiteinsatz.....	159
5.6.5	Massebezug: Typisierung SingleEnded / Differentiell .....	159
5.6.6	Gleichtaktspannung und Bezugsmasse (bezogen auf Differenzeingänge).....	164
5.6.7	Spannungsfestigkeit .....	165
5.6.8	Zeitliche Aspekte der analog/digital Wandlung.....	166
5.6.9	Begriffsklärung GND/Ground .....	169
5.6.10	Samplingart: Simultan vs. Multiplex.....	171
5.7	Objektbeschreibung und Parametrierung.....	174
5.7.1	Restore Objekt.....	174
5.7.2	Konfigurationsdaten.....	175
5.7.3	Command-Objekt.....	175
5.7.4	Konfigurationsdaten (herstellerspezifisch).....	177

5.7.5	Eingangsdaten.....	180
5.7.6	Ausgangsdaten.....	185
5.7.7	Informations- und Diagnostikdaten.....	185
5.7.8	Standardobjekte.....	187
<b>6</b>	<b>Diagnose - Grundlagen zu Diag Messages .....</b>	<b>195</b>
<b>7</b>	<b>Anhang .....</b>	<b>205</b>
7.1	EtherCAT AL Status Codes.....	205
7.2	Firmware Kompatibilität.....	206
7.3	Firmware Update EL/ES/ELM/EM/EPxxxx.....	208
7.3.1	Gerätebeschreibung ESI-File/XML.....	209
7.3.2	Erläuterungen zur Firmware.....	212
7.3.3	Update Controller-Firmware *.efw.....	212
7.3.4	FPGA-Firmware *.rbf.....	214
7.3.5	Gleichzeitiges Update mehrerer EtherCAT-Geräte.....	218
7.4	Wiederherstellen des Auslieferungszustandes.....	219
7.5	Support und Service.....	220



# 1 Vorwort

## 1.1 Produktübersicht Leistungsmessklemmen

[EL3413](#) [[▶ 19](#)]

3-Phasen-Leistungsmessklemme bis 690 V AC

[EL3413-0001](#) [[▶ 19](#)]

3-Phasen-Leistungsmessklemme bis 600 V AC, UL-Zulassung

[EL3413-0120](#) [[▶ 19](#)]

3-Phasen-Leistungsmessklemme bis 210 V AC

[EL3433](#) [[▶ 22](#)]

3-Phasen-Leistungsmessklemme bis 500 V AC, 10 A

## 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, für jede Installation und Inbetriebnahme die zu dem betreffenden Zeitpunkt veröffentlichte Dokumentation zu verwenden.

Das Fachpersonal hat sicherzustellen, dass die Anwendung bzw. der Einsatz der beschriebenen Produkte alle Sicherheitsanforderungen, einschließlich sämtlicher anwendbaren Gesetze, Vorschriften, Bestimmungen und Normen erfüllt.

### Disclaimer

Diese Dokumentation wurde sorgfältig erstellt. Die beschriebenen Produkte werden jedoch ständig weiter entwickelt.

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

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

### Marken

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

### Patente

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



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

### Copyright

© Beckhoff Automation GmbH & Co. KG, Deutschland.

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

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



## 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.

### Erklärung der Hinweise

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

#### **GEFAHR**

##### **Akute Verletzungsgefahr!**

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

#### **WARNUNG**

##### **Verletzungsgefahr!**

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

#### **VORSICHT**

##### **Schädigung von Personen!**

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

#### **HINWEIS**

##### **Schädigung von Umwelt/Geräten oder Datenverlust**

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



##### **Tipp oder Fingerzeig**

Dieses Symbol kennzeichnet Informationen, die zum besseren Verständnis beitragen.

## **1.4      Ausgabestände der Dokumentation**

Version	Kommentar
4.7	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Update Kapitel „Technische Daten“</li> <li>• Update Struktur</li> </ul>
4.6	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Update Kapitel „Technische Daten“</li> <li>• Update Kapitel „Versionsidentifikation von EtherCAT-Geräten“</li> <li>• Update Struktur</li> <li>• Update Hinweise</li> <li>• Update Revisionsstand</li> <li>• Kapitel Entsorgung hinzugefügt</li> </ul>
4.5	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Update Kapitel „UL-Hinweise“</li> <li>• Update Kapitel „Firmware Kompatibilität“</li> <li>• Struktur-Update</li> </ul>
4.4	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Update Kapitel "LEDs und Anschlussbelegung“</li> <li>• Struktur-Update</li> <li>• Update Revisionsstatus</li> </ul>
4.3	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Update Technische Daten</li> <li>• Update Kapitel "Anschlusstechnik" -&gt; "Anschluss"</li> <li>• Struktur-Update</li> <li>• Update Revisionsstatus</li> </ul>
4.2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Update Revisionsstatus</li> <li>• Struktur-Update</li> </ul>
4.1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Update Kapitel "Technische Daten"</li> <li>• Struktur-Update</li> </ul>
4.0	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Update Kapitel "Technische Daten"</li> <li>• Update Kapitel "Grundlagen zur Funktion"</li> <li>• Update Kapitel "Prozessdaten"</li> <li>• Update Kapitel "Start-up und Parameter-Konfiguration"</li> <li>• Update Kapitel "Objektbeschreibung und Parametrierung"</li> <li>• Update Revisionsstatus</li> <li>• Struktur-Update</li> </ul>
3.9	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Update Kapitel "Technische Daten"</li> <li>• Struktur-Update</li> </ul>
3.8	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Update Kapitel "Technische Daten"</li> <li>• Update Kapitel "Messungen"</li> <li>• Struktur-Update</li> </ul>
3.7	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Update Kapitel "Technische Daten"</li> <li>• Update Kapitel "Messungen"</li> <li>• Hinweis zum ESD-Schutz eingefügt</li> <li>• Update Kapitel "Hinweise zu analogen Spezifikationen"</li> <li>• Update Kapitel "Diagnose - Grundlagen zu Diag Messages"</li> <li>• Update Revisionsstand</li> </ul>
3.6	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Update Kapitel "Start-up und Parameter-Konfiguration"</li> </ul>
3.5	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Update Kapitel "Hinweise zur Dokumentation"</li> <li>• Korrektur Technische Daten</li> <li>• Kapitel "TwinCAT Quick Start" eingefügt</li> <li>• Update Kapitel "Diagnose – Grundlagen zu Diag Messages"</li> </ul>
3.4	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aktualisierung Kapitel „Objektbeschreibung“</li> <li>• Struktur-Update</li> <li>• Aktualisierung Revisionsstand</li> </ul>
3.3	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Struktur-Update</li> <li>• Aktualisierung Kapitel „Objektbeschreibung“</li> </ul>
3.2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Struktur-Update</li> <li>• Aktualisierung Kapitel „Prozessdaten, Einstellungen“</li> </ul>
3.1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Struktur-Update</li> <li>• Aktualisierung Kapitel „Skalierungsfaktoren“</li> </ul>

Version	Kommentar
3.0	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Migration</li> <li>• Struktur-Update</li> <li>• Aktualisierung Revisionsstand</li> </ul>
2.2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aktualisierung Kapitel "Objektbeschreibung und Parametrierung"</li> <li>• Aktualisierung Kapitel "Technische Daten"</li> <li>• Aktualisierung Revisionsstand</li> <li>• Struktur-Update</li> </ul>
2.1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aktualisierung Kapitel "Technische Daten"</li> <li>• Aktualisierung Revisionsstand Update Struktur</li> </ul>
2.0	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aktualisierung Kapitel "Einführung"</li> <li>• Aktualisierung Kapitel "Stromwandler"</li> <li>• Struktur-Update</li> </ul>
1.9	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aktualisierung Kapitel "LEDs und Anschlussbelegung"</li> <li>• Aktualisierung Kapitel "Prozessdaten"</li> <li>• Aktualisierung Kapitel "Messungen"</li> <li>• Aktualisierung Kapitel "Objektbeschreibung und Parametrierung"</li> <li>• Aktualisierung Kapitel "Skalierungsfaktoren"</li> <li>• Aktualisierung Revisionsstand</li> <li>• Struktur-Update</li> </ul>
1.8	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aktualisierung Kapitel "LEDs und Anschlussbelegung"</li> </ul>
1.7	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aktualisierung Kapitel "Skalierungsfaktoren"</li> </ul>
1.6	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Struktur-Update</li> <li>• Ergänzung EL3413-0001, EL3413-0120, EL3433</li> </ul>
1.5	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Update "Technische Daten"</li> </ul>
1.4	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Update "Technische Daten"</li> </ul>
1.3	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Update "Objektbeschreibung"</li> </ul>
1.2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Update "Objektbeschreibung"</li> </ul>
1.1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Update "Technische Daten"</li> </ul>
1.0	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ergänzungen, 1. Veröffentlichung</li> </ul>
0.1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorläufige Dokumentation für EL3413</li> </ul>

## 1.5 Versionsidentifikation von EtherCAT-Geräten

### 1.5.1 Allgemeine Hinweise zur Kennzeichnung

#### Bezeichnung

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

- Familienschlüssel
- Typ
- Version
- Revision

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

#### Hinweise

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

## 1.5.2 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 auf einem Aufkleber angebracht ist. Diese Seriennummer gibt den Bauzustand im Auslieferungszustand an und kennzeichnet somit eine ganze Produktions-Charge, unterscheidet aber nicht die Module einer Charge.

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

KK - Produktionswoche (Kalenderwoche)

YY - Produktionsjahr

FF - Firmware-Stand

HH - Hardware-Stand

Beispiel mit 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

### 1.5.3 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.

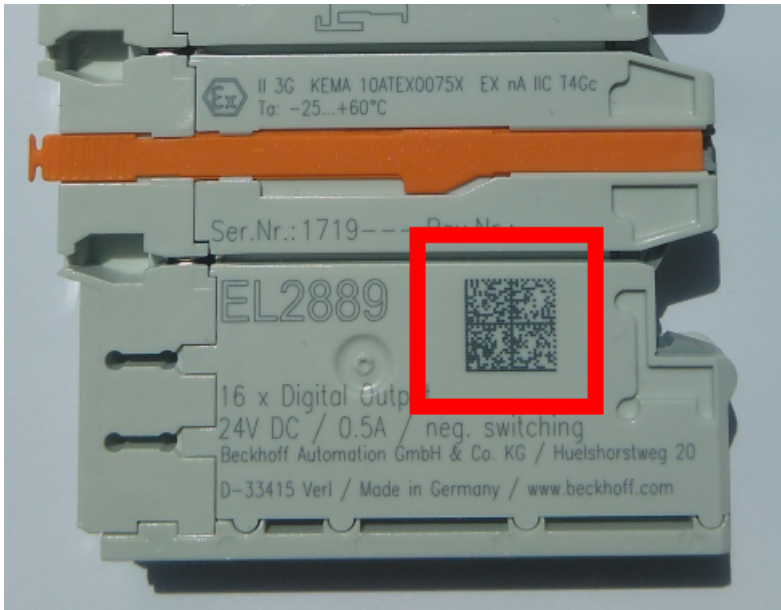


Abb. 2: BIC als Data Matrix Code (DMC, Code-Schema ECC200)

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>1K</b> EL1809
4	Menge	<b>Menge in Verpackungseinheit, z. B. 1, 10...</b>	Q	6	<b>Q</b> 1
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	32	<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**1K**EL1809 **Q**1 **51S**678294

Entsprechend als DMC:



Abb. 3: Beispiel-DMC **1P**072222**SBTN**k4p562d7**1K**EL1809 **Q**1 **51S**678294

### BTN

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

### HINWEIS

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



## 1.5.4 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 elektronisch angesprochen werden kann.

### K-Bus Geräte (IP20, IP67)

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

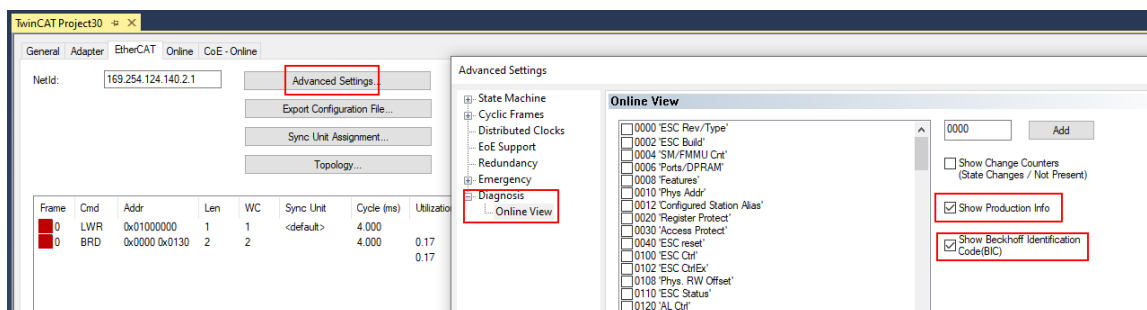
### EtherCAT Geräte (P20, IP67)

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 auch die eBIC gespeichert. Die Einführung des eBIC in die Beckhoff IO Produktion (Klemmen, Boxen) erfolgt ab 2020; mit einer weitgehenden Umsetzung ist in 2021 zu rechnen.

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.
- 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 und weitere eBIC-Hilfsfunktionen zur Verfügung.
- Bei EtherCAT Geräten mit CoE-Verzeichnis kann zusätzlich das Objekt 0x10E2:01 zur Anzeige der eigenen eBIC genutzt werden, hier kann auch die PLC einfach auf die Information zugreifen:

- Das Gerät muss zum Zugriff in 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	1P158442SBTN0008jexp1KELM3704 Q1 2P482001000016
10F0:0	Backup parameter handling	RO	> 1 <
10F3:0	Diagnosis History	RO	> 21 <
10F8	Actual Time Stamp	RO	0x170bf277e

- 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 und weitere eBIC-Hilfsfunktionen zur Verfügung.
- Hinweis: bei elektronischer Weiterverarbeitung ist die BTN als String(8) zu behandeln, der Identifier „SBTN“ ist nicht Teil der BTN.
- Technischer 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
  - Sind mehrere ESC in einem Gerät verbaut die hierarchisch angeordnet sind, trägt nur der TopLevel 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 des TopLevel-Geräts, in 0x10E2:nn folgen die eBIC der Sub-Geräte.

### Profibus/Profinet/DeviceNet... Geräte

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

## 2 Produktbeschreibung

### 2.1 EL3413

#### 2.1.1 Einführung

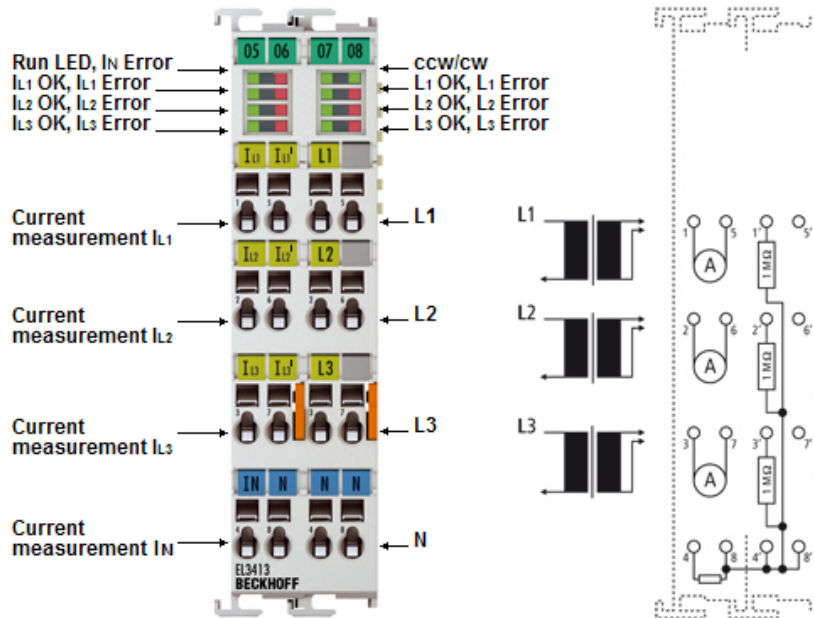


Abb. 4: EL3413

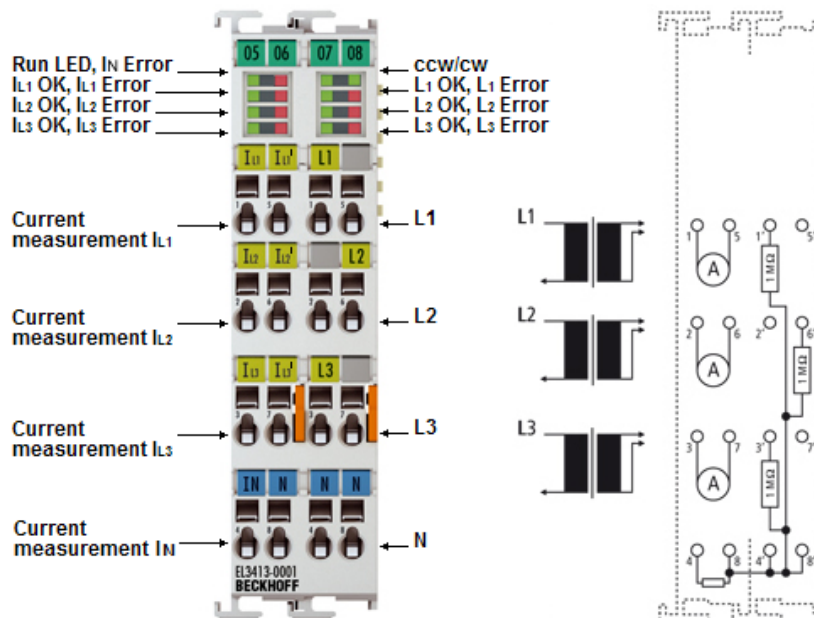


Abb. 5: EL3413-0001

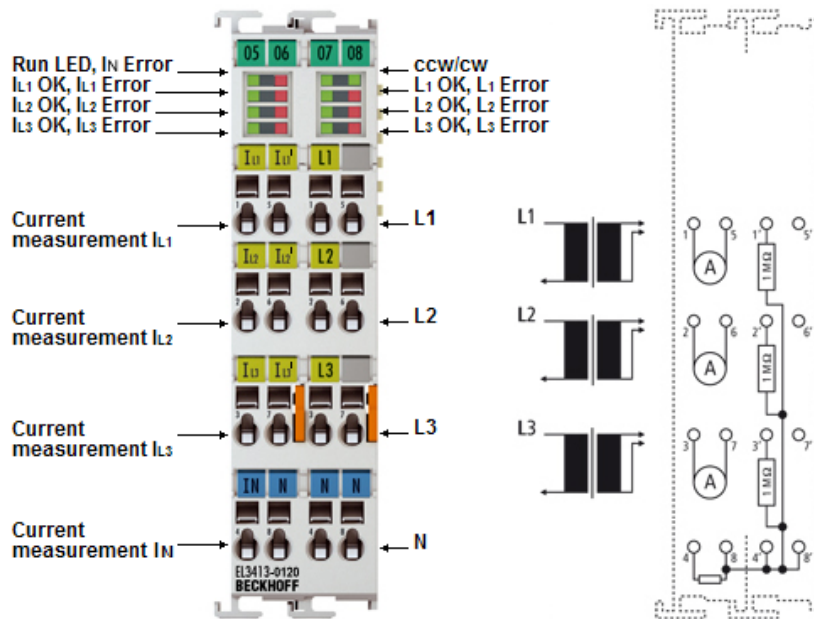


Abb. 6: EL3413-0120

### 3-Phasen-Leistungsmessklemme

Die EtherCAT-Leistungsmessklemme EL3413 ist eine Weiterentwicklung der EL3403. Mit max. 690 V AC sind die Spannungseingänge für die direkte Überwachung leistungsstarker Generatoren, wie sie z. B. in der Windindustrie üblich sind, optimiert.

Der Messbereichsendwert des Stroms kann über das CoE-Verzeichnis, auf 0,1 A, 1 A oder 5 A eingestellt werden.

Ein vorgeschalteter Spannungswandler ist nicht erforderlich. Die Stromeingänge sind galvanisch voneinander getrennt und erlauben den Einsatz der Klemme in allen üblichen geerdeten Stromwandlerschaltungen, wie 2- oder 3-Wandleranordnung in Stern- oder Dreieckschaltung.

Der Oberschwingungsanteil kann, wie alle Messwerte der Klemme, über die Prozessdaten ausgelesen werden.

Die EL3413-0001 hat eine maximale Eingangsspannung von 600 V AC und ist zusätzlich noch UL zertifiziert.

Bei der EL3413-0120 ist der Spannungsbereich auf 210 V AC begrenzt.

### Quick-Links

- [EtherCAT Funktionsgrundlagen](#)
- [Funktionsgrundlagen EL34x3 \[► 24\]](#)
- [CoE-Objektbeschreibung und Parametrierung \[► 174\]](#)
- [Prozessdaten und Betriebsmodi \[► 144\]](#)

## 2.1.2 Technische Daten

Technische Daten	EL3413-0000	EL3413-0001	EL3413-0120
Messwerte	Strom, Spannung, Wirkleistung, Scheinleistung, Frequenz		
Berechnete Größen	Blindleistung, Energie, Leistungsfaktor (cosφ), Harmonische Schwingungen, Phasenwinkel		
Messspannung	max. 690 V AC 3~ (UL <sub>x</sub> -N: max. 400 V AC)	max. 600 V AC 3~ (UL <sub>x</sub> -N: max. 346 V AC)	max. 210 V AC 3~ (UL <sub>x</sub> -N: max. 120 V AC)
	zugeführte Spannungen sind nach Überspannungskategorie II einzuhalten		
Messstrom	max. 5 A (AC) (konfigurierbar), über Messwandler x A / 5 A		
Eingangswiderstand Spannungspfad (typ.)	1 MΩ		
Eingangswiderstand Strompfad (typ.)	< 3 mΩ		
Absicherung	Spannungspfad: Entsprechend der angeschlossenen Leitungsdimensionierung Strompfad: Primärseite des Stromwandlers, entsprechend der angeschlossenen Leitungsdimensionierung		
Auflösung	0,1 μA, 0,1 mV, 10 mW (bei 0,1 A Messbereich) 1 μA, 0,1 mV, 10 mW (bei 1 A Messbereich) 5 μA, 0,1 mV, 10 mW (bei 5 A Messbereich)	1 μA, 0,1 mV, 10 mW (bei 1 A Messbereich) 5 μA, 0,1 mV, 10 mW (bei 5 A Messbereich)	0,1 μA, 0,1 mV, 10 mW (bei 0,1 A Messbereich) 1 μA, 0,1 mV, 10 mW (bei 1 A Messbereich) 5 μA, 0,1 mV, 10 mW (bei 5 A Messbereich)
Messgenauigkeit	0,5% bezogen auf den Messbereichsendwert (U/ I), 1% berechnete Werte (P) Hinweis: Für die EL3413 gilt bezogen auf die Neutralleiterstrommessung eine Genauigkeit von 2% MBE (Messbereichsendwert) des größten Messbereichs der Klemme. Die Neutralleitermessung ist nur für diesen Messbereich möglich.		
Frequenzbereich	45 Hz bis 65 Hz		
Signalform	beliebig (unter Berücksichtigung des Frequenzbereichs und der Grenzfrequenz)		
Messverfahren	True RMS, Echteffektivwertberechnung mit 16.800 (2.800 pro Kanal) Samples/s		
Samplingart	simultan		
Massebezug	single ended		
Messzykluszeit	200 ms pro Messwert voreingestellt, frei konfigurierbar, netzsynchron		
Potenzialtrennung	4500 V (Anschlussklemme/E-Bus)		
Spannungsversorgung für Elektronik	über den E-Bus		
Stromaufnahme vom E-Bus	typ. 160 mA		
Konfiguration	über TwinCAT System Manager		
Abmessungen (B x H x T)	ca. 27 mm x 100 mm x 70 mm (Breite angereicht: 24 mm)		
Gewicht	ca. 75 g		
Montage [► 44]	auf 35 mm Tragschiene nach EN 60715		
Betriebstemperatur	-25°C ... +60°C (erweiterter Temperaturbereich)		
Lagertemperatur	-40°C ... +85°C		
Relative Feuchte	95% ohne Betauung		
Vibrations-/Schockfestigkeit	gemäß EN 60068-2-6/EN 60068-2-27		
EMV-Festigkeit/Aussendung	gemäß EN 61000-6-2/EN 61000-6-4		
Schutzart/Einbaulage	IP20/beliebig		
Kennzeichnungen / Zulassungen <sup>*)</sup>	CE, UKCA, EAC	CE, UKCA, EAC cULus [► 43]	CE, UKCA, EAC

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

## 2.2 EL3433

### 2.2.1 Einführung

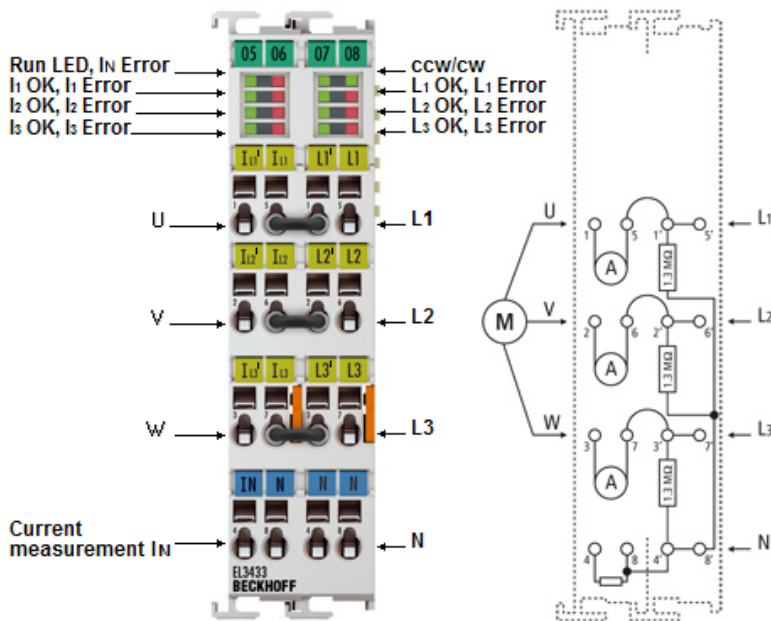


Abb. 7: EL3433

### 3-Phasen-Leistungsmessklemme 500 V AC, 10 A

Die EtherCAT-Leistungsmessklemme EL3433 ist eine Weiterentwicklung der EL3403.

Mit den internen Stromwandlern können Ströme bis 10 A direkt gemessen werden. Damit entfallen zusätzliche Kosten für externe Stromwandler. Die externen Brücken 5 & 1', 6 & 2' und 7 & 3' sind bereits vorverdrahtet. Dadurch besteht die Möglichkeit, die Versorgungsspannung (5', 6' und 7') und den Verbraucher direkt anzuschließen (1, 2 und 3).

Einfache Netzanalysen werden von der EL3433 bis zur 21. Harmonischen Oberschwingungsanalyse durchgeführt. Der Oberschwingungsanteil kann, wie alle Messwerte der Klemme, über die Prozessdaten ausgelesen werden

#### Quick-Links

- [EtherCAT Funktionsgrundlagen](#)
- [Funktionsgrundlagen EL34x3 \[► 24\]](#)
- [CoE-Objektbeschreibung und Parametrierung \[► 174\]](#)
- [Prozessdaten und Betriebsmodi \[► 144\]](#)

## 2.2.2 Technische Daten

Technische Daten	EL3433
Messwerte	Strom, Spannung, Wirkleistung, Scheinleistung, Frequenz
Berechnete Größen	Blindleistung, Energie, Leistungsfaktor (cosφ), Harmonische Schwingungen, Phasenwinkel
Messspannung	max. 500 V AC 3~ (UL <sub>x</sub> -N: max. 288 V AC) zugeführte Spannungen sind nach Überspannungskategorie II einzuhalten
Messstrom	max. 10 A (AC) (konfigurierbar)
Eingangswiderstand Spannungspfad (typ.)	1 MΩ
Eingangswiderstand Strompfad (typ.)	< 3 mΩ
Absicherung	Spannungspfad: Entsprechend der angeschlossenen Leitungsdimensionierung Strompfad: Primärseite des Stromwandlers, entsprechend der angeschlossenen Leitungsdimensionierung
Auflösung	1 µA, 0,1 mV, 10 mW
Messgenauigkeit	0,5% bezogen auf den Messbereichsendwert (U/ I) (bei 0°C...55°C), 1% bezogen auf den Messbereichsendwert (U/ I) (bei Ausnutzung des erweiterten Temperaturbereichs) 1% berechnete Werte (P)  Hinweis: Für die EL3433 gilt bezogen auf die Neutralleiterstrommessung eine Genauigkeit von 2% MBE (Messbereichsendwert) des größten Messbereichs der Klemme. Die Neutralleitermessung ist nur für diesen Messbereich möglich.
Frequenzbereich	45 Hz bis 65 Hz
Signalform	beliebig (unter Berücksichtigung des Frequenzbereichs und der Grenzfrequenz)
Messverfahren	True RMS, Echteeffektivwertberechnung mit 16.800 (2.800 pro Kanal) Samples/s
Samplingart	simultan
Massebezug	single ended
Messzykluszeit	200 ms pro Messwert voreingestellt, frei konfigurierbar, netzsynchron
Potenzialtrennung	4500 V (Anschlussklemme/E-Bus)
Spannungsversorgung für Elektronik	über den E-Bus
Stromaufnahme vom E-Bus	200 mA typ.
Konfiguration	über TwinCAT System Manager
Abmessungen (B x H x T)	ca. 27 mm x 100 mm x 70 mm (Breite angereicht: 24 mm)
Gewicht	ca. 100 g
<a href="#">Montage</a> <a href="#">[► 44]</a>	auf 35 mm Tragschiene nach EN 60715
Betriebstemperatur	-25 °C ... +60 °C (erweiterter Temperaturbereich)
Lagertemperatur	-40 °C ... +85 °C
Relative Feuchte	95% ohne Betauung
Vibrations-/Schockfestigkeit	gemäß EN 60068-2-6/EN 60068-2-27
EMV-Festigkeit/Aussendung	gemäß EN 61000-6-2/EN 61000-6-4
Schutzart/Einbaulage	IP20/beliebig
Kennzeichnungen / Zulassungen <sup>1)</sup>	CE, UKCA, EAC cULus <a href="#">[► 43]</a>

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

## 2.3 Grundlagen zur Funktion

### 2.3.1 Messprinzip

Die EL34x3 arbeiten mit einem Analog-/Digitalwandler zur Erfassung der Strom und Spannungsgrößen aller drei Phasen.

Die Erfassung und Verarbeitung der drei Phasen findet nacheinander (45  $\mu$ s versetzt) in exakt gleicher Form statt. Im Folgenden wird die Signalverarbeitung für eine Phase beschrieben. Die Beschreibung gilt sinngemäß für alle drei Phasen.

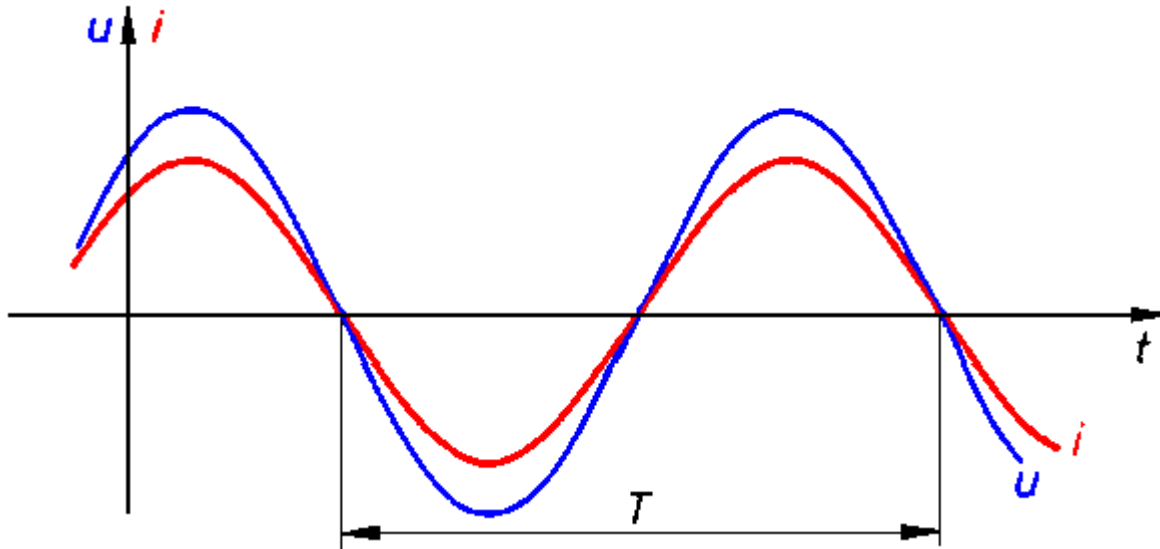


Abb. 8: Verlauf von Spannung  $u$  und Strom  $i$

### 2.3.2 Effektivwertberechnung

Über ein Messintervall, hier Periodendauer  $T$ , wird der Effektivwert für Spannung und Strom berechnet. Die Berechnungen erfolgen nach den Formeln:

$$U = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{1}^n u_{(t)}^2}$$

$$I = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{1}^n i_{(t)}^2}$$

$u_{(t)}$ : Momentanwert der Spannung

$i_{(t)}$ : Momentanwert des Stromes

$n$ : Anzahl der gemessenen Werte

#### Messintervall

Die Wahl des richtigen Messintervalls ist für die Qualität der Messung von Bedeutung. Die Default-Einstellung für das Messintervall ist 10 Perioden (10 x 20 ms). Dies ist erfahrungsgemäß ein guter Kompromiss zwischen Messgeschwindigkeit und Stabilität. Weichen Sie von diesem Wert nur ab, wenn besondere Messanforderungen (z. B. hohe Messgeschwindigkeit) gegeben sind.



### 2.3.3 Wirkleistungsmessung

Die EL34x3 misst die Wirkleistung P nach der Gesetzmäßigkeit

$$P = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n u_{(t)} \cdot i_{(t)}$$

P: Wirkleistung  
 n: Anzahl der Abtastungen  
 $u_{(t)}$ : Augenblickswert der Spannung  
 $i_{(t)}$ : Augenblickswert des Stromes

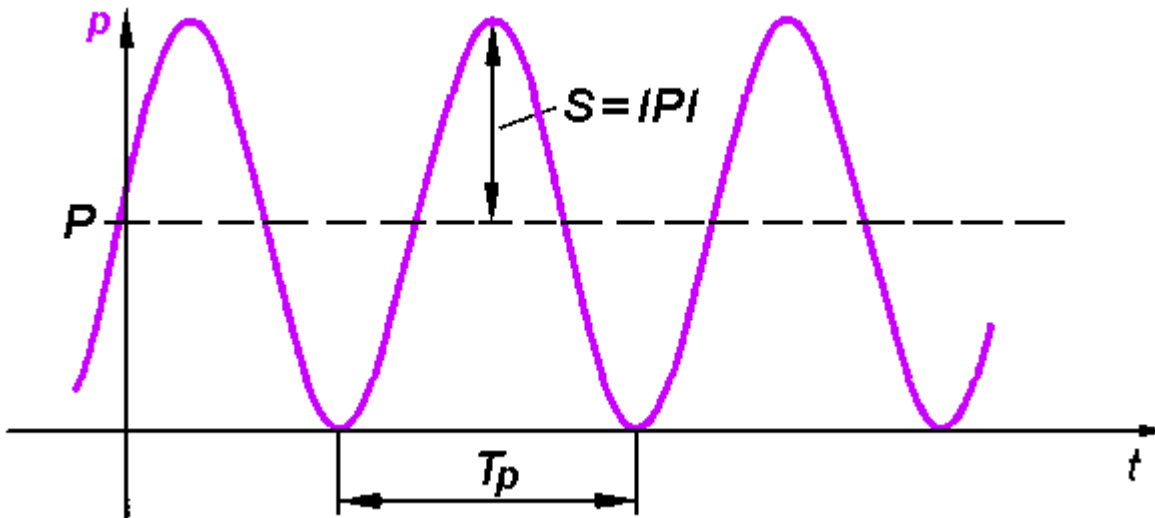


Abb. 9: Verlauf der Leistung  $s_{(t)}$

Im ersten Schritt wird zu jedem Abtastzeitpunkt die Leistung  $s_{(t)}$  berechnet:

$$s_{(t)} = u_{(t)} \cdot i_{(t)}$$

Über das Messintervall wird der Mittelwert gebildet. Hier spielt die richtige Wahl des Intervalls die gleiche Rolle wie im Abschnitt Effektivwertmessung beschrieben (das Intervall kann nur gemeinsam für U, I und P verändert werden).

Die Frequenz der Leistung ist doppelt so hoch wie die der entsprechenden Spannungen und Ströme.

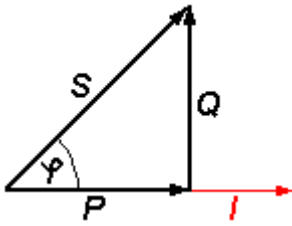
### 2.3.4 Scheinleistungsmessung

In realen Netzen sind nicht alle Verbraucher rein ohmsch. Es kommt zu einer Phasenverschiebung zwischen Strom und Spannung. Die oben beschriebene Methodik zur Ermittlung der Effektivwerte von Spannung und Strom wird dadurch nicht beeinflusst.

Anders ist das bei der Wirkleistung: Das Produkt aus Effektivspannung und Effektivstrom ergibt hier die Scheinleistung.

$$S = U \cdot I$$

Die Wirkleistung ist kleiner als die Scheinleistung.



S: Scheinleistung  
 P: Wirkleistung  
 Q: Blindleistung  
 $\varphi$ : Phasenverschiebungswinkel

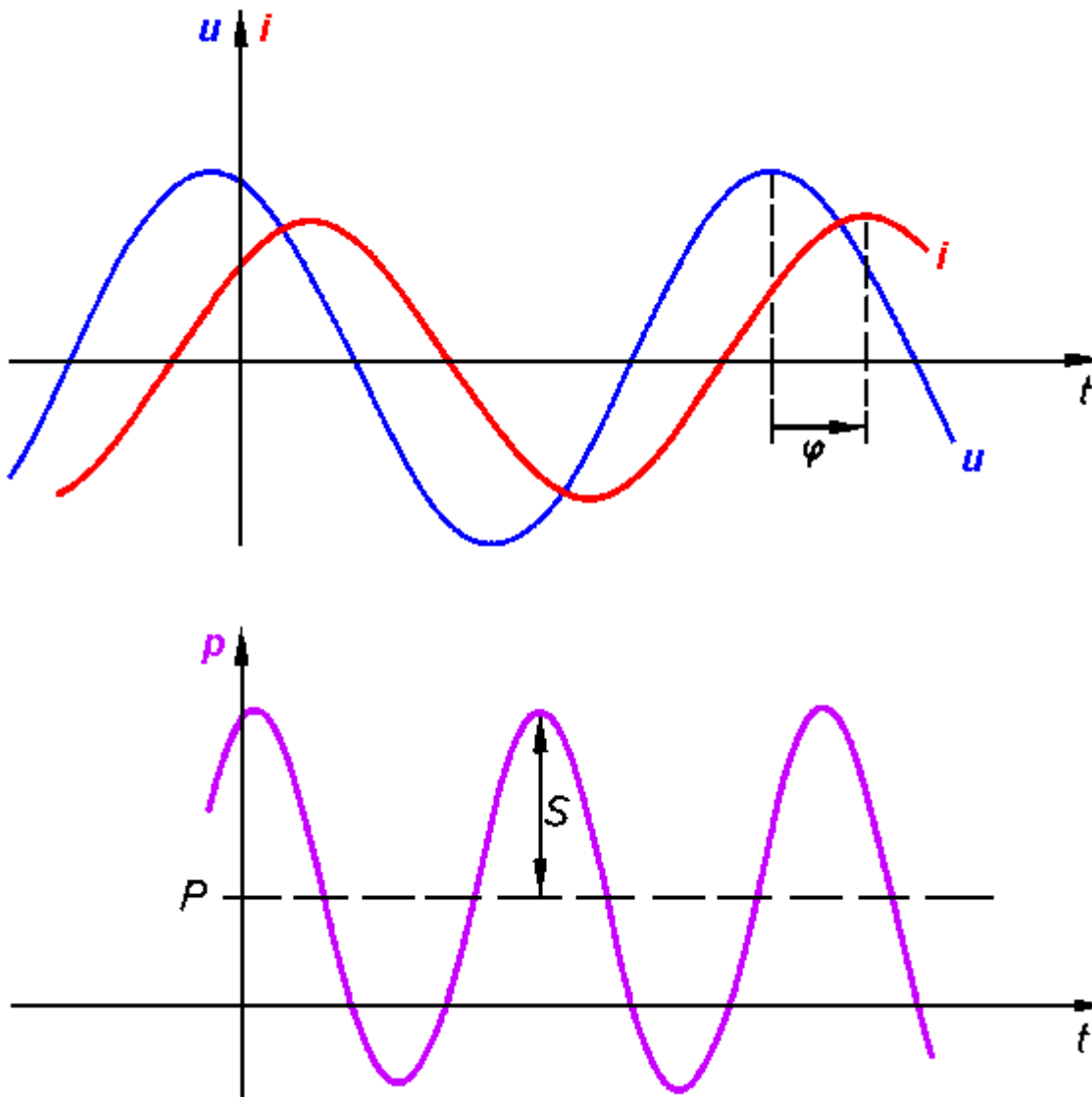


Abb. 10: Verlauf  $u(t)$ ,  $i(t)$ ,  $p(t)$  mit Phasenverschiebungswinkel  $\varphi$

In diesem Umfeld sind weiter Informationen über das Netz und seine Verbraucher von Bedeutung:

- Scheinleistung  $S$
- Blindleistung  $Q$
- Leistungsfaktor  $\cos \varphi$

Die EL34x3 ermittelt die Werte:

- Wirkleistung P
- Effektivspannung U
- Effektivstrom I
- Scheinleistung S
- Blindleistung Q
- Leistungsfaktor  $\cos \varphi$
- Harmonische
- Phasenverschiebung  $\lambda$

### 2.3.5 Vorzeichen bei Leistungsmessung

Das Vorzeichen der Wirkleistung P und des Leistungsfaktors  $\cos \varphi$  gibt Auskunft über die Richtung des Energieflusses. Ein positives Vorzeichen signalisiert den motorischer Betrieb, das negative Vorzeichen einen generatorischen Betrieb.

Weiterhin gibt das Vorzeichen der Blindleistung Q eine Auskunft über Richtung der Phasenverschiebung zwischen Strom und Spannung. In der Abb. *Vier-Quadranten-Darstellung Wirkleistung/Blindleistung bei motorischen und generatorischen Betrieb* wird dies in der Vier-Quadranten-Darstellung veranschaulicht. Im motorischen Betrieb (Quadrant I + IV) deutet eine positive Blindleistung auf eine induktive Belastung hin, eine negative Blindleistung entsprechend auf eine kapazitive Belastung. Im generatorischen Betrieb (Quadrant II + III) wird ein induktiv wirkender Generator durch eine positive Blindleistung dargestellt, ein kapazitiv wirkender Generator durch eine negative Blindleistung.

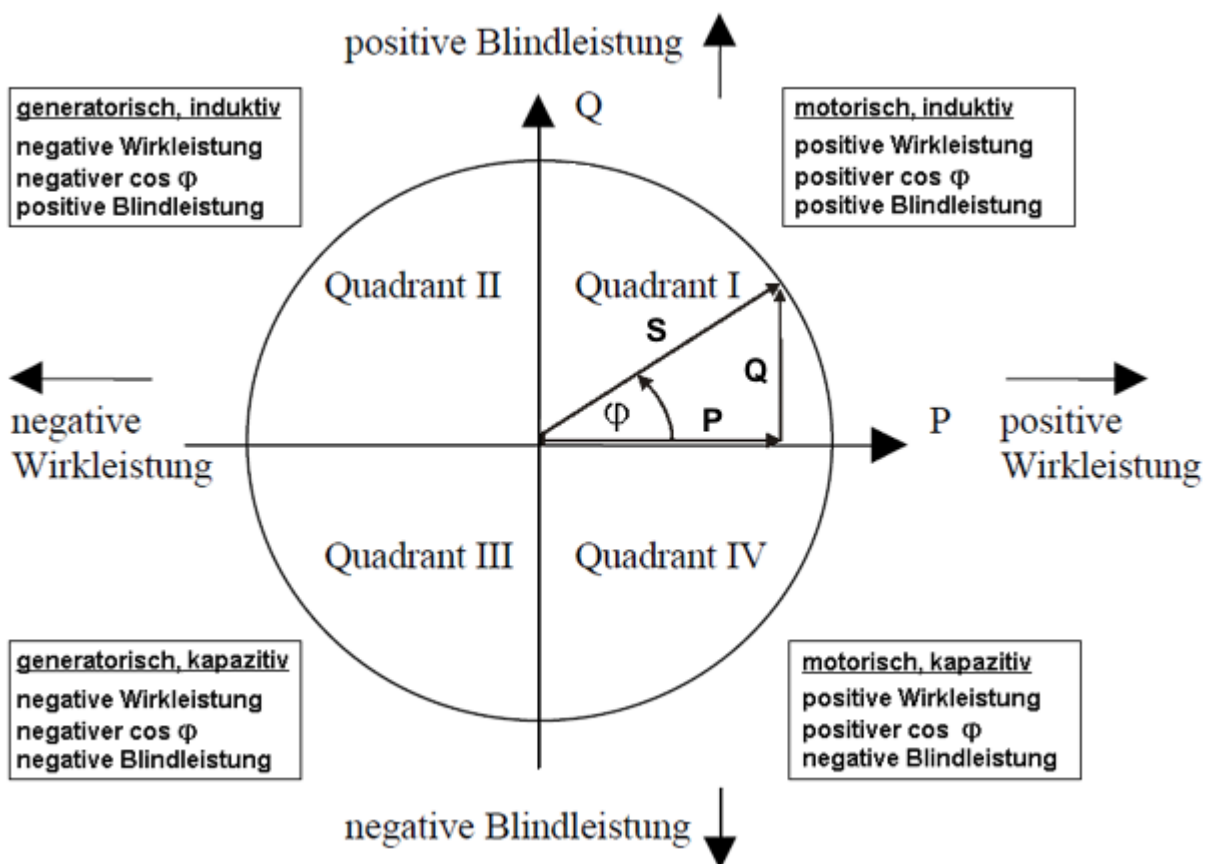


Abb. 11: Vier-Quadranten-Darstellung Wirkleistung/Blindleistung bei motorischen und generatorischen Betrieb

## 2.3.6 Vorzeichen der Energiewerte

Name	Index	Variant Value	Aux Channel		CoE	
			Summe (Ch 0)	Kanalzugriff (Ch 11/12/13)	0x90n0	0xF801 <sup>*)</sup>
Energie Differenz	2	E+  -  E-	$\sum  E+  - \sum  E- $	E+  -  E-	N/A	N/A
Energie negativ	5	- E-	$\sum  E- $	E-	E-	E-
Energie positiv	30	E+	$\sum  E+ $	E+	E+	E+
Energie Differenz (automatisch gespeichert)	32	E+  -  E-	$\sum  E+  - \sum  E- $	E+  -  E-	N/A	N/A
Energie negativ (automatisch gespeichert)	35	- E-	$\sum  E- $	E-	E-	E-
Energie positiv (automatisch gespeichert)	31	E+	E+	E+	E+	E+

\*) Zugriff nur aus PLC möglich

## 2.3.7 Frequenzmessung

Die EL34x3 können die Frequenz des an einem Spannungspfad (L1, L2 oder L3) anliegenden Eingangssignals messen.

### Gehaltene Frequenz

Über die Indexe 46,47 und 48 „Gehaltene Frequenz“ wird die letzte Frequenz angezeigt, bevor ein oder mehrere Kanäle einen „Undervoltage“ oder „Missing Zero Crossing“ Fehler melden.

Die Werte stellen u.U. nicht die aktuelle Netzfrequenz dar (siehe auch letzter Hinweis im Kapitel „PM Inputs Channel 1/2/3 |▶ 153|“).

## 2.4 Stromwandler

Grundsätzlich ist die Auswahl der Stromwandler für die EL34x3 nicht kritisch. Der Innenwiderstand im Strompfad der EL34x3 ist so klein, dass er bei der Betrachtung der gesamten Widerstände der Stromschleife vernachlässigt werden kann. Die Wandler müssen einen Sekundär-Nennstrom entsprechend des eingestellten Messbereiches liefern können. Der Primär-Nennstrom  $I_{pn}$  kann beliebig gewählt werden. Die übliche zulässige Überlastung von  $1.2 \times I_{pn}$  ist für die EL34x3 unproblematisch, kann aber zu geringen Mess- Ungenauigkeiten führen.

### Genauigkeit

Beachten Sie, dass die Gesamtgenauigkeit des Aufbaues aus EL34x3 und Stromwandlern, wesentlich von der Genauigkeitsklasse der Wandler abhängt.



#### Keine Zulassung als Verrechnungszähler

Die Anordnung mit einem Stromwandler der Klasse 0,5 ist nicht zulassungs- und beglaubigungsfähig. Die EL34x3 ist kein zugelassener Verrechnungszähler im Sinne der Norm für Elektrizitätszähler (DIN 43 856).

### Stromarten

Die EL34x3 kann Wechselströme mit einer Frequenz von 45 Hz bis 65 Hz und bis zu deren 21. Oberschwingung messen. Da derartige Ströme häufig durch Wechselrichter erzeugt werden und Frequenzen von weniger als 50 Hz oder sogar einen DC-Anteil enthalten können, sollte in diesen Anwendungen ein elektronischer Wandler eingesetzt werden.

### Überstrombegrenzungsfaktor FS

Der Überstrombegrenzungsfaktor FS eines Stromwandlers gibt an, bei welchem Vielfachen des primären Nennstroms der Stromwandler in die Sättigung geht, um die angeschlossenen Messgeräte zu schützen.

#### HINWEIS

##### Achtung! Beschädigung des Gerätes möglich!

Die EL34x3 dürfen nicht dauerhaft mit mehr als 5 A [EL3413-xxxx] bzw. 10 A [EL3433-xxxx] belastet werden! Setzen Sie in Anlagen, in denen die Überstrombegrenzungsfaktoren der Wandler höhere Sekundärströme erlauben, zusätzliche Zwischenwandler ein!

### Schutz vor gefährlichen Berührungsspannungen

Im bestimmungsgemäßen Betrieb der EL34x3 mit entsprechenden Stromwandlern kommt es zu keinen gefährlichen Spannungen. Die Sekundärspannung liegt im Bereich von einigen Volt. Folgende Fehlerfälle können jedoch zu hohen Spannungen führen:

- Offener Strompfad eines oder mehrerer Wandler
- Durchtrennter Nullleiter auf der Seite der Spannungsmessung der EL34x3
- Allgemeine Isolationsfehler

#### ⚠️ WARNUNG

##### WARNUNG! Verletzungsgefahr durch Stromschlag!

Die gesamte Verdrahtung der EL34x3 muss berührungsgeschützt ausgeführt und mit den entsprechenden Warnhinweisen versehen werden! Legen Sie die Isolierung für die maximale Leiterspannung des zu messenden Netzes aus!

Die [EL3413-xxxxx](#) [▶ 21] bzw. [EL3433-xxxx](#) [▶ 23] lassen die in den Technischen Daten angegebene maximale Spannung für normale Betriebsbedingungen zu. Die Leiterspannung auf der Stromseite darf diesen Wert nicht überschreiten! Verwenden Sie für höhere Spannungen eine Zwischenwandlerstufe!

Eine EL34x3 ist auf der Seite der Spannungsmessung mit einer Schutzimpedanz von  $1\text{ M}\Omega$  ausgestattet. Wenn der Nullleiter nicht angeschlossen ist und nur ein Anschluss auf der Seite der Spannungsmessung unter Spannung steht, ergibt sich in einem drei-Phasen-Netz mit einer spezifischen Außenleiterspannung [► 21] eine um den Faktor  $\sqrt{3}$  reduzierte Spannung gegen Erde. Diese ist mit einem Multimeter mit  $10\text{ M}\Omega$  Innenwiderstand auch auf der Seite der Strommessung zu messen, was keinen Isolationsfehler darstellt.

### **Zusätzliche Messgeräte im Strompfad**

Beachten Sie, dass sich durch das Hinzufügen zusätzlicher Messgeräte (z. B. Amperemeter) in den Strompfad die Gesamtscheinleistung deutlich erhöhen kann.

## 2.5 Start

Zur Inbetriebsetzung:

- montieren Sie den EL34x3 wie im Kapitel Montage und Verdrahtung [[▶ 42](#)] beschrieben
- konfigurieren Sie den EL34x3 in TwinCAT wie im Kapitel Inbetriebnahme [[▶ 68](#)] beschrieben.

## 3 Grundlagen der Kommunikation

### 3.1 EtherCAT-Grundlagen

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

### 3.2 EtherCAT-Verkabelung - Drahtgebunden

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

#### Kabel und Steckverbinder

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

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

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

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

#### ● Empfohlene Kabel

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

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

#### E-Bus-Versorgung

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

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

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



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

Abb. 12: System Manager Stromberechnung

**HINWEIS**

**Fehlfunktion möglich!**

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

### 3.3 Allgemeine Hinweise zur Watchdog-Einstellung

Die ELxxxx Klemmen sind mit einer Sicherungseinrichtung (Watchdog) ausgestattet, die z. B. bei unterbrochenem Prozessdatenverkehr nach einer voreinstellbaren Zeit die Ausgänge in einen sicheren Zustand schaltet, in Abhängigkeit vom Gerät und Einstellung z. B. auf AUS.

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

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

#### SM-Watchdog (SyncManagerWatchdog)

Der SyncManager-Watchdog wird bei jeder erfolgreichen EtherCAT-Prozessdaten-Kommunikation mit der Klemme zurückgesetzt. Findet z. B. durch eine Leitungsunterbrechung länger als die eingestellte und aktivierte SM-Watchdog-Zeit keine EtherCAT-Prozessdaten-Kommunikation mit der Klemme statt, löst der Watchdog aus und setzt die Ausgänge auf FALSE. Der OP-Status der Klemme bleibt davon unberührt. Der Watchdog wird erst wieder durch einen erfolgreichen EtherCAT-Prozessdatenzugriff zurückgesetzt. Die Überwachungszeit ist nach unten genanntem Verfahren einzustellen.

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

#### PDI-Watchdog (Process Data Watchdog)

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

PDI (Process Data Interface) ist die interne Schnittstelle des ESC, z. B. zu lokalen Prozessoren im EtherCAT Slave. Mit dem PDI-Watchdog kann diese Kommunikation auf Ausfall überwacht werden.

Der PDI-Watchdog ist also eine Überwachung auf korrekte und rechtzeitige Prozessdatenkommunikation mit dem ESC, aber von der Applikations-Seite aus betrachtet.

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

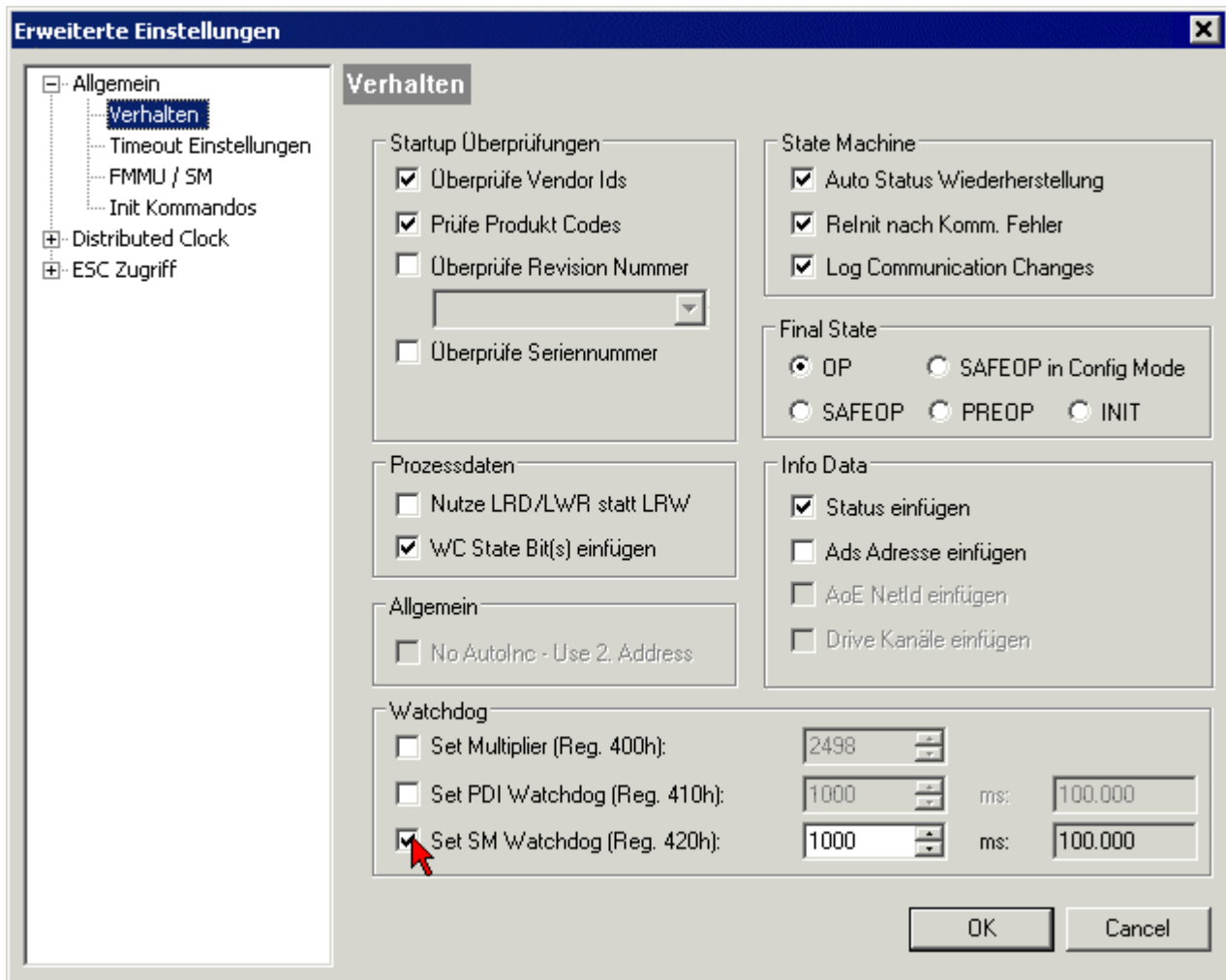


Abb. 13: Karteireiter EtherCAT -> Erweiterte Einstellungen -> Verhalten --> Watchdog

#### Anmerkungen:

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

#### Multiplier

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

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

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

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

#### Beispiel „Set SM-Watchdog“

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

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

### Berechnung

Multiplier = 2498 → Watchdog-Basiszeit =  $1 / 25 \text{ MHz} * (2498 + 2) = 0,0001 \text{ Sekunden} = 100 \mu\text{s}$   
SM Watchdog = 10000 →  $10000 * 100 \mu\text{s} = 1 \text{ Sekunde Watchdog-Überwachungszeit}$

#### **⚠ VORSICHT**

##### **Ungewolltes Verhalten des Systems möglich!**

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

#### **⚠ VORSICHT**

##### **Beschädigung von Geräten und ungewolltes Verhalten des Systems möglich!**

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

## 3.4 EtherCAT State Machine

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

Es werden folgende Zustände unterschieden:

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

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

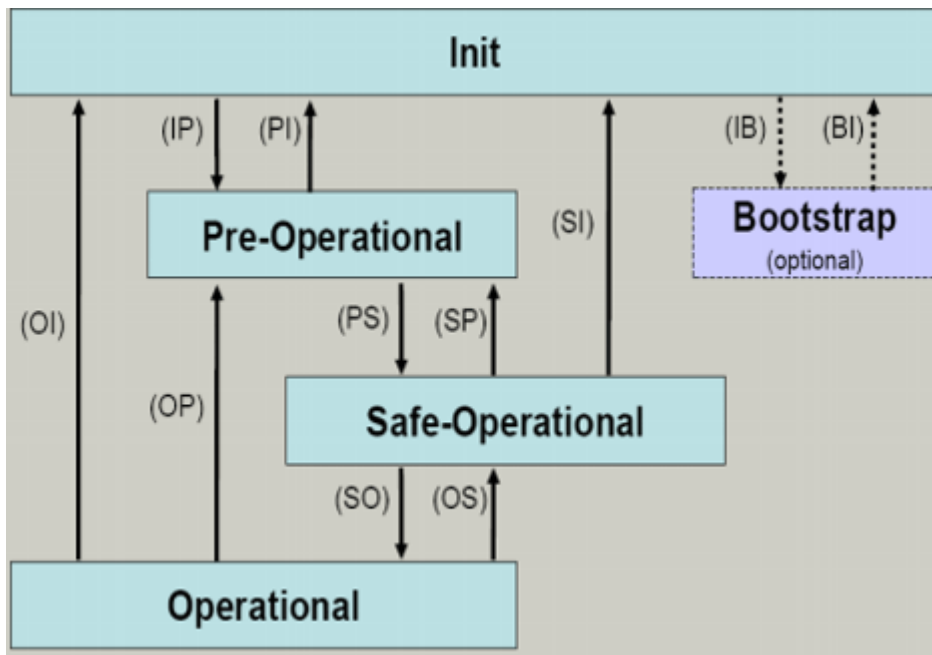


Abb. 14: Zustände der EtherCAT State Machine

### Init

Nach dem Einschalten befindet sich der EtherCAT-Slave im Zustand Init. Dort ist weder Mailbox- noch Prozessdatenkommunikation möglich. Der EtherCAT-Master initialisiert die Sync-Manager-Kanäle 0 und 1 für die Mailbox-Kommunikation.

### Pre-Operational (Pre-Op)

Beim Übergang von *Init* nach *Pre-Op* prüft der EtherCAT-Slave, ob die Mailbox korrekt initialisiert wurde.

Im Zustand *Pre-Op* ist Mailbox-Kommunikation aber keine Prozessdaten-Kommunikation möglich. Der EtherCAT-Master initialisiert die Sync-Manager-Kanäle für Prozessdaten (ab Sync-Manager-Kanal 2), die FMMU-Kanäle und falls der Slave ein konfigurierbares Mapping unterstützt das PDO-Mapping oder das Sync-Manager-PDO-Assignement. Weiterhin werden in diesem Zustand die Einstellungen für die Prozessdatenübertragung sowie ggf. noch klemmenspezifische Parameter übertragen, die von den Defaulteinstellungen abweichen.

### Safe-Operational (Safe-Op)

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

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

### ● Ausgänge im SAFEOP

**i** Die standardmäßig aktivierte Watchdogüberwachung [► 33] bringt die Ausgänge im Modul in Abhängigkeit von den Einstellungen im SAFEOP und OP in einen sicheren Zustand - je nach Gerät und Einstellung z. B. auf AUS. Wird dies durch Deaktivieren der Watchdogüberwachung im Modul unterbunden, können auch im Geräte-Zustand SAFEOP Ausgänge geschaltet werden bzw. gesetzt bleiben.

### Operational (Op)

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

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

### Boot

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

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

## 3.5 CoE-Interface

### Allgemeine Beschreibung

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

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

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

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

- Index: 0x0000...0xFFFF (0...65535<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 Identitäts-Informationen zum Gerät hinterlegt wie Name, Hersteller, Seriennummer etc. Außerdem liegen hier Angaben über die aktuellen und verfügbaren Prozessdatenkonstellationen.
- 0x8000: hier sind die für den Betrieb erforderlichen funktionsrelevanten Parameter für alle Kanäle zugänglich wie Filtereinstellung oder Ausgabefrequenz.

Weitere wichtige Bereiche sind:

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

## • Verfügbarkeit

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

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

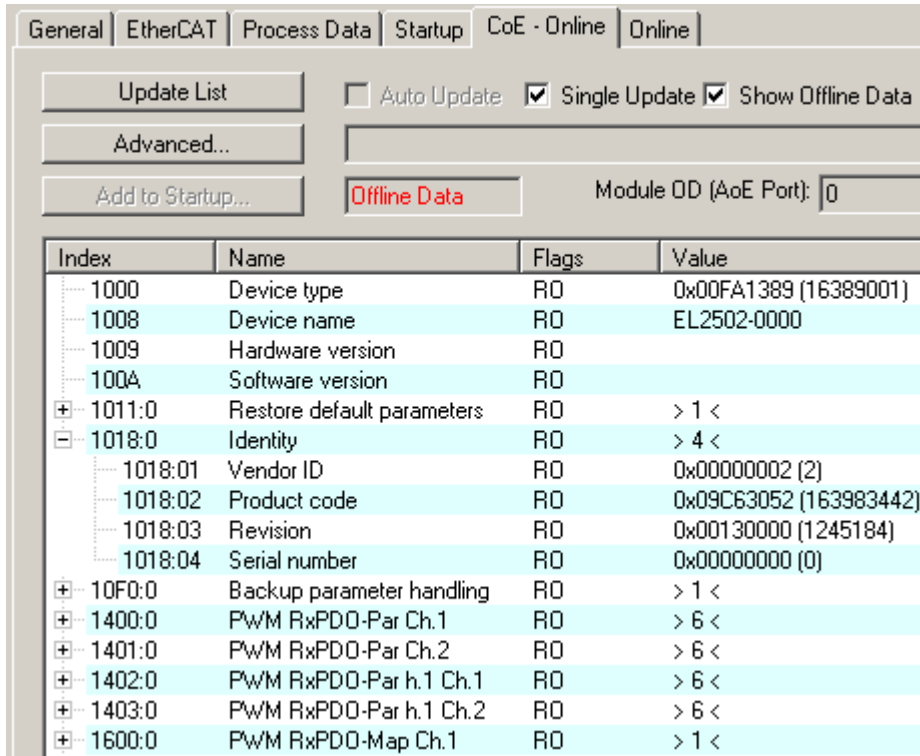


Abb. 15: Karteireiter „CoE-Online“

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

### Datenerhaltung und Funktion „NoCoeStorage“

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

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

**i Datenerhaltung**

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

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

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

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

- wird unterstützt: die Funktion ist per einmaligem Eintrag des Codeworts 0x12345678 in CoE 0xF008 zu aktivieren und solange aktiv, wie das Codewort nicht verändert wird. Nach dem Einschalten des Gerätes ist sie nicht aktiv. Veränderte CoE-Werte werden dann nicht im EEPROM abgespeichert, sie können somit beliebig oft verändert werden.
- wird nicht unterstützt: eine fortlaufende Änderung von CoE-Werten ist angesichts der o.a. Lebensdauergerenze nicht zulässig.

**i Startup List**

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

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

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

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

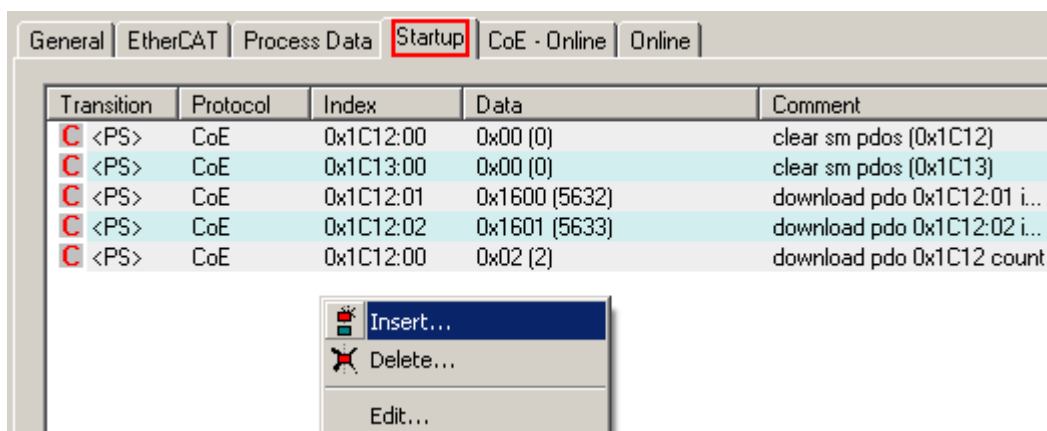


Abb. 16: StartUp-Liste im TwinCAT System Manager

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

## Online/Offline Verzeichnis

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

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

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

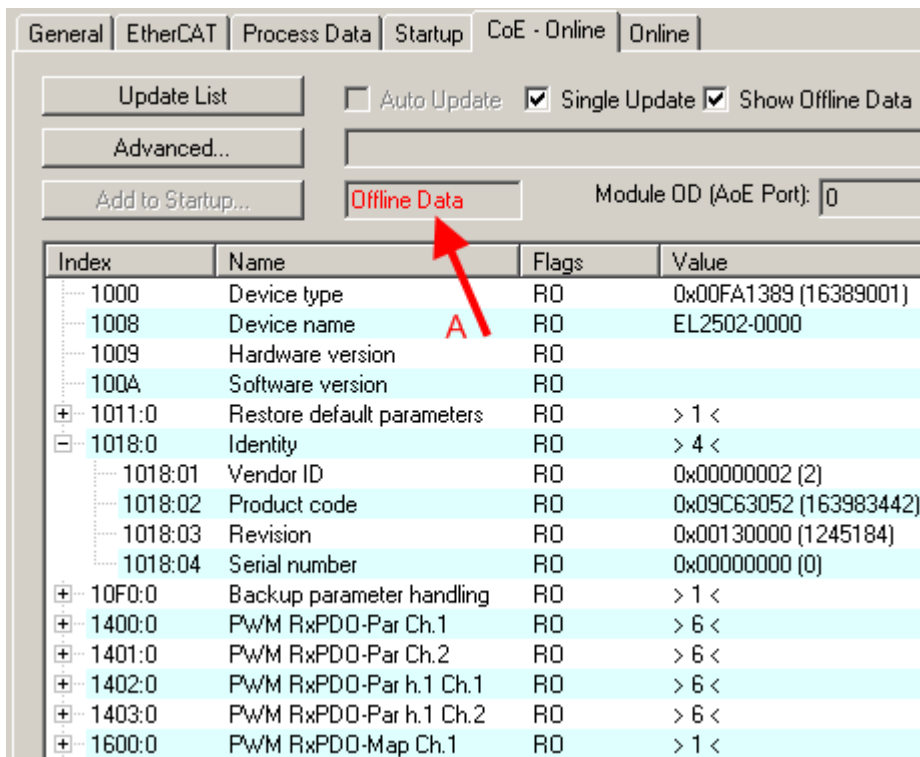


Abb. 17: Offline-Verzeichnis

- wenn der Slave online ist
  - wird das reale aktuelle Verzeichnis des Slaves ausgelesen. Dies kann je nach Größe und Zykluszeit einige Sekunden dauern.
  - wird die tatsächliche Identität angezeigt
  - wird der Firmware- und Hardware-Stand des Gerätes laut elektronischer Auskunft angezeigt
  - ist ein grünes **Online** zu sehen



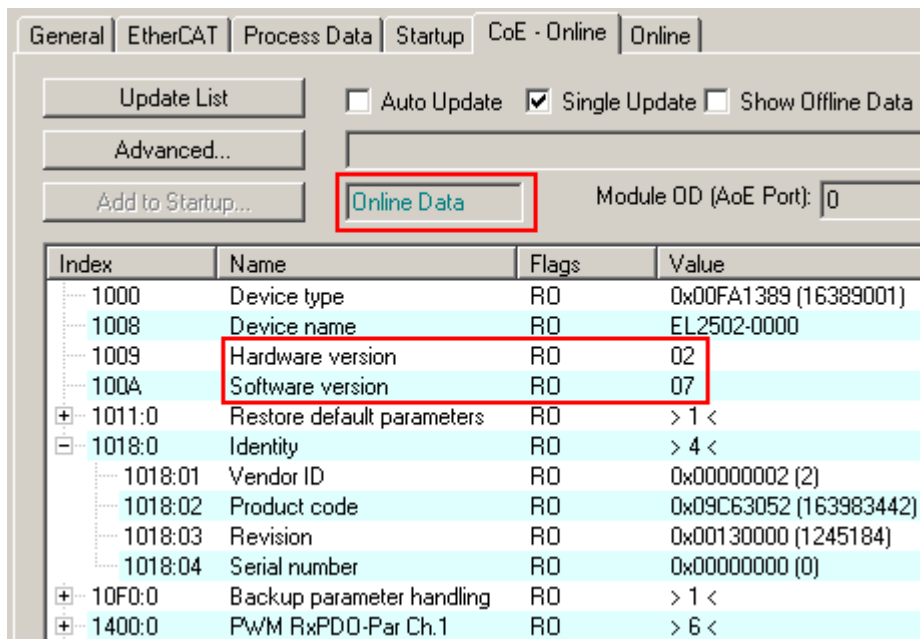


Abb. 18: Online-Verzeichnis

**Kanalweise Ordnung**

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

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

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

Allgemein wird dies geschrieben als 0x80n0.

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

**3.6 Distributed Clock**

Distributed Clock Die EL34x3 unterstützen keine Distributed Clocks.

## 4 Installation

### 4.1 Hinweise zum ESD-Schutz

#### HINWEIS

##### Zerstörung der Geräte durch elektrostatische Aufladung möglich!

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

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

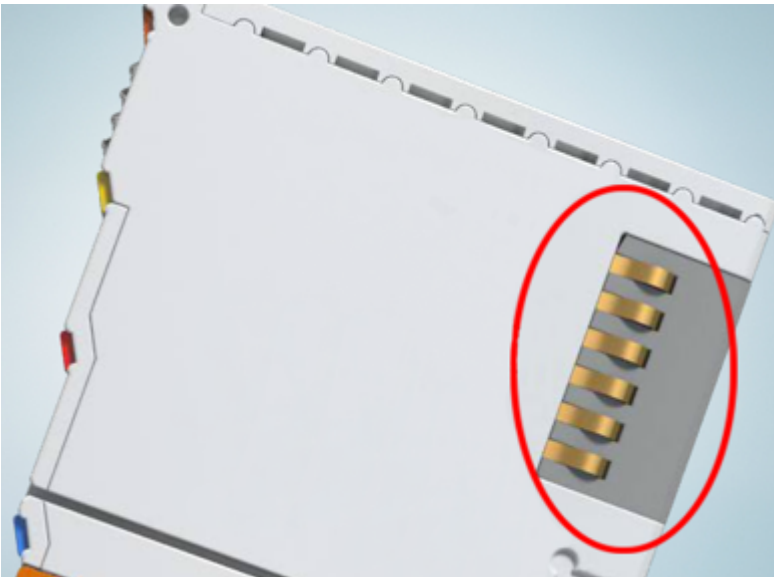





Abb. 19: Federkontakte der Beckhoff I/O-Komponenten

## 4.2 UL-Hinweise

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

### Grundlagen

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



## 4.3 Tragschienenmontage

### ⚠️ WARNUNG

**Verletzungsgefahr durch Stromschlag und Beschädigung des Gerätes möglich!**

Setzen Sie das Busklemmen-System in einen sicheren, spannungslosen Zustand, bevor Sie mit der Montage, Demontage oder Verdrahtung der Busklemmen beginnen!

### Montage

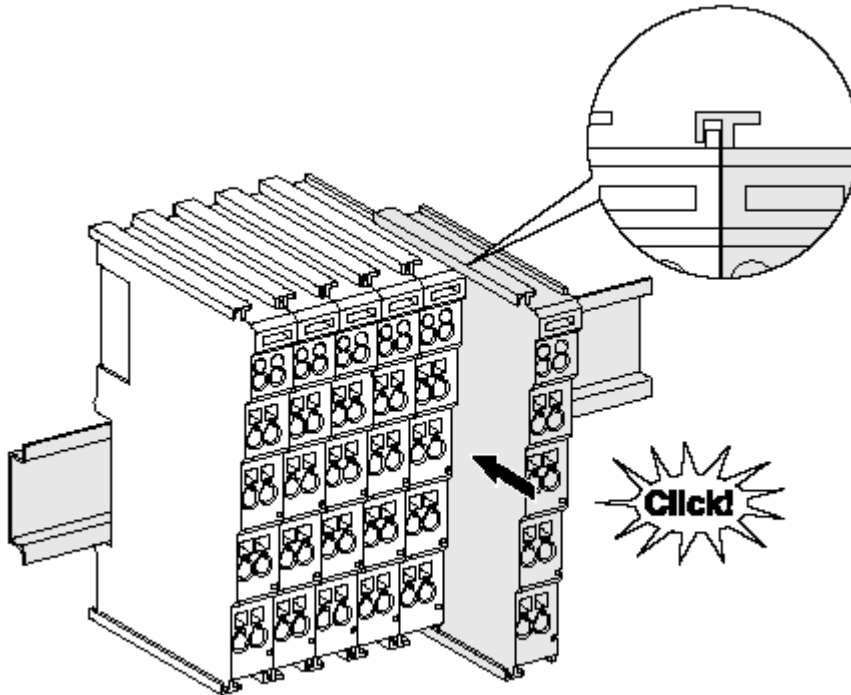


Abb. 20: Montage auf Tragschiene

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

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

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

### **i** Tragschienenbefestigung

Der Verriegelungsmechanismus der Klemmen und Koppler reicht in das Profil der Tragschiene hinein. Achten Sie bei der Montage der Komponenten darauf, dass der Verriegelungsmechanismus nicht in Konflikt mit den Befestigungsschrauben der Tragschiene gerät. Verwenden Sie zur Befestigung von Tragschienen mit einer Höhe von 7,5 mm unter den Klemmen und Kopplern flache Montageverbindungen wie Senkkopfschrauben oder Blindnieten.

## Demontage

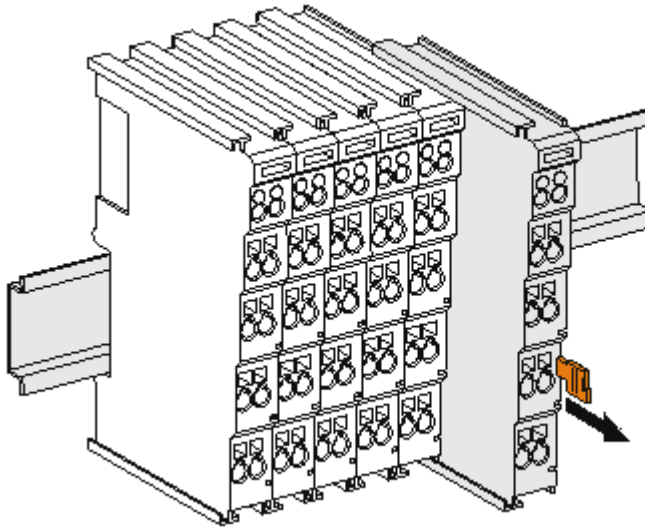


Abb. 21: Demontage von Tragschiene

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

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

## Verbindungen innerhalb eines Busklemmenblocks

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

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

### **i** Powerkontakte

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 Schutzterde eingesetzt werden. Der Kontakt ist aus Sicherheitsgründen beim Zusammenstecken voreilend und kann Kurzschlussströme bis 125 A ableiten.

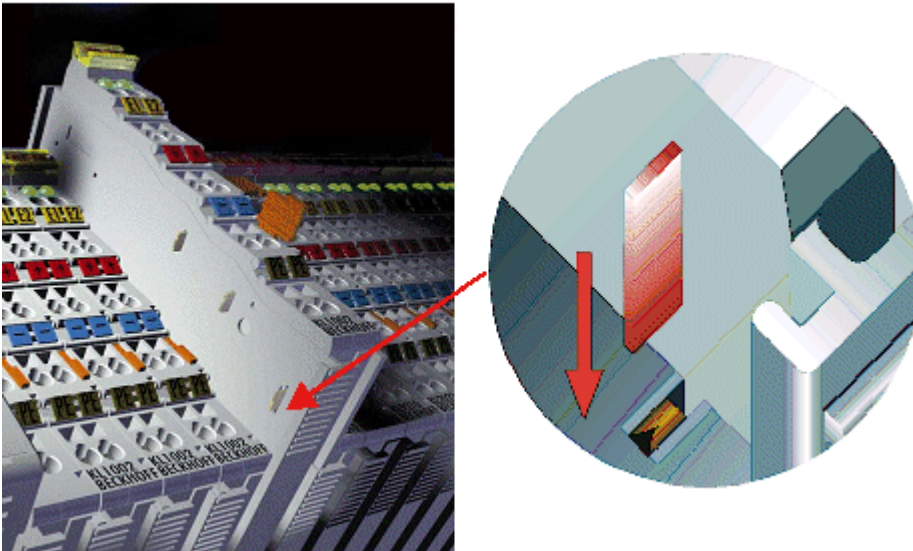


Abb. 22: Linksseitiger Powerkontakt

**HINWEIS****Beschädigung des Gerätes möglich**

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

**⚠️ WARNUNG****Verletzungsgefahr durch Stromschlag!**

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

## 4.4 Anschluss

### 4.4.1 Anschlussstechnik

#### ⚠️ WARNUNG

#### **Verletzungsgefahr durch Stromschlag und Beschädigung des Gerätes möglich!**

Setzen Sie das Busklemmen-System in einen sicheren, spannungslosen Zustand, bevor Sie mit der Montage, Demontage oder Verdrahtung der Busklemmen beginnen!

#### Übersicht

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

- Die Klemmen der Serien 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. 23: Standardverdrahtung

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

#### Steckbare Verdrahtung (ESxxxx / KSxxxx)



Abb. 24: 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. 25: High-Density-Klemmen

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

---

#### ● Verdrahtung HD-Klemmen



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

---

### Ultraschall-litzenverdichtete Leiter

---

#### ● Ultraschall-litzenverdichtete Leiter



An die Standard- und High-Density-Klemmen können auch ultraschall-litzenverdichtete (ultraschallverschweißte) Leiter angeschlossen werden. Beachten Sie die Tabellen zum [Leitungsquerschnitt](#) [▶ 49!](#)

---



### 4.4.2 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**

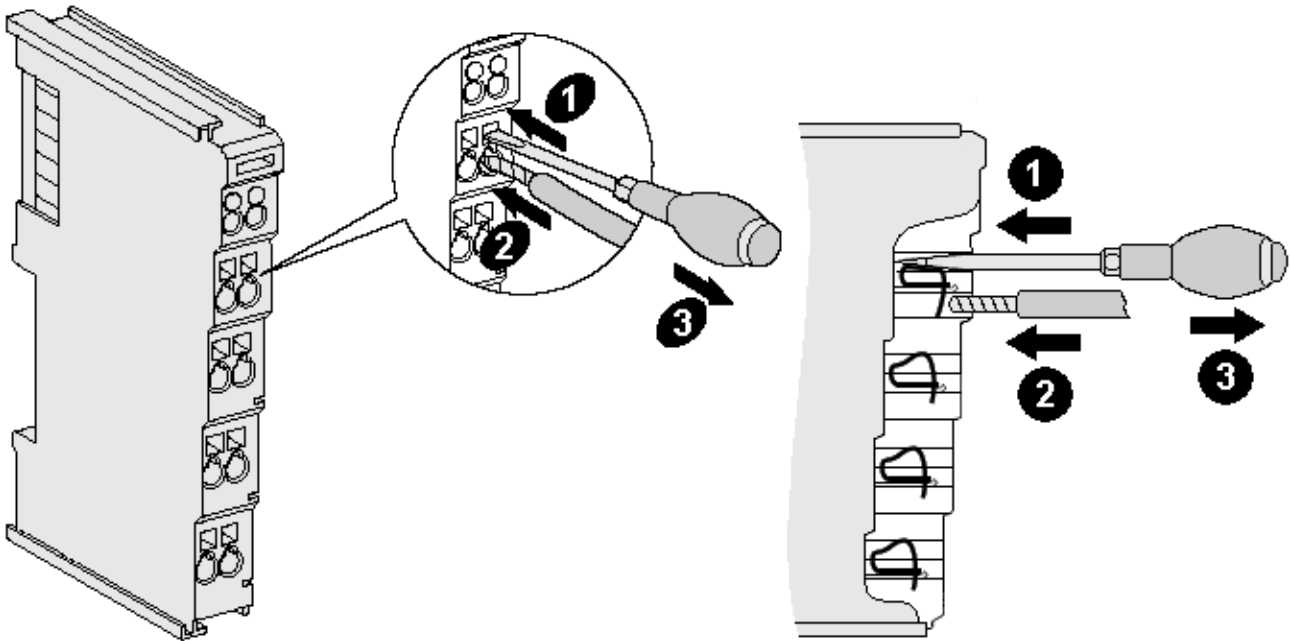


Abb. 26: Anschluss einer Leitung an eine Klemmstelle

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:

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 Rücknahme des Druckes 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 [▶ 48]) mit 16 Klemmstellen**

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

Klemmgehäuse	HD-Gehäuse
Leitungsquerschnitt (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 (ultraschall-litzenverdichtet)	nur 1,5 mm <sup>2</sup> (siehe Hinweis [► 48])
Abisolierlänge	8 ... 9 mm

### 4.4.3 Schirmung



#### Schirmung

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

## 4.5 Hinweis Spannungsversorgung

### **WARNUNG**

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

Zur Versorgung dieses Geräts müssen SELV/PELV-Stromkreise (Schutzkleinspannung, Sicherheitskleinspannung) 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 (Safety Extra Low Voltage) liefert sichere elektrische Trennung und Begrenzung der Spannung ohne Verbindung zum Schutzleiter, eine PELV-Versorgung (Protective Extra Low Voltage) benötigt zusätzlich eine sichere Verbindung zum Schutzleiter.

## 4.6 Einbaulagen

### HINWEIS

#### Einschränkung von Einbaulage und Betriebstemperaturbereich

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

#### Optimale Einbaulage (Standard)

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

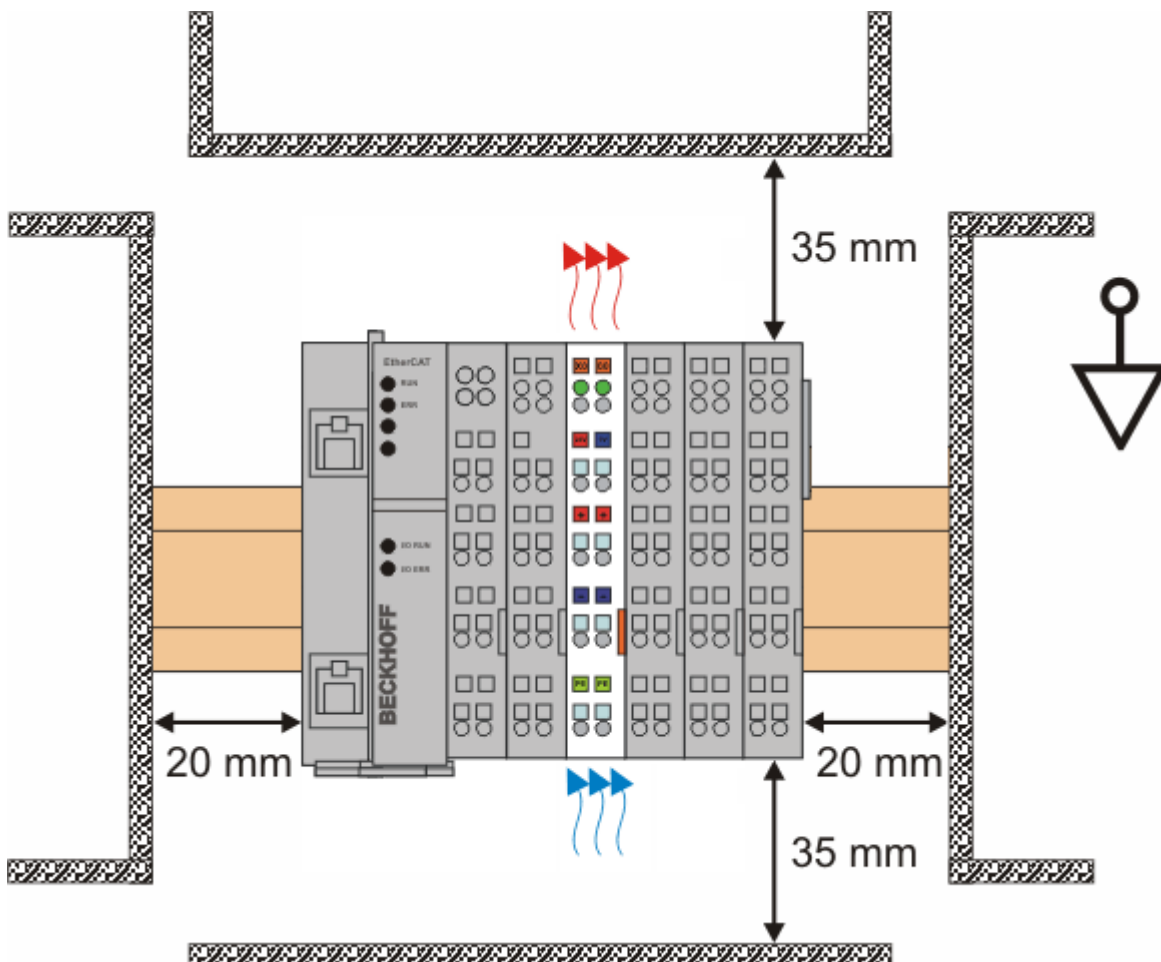


Abb. 27: Empfohlene Abstände bei Standard-Einbaulage

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

#### Weitere Einbaulagen

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

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

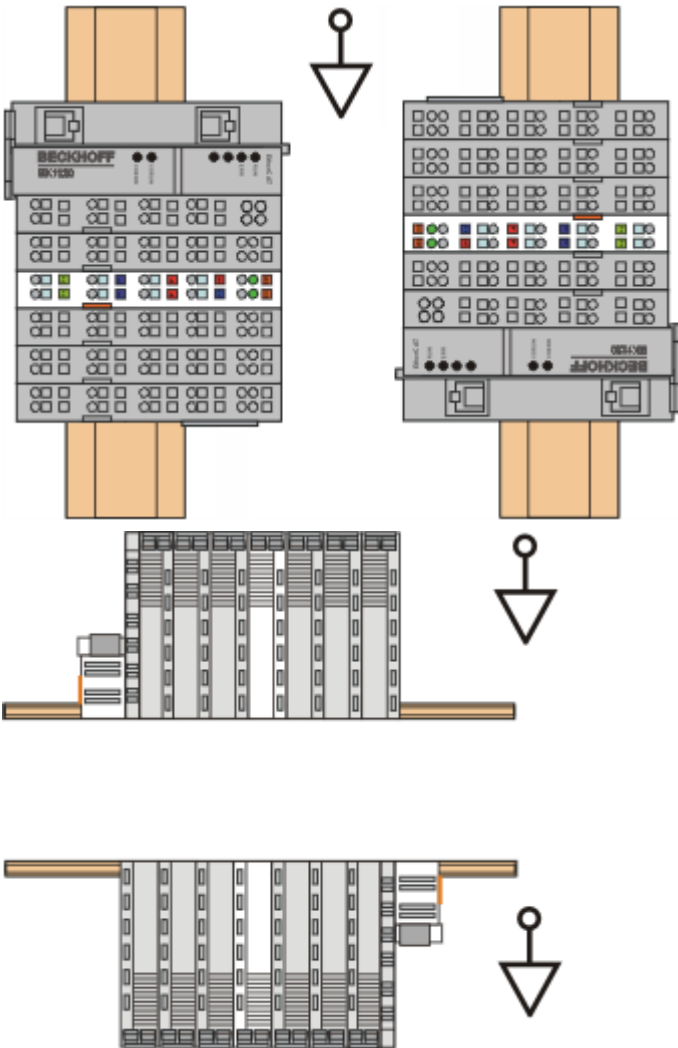


Abb. 28: Weitere Einbaulagen

## 4.7 Positionierung von passiven Klemmen

### **i** Hinweis zur Positionierung von passiven Klemmen im Busklemmenblock

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

#### Beispiele für die Positionierung von passiven Klemmen (hell eingefärbt)

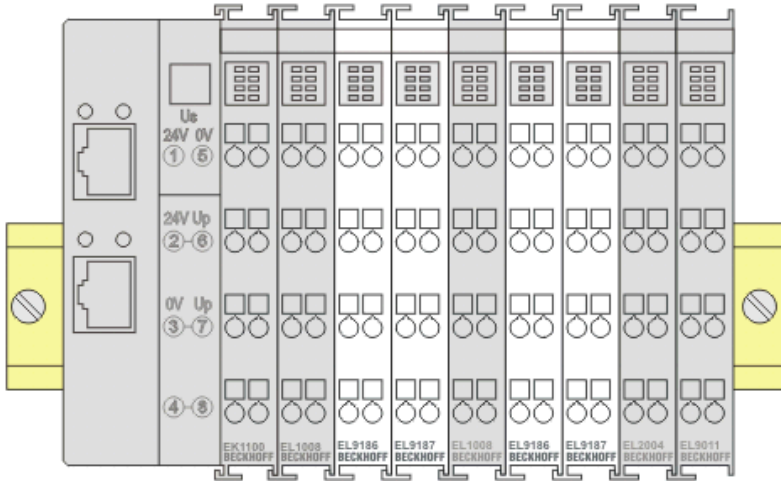


Abb. 29: Korrekte Positionierung

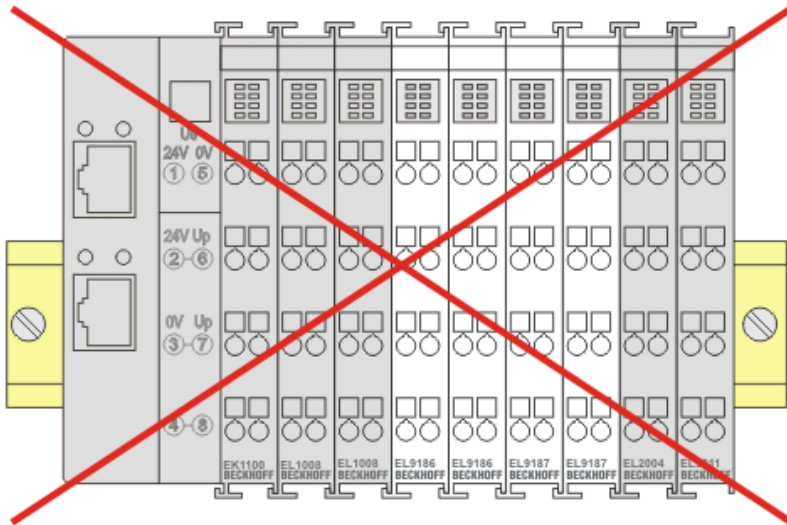


Abb. 30: Inkorrekte Positionierung

## 4.8 EL34x3 - LEDs und Anschlussbelegung

### 4.8.1 EL3413-0000



Abb. 31: EL3413-0000 LEDs

#### LEDs

LED	Farbe	Bedeutung	
RUN	grün	Diese LED gibt den Betriebszustand der Klemme wieder:	
		aus	Zustand der <u>EtherCAT State Machine</u> [▶ 35]: <b>INIT</b> = Initialisierung der Klemme
		schnell blinkend	Zustand der <u>EtherCAT State Machine</u> [▶ 35]: <b>BOOTSTRAP</b> = Funktion für <u>Firmware-Updates</u> [▶ 208] der Klemme
		blinkend	Zustand der <u>EtherCAT State Machine</u> [▶ 35]: <b>PREOP</b> = Funktion für Mailbox-Kommunikation und abweichende Standard-Einstellungen gesetzt
		Einzelblitz	Zustand der <u>EtherCAT State Machine</u> [▶ 35]: <b>SAFEOP</b> = Überprüfung der Kanäle des <u>Sync-Managers</u> [▶ 120] und der Distributed Clocks. Ausgänge bleiben im sicheren Zustand.
an	Zustand der <u>EtherCAT State Machine</u> [▶ 35]: <b>OP</b> = normaler Betriebszustand; Mailbox- und Prozessdatenkommunikation ist möglich		
IN Error	rot	an	Überstrom Nullleiter (Strom > 11 A)
IL1 OK	grün	an	Strom IL1 ok
IL1 Error	rot	an	Überstrom an L1. Strom > 110 mA (im 0,1 A Messbereich) Strom > 1,1 A (im 1 A Messbereich) Strom > 5,5 A (im 5 A Messbereich)
IL2 OK	grün	an	Strom IL2 ok
IL2 Error	rot	an	Überstrom an L2. Strom > 110 mA (im 0,1 A Messbereich) Strom > 1,1 A (im 1 A Messbereich) Strom > 5,5 A (im 5 A Messbereich)
IL3 OK	grün	an	Strom IL3 ok
IL3 Error	rot	an	Überstrom an L3. Strom > 110 mA (im 0,1 A Messbereich) Strom > 1,1 A (im 1 A Messbereich) Strom > 5,5 A (im 5 A Messbereich)
ccw	grün	an	linksdrehendes Feld richtig erkannt
cw	grün	an	rechtsdrehendes Feld richtig erkannt
L1 OK	grün	an	Spannung an L1 und Nulldurchgang erkannt. Spannung > 5 V (L1-N)
L1 Error	rot	an	Über- oder Unterspannung an L1. Spannung < 5 V oder Spannung > 415 V (L1-N) Keine Nulldurchgänge an L1 richtig erkannt
L2 OK	grün	an	Spannung an L2 und Nulldurchgang erkannt. Spannung > 5 V (L2-N)
L2 Error	rot	an	Über- oder Unterspannung an L2. Spannung < 5 V oder Spannung > 415 V (L2-N) Keine Nulldurchgänge an L2 richtig erkannt
L3 OK	grün	an	Spannung an L3 und Nulldurchgang erkannt. Spannung > 5 V (L3-N)
L3 Error	rot	an	Über- oder Unterspannung an L3. Spannung < 5 V oder Spannung > 415 V (L3-N) Keine Nulldurchgänge an L3 richtig erkannt

**Anschlussbelegung**

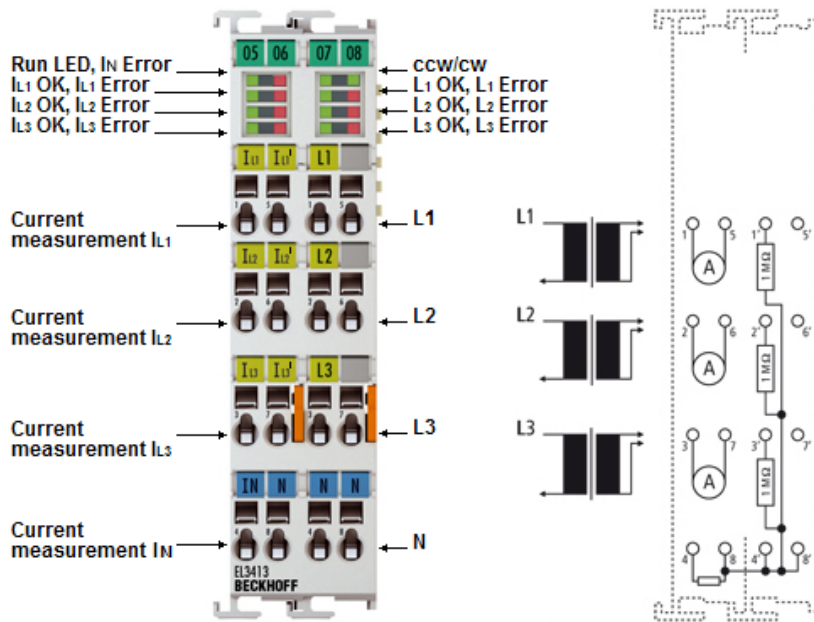


Abb. 32: EL3413-0000 Anschlussbelegung

**⚠️ WARNUNG**

**Stromwandler nicht im Leerlauf betreiben!**

Beachten Sie, dass die Stromwandler vieler Hersteller nicht im Leerlauf betrieben werden dürfen! Schließen Sie die EL3413 an die Sekundärwicklung der Stromwandler an, bevor Sie die Stromwandler in Betrieb nehmen!

Klemmstelle		Beschreibung
Bezeichnung	Nr.	
IL1	1	Eingang Strommessung der Phase L1
IL2	2	Eingang Strommessung der Phase L2
IL3	3	Eingang Strommessung der Phase L3
IN	4	Eingang Strommessung des Neutralleiters (Sternpunkt)
IL1'	5	Ausgang Strommessung der Phase L1
IL2'	6	Ausgang Strommessung der Phase L2
IL3'	7	Ausgang Strommessung der Phase L3
N	8	Nullleiter

**⚠️ WARNUNG**

**Erdung der Klemmstelle N bei Strommessung!**

Wenn Sie die Klemmstelle N nicht mit dem Nullleiter Ihres Versorgungsnetzes verbinden (z. B. bei Verwendung der Klemme zur reinen Strommessung) und den Strommesskanal I<sub>N</sub> nutzen, müssen Sie die Klemmstelle N erden, damit im Fehlerfall eines Stromwandlers gefährliche Überspannungen vermieden werden.

Das Erden des N-Punkts ist nicht zwingend erforderlich, wenn nur die galvanisch isolierten Stromkanäle verwendet werden.



Klemmstelle		Beschreibung
Bezeichnung	Nr.	
L1	1'	Eingang Spannungsmessung der Phase L1
L2	2'	Eingang Spannungsmessung der Phase L2
L3	3'	Eingang Spannungsmessung der Phase L3
N	4'	Nullleiter
	5'	n.c.
	6'	n.c.
	7'	n.c.
N	8'	Nullleiter

### 4.8.2 EL3413-0001



Abb. 33: EL3413-0001 LEDs

#### LEDs

LED	Farbe	Bedeutung	
RUN	grün	Diese LED gibt den Betriebszustand der Klemme wieder:	
		aus	Zustand der <u>EtherCAT State Machine</u> [▶ 35]: <b>INIT</b> = Initialisierung der Klemme
		schnell blinkend	Zustand der <u>EtherCAT State Machine</u> [▶ 35]: <b>BOOTSTRAP</b> = Funktion für <u>Firmware-Updates</u> [▶ 208] der Klemme
		blinkend	Zustand der <u>EtherCAT State Machine</u> [▶ 35]: <b>PREOP</b> = Funktion für Mailbox-Kommunikation und abweichende Standard-Einstellungen gesetzt
		Einzelblitz	Zustand der <u>EtherCAT State Machine</u> [▶ 35]: <b>SAFEOP</b> = Überprüfung der Kanäle des <u>Sync-Managers</u> [▶ 120] und der Distributed Clocks. Ausgänge bleiben im sicheren Zustand.
an	Zustand der <u>EtherCAT State Machine</u> [▶ 35]: <b>OP</b> = normaler Betriebszustand; Mailbox- und Prozessdatenkommunikation ist möglich		
IN Error	rot	an	Überstrom Nullleiter (Strom > 11 A)
IL1 OK	grün	an	Strom IL1 ok
IL1 Error	rot	an	Überstrom an L1. Strom > 1,1 A (im 1 A Messbereich) Strom > 5,5 A (im 5 A Messbereich)
IL2 OK	grün	an	Strom IL2 ok
IL2 Error	rot	an	Überstrom an L2. Strom > 1,1 A (im 1 A Messbereich) Strom > 5,5 A (im 5 A Messbereich)
IL3 OK	grün	an	Strom IL3 ok
IL3 Error	rot	an	Überstrom an L3. Strom > 1,1 A (im 1 A Messbereich) Strom > 5,5 A (im 5 A Messbereich)
ccw	grün	an	linksdrehendes Feld richtig erkannt
cw	grün	an	rechtsdrehendes Feld richtig erkannt
L1 OK	grün	an	Spannung an L1 und Nulldurchgang erkannt. Spannung > 5 V (L1-N)
L1 Error	rot	an	Über- oder Unterspannung an L1. Spannung < 5 V oder Spannung > 360 V (L1-N) Keine Nulldurchgänge an L1 richtig erkannt
L2 OK	grün	an	Spannung an L2 und Nulldurchgang erkannt. Spannung > 5 V (L2-N)
L2 Error	rot	an	Über- oder Unterspannung an L2. Spannung < 5 V oder Spannung > 360 V (L2-N) Keine Nulldurchgänge an L2 richtig erkannt
L3 OK	grün	an	Spannung an L3 und Nulldurchgang erkannt. Spannung > 5 V (L3-N)
L3 Error	rot	an	Über- oder Unterspannung an L3. Spannung < 5 V oder Spannung > 360 V (L3-N) Keine Nulldurchgänge an L3 richtig erkannt

Anschlussbelegung

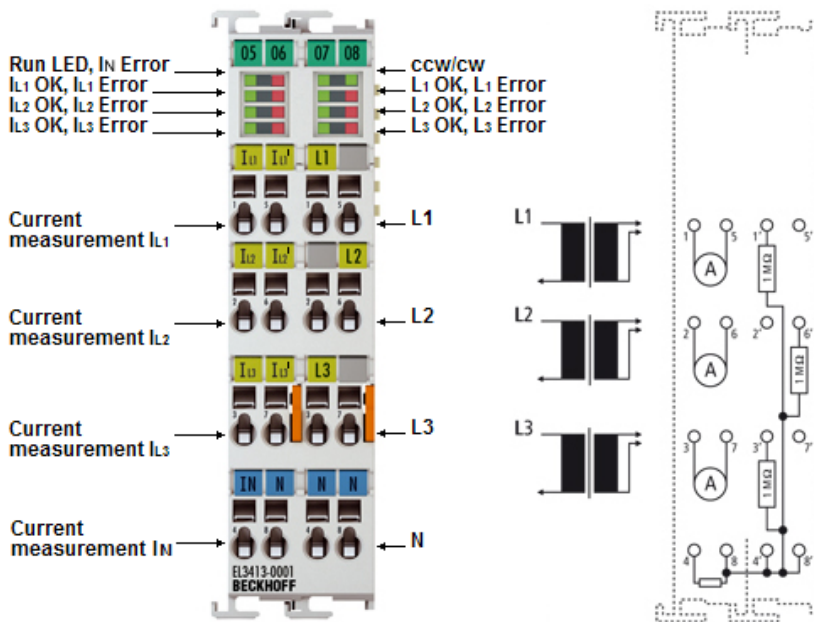


Abb. 34: EL3413-0001 Anschlussbelegung

**⚠️ WARNUNG**

**Stromwandler nicht im Leerlauf betreiben!**

Beachten Sie, dass die Stromwandler vieler Hersteller nicht im Leerlauf betrieben werden dürfen! Schließen Sie die EL3413 an die Sekundärwicklung der Stromwandler an, bevor Sie die Stromwandler in Betrieb nehmen!

Klemmstelle		Beschreibung
Bezeichnung	Nr.	
IL1	1	Eingang Strommessung der Phase L1
IL2	2	Eingang Strommessung der Phase L2
IL3	3	Eingang Strommessung der Phase L3
IN	4	Eingang Strommessung des Neutralleiters (Sternpunkt)
IL1'	5	Ausgang Strommessung der Phase L1
IL2'	6	Ausgang Strommessung der Phase L2
IL3'	7	Ausgang Strommessung der Phase L3
N	8	Nullleiter

**⚠️ WARNUNG**

**Erdung der Klemmstelle N bei Strommessung!**

Wenn Sie die Klemmstelle N nicht mit dem Nullleiter Ihres Versorgungsnetzes verbinden (z. B. bei Verwendung der Klemme zur reinen Strommessung) und den Strommesskanal  $I_N$  nutzen, müssen Sie die Klemmstelle N erden, damit im Fehlerfall eines Stromwandlers gefährliche Überspannungen vermieden werden. Das Erden des N-Punkts ist nicht zwingend erforderlich, wenn nur die galvanisch isolierten Stromkanäle verwendet werden.

Klemmstelle		Beschreibung
Bezeichnung	Nr.	
L1	1'	Eingang Spannungsmessung der Phase L1
	2'	n.c.
L3	3'	Eingang Spannungsmessung der Phase L3
N	4'	Nullleiter
	5'	n.c.
L2	6'	Eingang Spannungsmessung der Phase L2
	7'	n.c.
N	8'	Nullleiter

### 4.8.3 EL3413-0120



Abb. 35: EL3413-0120 LEDs

#### LEDs

LED	Farbe	Bedeutung	
RUN	grün	Diese LED gibt den Betriebszustand der Klemme wieder:	
		aus	Zustand der <a href="#">EtherCAT State Machine</a> [► 35]: <b>INIT</b> = Initialisierung der Klemme
		schnell blinkend	Zustand der <a href="#">EtherCAT State Machine</a> [► 35]: <b>BOOTSTRAP</b> = Funktion für <a href="#">Firmware-Updates</a> [► 208] der Klemme
		blinkend	Zustand der <a href="#">EtherCAT State Machine</a> [► 35]: <b>PREOP</b> = Funktion für Mailbox-Kommunikation und abweichende Standard-Einstellungen gesetzt
		Einzelblitz	Zustand der <a href="#">EtherCAT State Machine</a> [► 35]: <b>SAFEOP</b> = Überprüfung der Kanäle des <a href="#">Sync-Managers</a> [► 120] und der Distributed Clocks. Ausgänge bleiben im sicheren Zustand.
an	Zustand der <a href="#">EtherCAT State Machine</a> [► 35]: <b>OP</b> = normaler Betriebszustand; Mailbox- und Prozessdatenkommunikation ist möglich		
IN Error	rot	an	Überstrom Nulleiter (Strom > 11 A)
IL1 OK	grün	an	Strom IL1 ok
IL1 Error	rot	an	Überstrom an L1. Strom > 110 mA (im 0,1 A Messbereich) Strom > 1,1 A (im 1 A Messbereich) Strom > 5,5 A (im 5 A Messbereich)
IL2 OK	grün	an	Strom IL2 ok
IL2 Error	rot	an	Überstrom an L2. Strom > 110 mA (im 0,1 A Messbereich) Strom > 1,1 A (im 1 A Messbereich) Strom > 5,5 A (im 5 A Messbereich)
IL3 OK	grün	an	Strom IL3 ok
IL3 Error	rot	an	Überstrom an L3. Strom > 110 mA (im 0,1 A Messbereich) Strom > 1,1 A (im 1 A Messbereich) Strom > 5,5 A (im 5 A Messbereich)
ccw	grün	an	linksdrehendes Feld richtig erkannt
cw	grün	an	rechtsdrehendes Feld richtig erkannt
L1 OK	grün	an	Spannung an L1 und Nulldurchgang erkannt. Spannung > 5 V (L1-N)
L1 Error	rot	an	Über- oder Unterspannung an L1. Spannung < 5 V oder Spannung > 130 V (L1-N) Keine Nulldurchgänge an L1 richtig erkannt
L2 OK	grün	an	Spannung an L2 und Nulldurchgang erkannt. Spannung > 5 V (L2-N)
L2 Error	rot	an	Über- oder Unterspannung an L2. Spannung < 5 V oder Spannung > 130 V (L2-N) Keine Nulldurchgänge an L2 richtig erkannt
L3 OK	grün	an	Spannung an L3 und Nulldurchgang erkannt. Spannung > 5 V (L3-N)
L3 Error	rot	an	Über- oder Unterspannung an L3. Spannung < 5 V oder Spannung > 130 V (L3-N) Keine Nulldurchgänge an L3 richtig erkannt

**Anschlussbelegung**

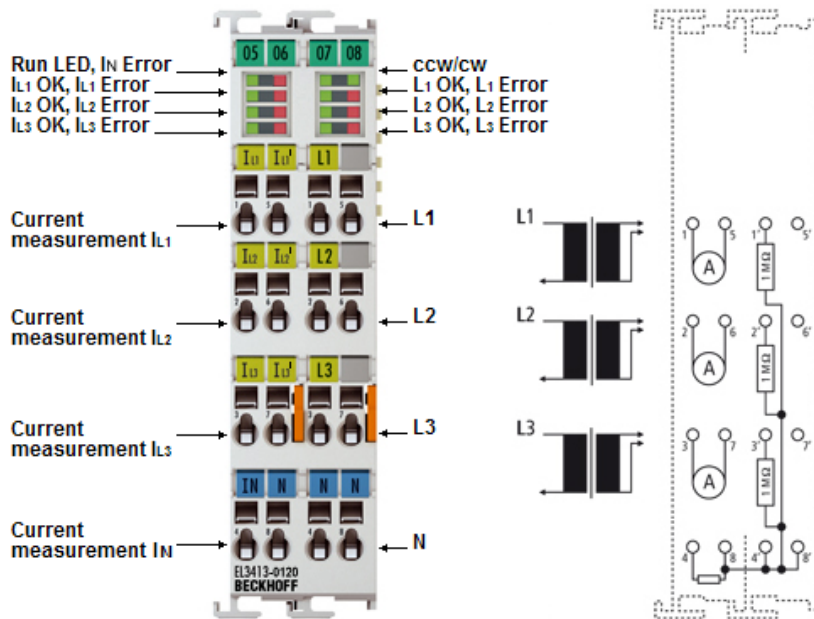


Abb. 36: EL3413-0120 Anschlussbelegung

**⚠️ WARNUNG**

**Stromwandler nicht im Leerlauf betreiben!**

Beachten Sie, dass die Stromwandler vieler Hersteller nicht im Leerlauf betrieben werden dürfen! Schließen Sie die EL3413 an die Sekundärwicklung der Stromwandler an, bevor Sie die Stromwandler in Betrieb nehmen!

Klemmstelle		Beschreibung
Bezeichnung	Nr.	
IL1	1	Eingang Strommessung der Phase L1
IL2	2	Eingang Strommessung der Phase L2
IL3	3	Eingang Strommessung der Phase L3
IN	4	Eingang Strommessung des Nullleiters (Sternpunkt)
IL1'	5	Ausgang Strommessung der Phase L1
IL2'	6	Ausgang Strommessung der Phase L2
IL3'	7	Ausgang Strommessung der Phase L3
N	8	Nullleiter

**⚠️ WARNUNG**

**Erdung der Klemmstelle N bei Strommessung!**

Wenn Sie die Klemmstelle N nicht mit dem Nullleiter Ihres Versorgungsnetzes verbinden (z. B. bei Verwendung der Klemme zur reinen Strommessung) und den Strommesskanal I<sub>N</sub> nutzen, müssen Sie die Klemmstelle N erden, damit im Fehlerfall eines Stromwandlers gefährliche Überspannungen vermieden werden.

Das Erden des N-Punkts ist nicht zwingend erforderlich, wenn nur die galvanisch isolierten Stromkanäle verwendet werden.

Klemmstelle		Beschreibung
Bezeichnung	Nr.	
L1	1'	Eingang Spannungsmessung der Phase L1
L2	2'	Eingang Spannungsmessung der Phase L2
L3	3'	Eingang Spannungsmessung der Phase L3
N	4'	Nullleiter
	5'	n.c.
	6'	n.c.
	7'	n.c.
N	8'	Nullleiter

### 4.8.4 EL3433-0000



Abb. 37: EL3433-0000 LEDs

#### LEDs

LED	Farbe	Bedeutung	
RUN	grün	Diese LED gibt den Betriebszustand der Klemme wieder:	
		aus	Zustand der <u>EtherCAT State Machine</u> [► 35]: <b>INIT</b> = Initialisierung der Klemme
		schnell blinkend	Zustand der <u>EtherCAT State Machine</u> [► 35]: <b>BOOTSTRAP</b> = Funktion für <u>Firmware-Updates</u> [► 208] der Klemme
		blinkend	Zustand der <u>EtherCAT State Machine</u> [► 35]: <b>PREOP</b> = Funktion für Mailbox-Kommunikation und abweichende Standard-Einstellungen gesetzt
		Einzelblitz	Zustand der <u>EtherCAT State Machine</u> [► 35]: <b>SAFEOP</b> = Überprüfung der Kanäle des <u>Sync-Managers</u> [► 120] und der Distributed Clocks. Ausgänge bleiben im sicheren Zustand.
an	Zustand der <u>EtherCAT State Machine</u> [► 35]: <b>OP</b> = normaler Betriebszustand; Mailbox- und Prozessdatenkommunikation ist möglich		
IN Error	rot	an	Überstrom Nullleiter (Strom > 11 A)
IL1 OK	grün	an	Strom IL1 ok
IL1 Error	rot	an	Überstrom an L1. Strom > 220 mA (im 200 mA Messbereich) Strom > 2,2 A (im 2 A Messbereich) Strom > 11 A (im 10 A Messbereich)
IL2 OK	grün	an	Strom IL2 ok
IL2 Error	rot	an	Überstrom an L2. Strom > 220 mA (im 200 mA Messbereich) Strom > 2,2 A (im 2 A Messbereich) Strom > 11 A (im 10 A Messbereich)
IL3 OK	grün	an	Strom IL3 ok
IL3 Error	rot	an	Überstrom an L3. Strom > 220 mA (im 200 mA Messbereich) Strom > 2,2 A (im 2 A Messbereich) Strom > 11 A (im 10 A Messbereich)
ccw	grün	an	linksdrehendes Feld richtig erkannt
cw	grün	an	rechtsdrehendes Feld richtig erkannt
L1 OK	grün	an	Spannung an L1 und Nulldurchgang erkannt. Spannung > 5 V (L1-N)
L1 Error	rot	an	Über- oder Unterspannung an L1. Spannung < 5 V oder Spannung > 288 V (L1-N) Keine Nulldurchgänge an L1 richtig erkannt
L2 OK	grün	an	Spannung an L2 und Nulldurchgang erkannt. Spannung > 5 V (L2-N)
L2 Error	rot	an	Über- oder Unterspannung an L2. Spannung < 5 V oder Spannung > 288 V (L2-N) Keine Nulldurchgänge an L2 richtig erkannt
L3 OK	grün	an	Spannung an L3 und Nulldurchgang erkannt. Spannung > 5 V (L3-N)
L3 Error	rot	an	Über- oder Unterspannung an L3. Spannung < 5 V oder Spannung > 288 V (L3-N) Keine Nulldurchgänge an L3 richtig erkannt



Anschlussbelegung

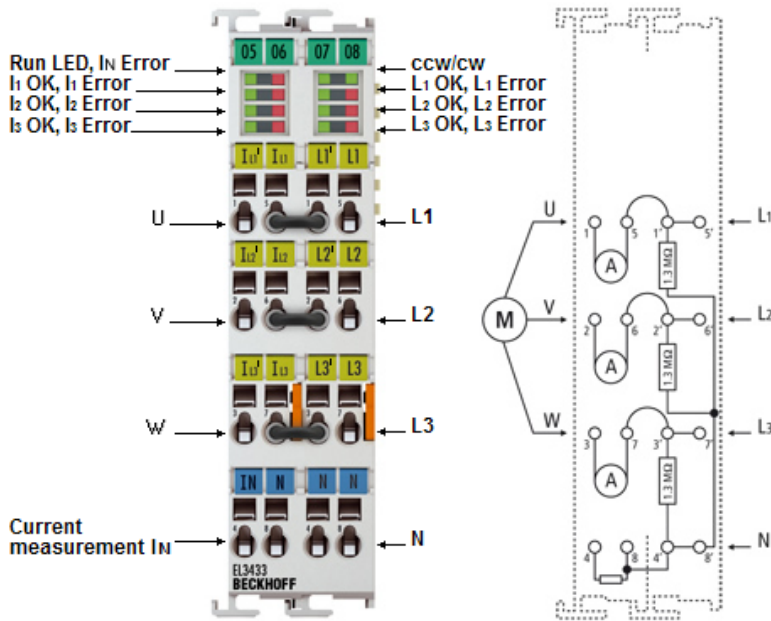


Abb. 38: EL3433-0000 Anschlussbelegung

**⚠️ WARNUNG**

**Stromwandler nicht im Leerlauf betreiben!**

Beachten Sie, dass die Stromwandler vieler Hersteller nicht im Leerlauf betrieben werden dürfen! Schließen Sie die EL3413 an die Sekundärwicklung der Stromwandler an, bevor Sie die Stromwandler in Betrieb nehmen!

Klemmstelle		Beschreibung
Bezeichnung	Nr.	
IL1' (U)	1	Ausgang der Phase L1
IL2' (V)	2	Ausgang der Phase L2
IL3' (W)	3	Ausgang der Phase L3
IN	4	Eingang Strommessung des Neutralleiters (Sternpunkt)
IL1	5	Eingang Strommessung der Phase L1
IL2	6	Eingang Strommessung der Phase L2
IL3	7	Eingang Strommessung der Phase L3
N	8	Nullleiter

**⚠️ WARNUNG**

**Erdung der Klemmstelle N bei Strommessung!**

Wenn Sie die Klemmstelle N nicht mit dem Nullleiter Ihres Versorgungsnetzes verbinden (z. B. bei Verwendung der Klemme zur reinen Strommessung) und den Strommesskanal  $I_N$  nutzen, müssen Sie die Klemmstelle N erden, damit im Fehlerfall eines Stromwandlers gefährliche Überspannungen vermieden werden.

Das Erden des N-Punkts ist nicht zwingend erforderlich, wenn nur die galvanisch isolierten Stromkanäle verwendet werden.

<b>Klemmstelle</b>		<b>Beschreibung</b>
<b>Bezeichnung</b>	<b>Nr.</b>	
L1'	1'	Ausgang Spannungsmessung der Phase L1
L2'	2'	Ausgang Spannungsmessung der Phase L2
L3'	3'	Ausgang Spannungsmessung der Phase L3
N	4'	Nullleiter
L1	5'	Eingang Spannungsmessung der Phase L1
L2	6'	Eingang Spannungsmessung der Phase L2
L3	7'	Eingang Spannungsmessung der Phase L3
N	8'	Nullleiter

## 4.9 Entsorgung



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

## 5 Inbetriebnahme

### 5.1 TwinCAT Quickstart

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

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

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

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

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

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

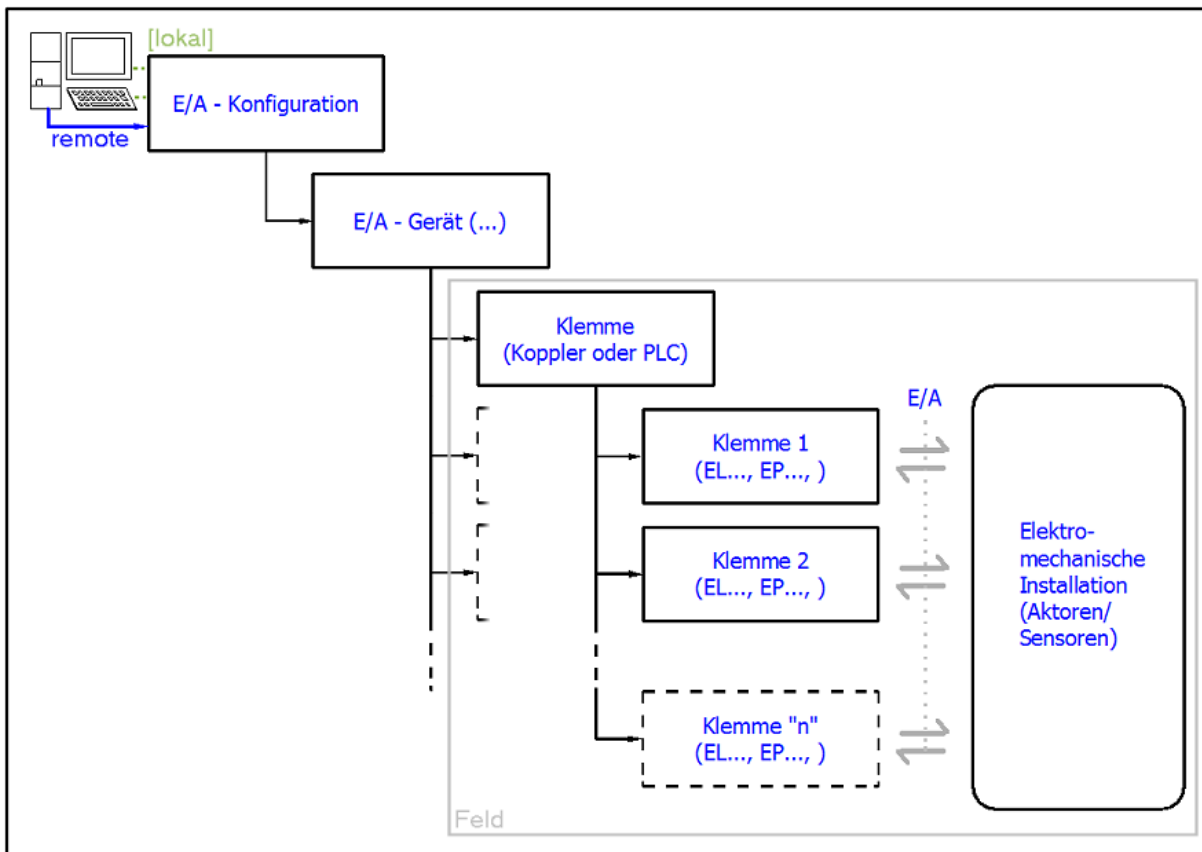


Abb. 39: Bezug von der Anwender Seite (Inbetriebnahme) zur Installation

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)

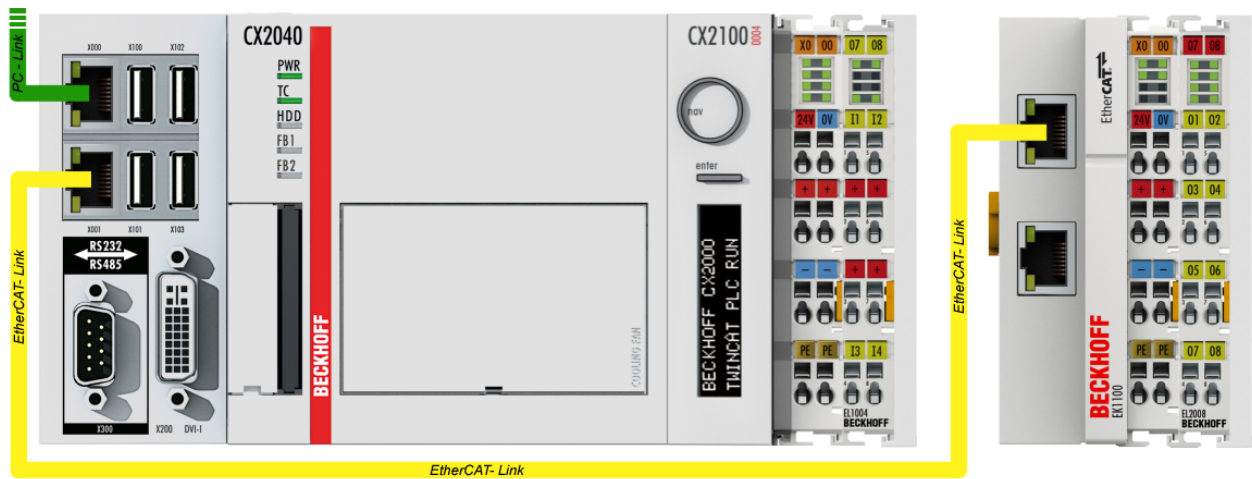


Abb. 40: Aufbau der Steuerung mit Embedded-PC, Eingabe (EL1004) und Ausgabe (EL2008)

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

## 5.1.1 TwinCAT 2

### Startup

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

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

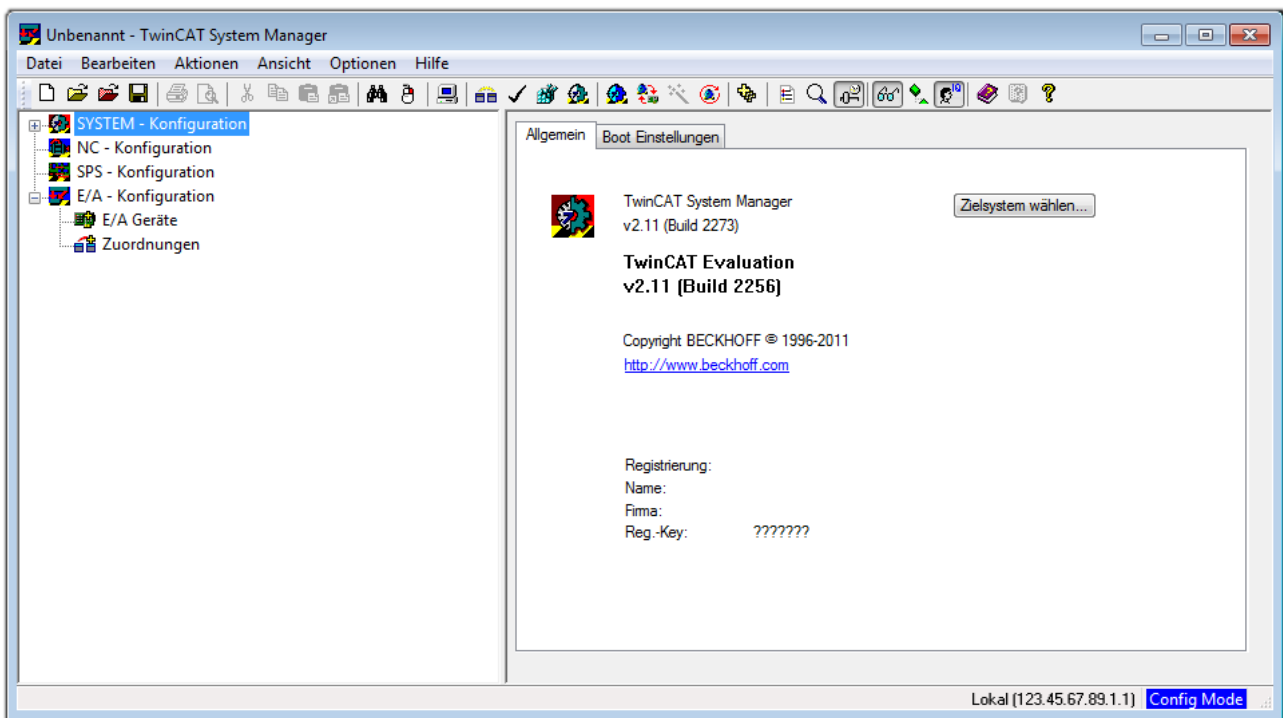



Abb. 41: Initiale Benutzeroberfläche TwinCAT 2

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 [▶ 73]“ 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:

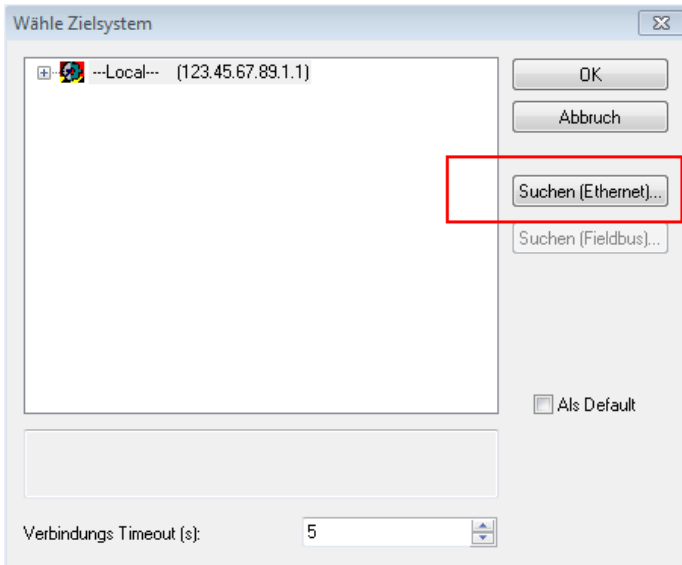


Abb. 42: Wähle Zielsystem

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

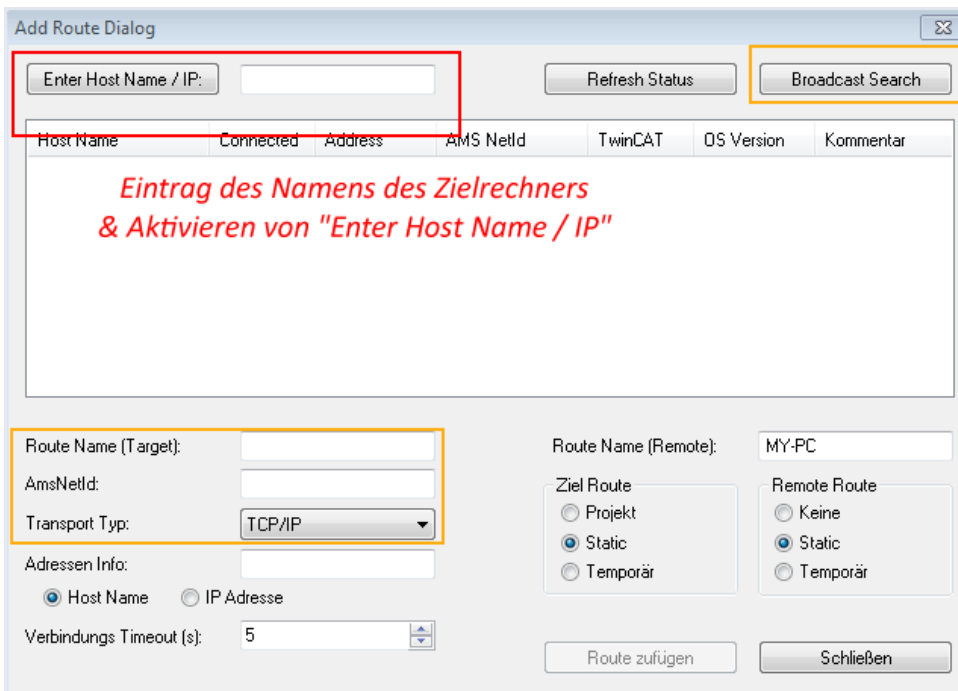
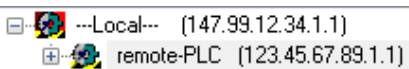


Abb. 43: PLC für den Zugriff des TwinCAT System Managers festlegen: Auswahl des Zielsystems

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.

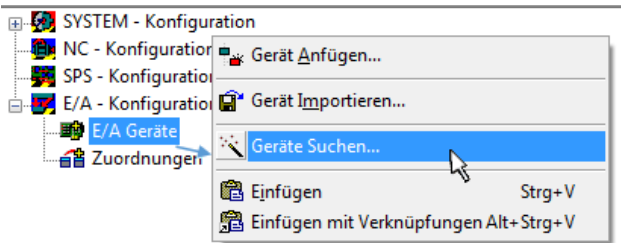


Abb. 44: Auswahl „Gerät Suchen..“

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

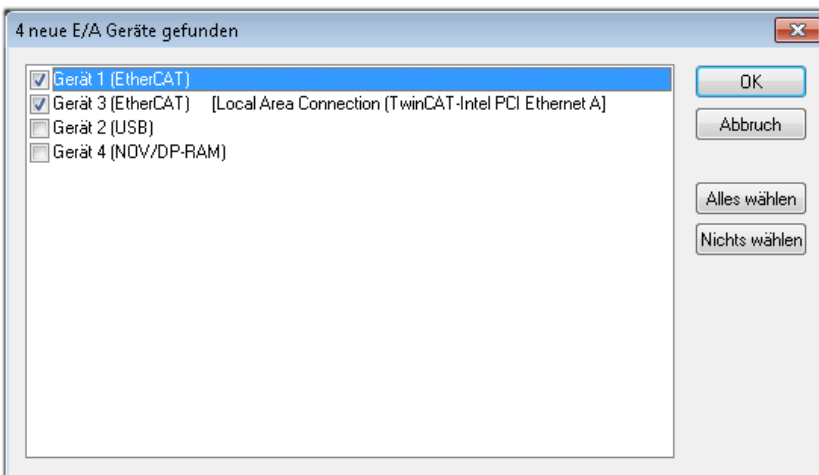


Abb. 45: Automatische Erkennung von E/A Geräten: Auswahl der einzubindenden Geräte

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

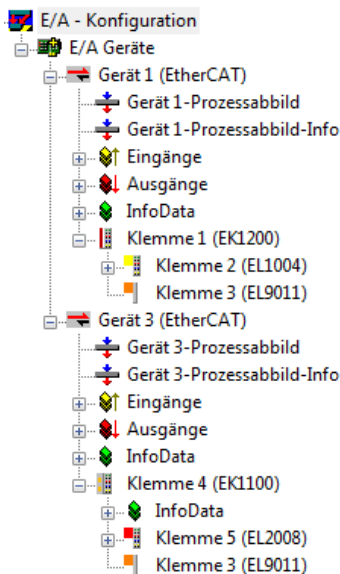


Abb. 46: Abbildung der Konfiguration im TwinCAT 2 System Manager

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

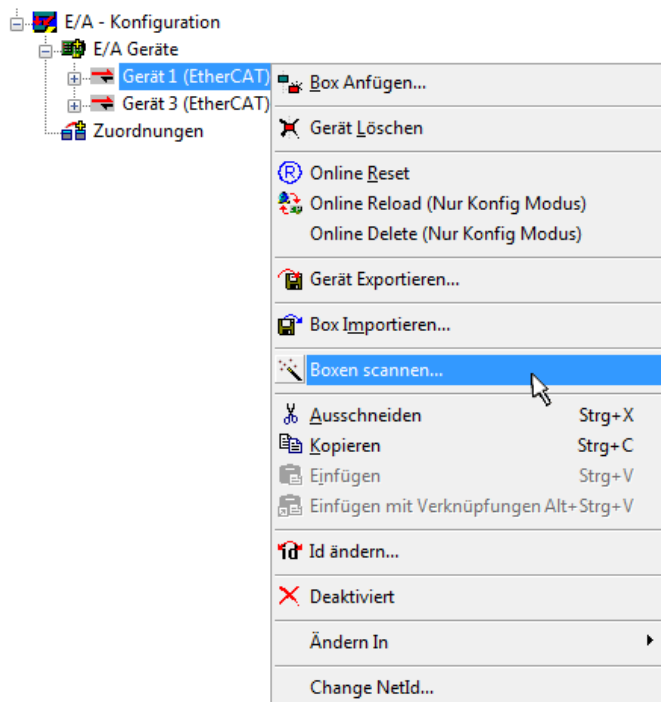


Abb. 47: Einlesen von einzelnen an einem Gerät befindlichen Klemmen

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:

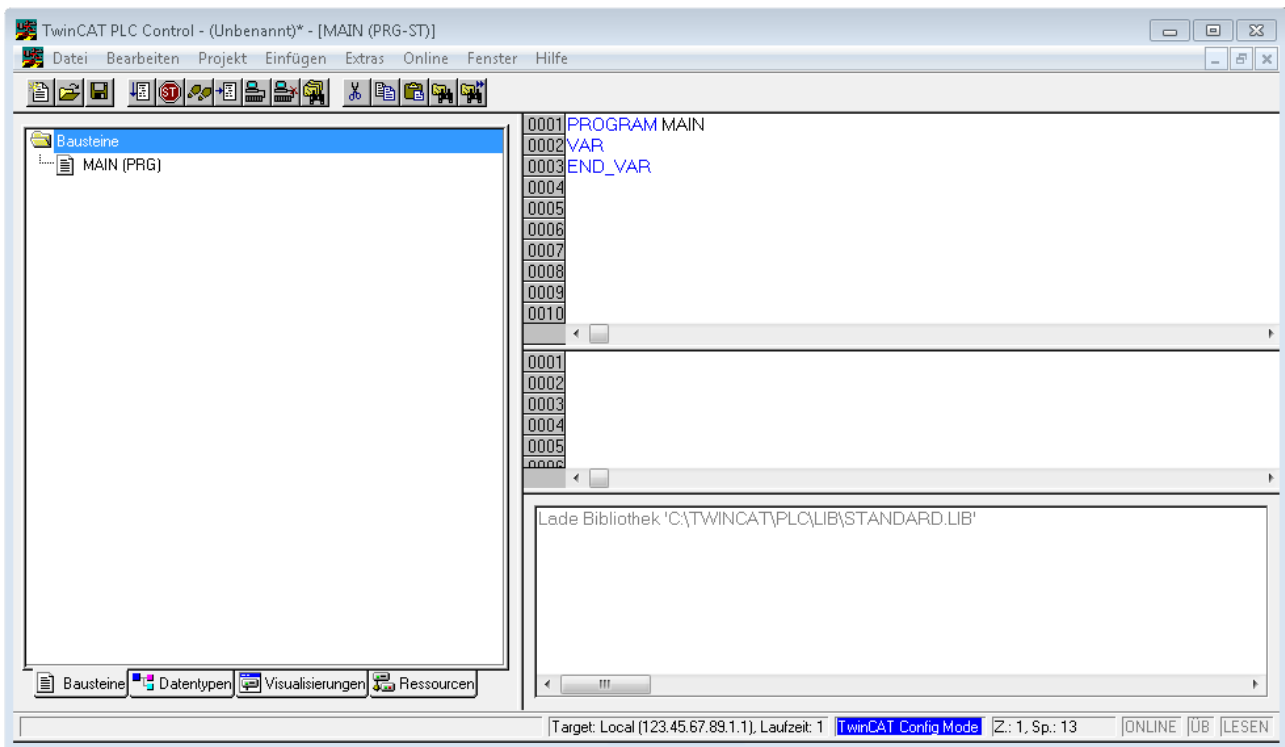


Abb. 48: TwinCAT PLC Control nach dem Start

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

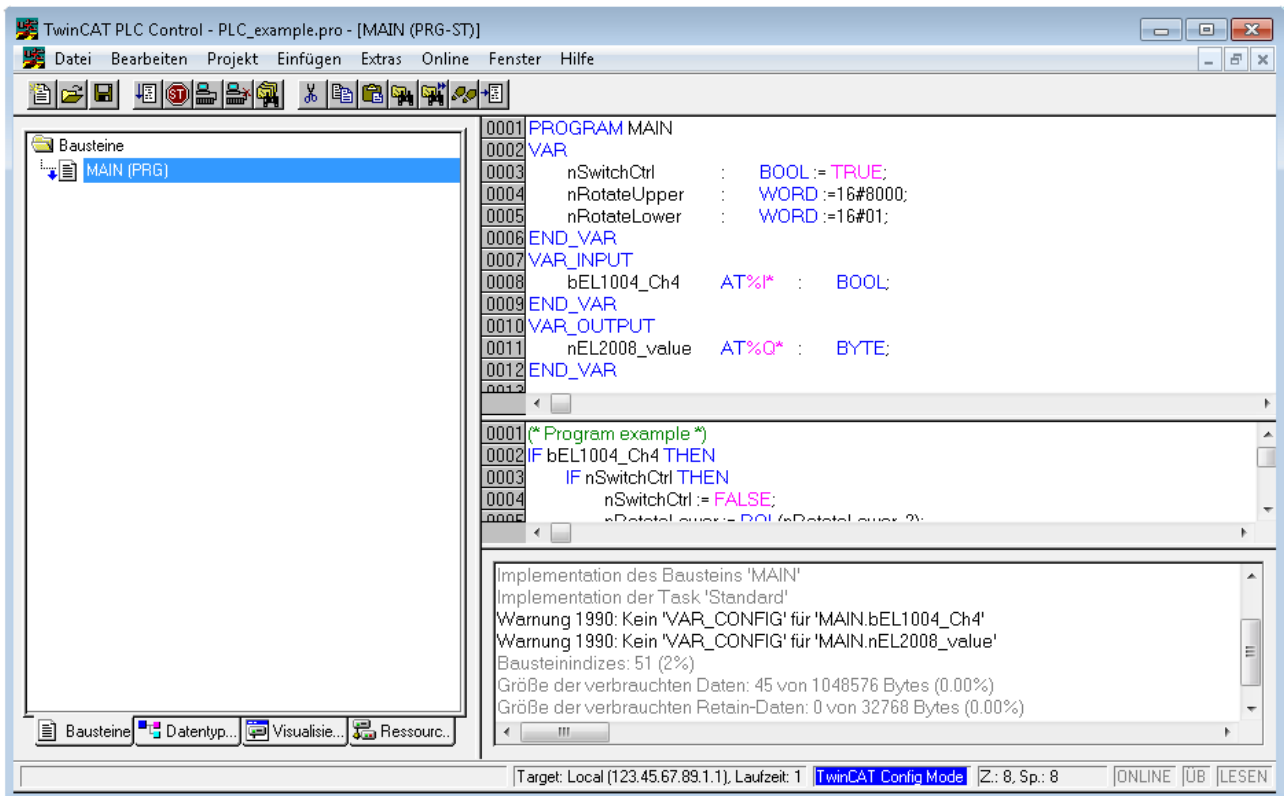


Abb. 49: Beispielprogramm mit Variablen nach einem Kompilervorgang (ohne Variablenanbindung)

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...“:

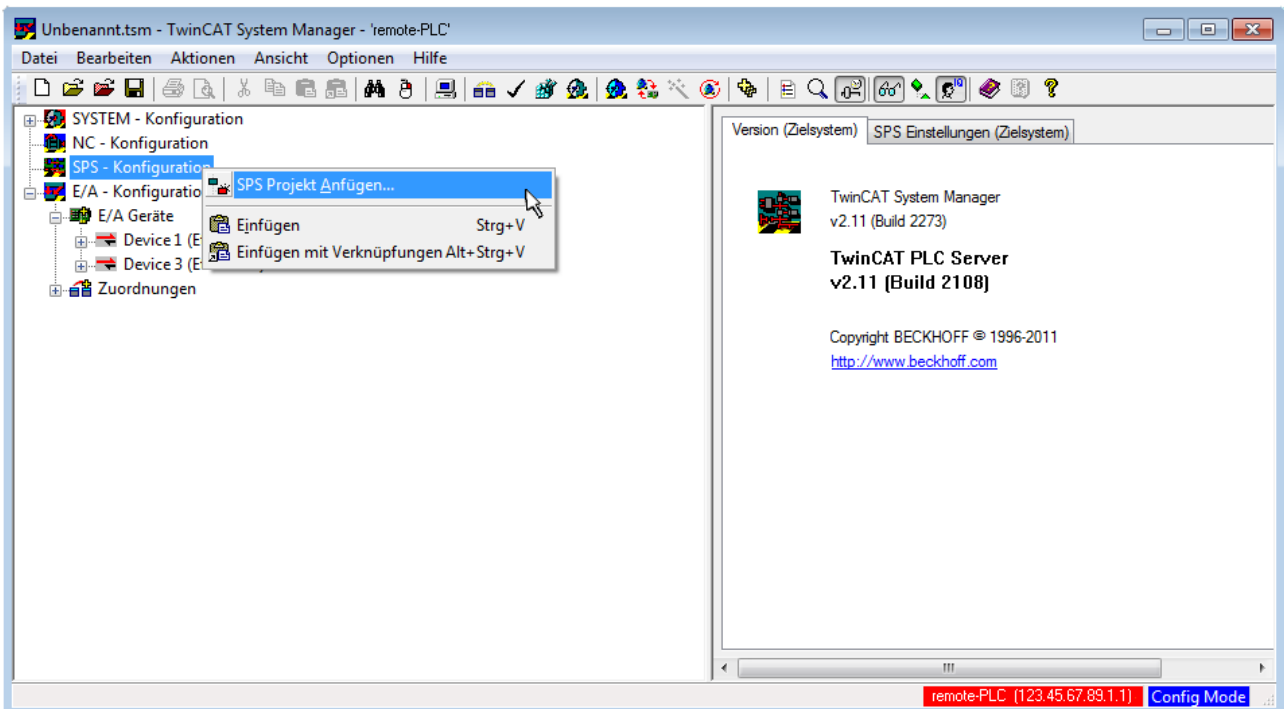


Abb. 50: Hinzufügen des Projektes des TwinCAT PLC Control

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

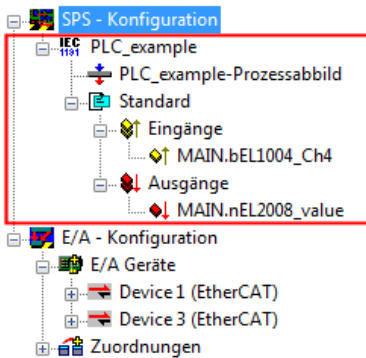


Abb. 51: Eingebundenes PLC Projekt in der SPS- Konfiguration des System Managers

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:

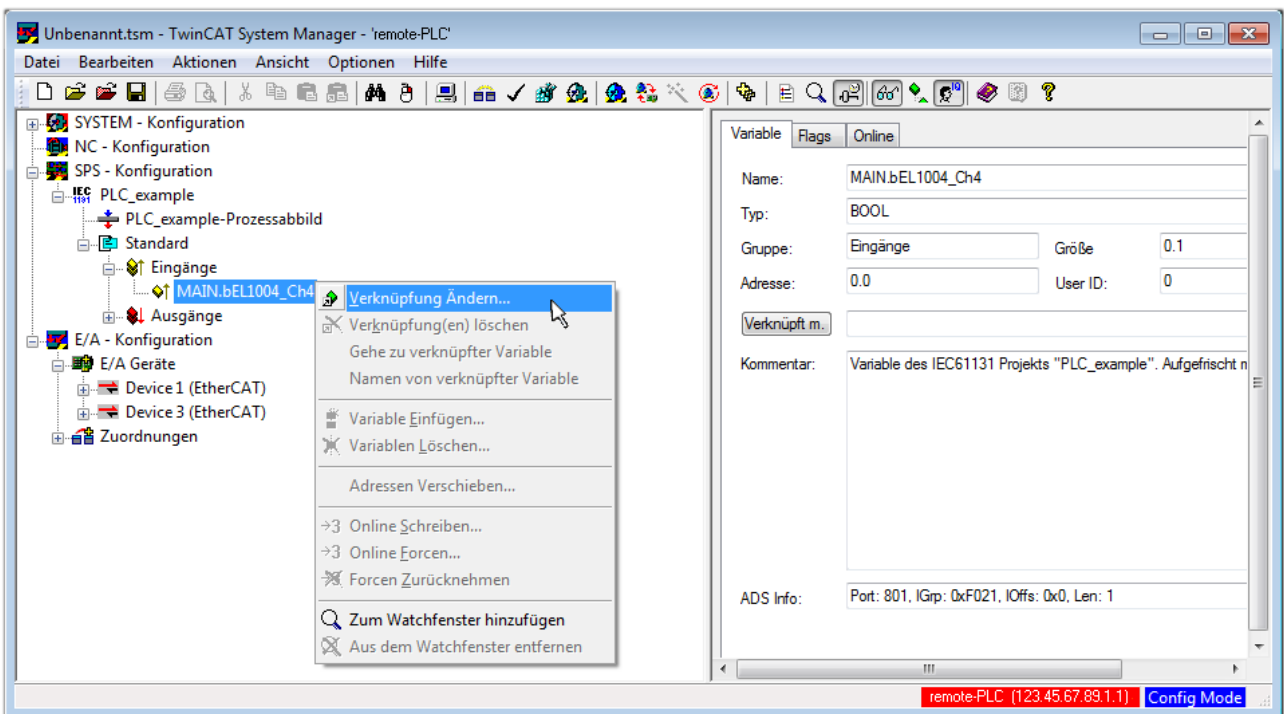


Abb. 52: Erstellen der Verknüpfungen PLC-Variablen zu Prozessobjekten

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

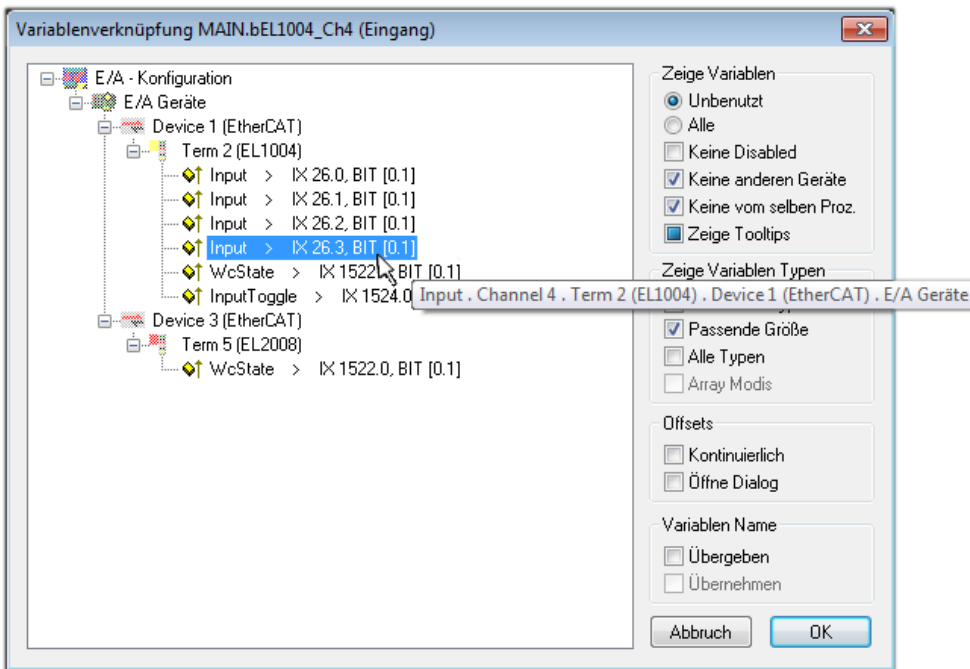


Abb. 53: Auswahl des PDO vom Typ BOOL

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:

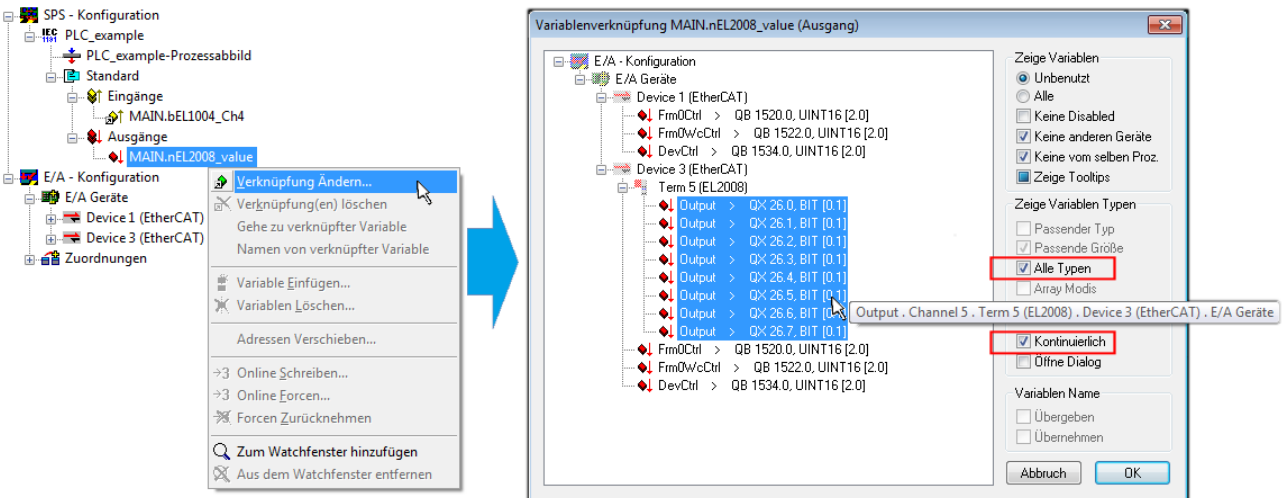



Abb. 54: Auswahl von mehreren PDO gleichzeitig: Aktivierung von „Kontinuierlich“ und „Alle Typen“

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:

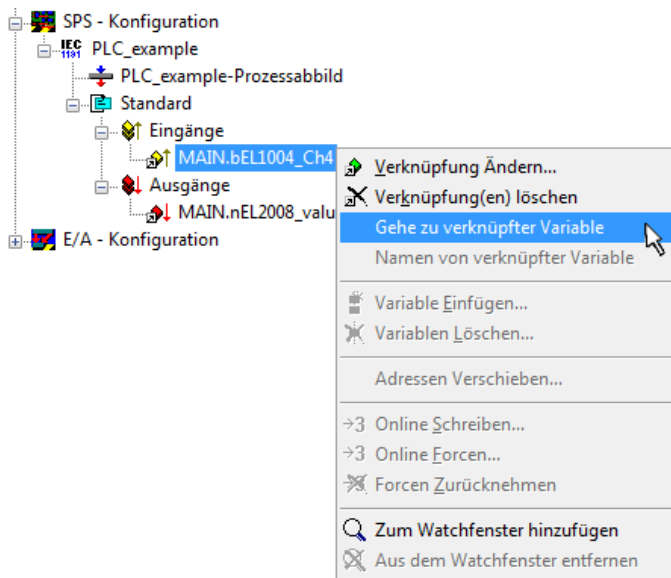

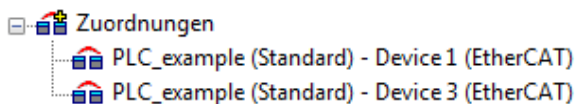


Abb. 55: Anwendung von „Goto Link Variable“ am Beispiel von „MAIN.bEL1004\_Ch4“

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


Dies lässt sich entsprechend in der Konfiguration einsehen:




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

### Aktivieren der Konfiguration

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

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

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

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

### Starten der Steuerung

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

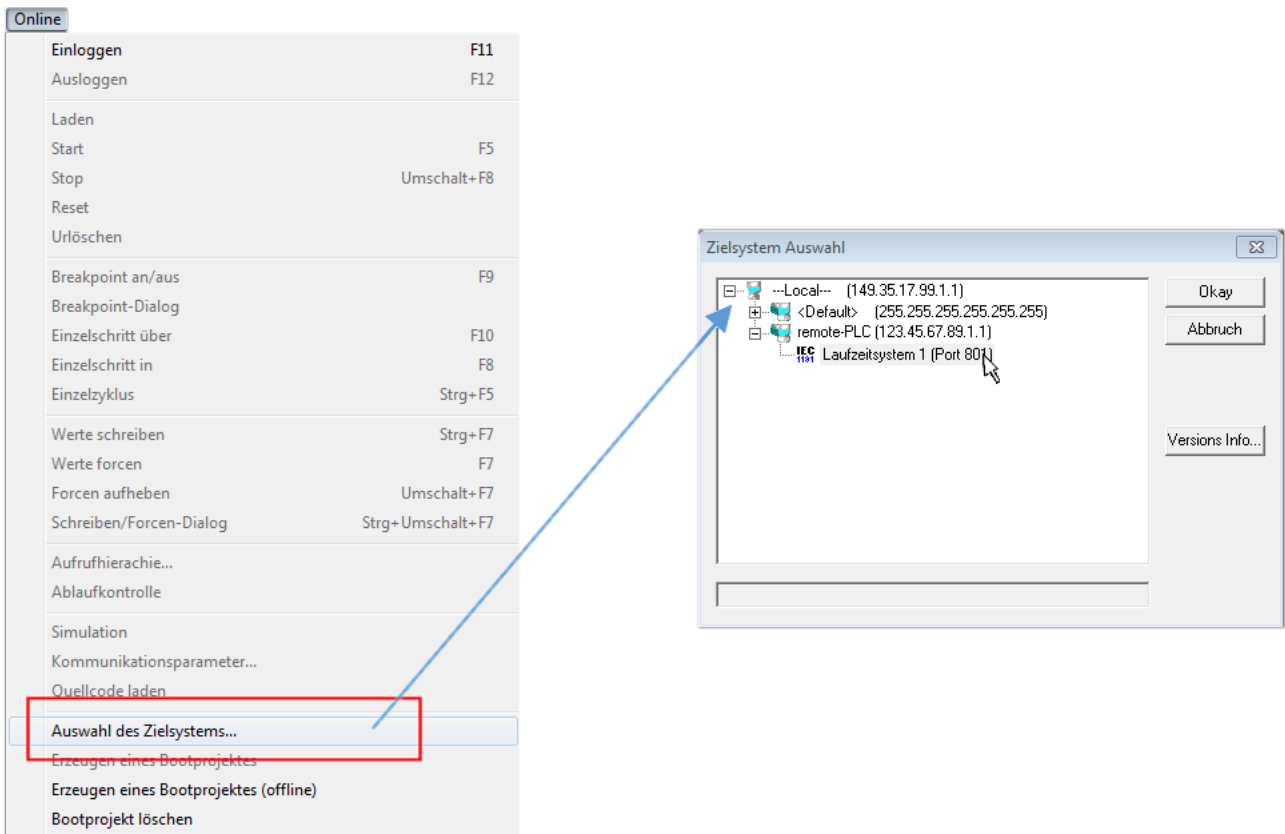



Abb. 56: Auswahl des Zielsystems (remote)

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:

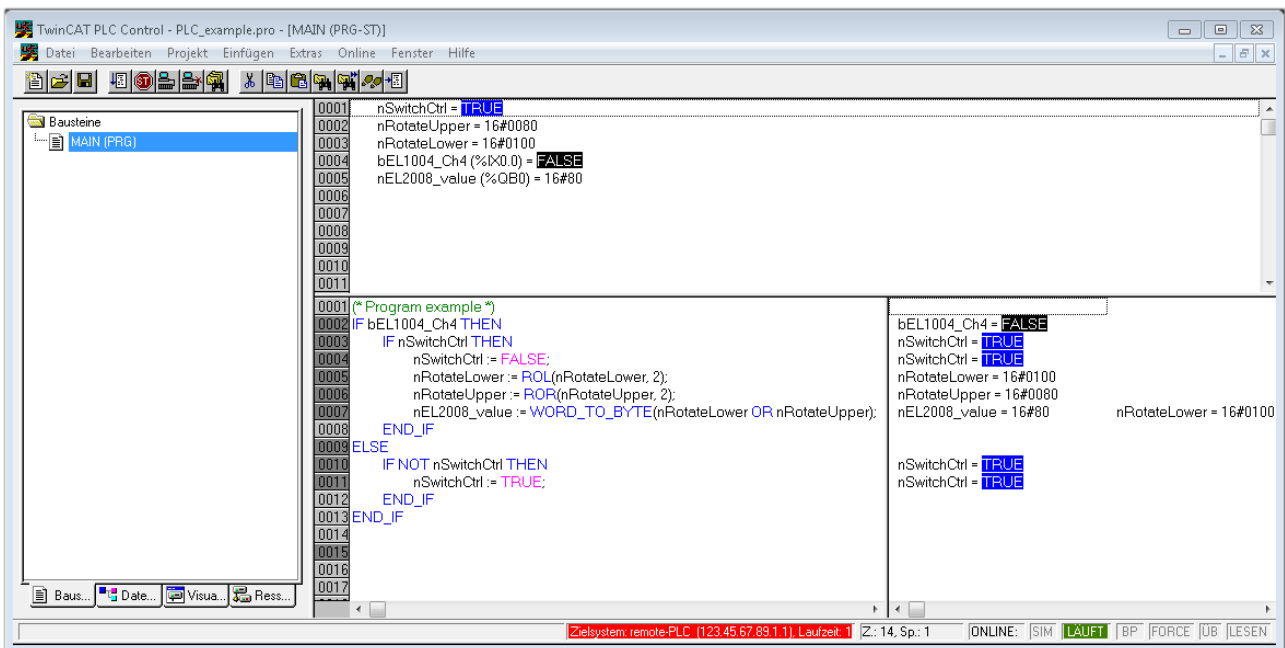


Abb. 57: PLC Control Logged-in, bereit zum Programmstart



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

## 5.1.2 TwinCAT 3

### Startup

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

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

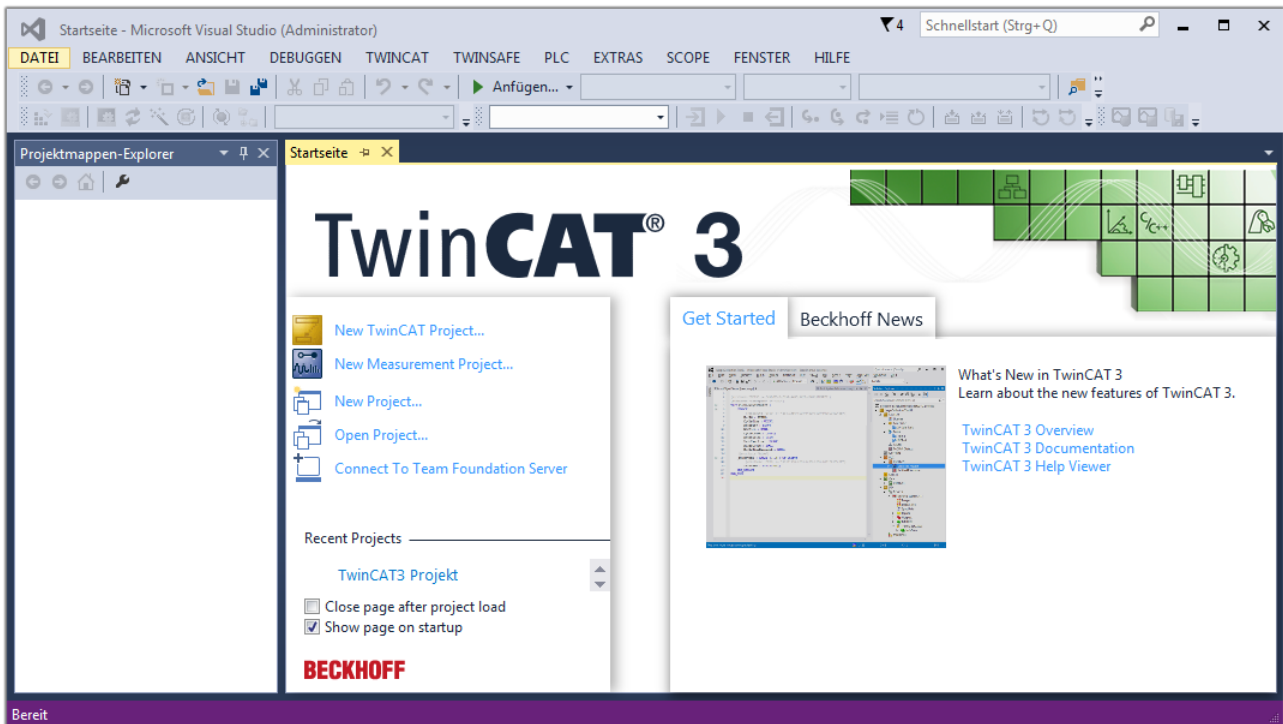



Abb. 58: Initiale Benutzeroberfläche TwinCAT 3

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):

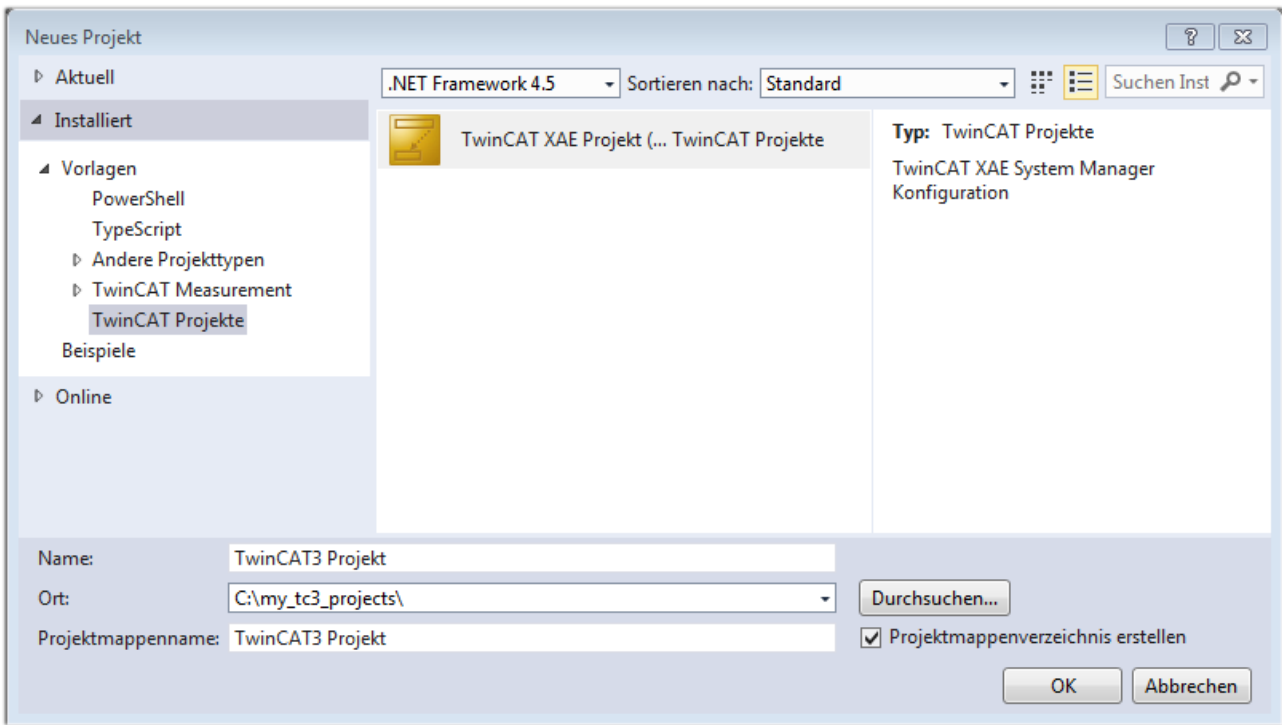


Abb. 59: Neues TwinCAT 3 Projekt erstellen

Im Projektmappen-Explorer liegt sodann das neue Projekt vor:

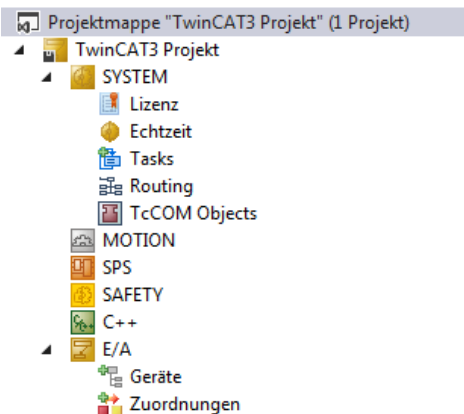
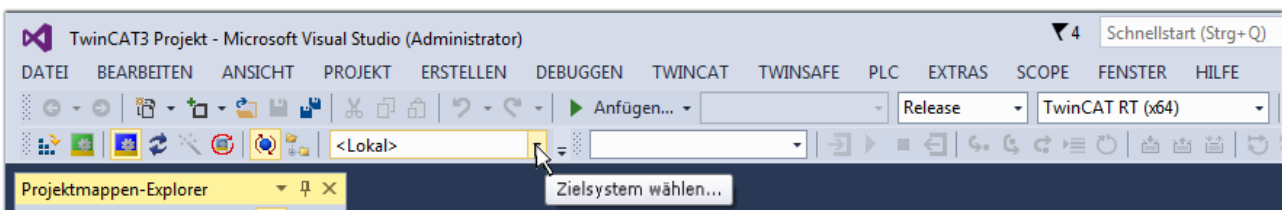


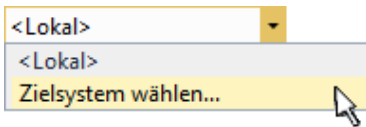
Abb. 60: Neues TwinCAT 3 Projekt im Projektmappen-Explorer

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 |> 84|“ 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:

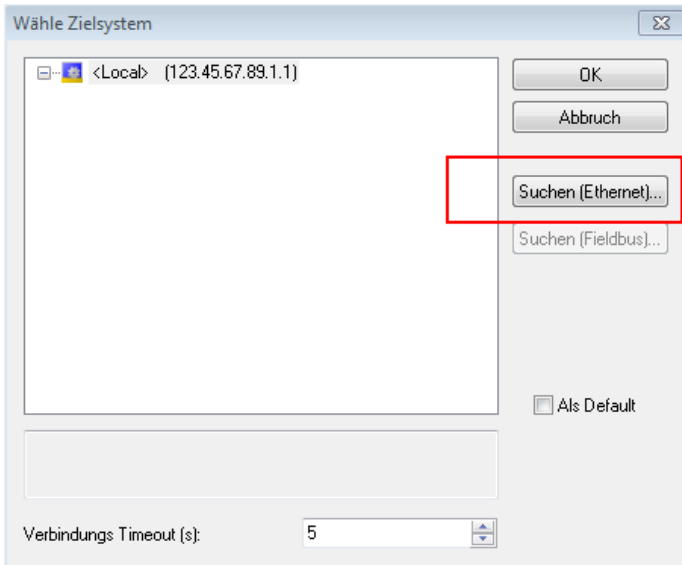


Abb. 61: Auswahldialog: Wähle Zielsystem

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

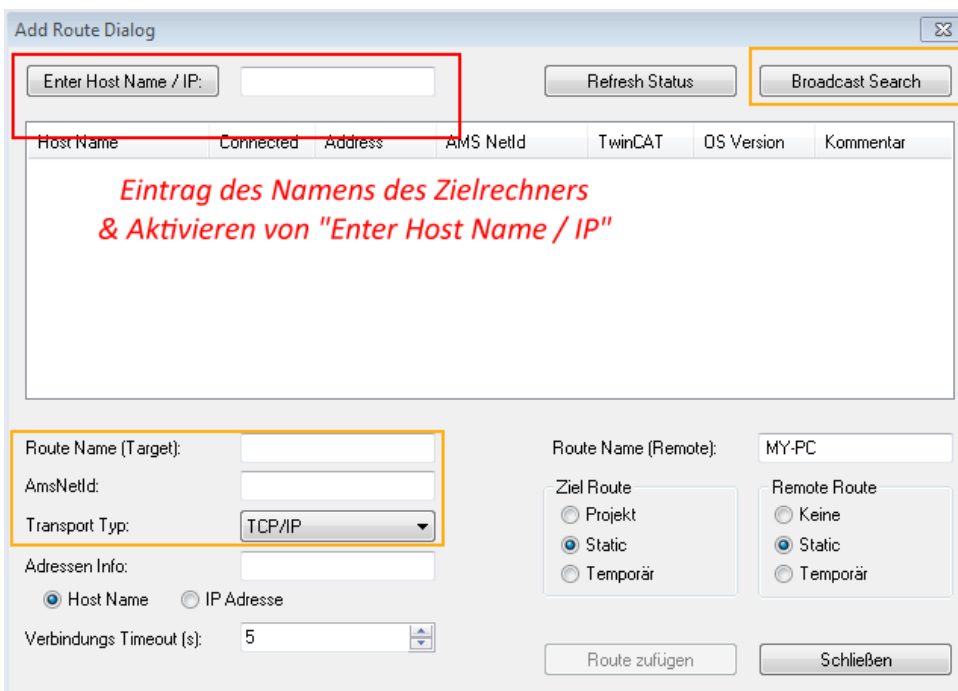
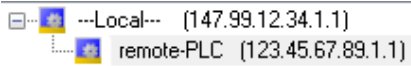


Abb. 62: PLC für den Zugriff des TwinCAT System Managers festlegen: Auswahl des Zielsystems

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.

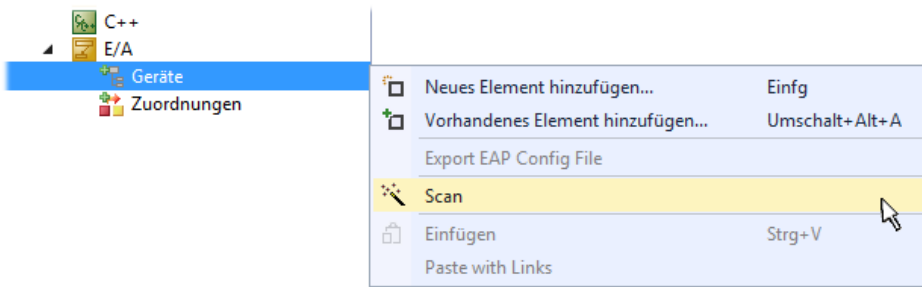


Abb. 63: Auswahl „Scan“

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

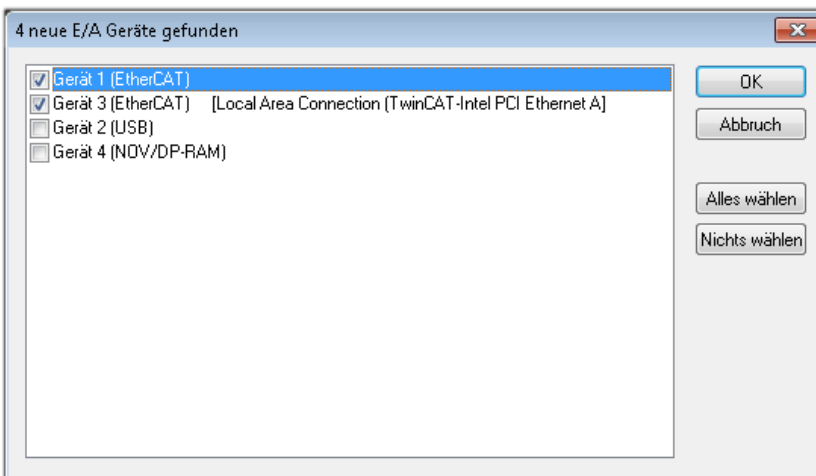


Abb. 64: Automatische Erkennung von E/A Geräten: Auswahl der einzubindenden Geräte

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

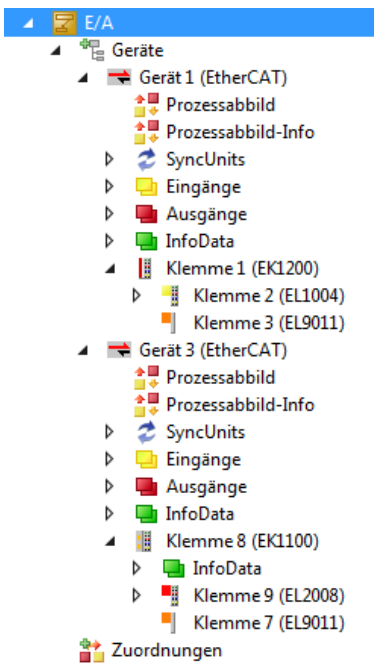


Abb. 65: Abbildung der Konfiguration in VS Shell der TwinCAT 3 Umgebung

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

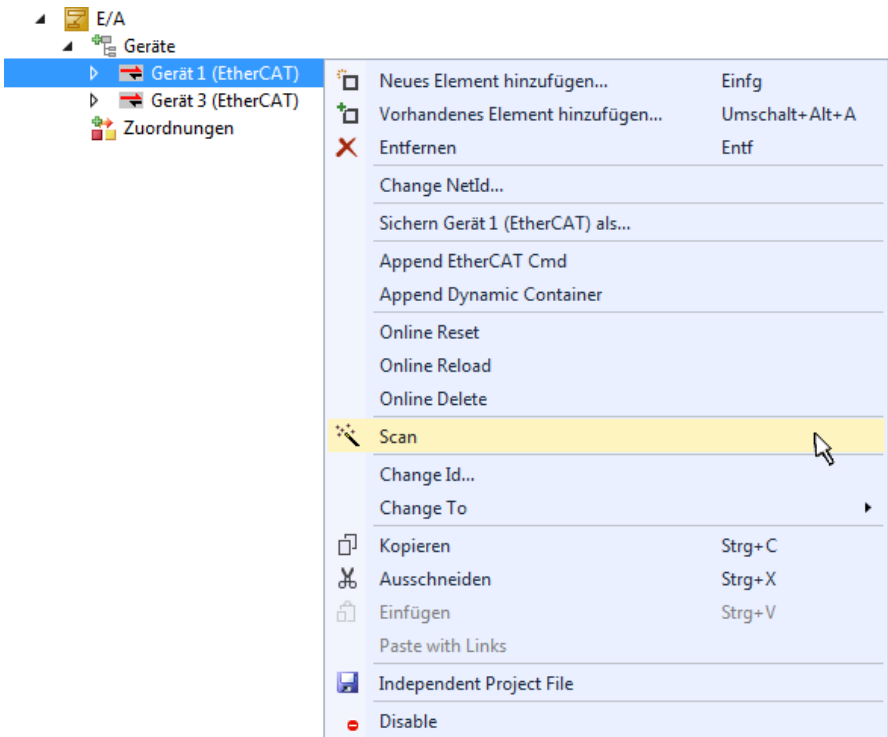


Abb. 66: Einlesen von einzelnen an einem Gerät befindlichen Klemmen

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:

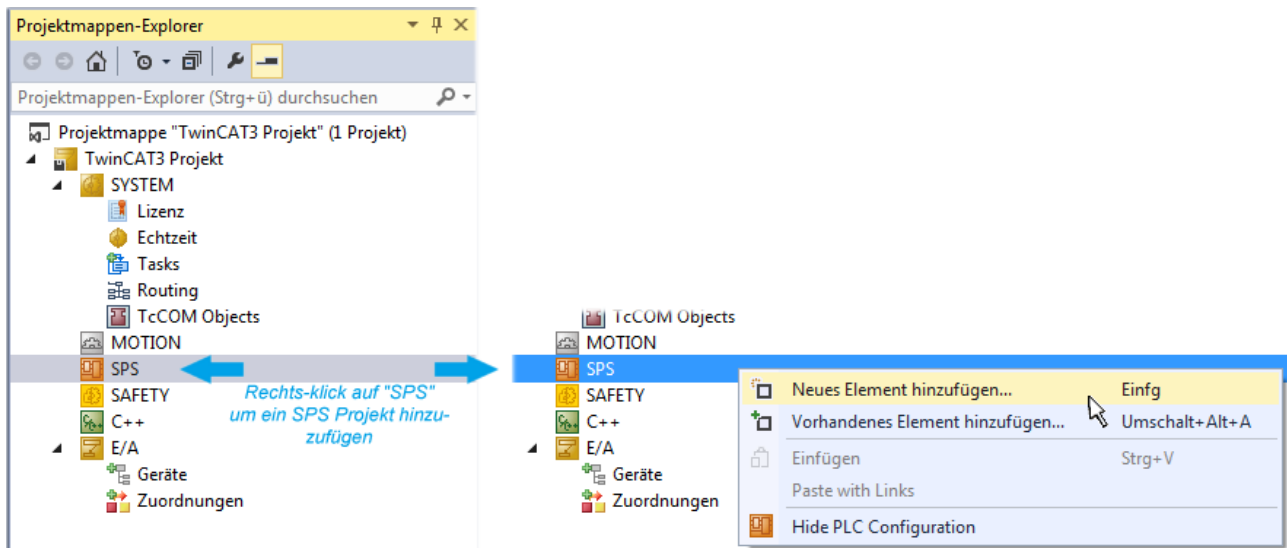


Abb. 67: Einfügen der Programmierumgebung in „SPS“

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

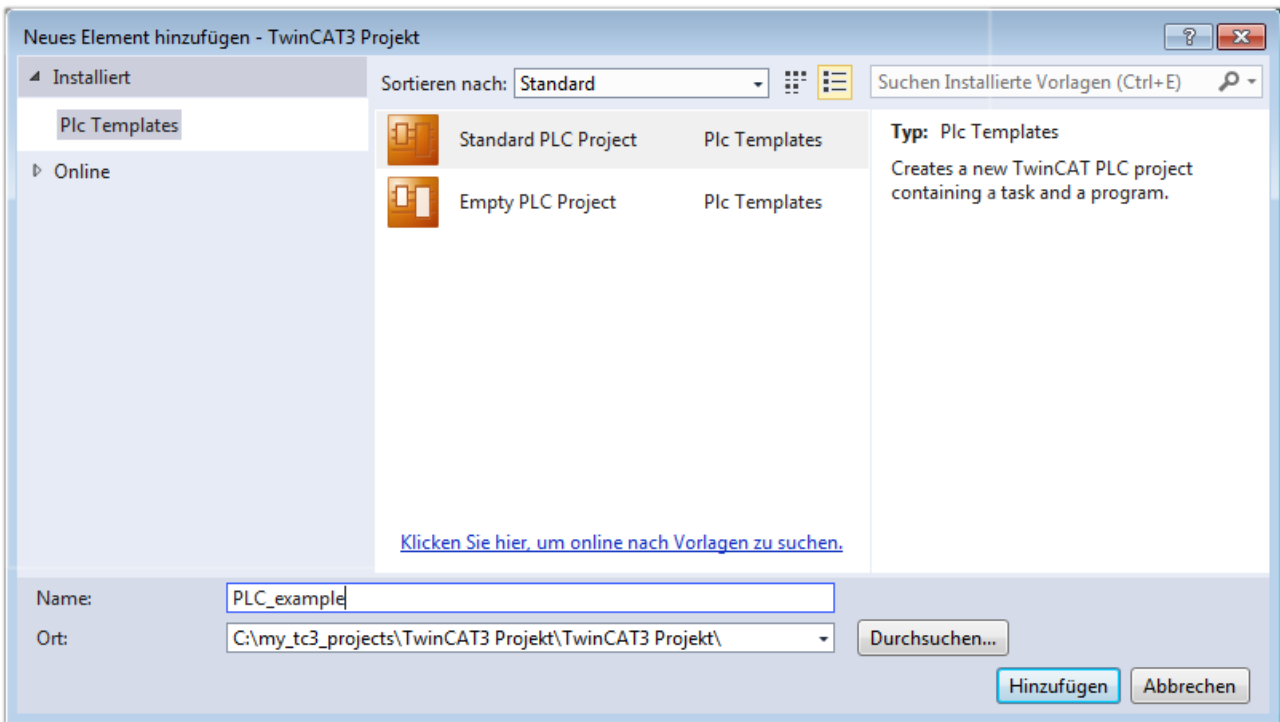


Abb. 68: Festlegen des Namens bzw. Verzeichnisses für die PLC Programmierumgebung

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:

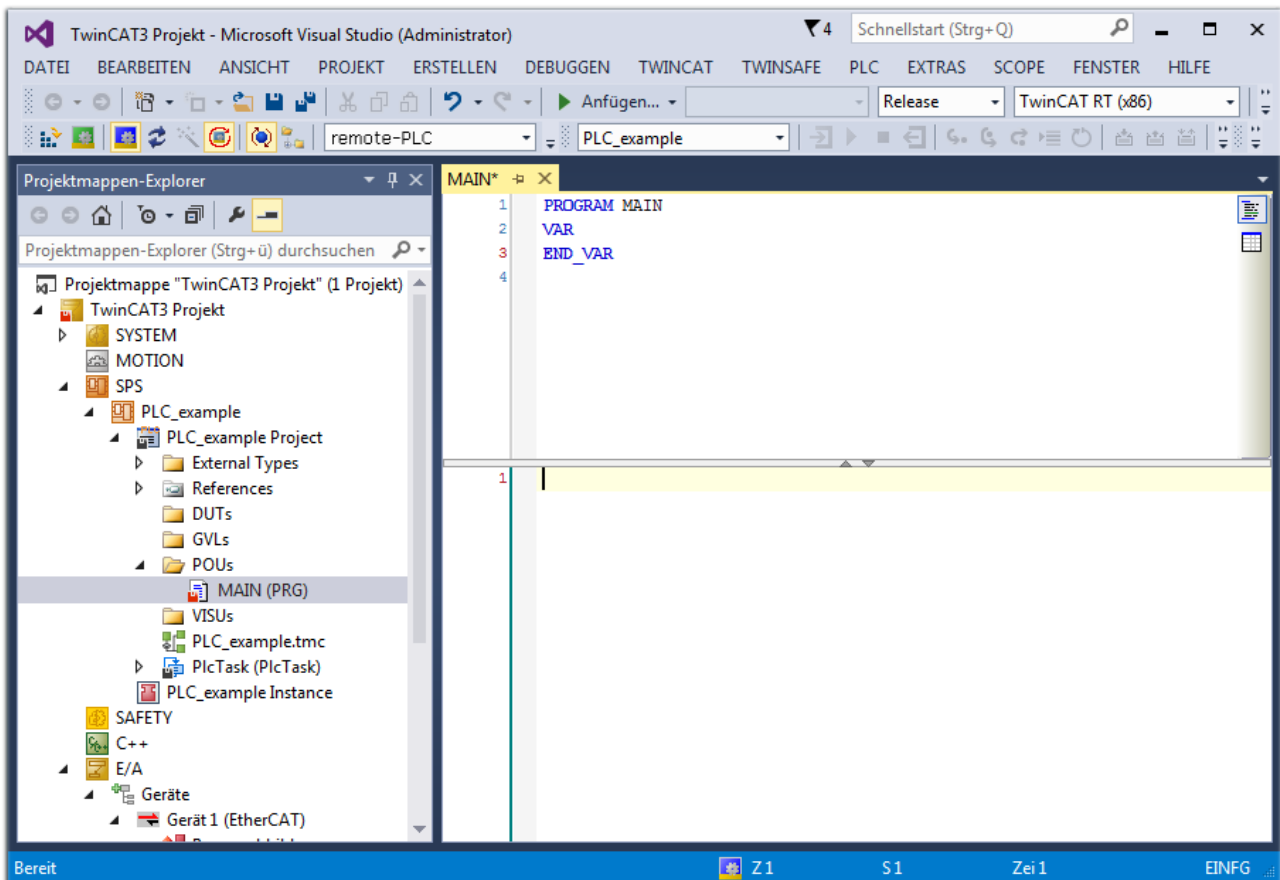


Abb. 69: Initiales Programm „Main“ des Standard PLC Projektes

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

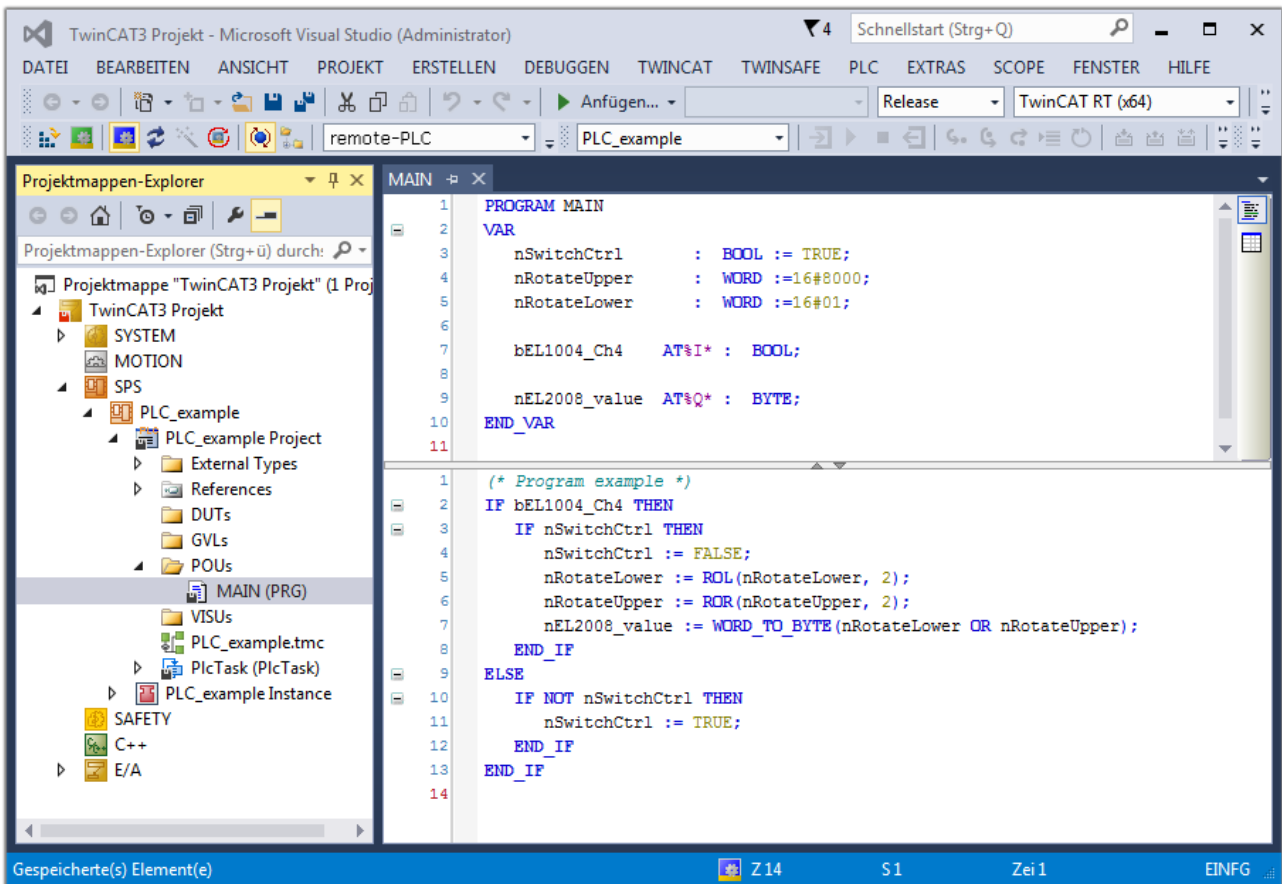


Abb. 70: Beispielprogramm mit Variablen nach einem Kompilervorgang (ohne Variablenanbindung)

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

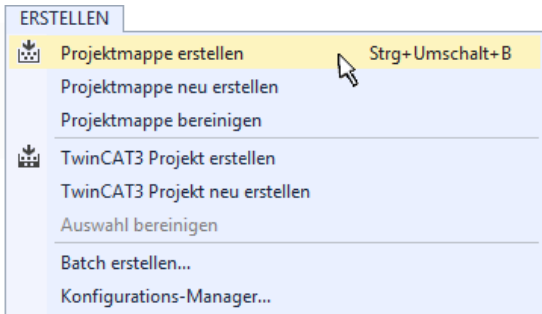
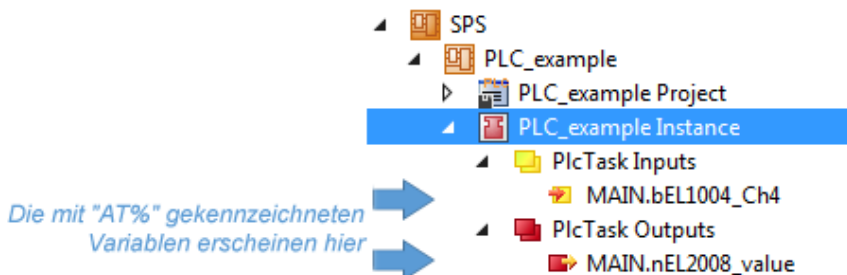


Abb. 71: Kompilierung des Programms starten

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:

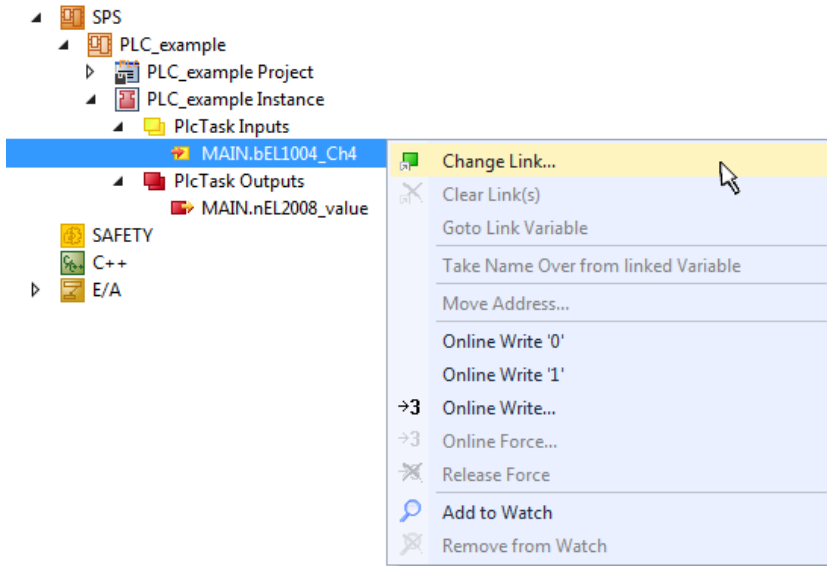


Abb. 72: Erstellen der Verknüpfungen PLC-Variablen zu Prozessobjekten

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

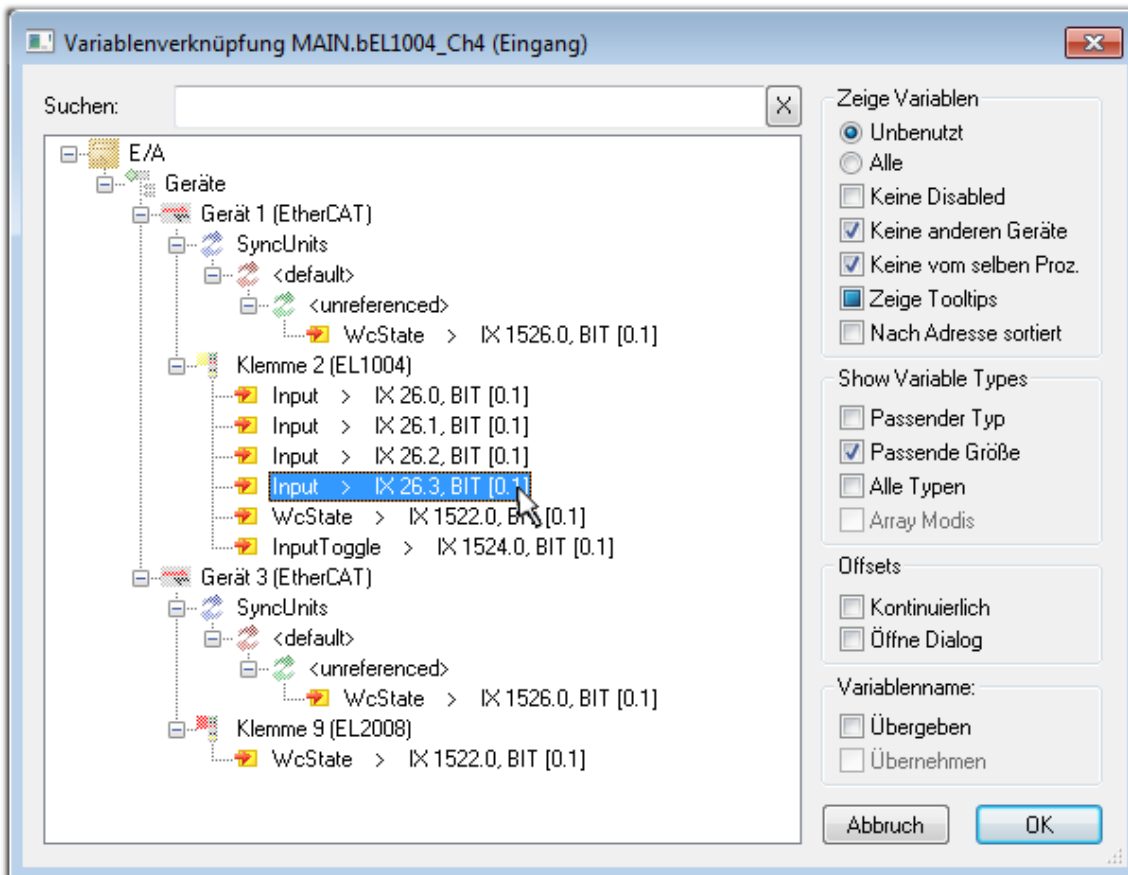


Abb. 73: Auswahl des PDO vom Typ BOOL

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:

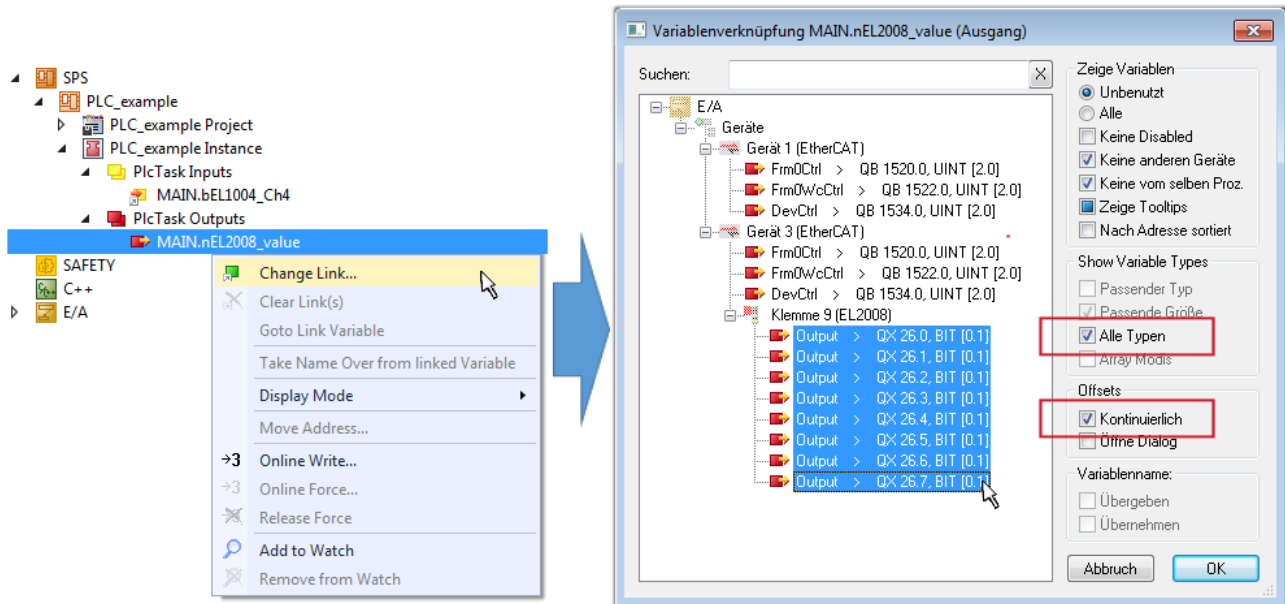



Abb. 74: Auswahl von mehreren PDO gleichzeitig: Aktivierung von „Kontinuierlich“ und „Alle Typen“

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:

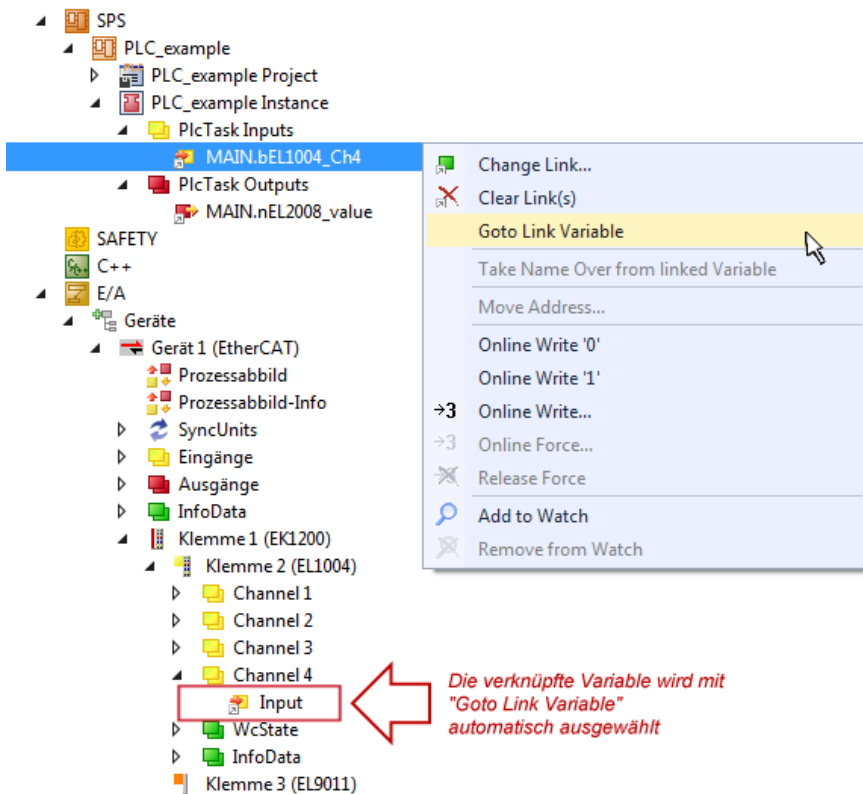


Abb. 75: Anwendung von "Goto Link Variable" am Beispiel von „MAIN.bEL1004\_Ch4“

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

**Hinweis zur Art der Variablen-Zuordnung**

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.

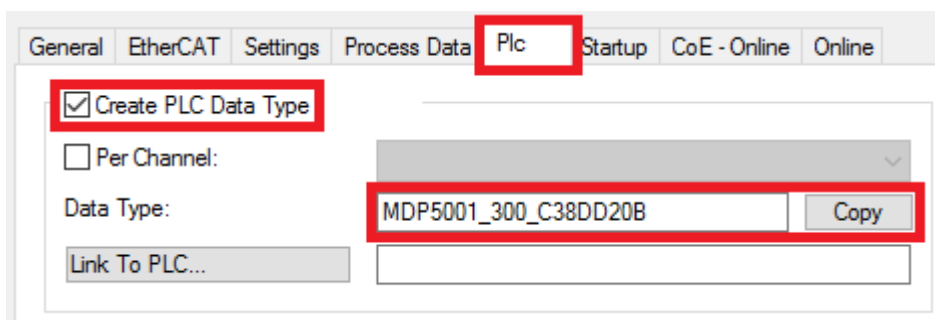


Abb. 76: Erzeugen eines SPS Datentyps

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. 77: 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.

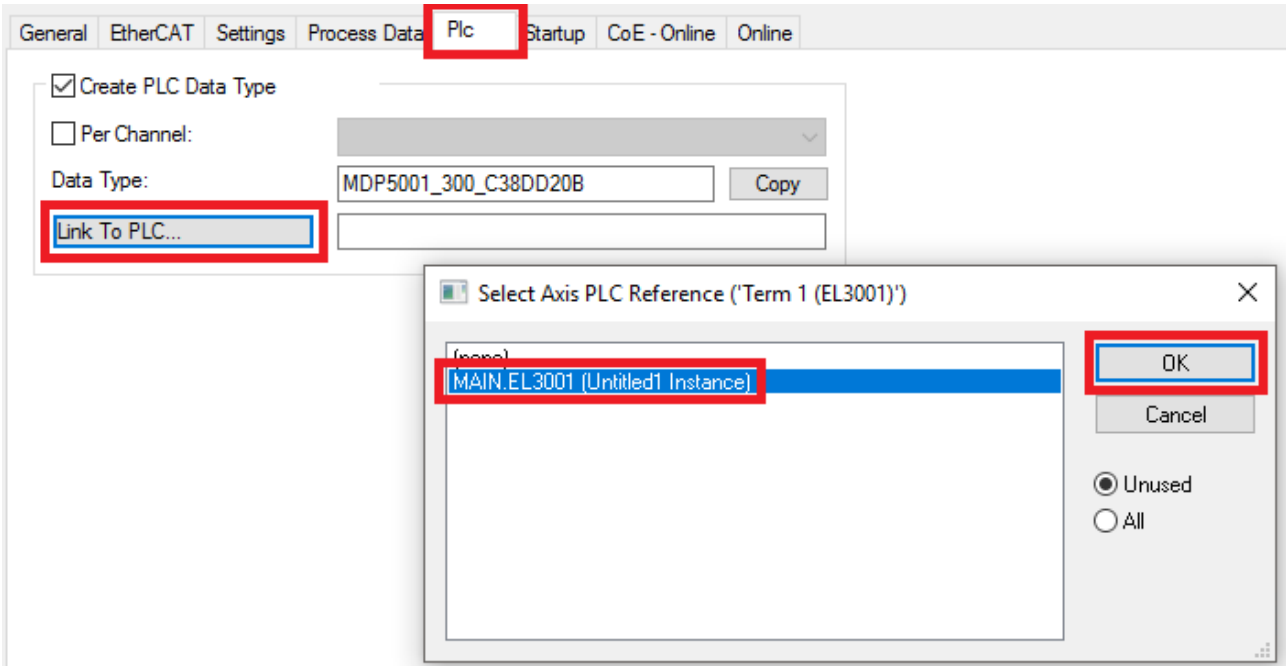


Abb. 78: Verknüpfung der Struktur

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

```

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

---


```

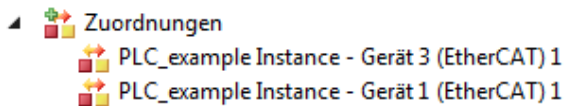
1  nVoltage := EL3001.MDP5001_300_Input.
2
3
4
    
```


Abb. 79: 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:



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

### Starten der Steuerung

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

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

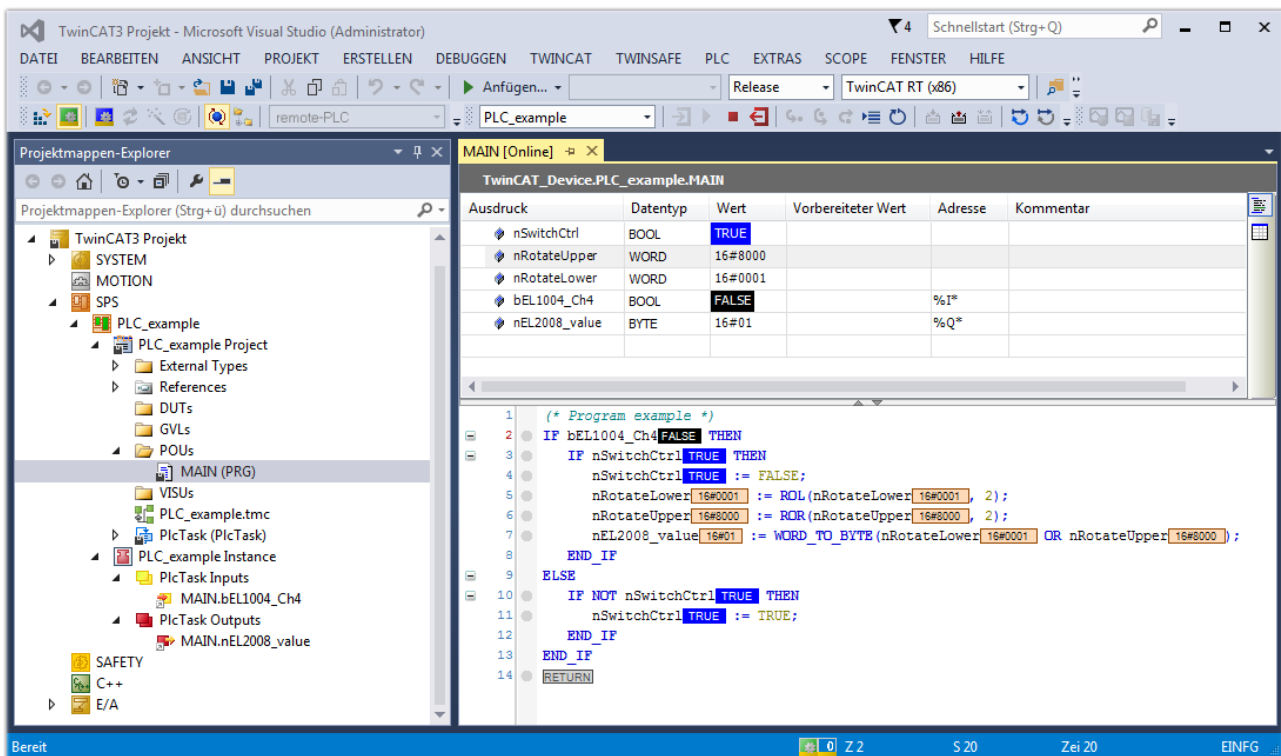




Abb. 80: TwinCAT 3 Entwicklungsumgebung (VS Shell): Logged-in, nach erfolgten Programmstart

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

## 5.2 TwinCAT Entwicklungsumgebung

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

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

### Details:

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

### Zusätzlich bietet:

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

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

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

### 5.2.1 Installation TwinCAT Realtime Treiber

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

Dies kann auf mehreren Wegen vorgenommen werden.

**A: Über den TwinCAT Adapter-Dialog**

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

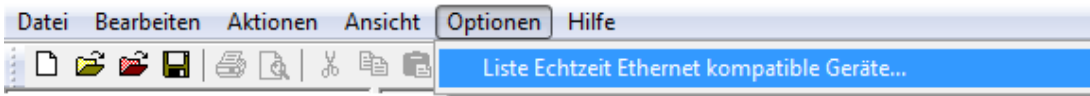


Abb. 81: Aufruf im System Manager (TwinCAT 2)

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

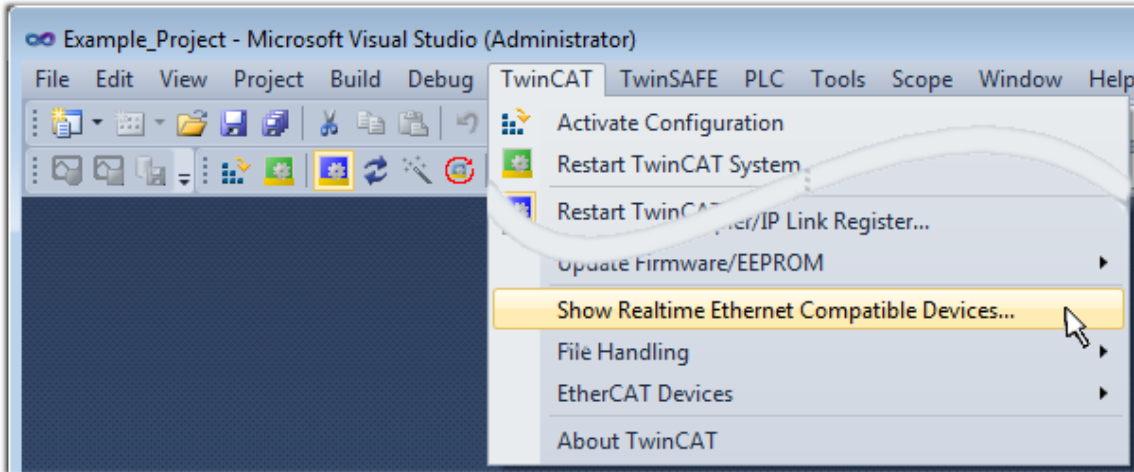


Abb. 82: Aufruf in VS Shell (TwinCAT 3)

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

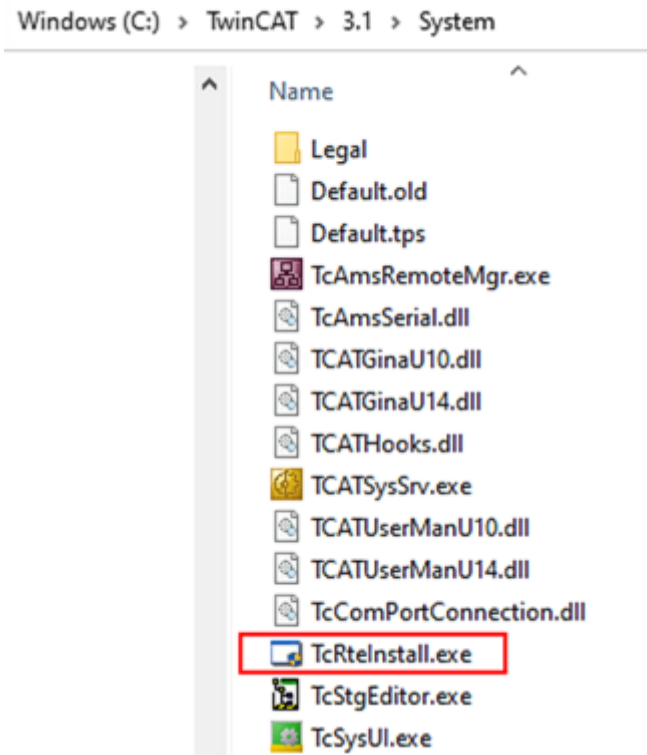


Abb. 83: TcRtelInstall.exe im TwinCAT-Verzeichnis

In beiden Fällen erscheint der folgende Dialog:

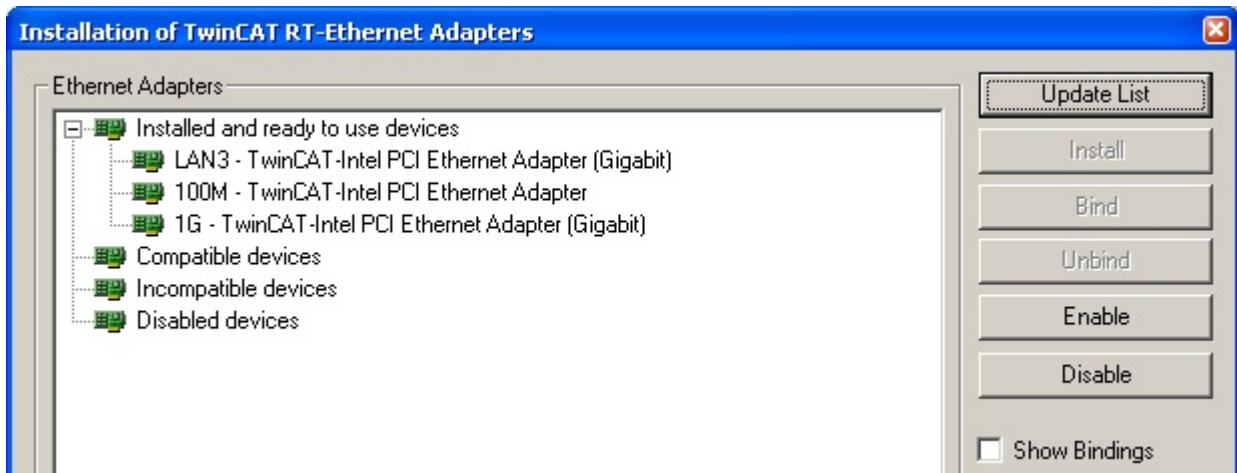


Abb. 84: Übersicht Netzwerkschnittstellen

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

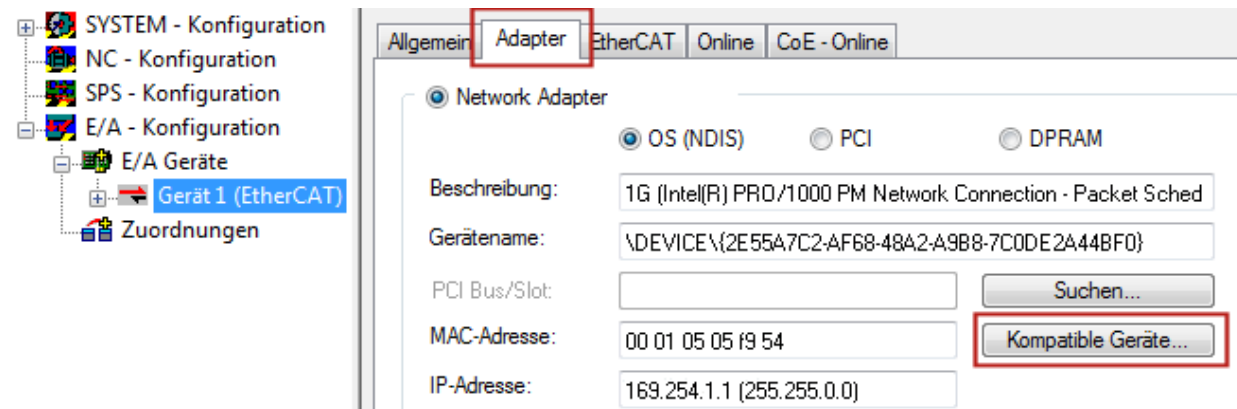
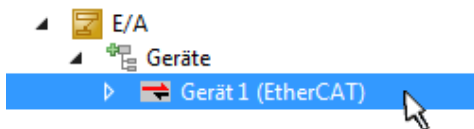


Abb. 85: Eigenschaft von EtherCAT Gerät (TwinCAT 2): Klick auf „Kompatible Geräte...“ von „Adapter“

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)



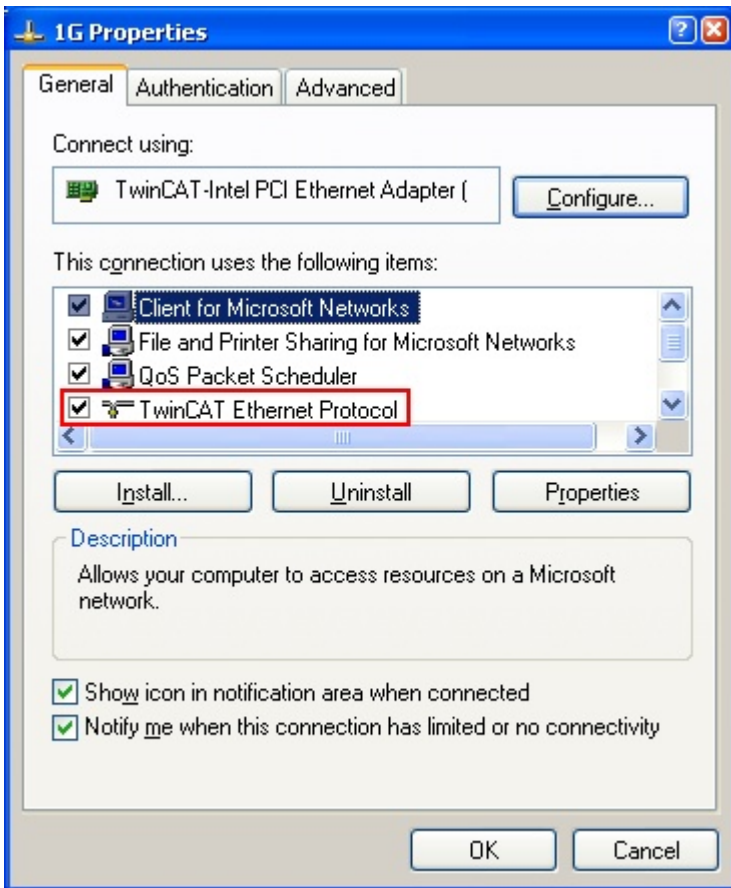


Abb. 86: Windows-Eigenschaften der Netzwerkschnittstelle

Eine korrekte Einstellung des Treibers könnte wie folgt aussehen:

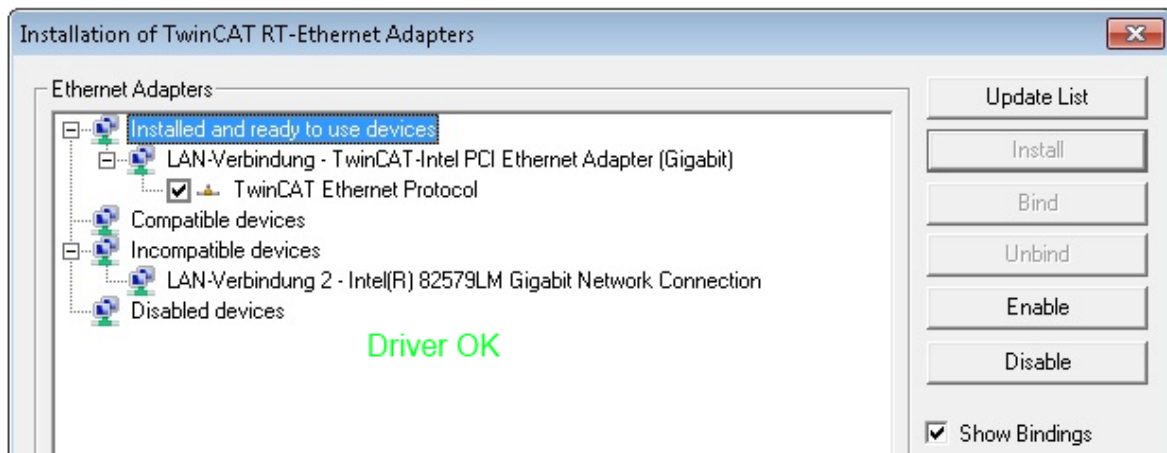


Abb. 87: Beispielhafte korrekte Treiber-Einstellung des Ethernet Ports

Andere mögliche Einstellungen sind zu vermeiden:

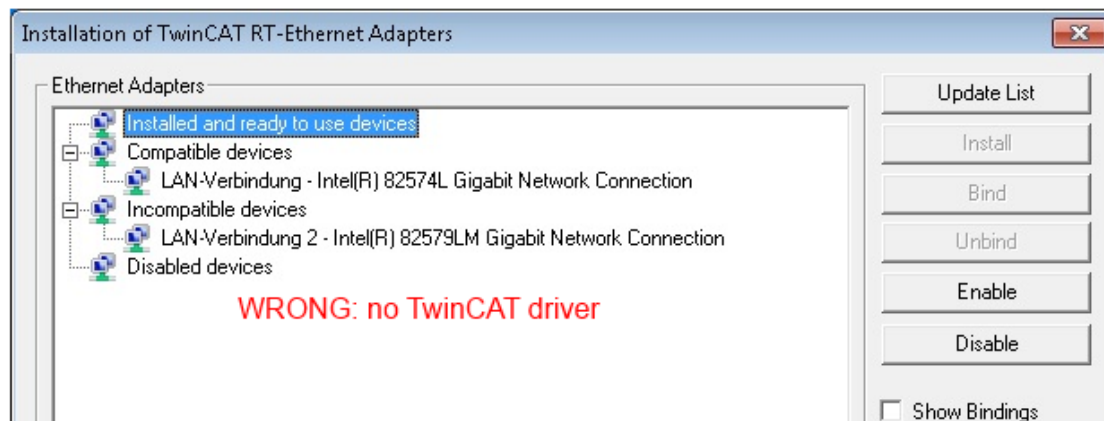
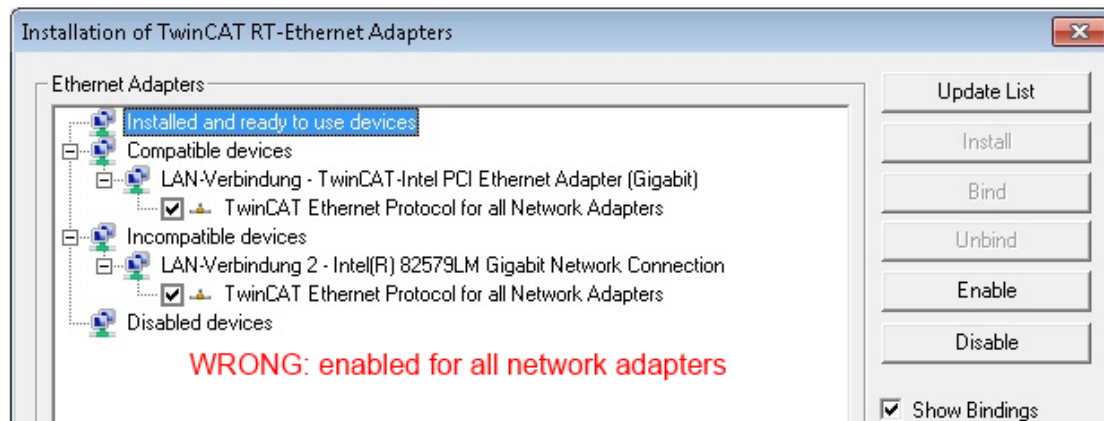
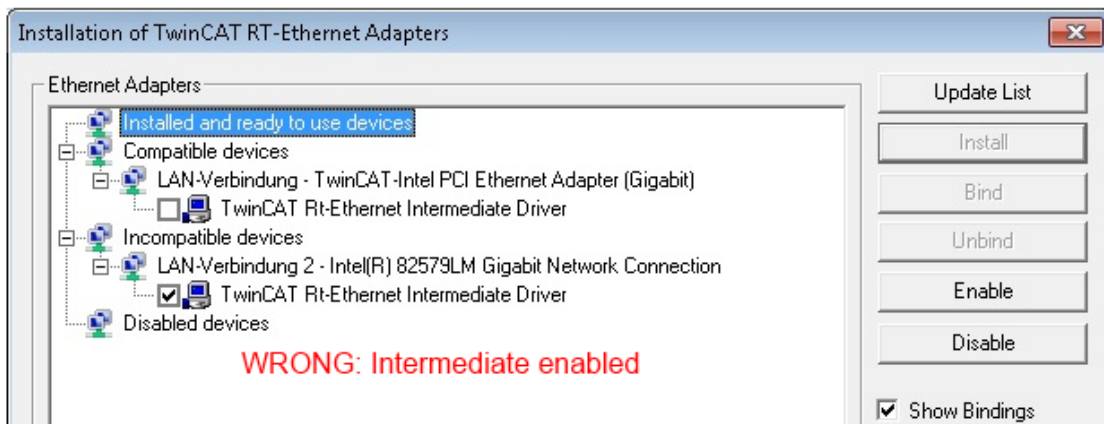
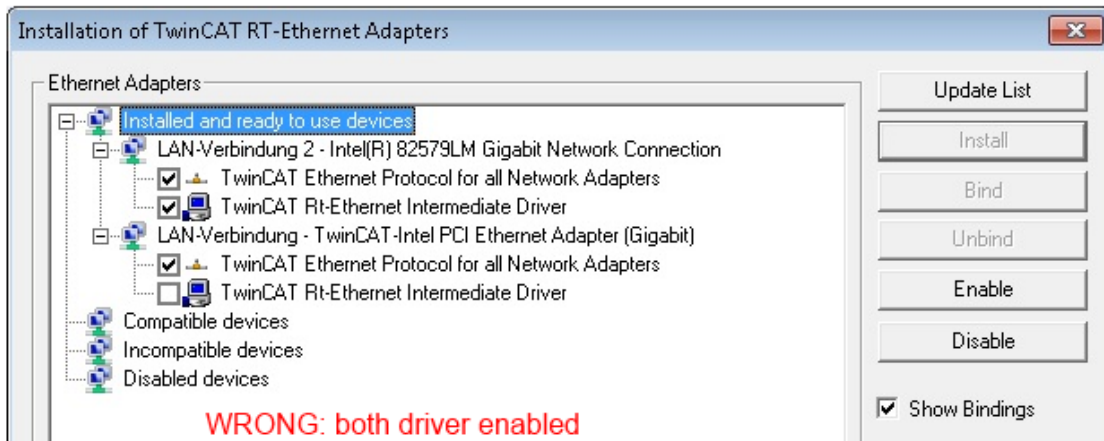


Abb. 88: Fehlerhafte Treiber-Einstellungen des Ethernet Ports

IP-Adresse des verwendeten Ports

**i** IP Adresse/DHCP

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

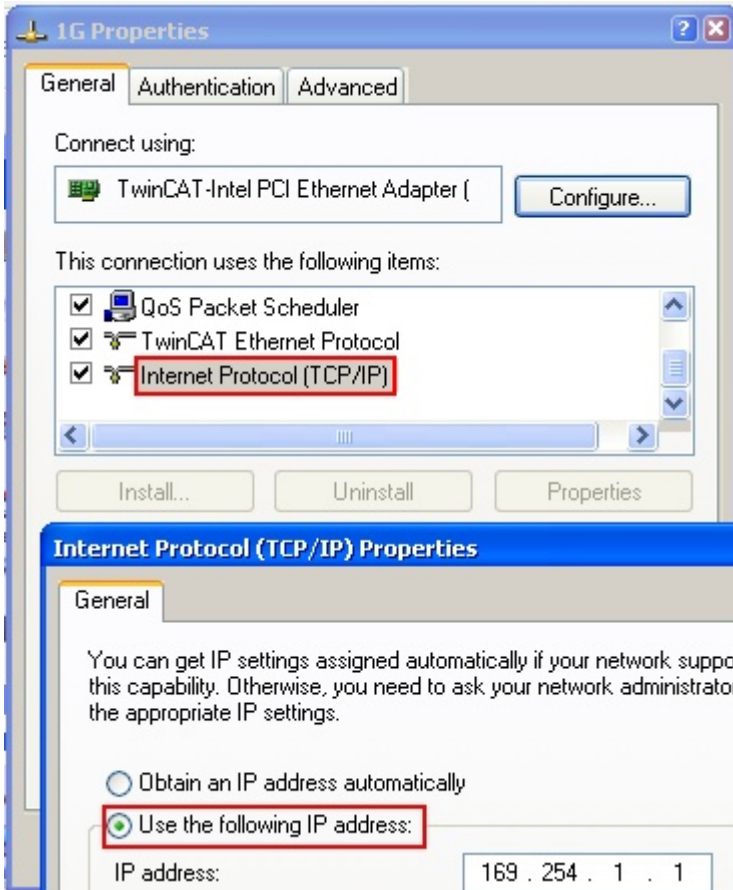


Abb. 89: TCP/IP-Einstellung des Ethernet Ports

## 5.2.2 Hinweise ESI-Gerätebeschreibung

### Installation der neuesten ESI-Device-Description

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

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

Die ESI-Dateien sind im Installationsverzeichnis von TwinCAT abzulegen.

Standardeinstellungen:

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

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

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

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

**TwinCAT 2:** Options → „Update EtherCAT Device Descriptions“

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

Hierfür steht der [TwinCAT ESI Updater \[► 104\]](#) zur Verfügung.



#### ESI

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

### Geräteunterscheidung

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

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

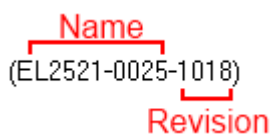


Abb. 90: Gerätebezeichnung: Struktur

Die Bestellbezeichnung aus Typ + Version (hier: EL2521-0010) beschreibt die Funktion des Gerätes. Die Revision gibt den technischen Fortschritt wieder und wird von Beckhoff verwaltet. Prinzipiell kann ein Gerät mit höherer Revision ein Gerät mit niedrigerer Revision ersetzen, wenn z. B. in der Dokumentation nicht anders angegeben. Jeder Revision zugehörig ist eine eigene ESI-Beschreibung. Siehe weitere Hinweise.

## 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.

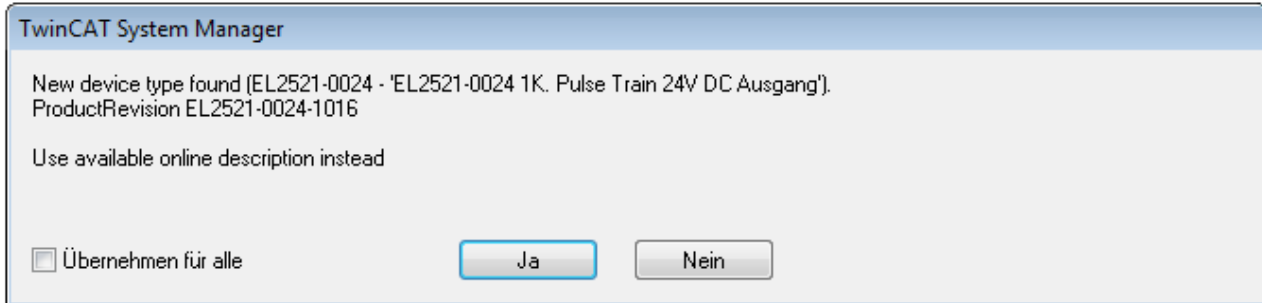


Abb. 91: Hinweisfenster OnlineDescription (TwinCAT 2)

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

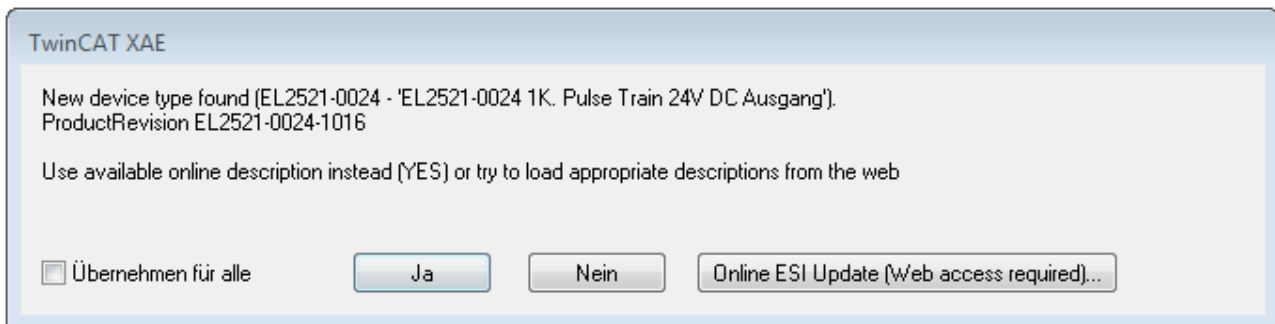


Abb. 92: Hinweisfenster OnlineDescription (TwinCAT 3)

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

### HINWEIS

#### Veränderung der „üblichen“ Konfiguration durch Scan

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

Siehe dazu insbesondere das Kapitel „[Allgemeine Hinweise zur Verwendung von Beckhoff EtherCAT IO-Komponenten](#)“ und zur manuellen Konfigurationserstellung das Kapitel „[Offline Konfigurationserstellung](#) |▶ 105|“.

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. 93: 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*).

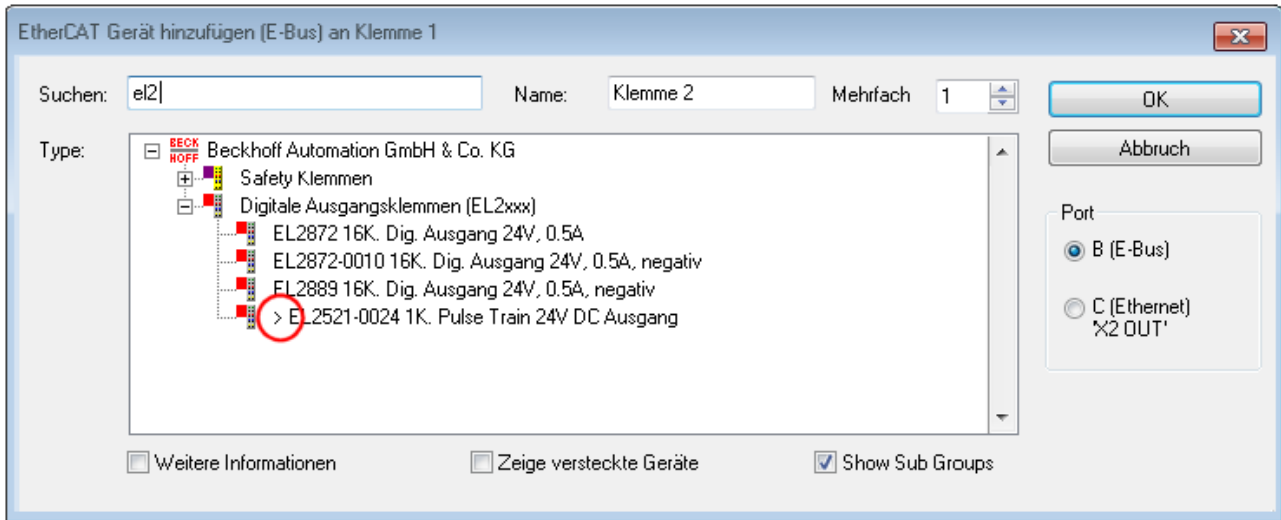


Abb. 94: Kennzeichnung einer online erfassten ESI am Beispiel EL2521

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.

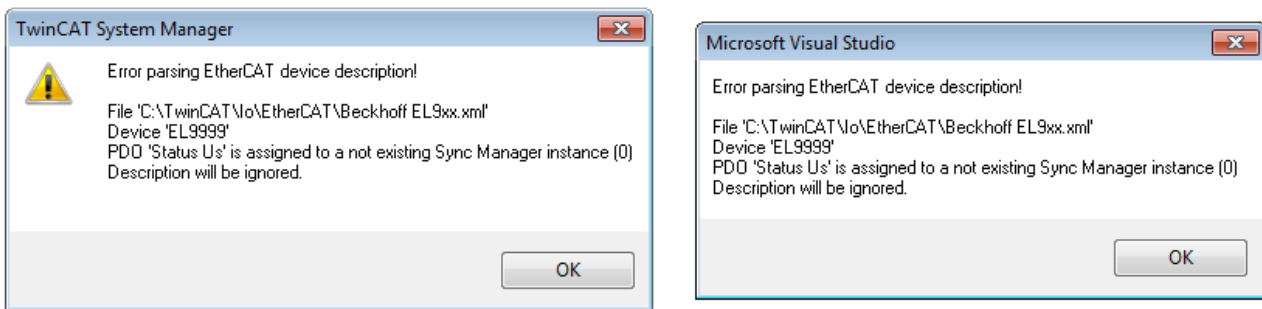


Abb. 95: Hinweisfenster fehlerhafte ESI-Datei (links: TwinCAT 2; rechts: TwinCAT 3)

Ursachen dafür können sein

- Aufbau der \*.xml entspricht nicht der zugehörigen \*.xsd-Datei → prüfen Sie die Ihnen vorliegenden Schemata
- Inhalt kann nicht in eine Gerätebeschreibung übersetzt werden → Es ist der Hersteller der Datei zu kontaktieren

### 5.2.3 TwinCAT ESI Updater

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

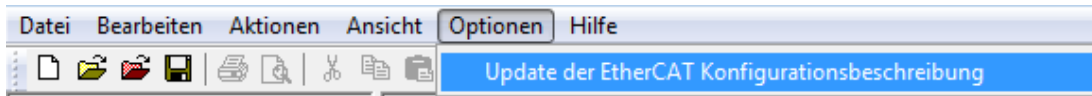


Abb. 96: Anwendung des ESI Updater (>=TwinCAT 2.11)

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

Auswahl bei TwinCAT 3:

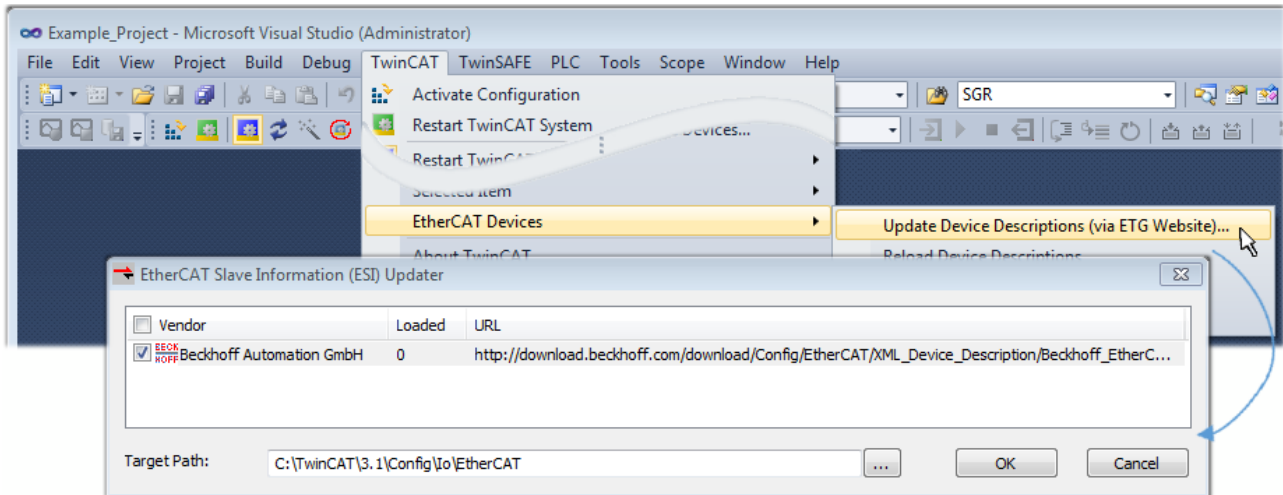


Abb. 97: Anwendung des ESI Updater (TwinCAT 3)

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

Der Aufruf erfolgt unter:  
„TwinCAT“ → „EtherCAT Devices“ → „Update Device Description (via ETG Website)...“.

### 5.2.4 Unterscheidung Online/Offline

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

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

In jedem Fall prüft der EtherCAT Master bei jedem realen Hochlauf, ob die vorgefundenen Slaves der Konfiguration entsprechen. Dieser Test kann in den erweiterten Slave-Einstellungen parametrisiert werden. Siehe hierzu den [Hinweis „Installation der neuesten ESI-XML-Device-Description“](#) [► 100].

#### 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 [▶ 110] (Ethernet-Port am IPC)
- Erkennen der angeschlossenen EtherCAT-Teilnehmer [▶ 111]. Dieser Schritt kann auch unabhängig vom vorangehenden durchgeführt werden.
- Problembehandlung [▶ 114]

Auch kann der Scan bei bestehender Konfiguration [▶ 115] zum Vergleich durchgeführt werden.

## 5.2.5 OFFLINE Konfigurationserstellung

### Anlegen des Geräts EtherCAT

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

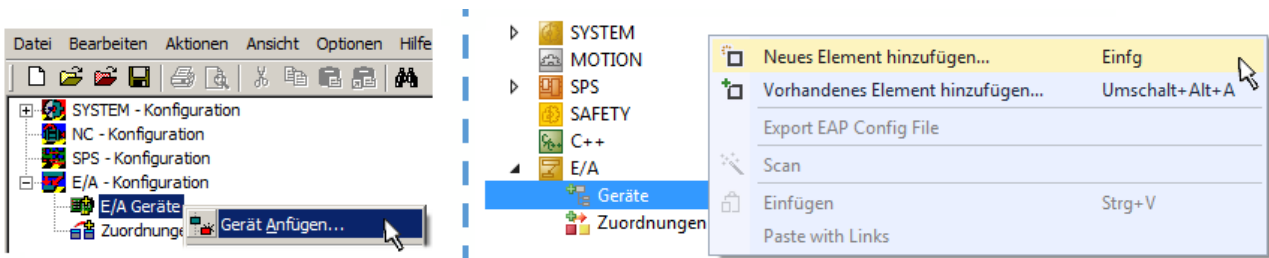


Abb. 98: Anfügen eines EtherCAT Device: links TwinCAT 2; rechts TwinCAT 3

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.

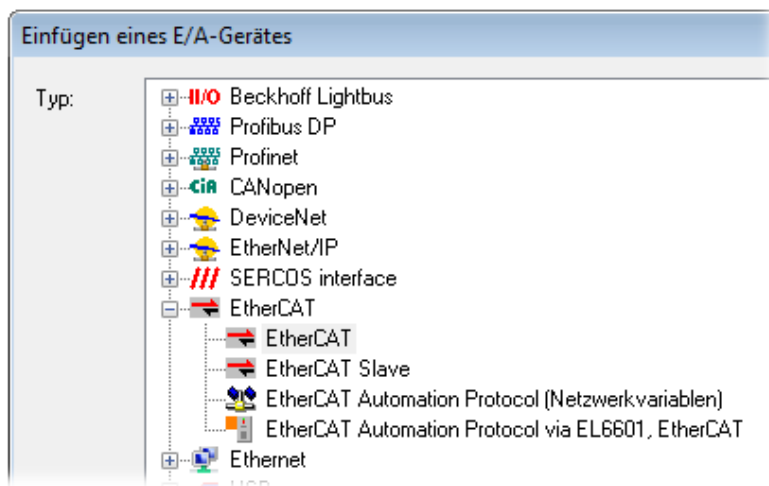


Abb. 99: Auswahl EtherCAT Anschluss (TwinCAT 2.11, TwinCAT 3)

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

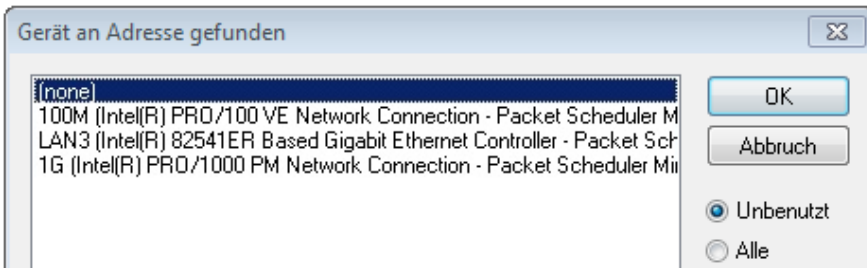


Abb. 100: Auswahl Ethernet Port

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)“.

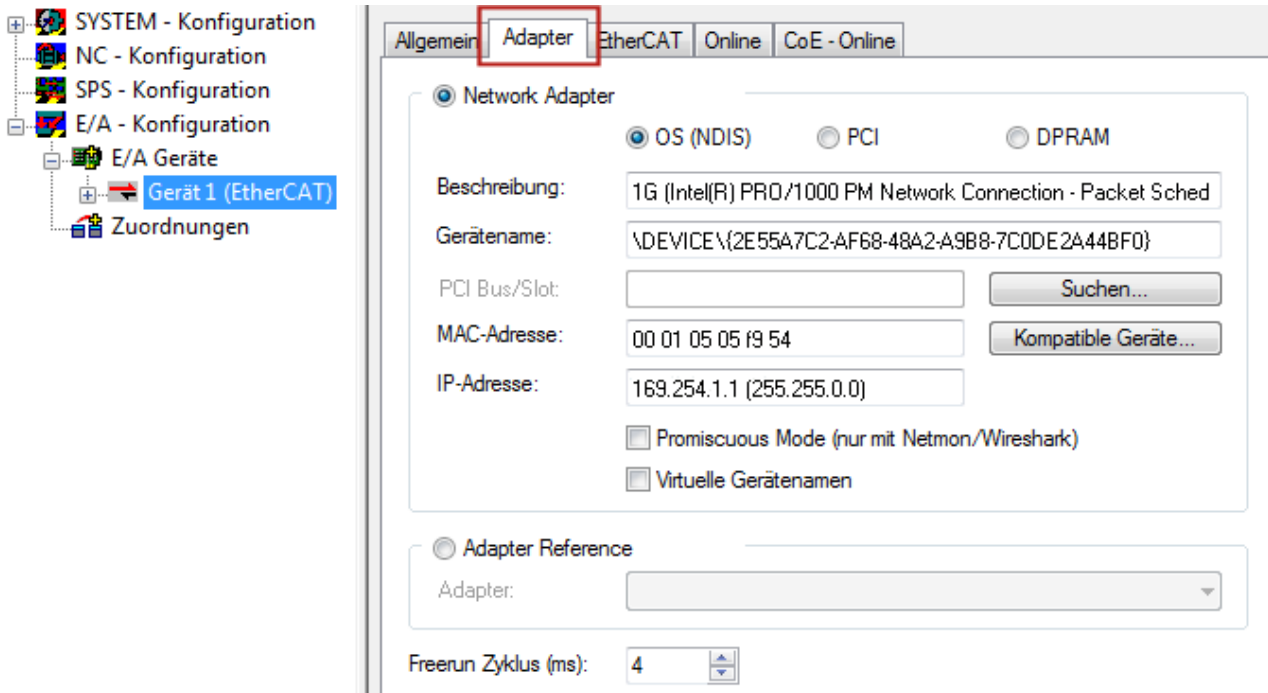
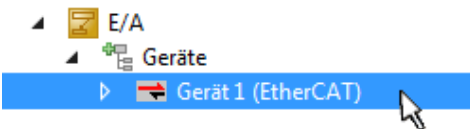


Abb. 101: Eigenschaften EtherCAT Gerät (TwinCAT 2)

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



**i Auswahl Ethernet Port**

Es können nur Ethernet Ports für ein EtherCAT Gerät ausgewählt werden, für die der TwinCAT Realtime-Treiber installiert ist. Dies muss für jeden Port getrennt vorgenommen werden. Siehe dazu die entsprechende [Installationsseite](#) [|> 94](#)].

**Definieren von EtherCAT Slaves**

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

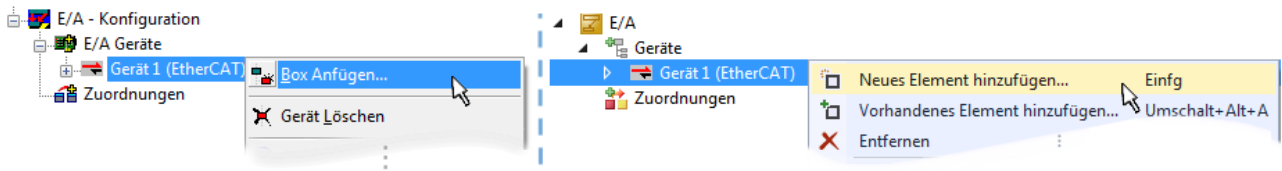


Abb. 102: Anfügen von EtherCAT Geräten (links: TwinCAT 2; rechts: TwinCAT 3)

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

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

Übersicht Übertragungsphysik

- „Ethernet“: Kabelgebunden 100BASE-TX: EK-Koppler, EP-Boxen, Geräte mit RJ45/M8/M12-Konnectore
- „E-Bus“: LVDS „Klemmenbus“ „EJ-Module“: EL/ES-Klemmen, diverse anreihbare Module

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

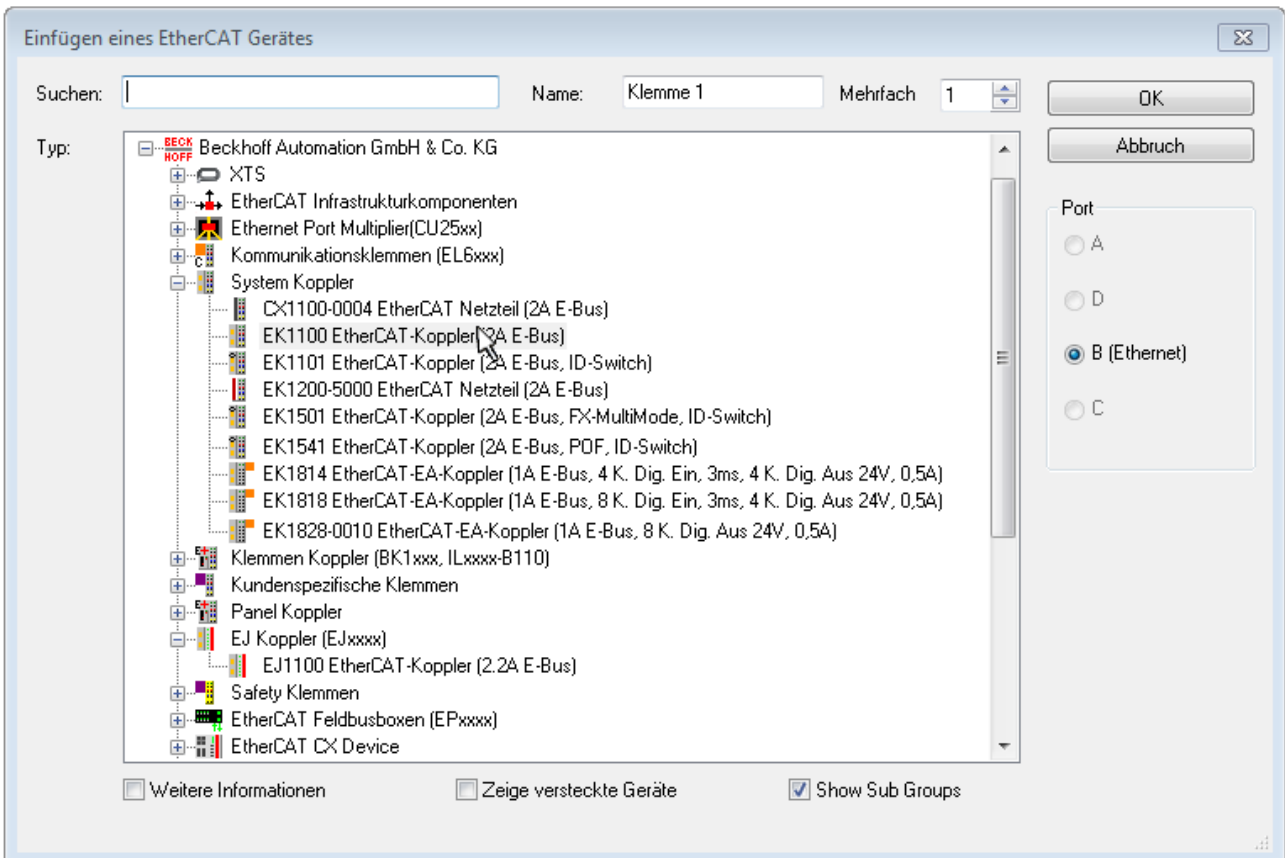


Abb. 103: Auswahldialog neues EtherCAT Gerät

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.

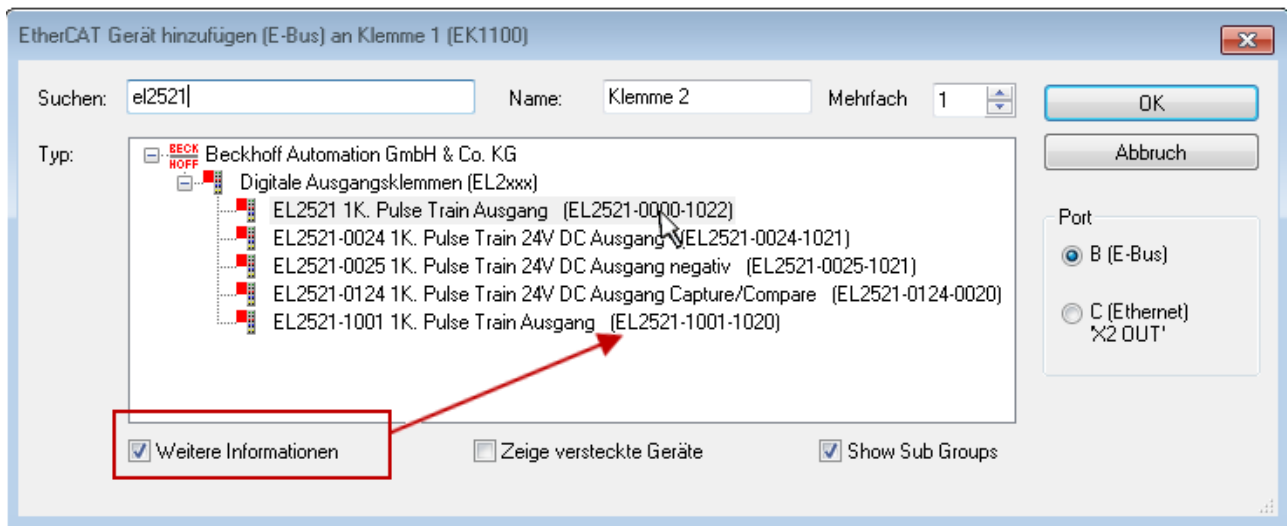


Abb. 104: Anzeige Geräte-Revision

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“.

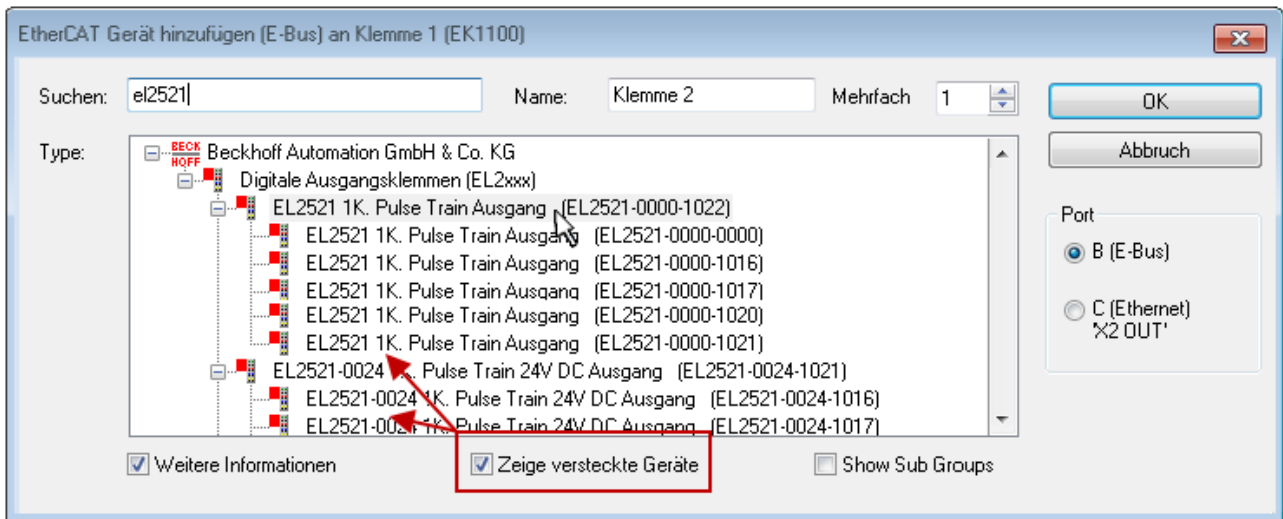


Abb. 105: Anzeige vorhergehender Revisionen

## ● Geräte-Auswahl nach Revision, Kompatibilität

**i** 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.

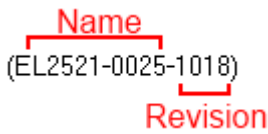


Abb. 106: Name/Revision Klemme

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

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

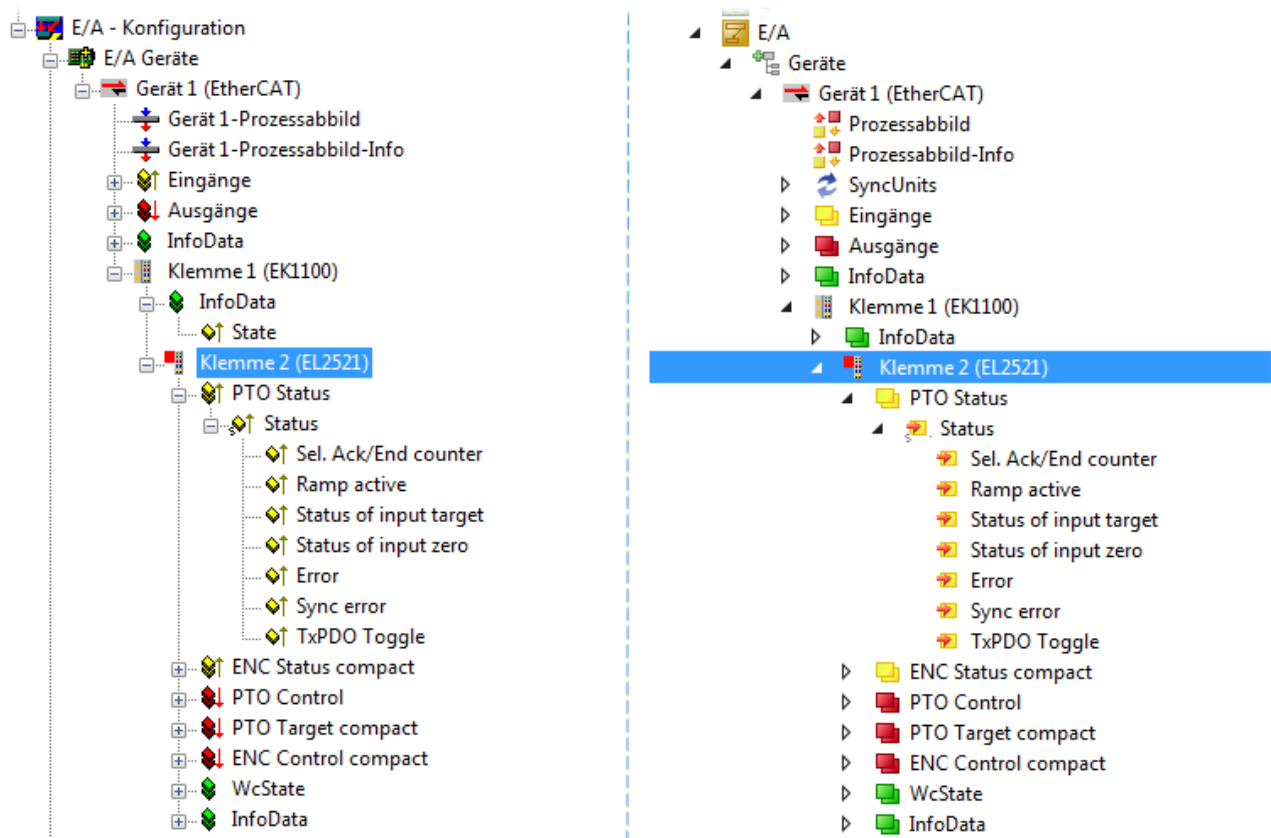




Abb. 107: EtherCAT Klemme im TwinCAT-Baum (links: TwinCAT 2; rechts: TwinCAT 3)



## 5.2.6 ONLINE Konfigurationserstellung

### Erkennen/Scan des Geräts EtherCAT

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

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

TwinCAT lässt sich in diesem Modus versetzen:

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

### ● Online Scannen im Config Mode

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



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



Abb. 108: 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.

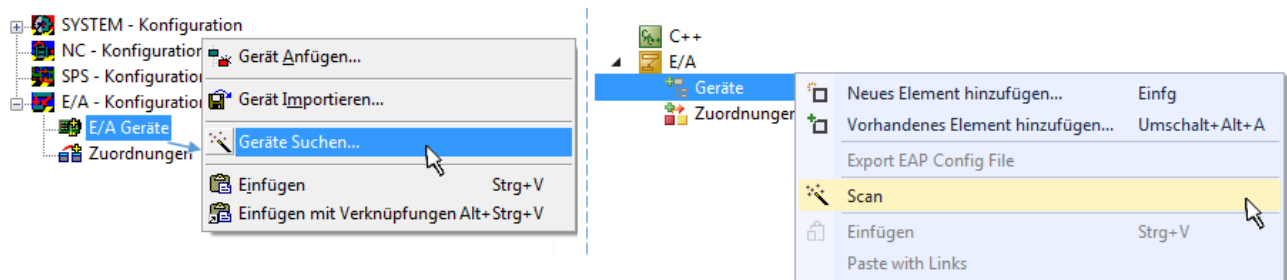


Abb. 109: Scan Devices (links: TwinCAT 2; rechts: TwinCAT 3)

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.

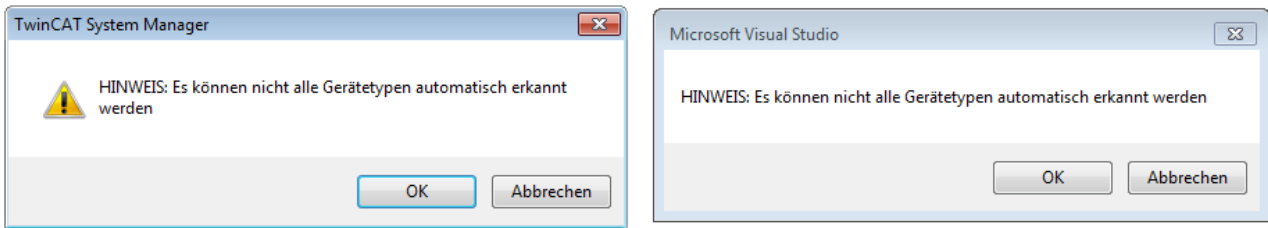


Abb. 110: Hinweis automatischer GeräteScan (links: TwinCAT 2; rechts: TwinCAT 3)

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.

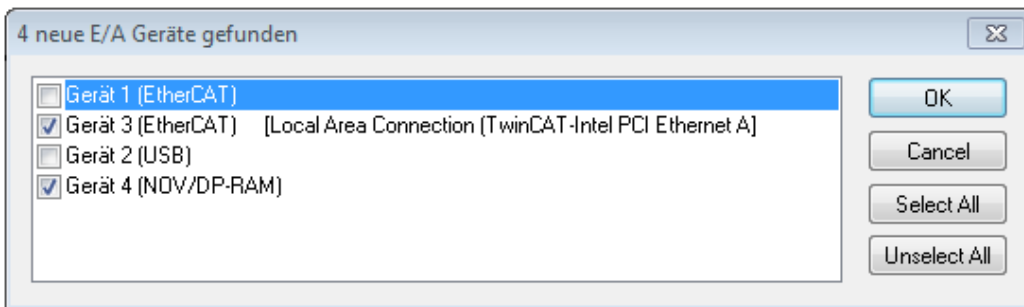


Abb. 111: Erkannte Ethernet-Geräte

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

**● Auswahl Ethernet Port**

**i** Es können nur Ethernet Ports für ein EtherCAT Gerät ausgewählt werden, für die der TwinCAT Realtime-Treiber installiert ist. Dies muss für jeden Port getrennt vorgenommen werden. Siehe dazu die entsprechende [Installationsseite](#) [| 94](#)].

**Erkennen/Scan der EtherCAT Teilnehmer**

**● Funktionsweise Online Scan**

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

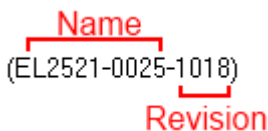


Abb. 112: Beispiel Default-Zustand

## HINWEIS

### Slave-Scan in der Praxis im Serienmaschinenbau

Die Scan-Funktion sollte mit Bedacht angewendet werden. Sie ist ein praktisches und schnelles Werkzeug, um für eine Inbetriebnahme eine Erst-Konfiguration als Arbeitsgrundlage zu erzeugen. Im Serienmaschinenbau bzw. bei Reproduktion der Anlage sollte die Funktion aber nicht mehr zur Konfigurationserstellung verwendet werden sondern ggf. zum [Vergleich](#) [► 115] 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:

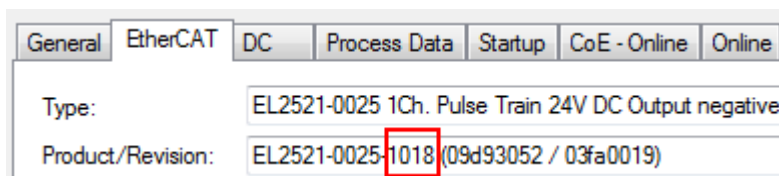


Abb. 113: Einbau EtherCAT-Klemme mit Revision -1018

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](#) [► 115] 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:

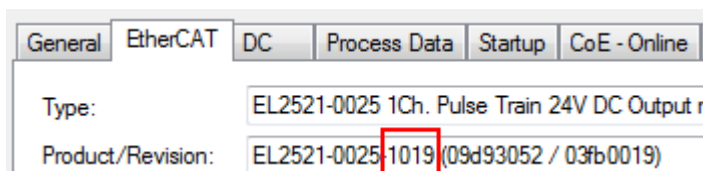


Abb. 114: Erkennen EtherCAT-Klemme mit Revision -1019

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

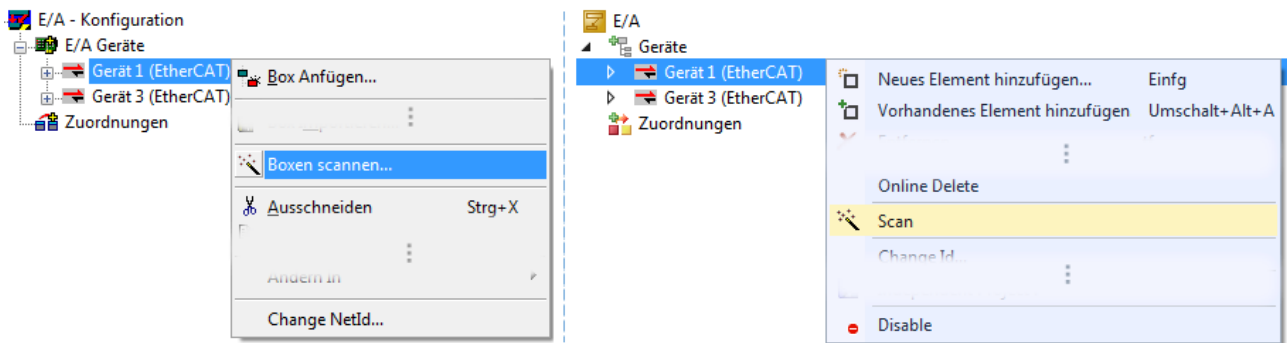


Abb. 116: Manuelles Auslösen des Teilnehmer-Scans auf festgelegtem EtherCAT Device (links: TwinCAT 2; rechts TwinCAT 3)

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



Abb. 117: Scanfortschritt am Beispiel von TwinCAT 2

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

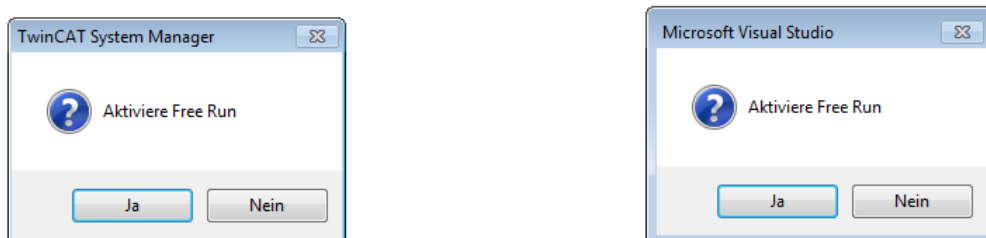


Abb. 118: Abfrage Config/FreeRun (links: TwinCAT 2; rechts TwinCAT 3)

Im Config/FreeRun-Mode wechselt die System Manager Anzeige blau/rot und das EtherCAT Gerät wird auch ohne aktive Task (NC, PLC) mit der Freilauf-Zykluszeit von 4 ms (Standardeinstellung) betrieben.



Abb. 119: Anzeige des Wechsels zwischen „Free Run“ und „Config Mode“ unten rechts in der Statusleiste



Abb. 120: TwinCAT kann auch durch einen Button in diesen Zustand versetzt werden (links: TwinCAT 2; rechts TwinCAT 3)

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

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

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

Abb. 121: 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 \[▶ 105\]](#) 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.

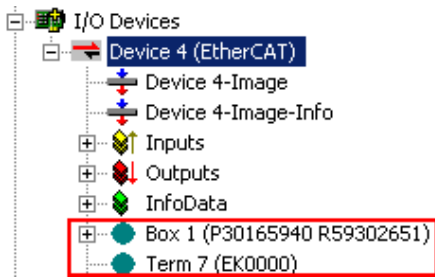


Abb. 122: Fehlerhafte Erkennung

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

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

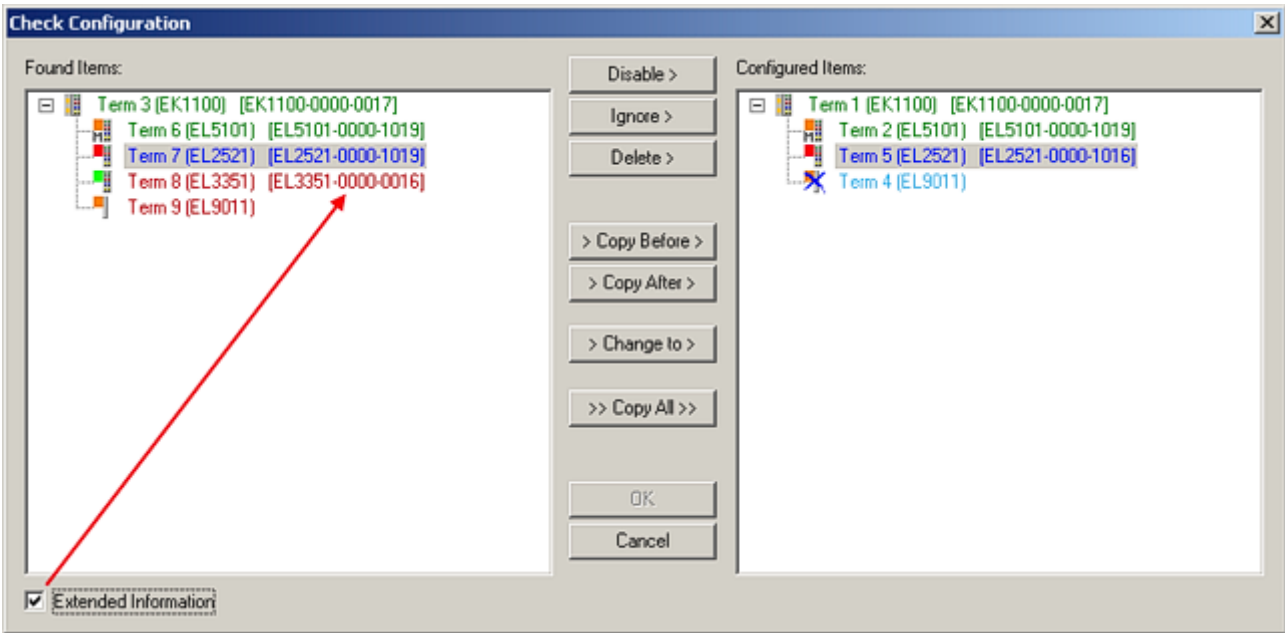


Abb. 124: Korrekturdialog

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

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

**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.

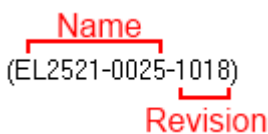


Abb. 125: Name/Revision Klemme

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.

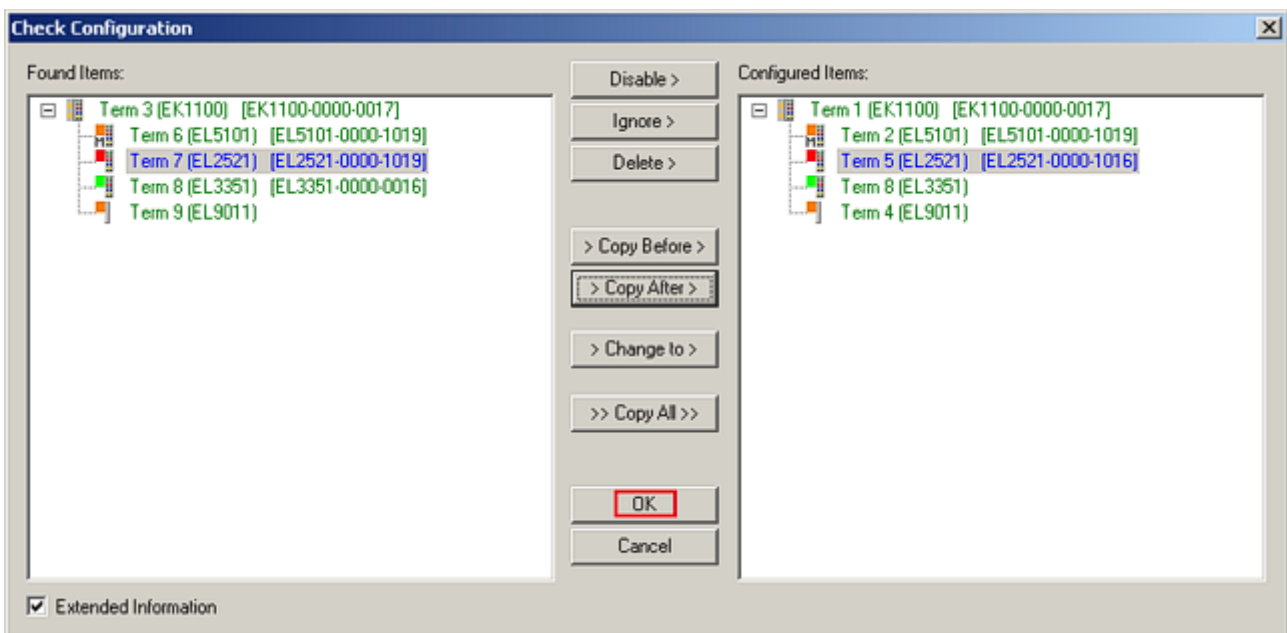


Abb. 126: Korrekturdialog mit Änderungen

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.

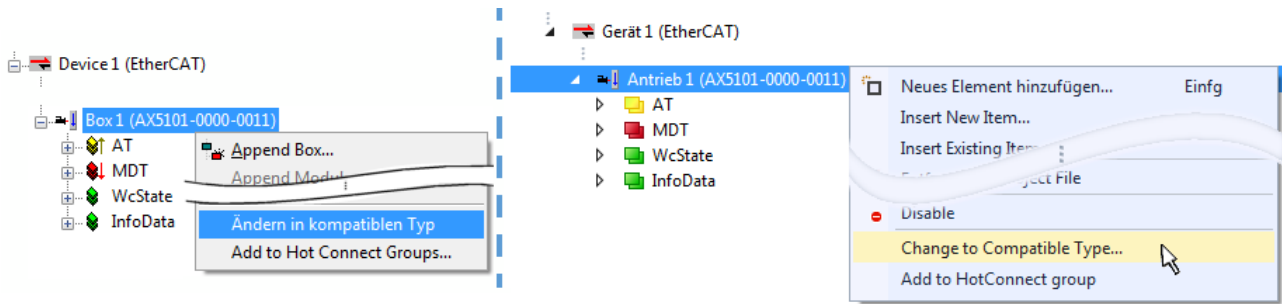


Abb. 127: Dialog „Change to Compatible Type...“ (links: TwinCAT 2; rechts TwinCAT 3)

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

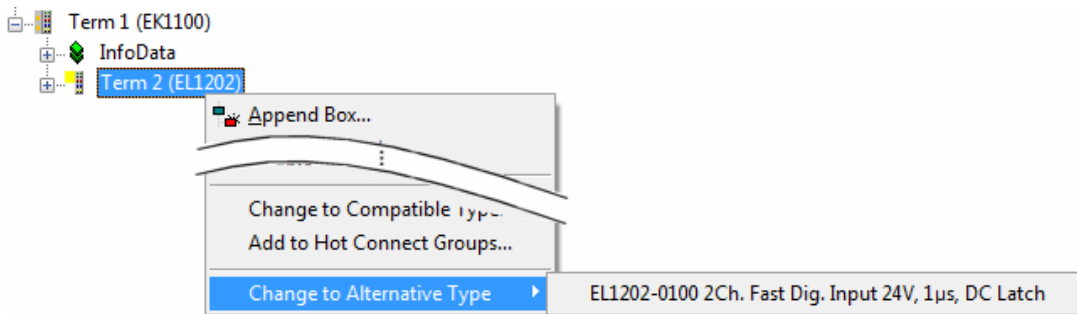


Abb. 128: TwinCAT 2 Dialog Change to Alternative Type

Wenn aufgerufen, sucht der System Manager in der bezogenen Geräte-ESI (hier im Beispiel: EL1202-0000) nach dort enthaltenen Angaben zu kompatiblen Geräten. Die Konfiguration wird geändert und gleichzeitig das ESI-EEPROM überschrieben - deshalb ist dieser Vorgang nur im Online-Zustand (ConfigMode) möglich.

## 5.2.7 EtherCAT Teilnehmerkonfiguration

Klicken Sie im linken Fenster des TwinCAT 2 System Managers bzw. bei der TwinCAT 3 Entwicklungsumgebung im Projektmappen-Explorer auf das Element der Klemme im Baum, die Sie konfigurieren möchten (im Beispiel: Klemme 3: EL3751).

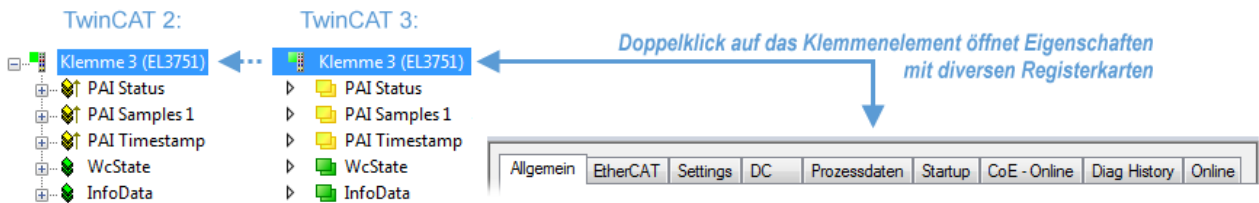


Abb. 129: „Baumzweig“ Element als Klemme EL3751

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“**

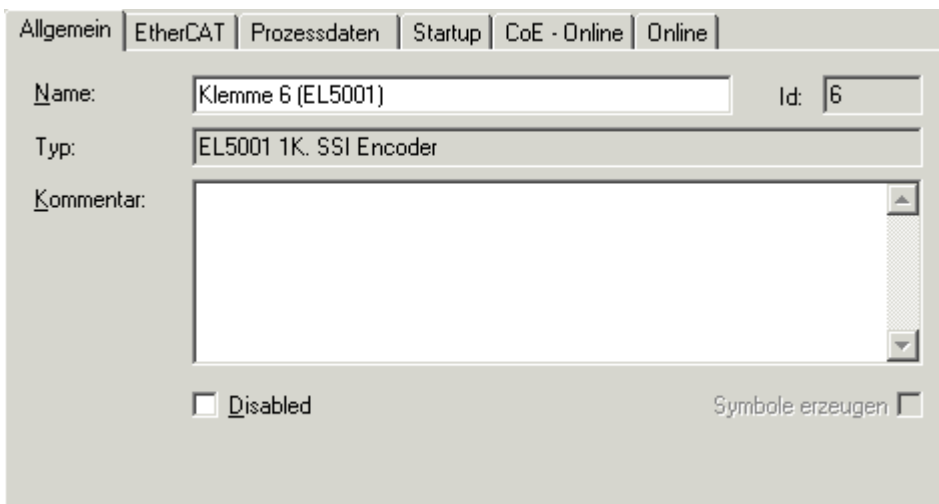


Abb. 130: Karteireiter „Allgemein“

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

**Karteireiter „EtherCAT“**

The screenshot shows a software interface for configuring an EtherCAT device. It features a tabbed menu at the top with options: Allgemein, EtherCAT (selected), Prozessdaten, Startup, CoE - Online, and Online. Below the menu, there are several input fields:
 

- Typ:** A text box containing 'EL5001 1K. SSI Encoder'.
- Produkt / Revision:** A text box containing 'EL5001-0000-0000'.
- Auto-Inc-Adresse:** A text box containing 'FFFF'.
- EtherCAT-Adresse:** A checkbox (unchecked) followed by a spin box containing '1006' and a button labeled 'Weitere Einstellungen...'.
- Vorgänger-Port:** A dropdown menu showing 'Klemme 5 (EL5001) - B'.

 At the bottom of the interface, there is a blue hyperlink: <http://www.beckhoff.de/german/default.htm?EtherCAT/EL5001.htm>

Abb. 131: 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 $0000_{hex}$ und für jeden weiteren Folgenden wird die Adresse um 1 verringert ( $FFFF_{hex}$ , $FFFE_{hex}$ usw.).
<b>EtherCAT Adr.</b>	Feste Adresse eines EtherCAT-Slaves. Diese Adresse wird vom EtherCAT-Master während der Start-Up-Phase vergeben. Um den Default-Wert zu ändern, müssen Sie zuvor das Kontrollkästchen links von dem Eingabefeld markieren.
<b>Vorgänger Port</b>	Name und Port des EtherCAT-Geräts, an den dieses Gerät angeschlossen ist. Falls es möglich ist, dieses Gerät mit einem anderen zu verbinden, ohne die Reihenfolge der EtherCAT-Geräte im Kommunikationsring zu ändern, dann ist dieses Kombinationsfeld aktiviert und Sie können das EtherCAT-Gerät auswählen, mit dem dieses Gerät verbunden werden soll.
<b>Weitere Einstellungen</b>	Diese Schaltfläche öffnet die Dialoge für die erweiterten Einstellungen.

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

**Karteireiter „Prozessdaten“**

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



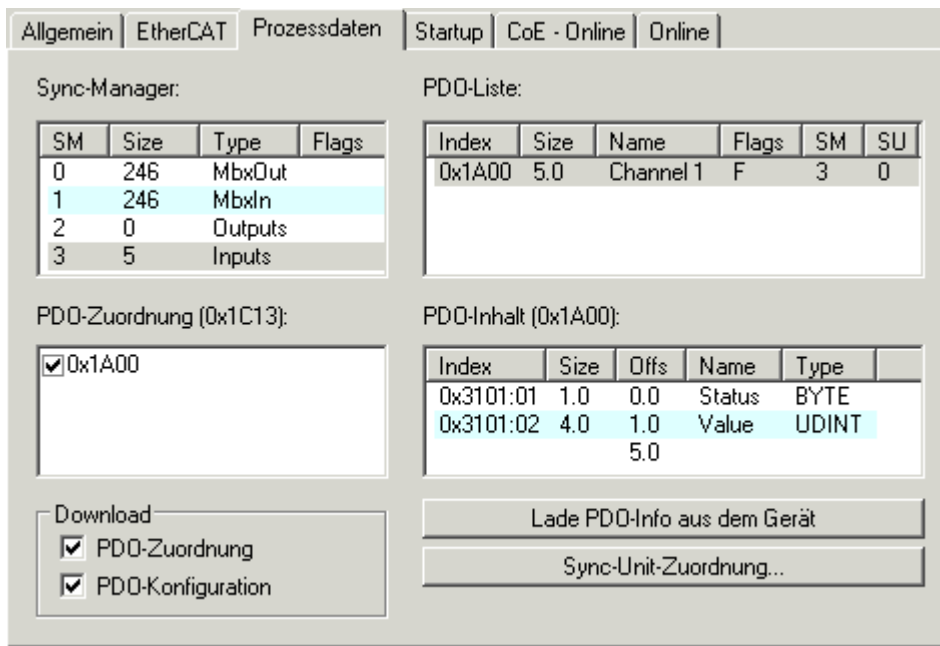


Abb. 132: Karteireiter „Prozessdaten“

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.

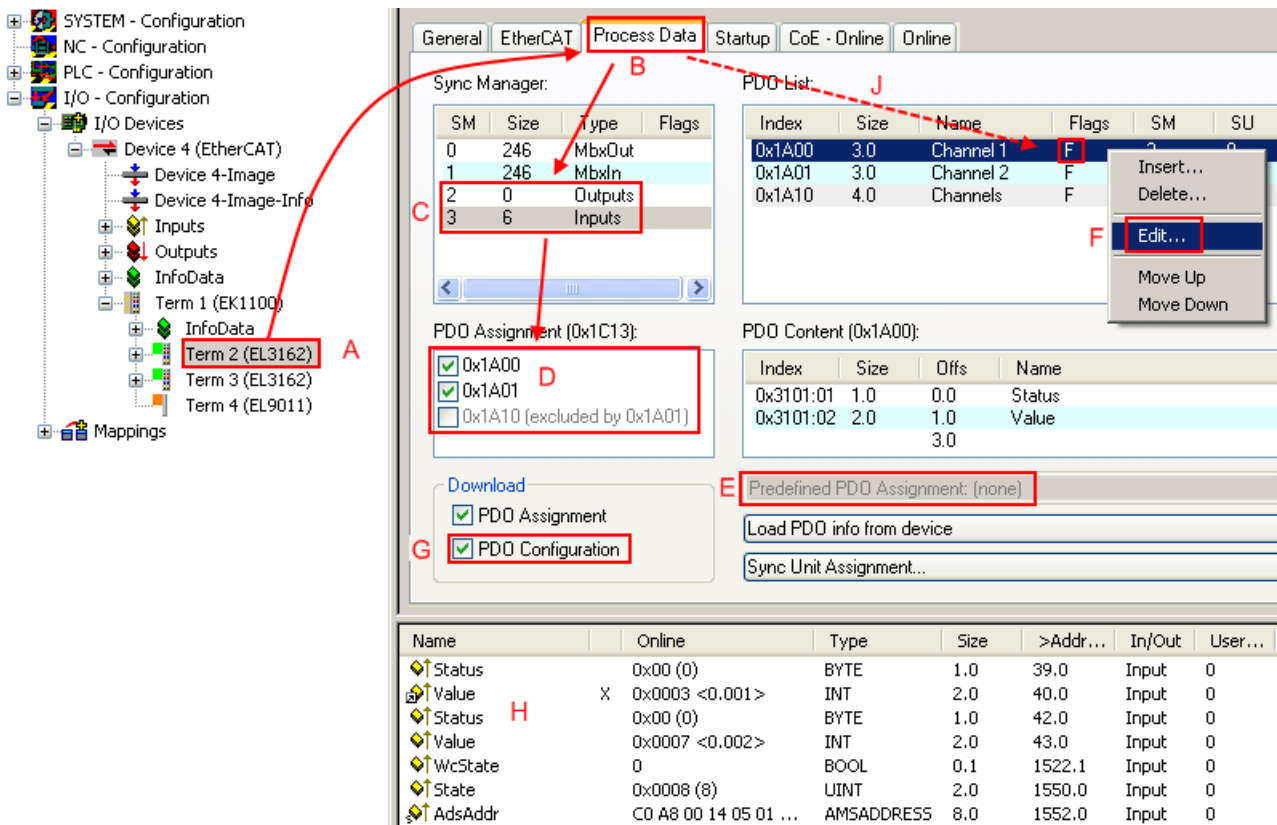


Abb. 133: Konfigurieren der Prozessdaten

### Manuelle Veränderung der Prozessdaten

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

Eine [detaillierte Beschreibung](#) [► 127] 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.

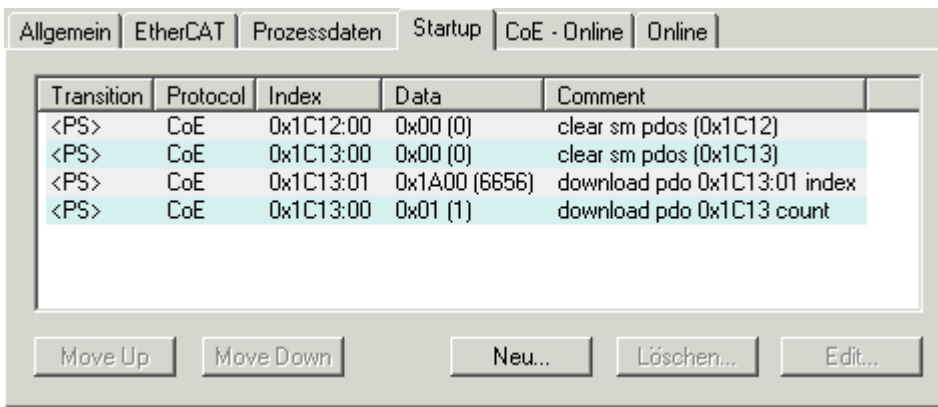


Abb. 134: Karteireiter „Startup“

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.

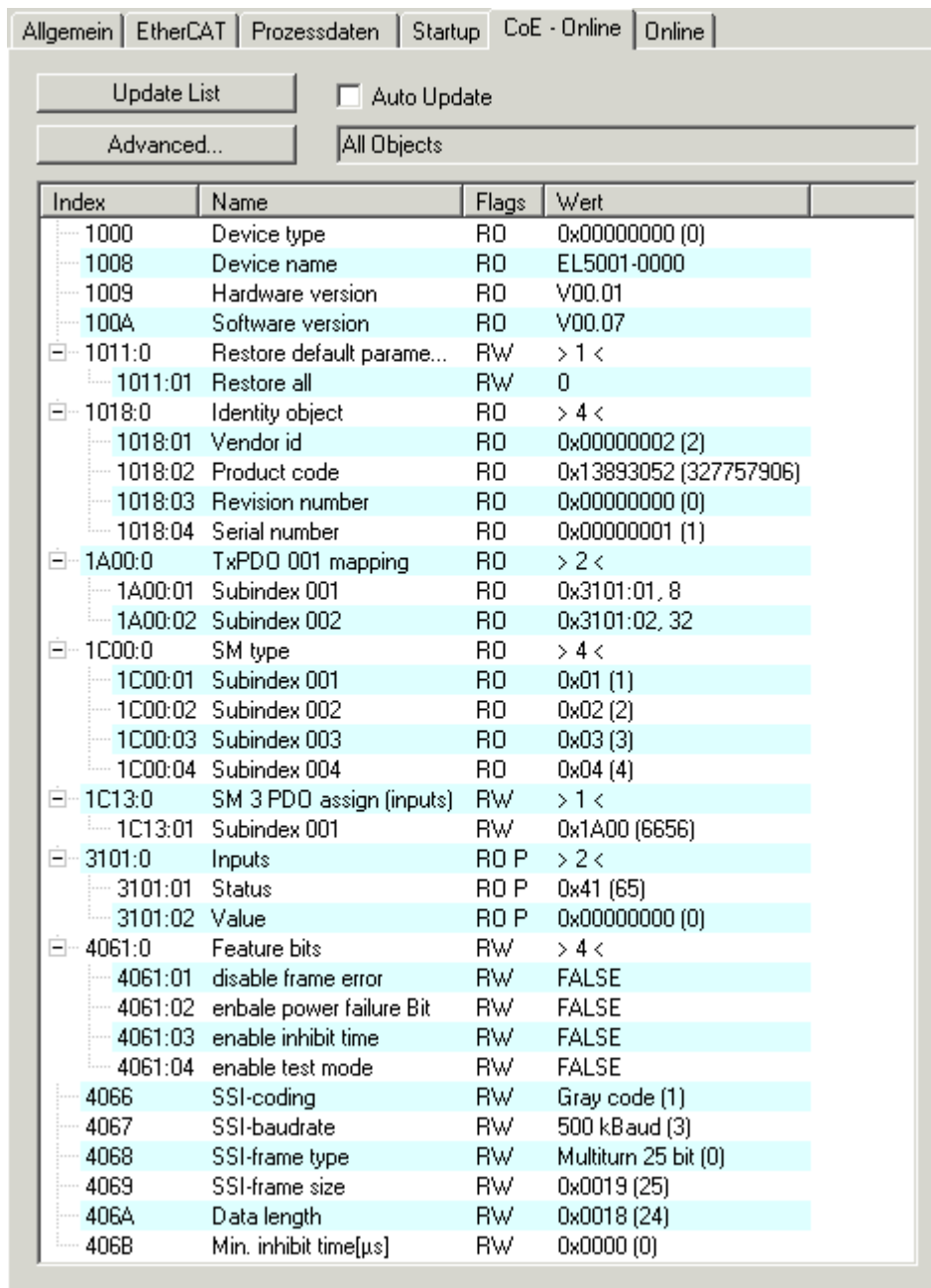


Abb. 135: Karteireiter „CoE - Online“

### Darstellung der Objekt-Liste

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

**Update List  
Auto Update**

Die Schaltfläche *Update List* aktualisiert alle Objekte in der Listenanzeige. Wenn dieses Kontrollkästchen angewählt ist, wird der Inhalt der Objekte automatisch aktualisiert.

**Advanced**

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

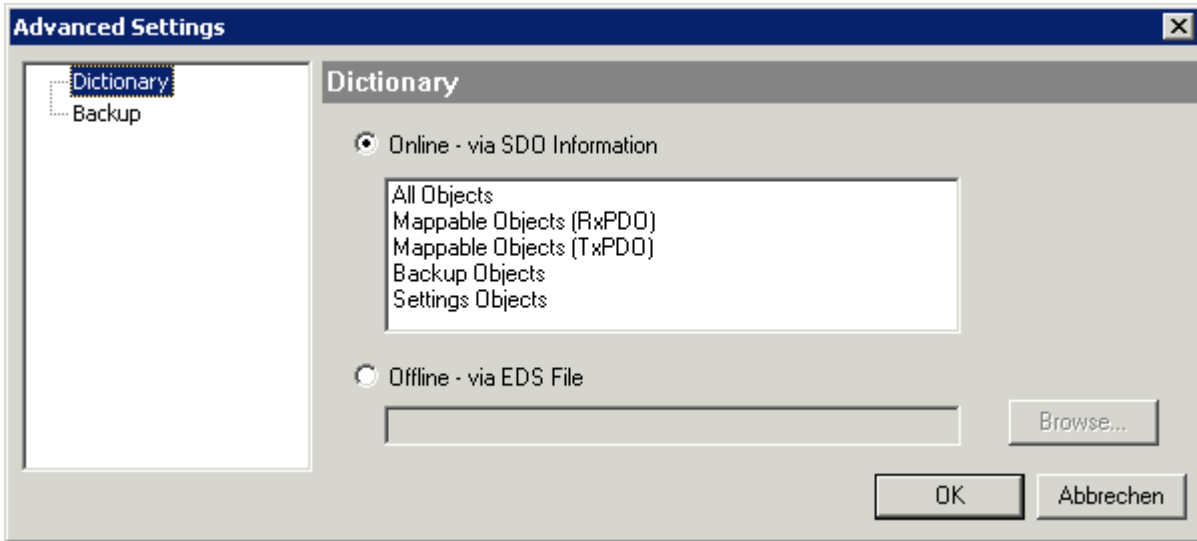


Abb. 136: Dialog „Advanced settings“

**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“**

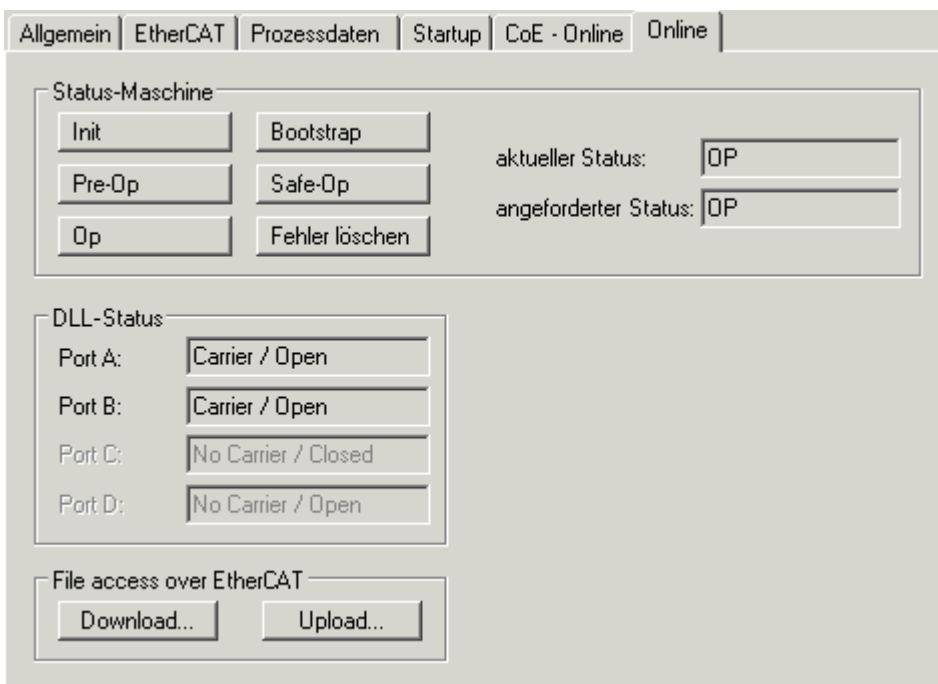


Abb. 137: Karteireiter „Online“

**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)**

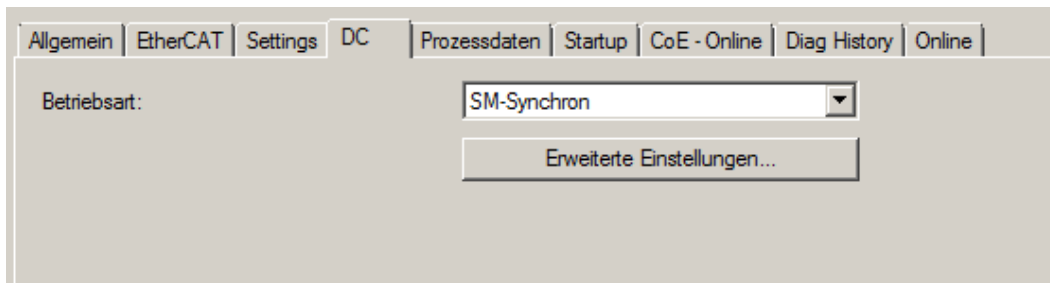


Abb. 138: Karteireiter „DC“ (Distributed Clocks)

<b>Betriebsart</b>	Auswahlmöglichkeiten (optional): <ul style="list-style-type: none"> <li>• FreeRun</li> <li>• SM-Synchron</li> <li>• DC-Synchron (Input based)</li> <li>• DC-Synchron</li> </ul>
<b>Erweiterte Einstellungen...</b>	Erweiterte Einstellungen für die Nachregelung der echtzeitbestimmende TwinCAT-Uhr

Detaillierte Informationen zu Distributed Clocks sind unter <http://infosys.beckhoff.de> angegeben:

**Feldbuskomponenten** → EtherCAT-Klemmen → EtherCAT System Dokumentation → Distributed Clocks

### 5.2.7.1 Detaillierte Beschreibung Karteireiter „Prozessdaten“

#### Sync-Manager

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

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

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

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

#### PDO-Zuordnung

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

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

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

#### **i** Aktivierung der PDO-Zuordnung

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

a) der EtherCAT-Slave einmal den Statusübergang PS (von Pre-Operational zu Safe-Operational) durchlaufen (siehe [Karteireiter Online \[► 125\]](#))

b) der System-Manager die EtherCAT-Slaves neu laden

(Schaltfläche  bei TwinCAT 2 bzw.  bei TwinCAT 3)

#### PDO-Liste

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

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

### PDO-Inhalt

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

### Download

Falls das Gerät intelligent ist und über eine Mailbox verfügt, können die Konfiguration des PDOs und die PDO-Zuordnungen zum Gerät 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 \[► 122\]](#) 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.

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

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

#### 5.2.8.1 Grundlagen

Ein EtherCAT Slave wird grundlegend durch folgende „Elemente“ parametrisiert:

- 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.

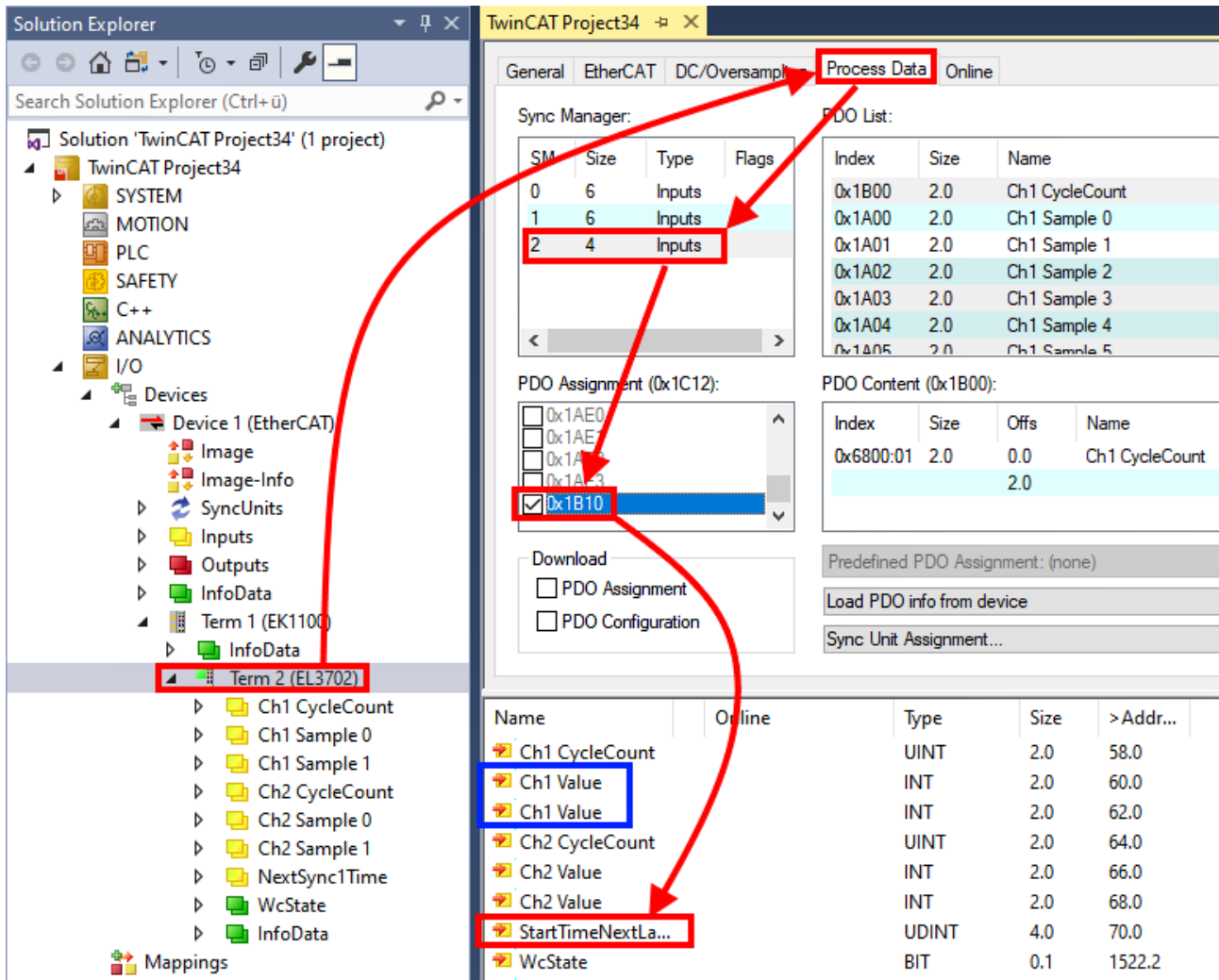
Nun kann der Bedarf entstehen, den veränderten Slave derartig in anderen Projekten wiederzuverwenden, ohne darin äquivalente Konfigurationsveränderungen an dem Slave nochmals vornehmen zu müssen. Um dies zu bewerkstelligen, ist wie folgt vorzugehen:

- 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 **x**ti-Datei oder
- außerhalb, d.h. TwinCAT-Grenzen überschreitend: Export/Import als **s**ci-Datei.

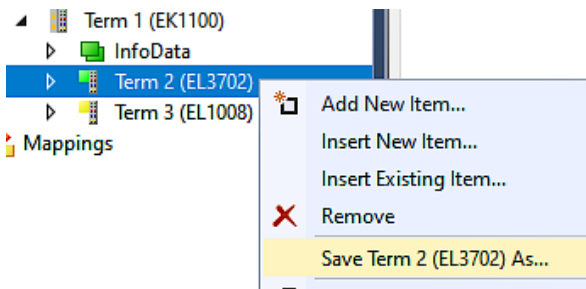
Zur Veranschaulichung im Folgenden ein Beispiel: eine EL3702-Klemme in Standard-Einstellung wird auf 2-fach Oversampling umgestellt (blau) und das optionale PDO „StartTimeNextLatch“ wahlweise hinzugefügt (rot):



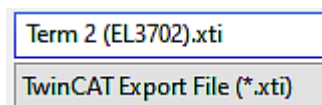
Die beiden genannten Methoden für den Export und Import der veränderten Klemme werden im Folgenden demonstriert.

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

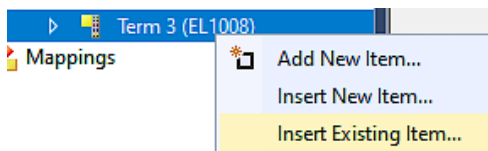
Jedes IO Gerät kann einzeln exportiert/abgespeichert werden:



Die xti-Datei kann abgelegt:



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



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

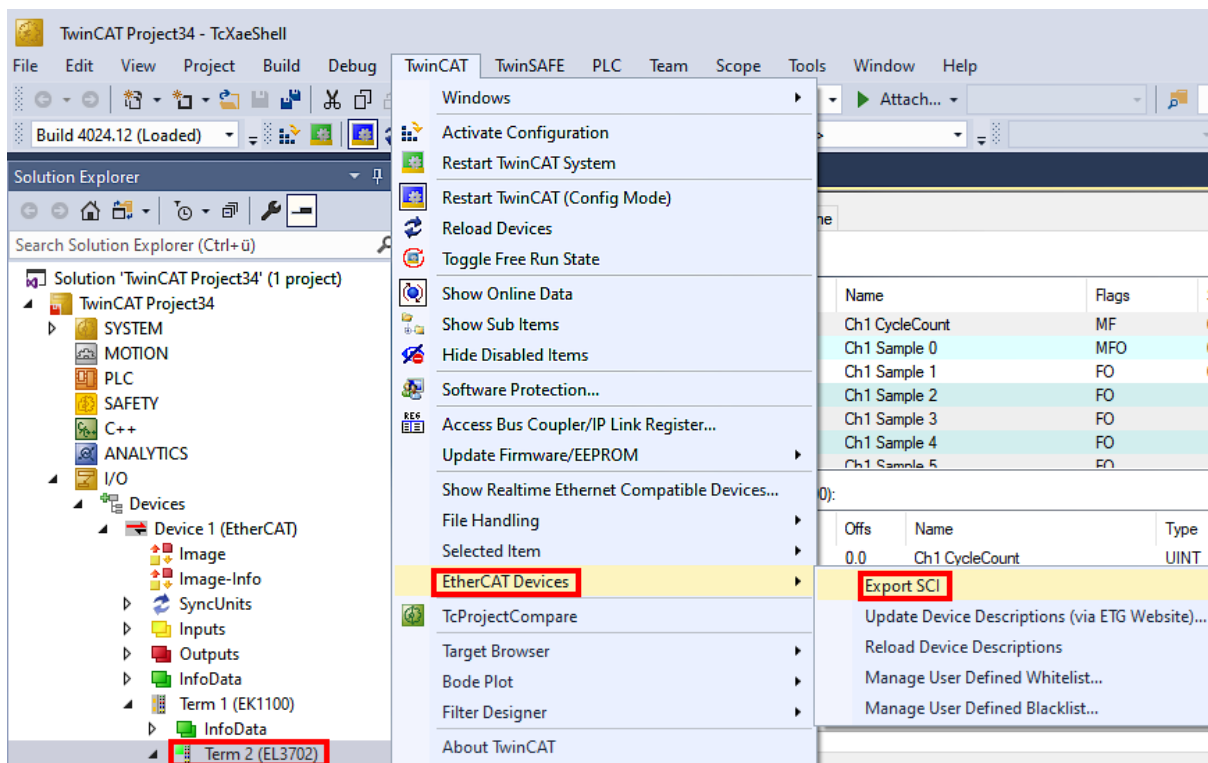
Hinweis Verfügbarkeit (2021/01)

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

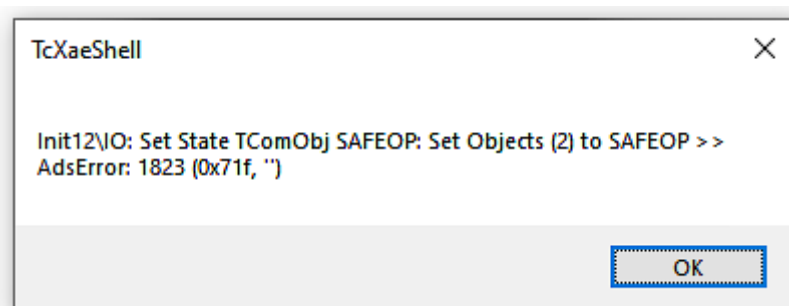
Die Slave Configuration Information (SCI) beschreibt eine bestimmte vollständige Konfiguration für einen EtherCAT Slave (Klemme, Box, Antrieb...) basierend auf den Einstellungsmöglichkeiten der Gerätebeschreibungsdatei (ESI, EtherCAT Slave Information). Das heißt, sie umfasst PDO, CoE, Synchronisierung.

#### Export:

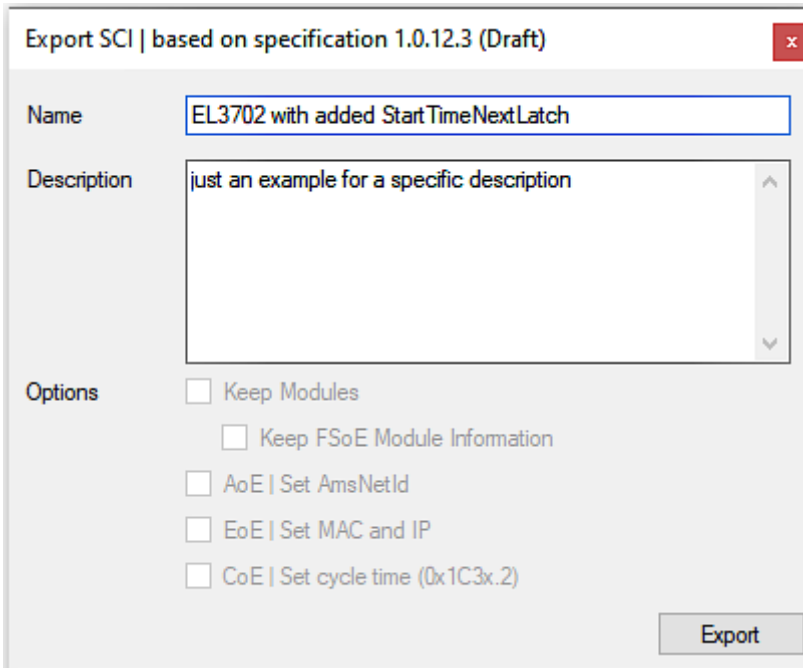
- einzelnes Gerät (auch Mehrfachauswahl möglich) über das Menü auswählen:  
TwinCAT → EtherCAT Devices → Export SCI.



- 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:



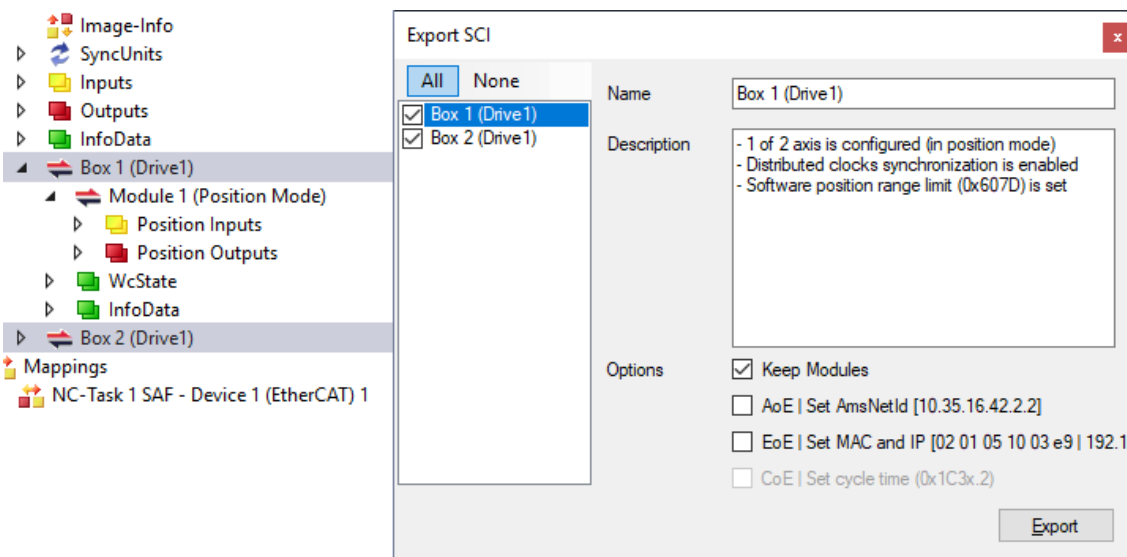
- Im Weiteren kann eine Beschreibung angegeben werden:



- 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*):

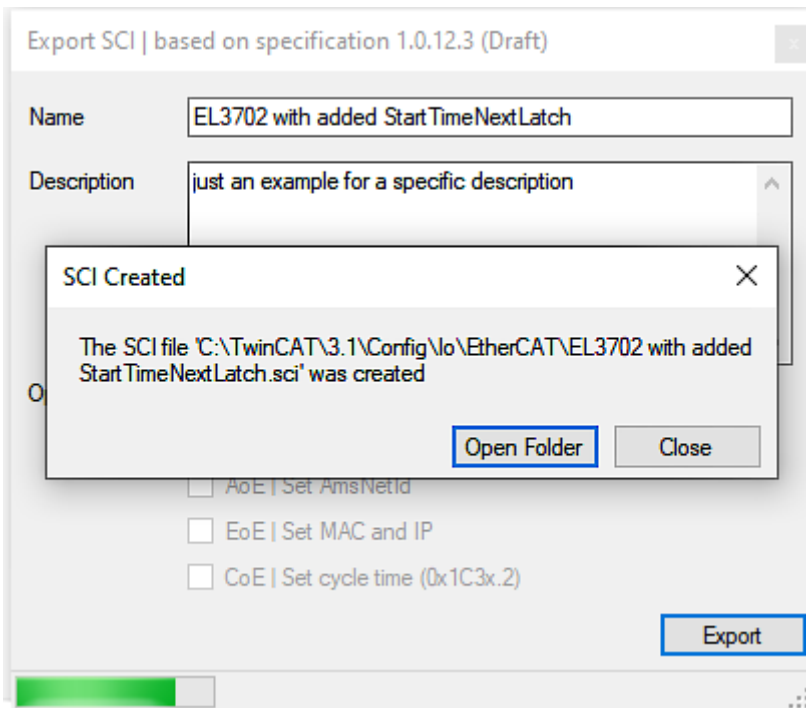


- Auswahl der zu exportierenden Slaves:
  - All: Es werden alle Slaves für den Export selektiert.

- None:  
Es werden alle Slaves ausgewählt.
- Die sci-Datei kann lokal abgespeichert werden:

Dateiname:   
 Dateityp:

- Es erfolgt der Export:

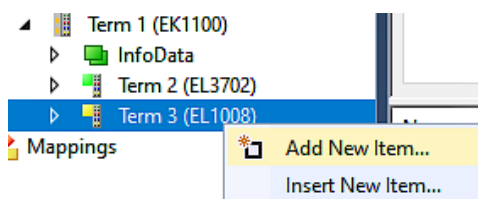


**Import**

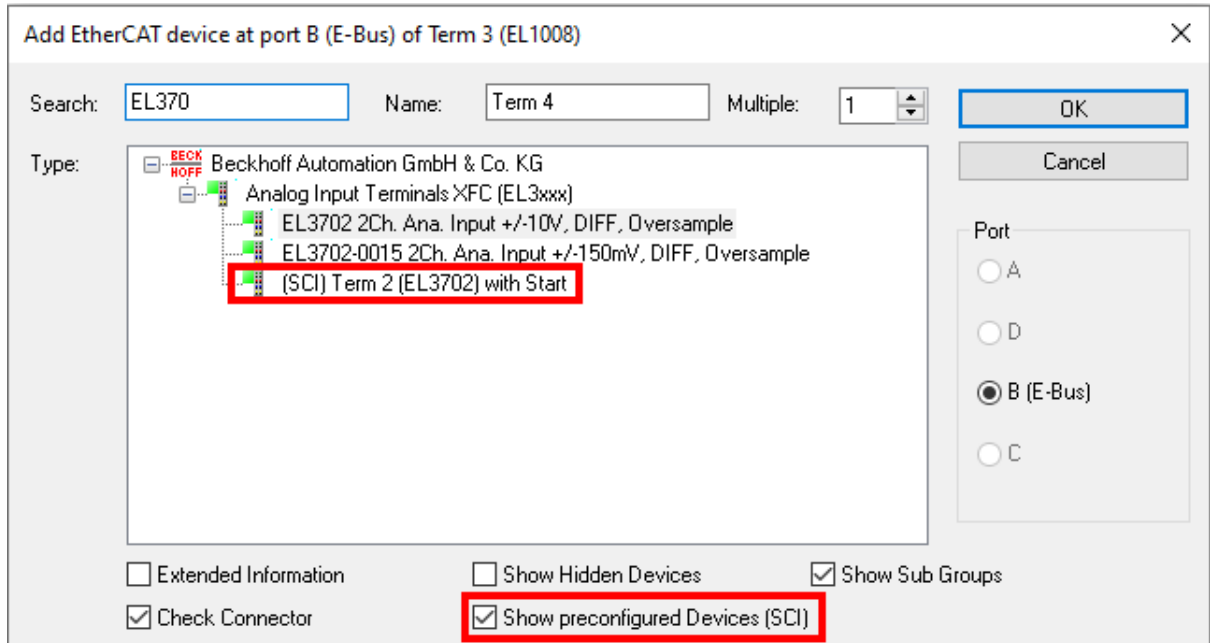
- Eine sci-Beschreibung kann wie jede normale Beckhoff-Gerätebeschreibung manuell in die TwinCAT-Konfiguration eingefügt werden.
- Die sci-Datei muss im TwinCAT-ESI-Pfad liegen, i.d.R. unter:  
C:\TwinCAT\3.1\Config\Io\EtherCAT

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

- Öffnen des Auswahl-Dialogs:

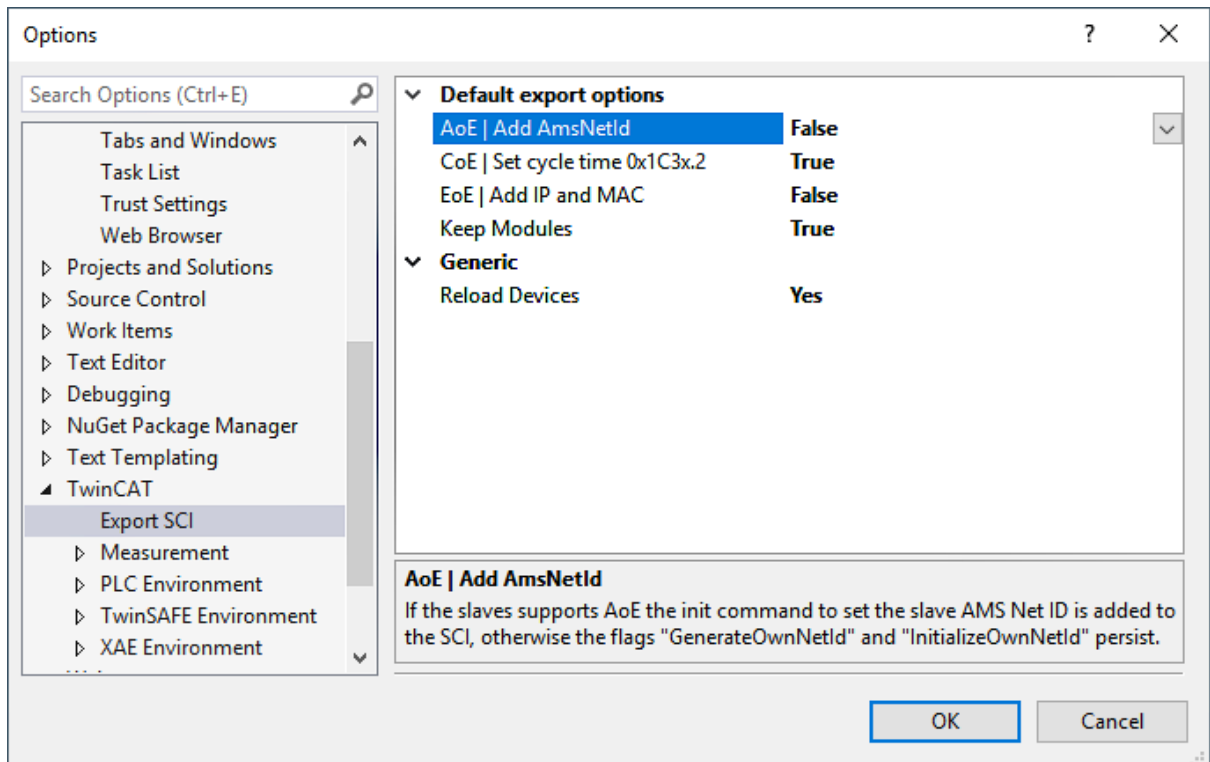


- SCI-Geräte anzeigen und gewünschtes Gerät auswählen und einfügen:



**Weitere Hinweise**

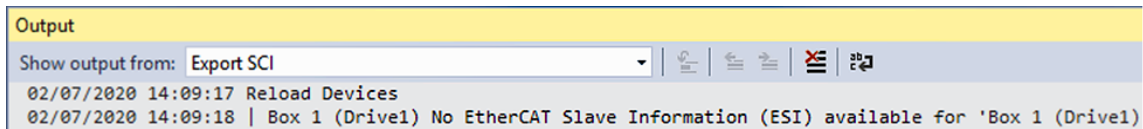
- Einstellungen für die SCI-Funktion können über den allgemeinen Options Dialog vorgenommen werden (Tools → Options → TwinCAT → Export SCI):



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. Dies wird dringend empfohlen, um eine konsistente Slave-Konfiguration zu gewährleisten.

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



## 5.3 Allgemeine Inbetriebnahmehinweise des EtherCAT Slaves

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

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

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

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

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

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

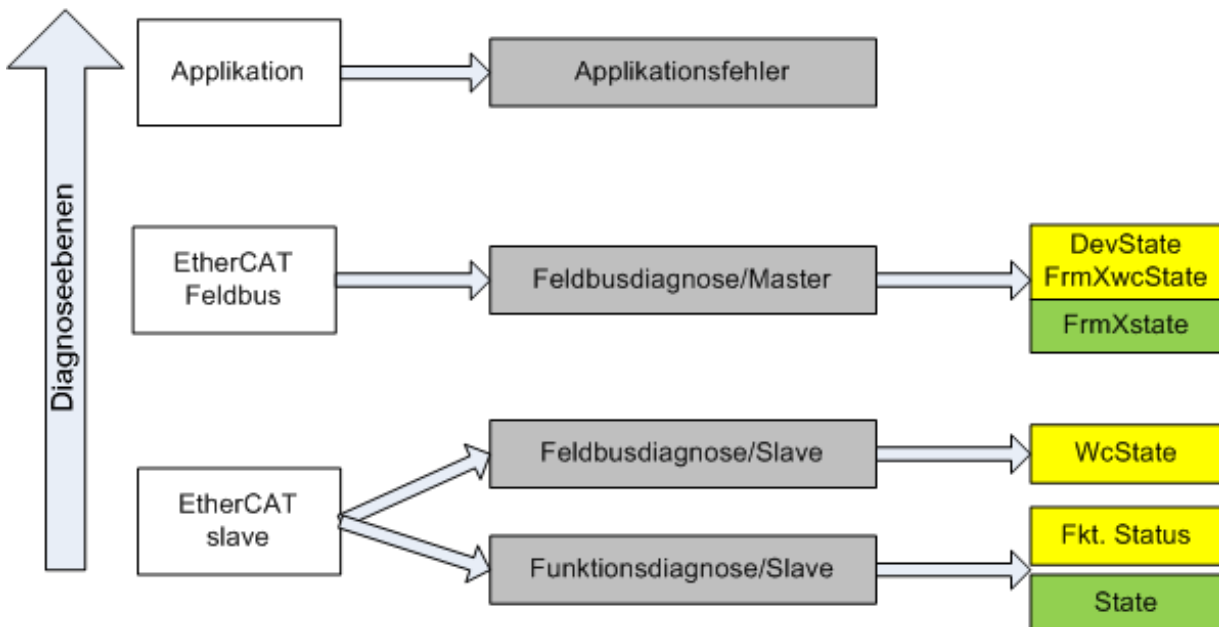


Abb. 139: Auswahl an Diagnoseinformationen eines EtherCAT Slave

Im Allgemeinen verfügt ein EtherCAT Slave über

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

als auch über

- kanal-typische Funktionsdiagnose (geräteabhängig)  
Siehe entsprechende Gerätedokumentation

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



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

In Abb. *Grundlegende EtherCAT Slave Diagnose in der PLC* ist eine 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.

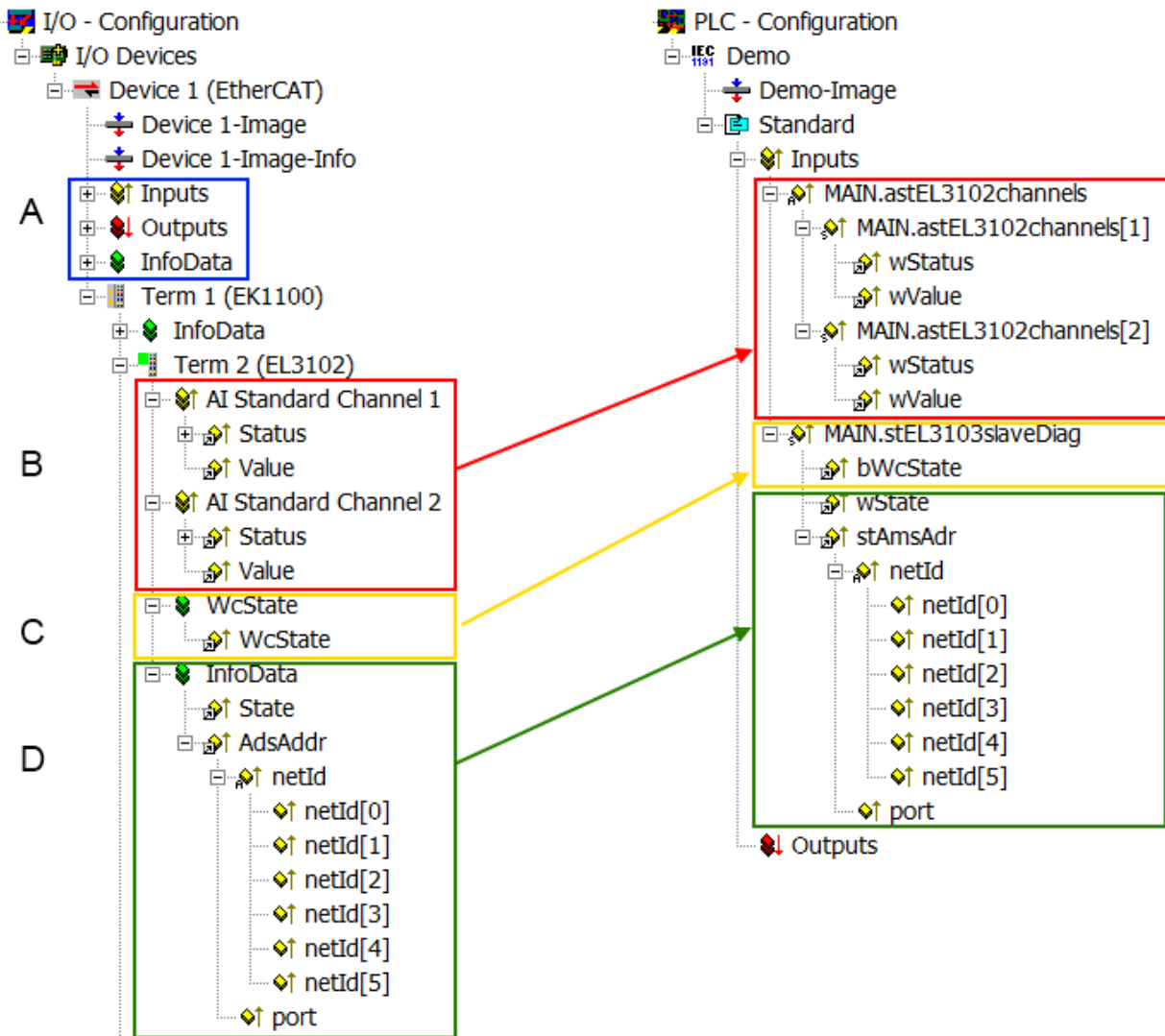


Abb. 140: Grundlegende EtherCAT Slave Diagnose in der PLC

Dabei werden folgende Aspekte abgedeckt:

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

**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*:

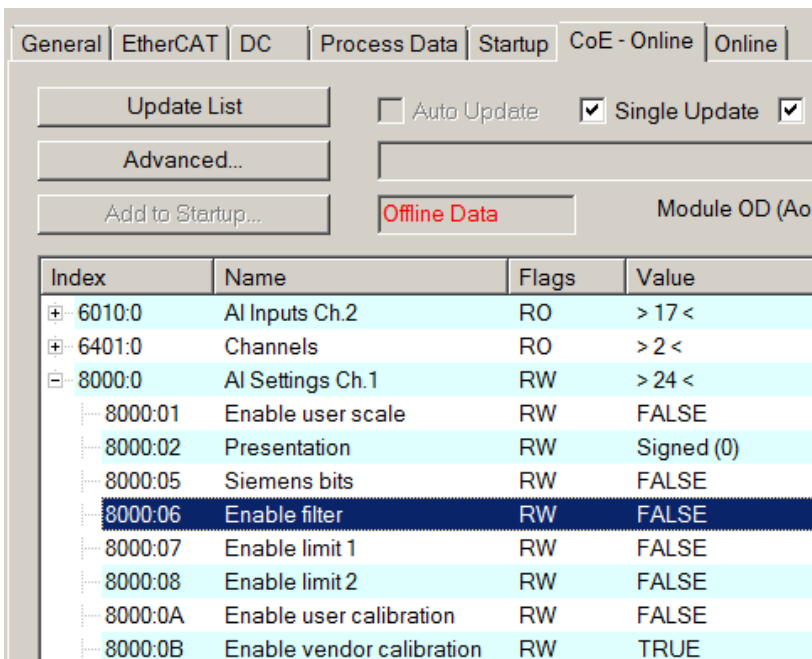


Abb. 141: EL3102, CoE-Verzeichnis

**i EtherCAT-Systemdokumentation**

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

Einige Hinweise daraus in Kürze:

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

**Inbetriebnahmehilfe im TwinCAT System Manager**

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

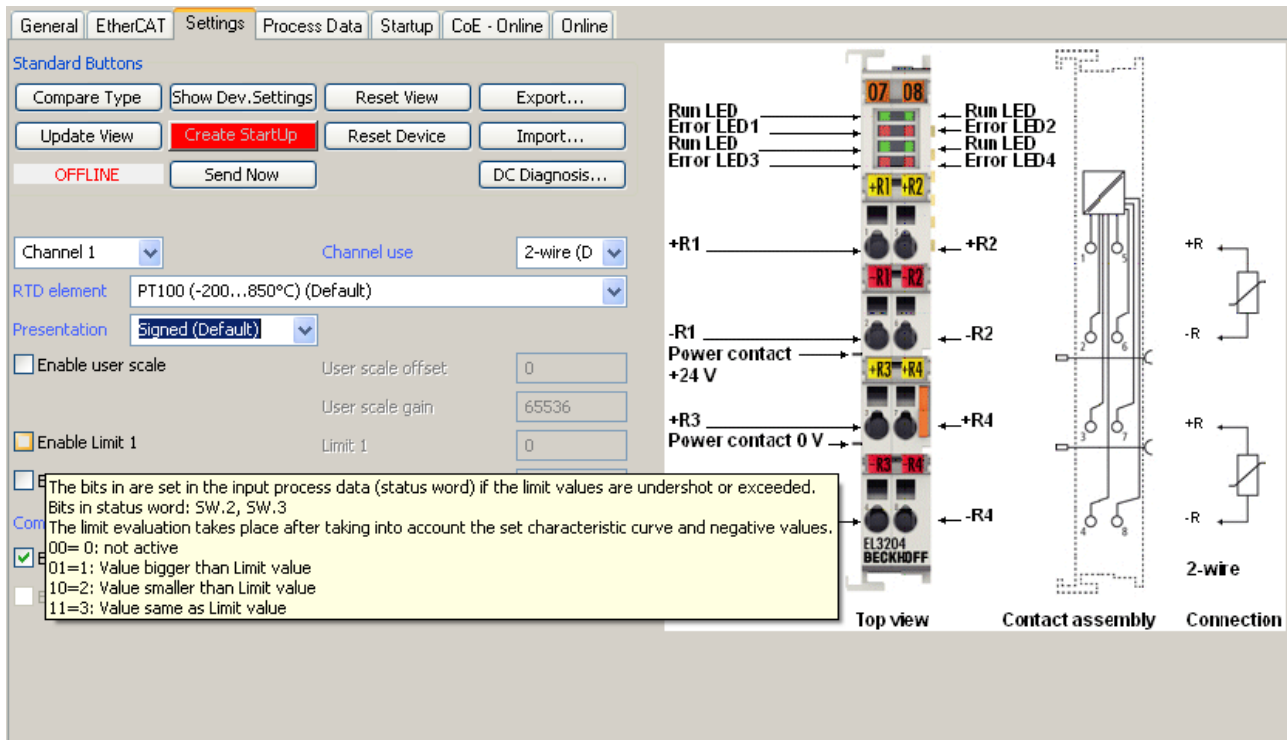


Abb. 142: Beispiel Inbetriebnahmehilfe für eine EL3204

Diese Inbetriebnahme verwaltet zugleich

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

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

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

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

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

- INIT
- PREOP
- SAFEOP
- OP

zu durchlaufen. Der EtherCAT Master ordnet diese Zustände an in Abhängigkeit der Initialisierungsroutinen, die zur Inbetriebnahme des Gerätes durch die ES/XML und Anwendereinstellungen (Distributed Clocks (DC), PDO, CoE) definiert sind. Siehe dazu auch Kapitel "Grundlagen der Kommunikation, EtherCAT State Machine [▶ 35]. 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.

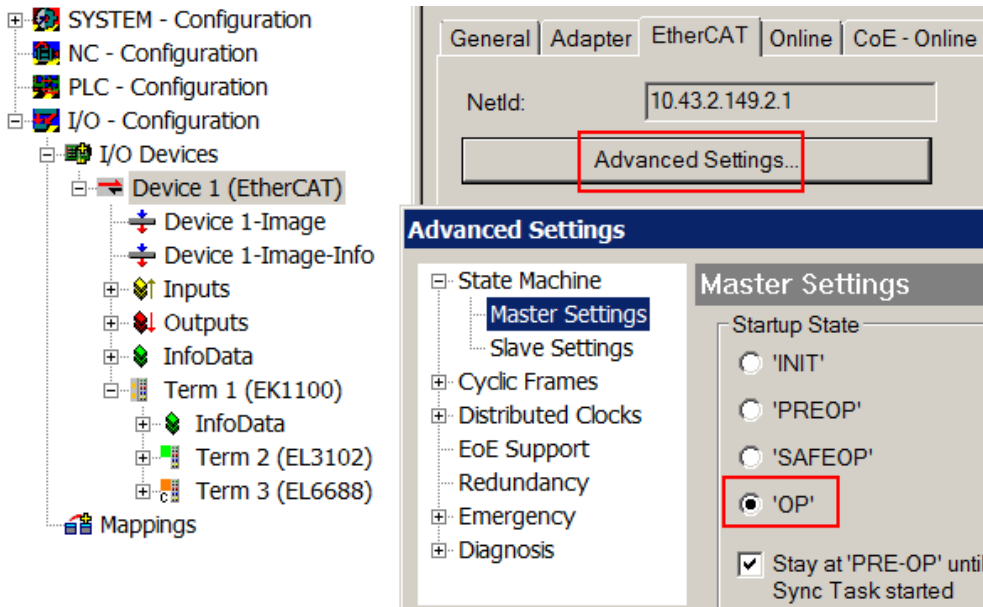


Abb. 143: Default Verhalten System Manager

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

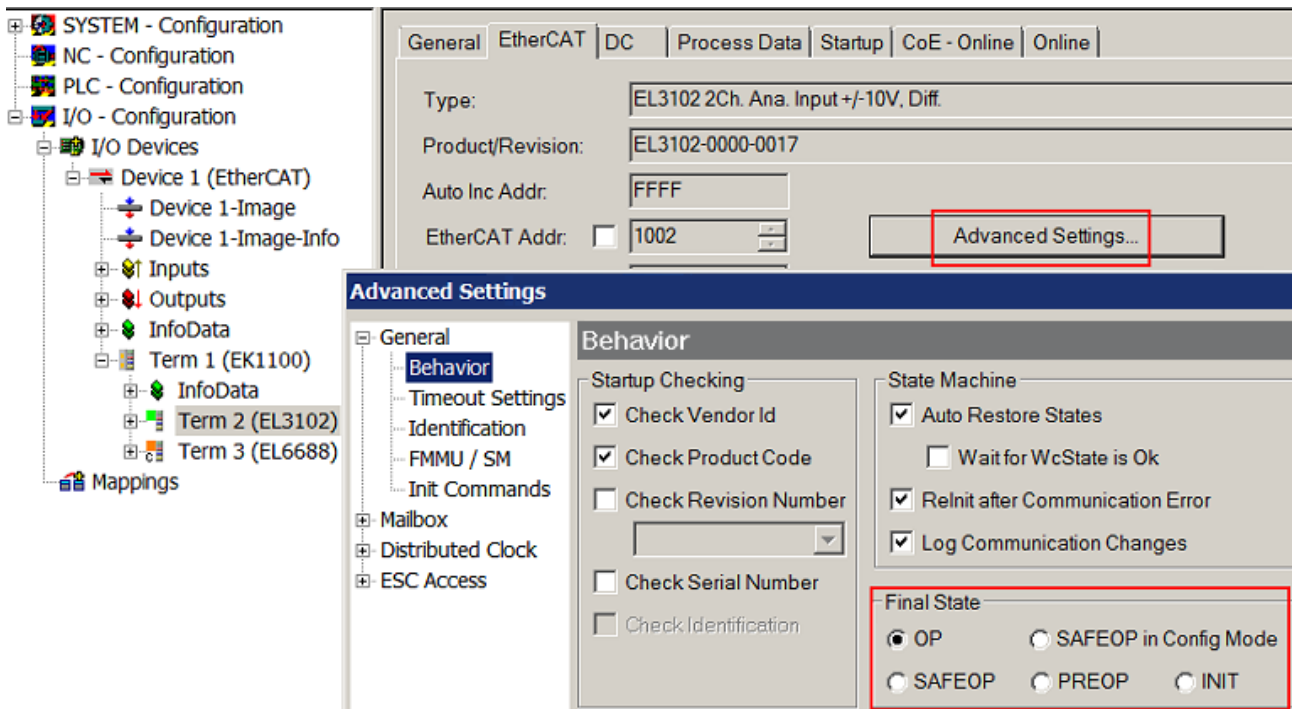


Abb. 144: Default Zielzustand im Slave

## 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.

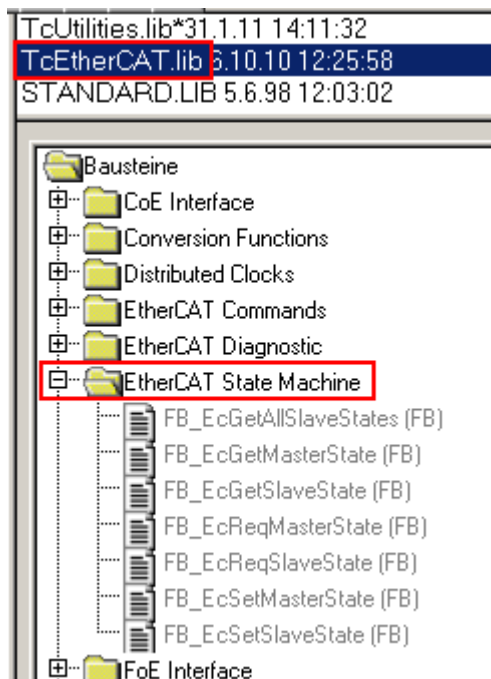


Abb. 145: PLC-Bausteine

## 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. 146: 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:

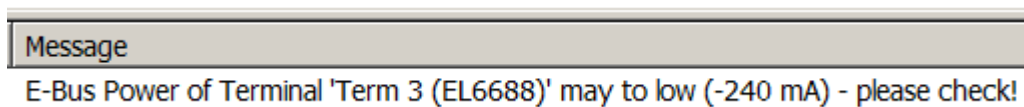


Abb. 147: Warnmeldung E-Bus-Überschreitung

**HINWEIS**

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

## 5.4 Prozessdaten

### 5.4.1 Sync Manager (SM)

Der Umfang der angebotenen Prozessdaten kann über den Reiter „Prozessdaten“ im TwinCAT System Manager eingesehen werden (siehe Abb. *Karteireiter Prozessdaten SM2, EL34x3 + Karteireiter Prozessdaten SM3, EL34x3*).

The screenshot displays the 'Process Data' configuration window for a Sync Manager (SM). It is divided into several sections:

- Sync Manager:** A table listing the configured Sync Managers.
 

SM	Size	Type	Flags
0	128	MbxOut	
1	128	MbxIn	
2	5	Outputs	
3	68	Inputs	
- PDO List:** A table listing the available Process Data Objects (PDOs).
 

Index	Size	Name	Flags	SM	SU
0x1A00	20.0	PM Inputs Channel 1	F	3	0
0x1A01	20.0	PM Inputs Channel 2	F	3	0
0x1A02	20.0	PM Inputs Channel 3	F	3	0
0x1A03	8.0	PM Auxiliary Inputs Auxiliary	F	3	0
0x1600	1.0	PM Outputs Channel 1	F	2	0
0x1601	1.0	PM Outputs Channel 2	F	2	0
0x1602	1.0	PM Outputs Channel 3	F	2	0
0x1603	2.0	PM Auxiliary Outputs Auxiliary	F	2	0
- PDO Assignment (0x1C12):** A list of PDOs that are assigned to the Sync Manager.
  - 0x1600
  - 0x1601
  - 0x1602
  - 0x1603
- PDO Content (0x1600):** A table showing the content of the selected PDO.
 

Index	Size	Offs	Name	Type	Default (hex)
0x7000:01	1.0	0.0	Index	USINT	1.0
- Download:** A section with two options:
  - PDO Assignment
  - PDO Configuration
- Predefined PDO Assignment:** A dropdown menu set to 'Complete (Phase 1/2/3 + Auxiliary)'.
- Load PDO info from device:** A button to refresh the PDO list from the hardware.
- Sync Unit Assignment...:** A button to configure the Sync Unit assignment.

Abb. 148: Karteireiter Prozessdaten SM2, EL34x3



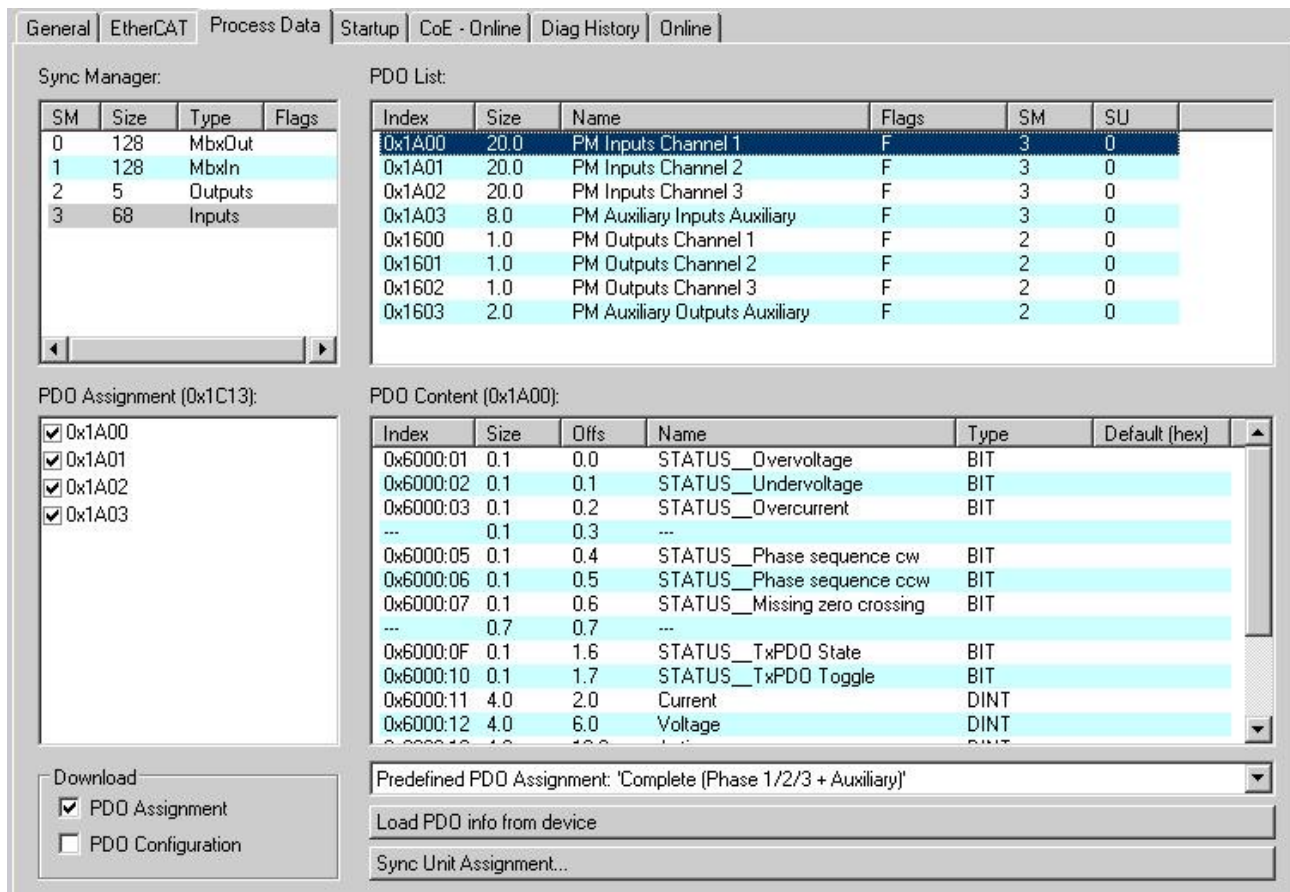


Abb. 149: Karteireiter Prozessdaten SM3, EL34x3

**PDO-Zuordnung**

SM2, PDO-Zuordnung 0x1C12				
Index	Index aus-geschlos-sener PDOs	Größe (Byte. Bit)	Name	PDO Inhalt
0x1600 (default)	-	1.0	PM Outputs Channel 1	Index <a href="#">0x7000:01  &gt; 185</a> - Index
0x1601 (default)	-	1.0	PM Outputs Channel 2	Index <a href="#">0x7010:01  &gt; 185</a> - Index
0x1602 (default)	-	1.0	PM Outputs Channel 2	Index <a href="#">0x7020:01  &gt; 185</a> - Index
0x1603 (default)	-	2.0	PM Auxiliary Outputs Auxiliary	Index <a href="#">0x7030:01  &gt; 185</a> - Index Index <a href="#">0x7030:02  &gt; 185</a> - Channel

SM3, PDO-Zuordnung 0x1C13				
Index	Index aus- geschlos- sener PDOs	Größe (Byte. Bit)	Name	PDO Inhalt
0x1A00 (default)	-	20.0	PM Inputs Channel 1	Index <a href="#">0x6000:01   180</a> ] - STATUS_Overvoltage Index <a href="#">0x6000:02   180</a> ] - STATUS_Undervoltage Index <a href="#">0x6000:03   180</a> ] - STATUS_Overcurrent Index <a href="#">0x6000:05   181</a> ] - STATUS_Phase sequence cw Index <a href="#">0x6000:06   180</a> ] - STATUS_Phase sequence ccw Index <a href="#">0x6000:07   180</a> ] - STATUS_Missing zero crossing Index <a href="#">0x6000:0F</a> ] - STATUS_TxPDO State Index <a href="#">0x6000:10   180</a> ] - STATUS_TxPDO Toggle Index <a href="#">0x6000:11   180</a> ] - Current Index <a href="#">0x6000:12   180</a> ] - Voltage Index <a href="#">0x6000:13   180</a> ] - Active power Index <a href="#">0x6000:14   180</a> ] - Index Index <a href="#">0x6000:1D   180</a> ] - Variant value
0x1A01 (default)	-	20.0	PM Inputs Channel 2	Index <a href="#">0x6010:01   181</a> ] - STATUS_Overvoltage Index <a href="#">0x6010:02   181</a> ] - STATUS_Undervoltage Index <a href="#">0x6010:03   181</a> ] - STATUS_Overcurrent Index <a href="#">0x6010:05   181</a> ] - STATUS_Phase sequence cw Index <a href="#">0x6010:06   181</a> ] - STATUS_Phase sequence ccw Index <a href="#">0x6010:07   181</a> ] - STATUS_Missing zero crossing Index <a href="#">0x6010:0F   181</a> ] - STATUS_TxPDO State Index <a href="#">0x6010:10   181</a> ] - STATUS_TxPDO Toggle Index <a href="#">0x6010:11   181</a> ] - Current Index <a href="#">0x6010:12   181</a> ] - Voltage Index <a href="#">0x6010:13   181</a> ] - Active power Index <a href="#">0x6010:14   181</a> ] - Index Index <a href="#">0x6010:1D   181</a> ] - Variant value
0x1A02 (default)	-	20.0	PM Inputs Channel 3	Index <a href="#">0x6020:01   182</a> ] - STATUS_Overvoltage Index <a href="#">0x6020:02   182</a> ] - STATUS_Undervoltage Index <a href="#">0x6020:03   182</a> ] - STATUS_Overcurrent Index <a href="#">0x6020:05   182</a> ] - STATUS_Phase sequence cw Index <a href="#">0x6020:06   182</a> ] - STATUS_Phase sequence ccw Index <a href="#">0x6020:07   182</a> ] - STATUS_Missing zero crossing Index <a href="#">0x6020:0F   182</a> ] - STATUS_TxPDO State Index <a href="#">0x6020:10   182</a> ] - STATUS_TxPDO Toggle Index <a href="#">0x6020:11   182</a> ] - Current Index <a href="#">0x6020:12   182</a> ] - Voltage Index <a href="#">0x6020:13   182</a> ] - Active power Index <a href="#">0x6020:14   182</a> ] - Index Index <a href="#">0x6020:1D   182</a> ] - Variant value
0x1A03 (default)	-	8.0	PM Auxiliary Inputs Auxiliary	Index <a href="#">0x6030:10   184</a> ] - STATUS_TxPDO Toggle Index <a href="#">0x6030:11   184</a> ] - Index Index <a href="#">0x6030:12   184</a> ] - Channel Index <a href="#">0x6030:13   184</a> ] - Value

Tab. 1: PDO-Zuordnung der SyncManager

## 5.4.2 Betriebsmodi und Einstellungen

### Bestätigung des variablen Ausgabewertes Kanal 1 - 3

(PDOs: PM Inputs Channel 1 – 3, Subindex „Index“ [0x6000:14 [▶ 180], 0x6010:14 [▶ 181], 0x6020:14 [▶ 182]])

Die berechneten Werte können auf den PDOs: PM Inputs Channel 1 - 3, Subindex „Variant value“ [0x6000:1D [▶ 180], 0x6010:1D [▶ 181], 0x6020:1D [▶ 182]] ausgegeben werden (siehe [Objektbeschreibung \[▶ 180\]](#)).

Dazu sind in die PDOs: PM Outputs Channel 1 - 3, Subindex „Index“ [0x7000:01 [▶ 185], 0x7010:01 [▶ 185], 0x7020:01 [▶ 185]] die entsprechenden Werte für die auszugebende Messgröße einzutragen.

Werte (dez), Eintrag in Index 0x7000:01 [▶ 185], 0x7010:01 [▶ 185], 0x7020:01 [▶ 185]	Bezeichnung	Einheit
0	Scheinleistung	0,01 VA
1	Blindleistung	0,01 var
2	Energie	0,001 Wh
3	Leistungsfaktor $\lambda$	0,001
4	Frequenz	0,1 Hz
5	Energie (negative)	0,001 Wh
6	Winkel $\alpha$ zwischen Phase Lx und Phase L1	0,01°
20	Wirkleistung Grundschiwingung	0,01 W
21	Scheinleistung Grundschiwingung	0,01 VA
22	Blindleistung Grundschiwingung	0,01 var
30	Energie positiv	0,001 Wh
31	Energie positiv (automatisch gespeichert)	0,001 Wh
32	Energie (automatisch gespeichert)	0,001 Wh
35	Energie negativ (automatisch gespeichert)	0,001 Wh
44	Frequenz mittlere Auflösung	0,01 Hz
45	Frequenz hohe Auflösung	0,001 Hz
46	gehaltene Frequenz	0,1 Hz
47	gehaltene Frequenz mittlere Auflösung	0,01 Hz
48	gehaltene Frequenz hohe Auflösung	0,001 Hz
49-255	reserviert	-

Der Standard-Ausgabewert ist die Scheinleistung.



#### Firmware beachten

Index 20..22 und 44/45 ab Firmware 08 (EL3413-0000) bzw. FW04 (EL3413-0120);  
Index 30..32, 35, 46..48 ab Firmware 10 (weitere Klemmen)

### Bestätigung des variablen Ausgabewertes Kanal Auxiliary

(PDO: PM Inputs Auxiliary, Subindex „Index“ 0x6030:11 [▶ 184])

Die berechneten Werte können auf dem PDO: PM Inputs Auxiliary, Subindex „Value“ 0x6030:13 [▶ 184] ausgegeben werden (siehe [Objektbeschreibung \[▶ 184\]](#)).

Dazu ist in dem PDO: PM Outputs Auxiliary, Subindex „Index“ 0x7030:01 [▶ 185] der entsprechende Wert für die auszugebende Messgröße einzutragen.

Werte (dez), Eintrag in Index		Bezeichnung	Einheit
0x7030:02	0x7030:01		
0	0	Neutralleiterstrom	0,000001 A
0	2	Summe Energie (Kanal1-3)	0,001 Wh
0	4	Frequenz	0,1 Hz
0	5	Summe Energie (negative) (Kanal 1-3)	0,001 Wh
0	10	Summe Wirkleistung (Kanal 1-3)	0,01 W
0	11	Summe Scheinleistung (Kanal 1-3)	0,01 VA
0	12	Summe Blindleistung (Kanal 1-3)	0,01 var
0	15	Summe Strom (addierte Effektivwerte!)	0,000001 A
0	20	Summe Wirkleistung Grundschiwingung	0,01 W
0	21	Summe Scheinleistung Grundschiwingung	0,01 VA
0	22	Summe Blindleistung Grundschiwingung	0,01 var
0	30	Summe Energie positiv	0,001 Wh
0	31	Summe Energie positiv (automatisch gespeichert)	0,001 Wh
0	32	Summe Energie (automatisch gespeichert)	0,001 Wh
0	35	Summe Energie negativ (automatisch gespeichert)(Betrag)	0,001 Wh
0	44	Frequenz mittlere Auflöfung	0,01 Hz
0	45	Frequenz hohe Auflöfung	0,001 Hz
0	46	gehaltene Frequenz	0,1 Hz
0	47	gehaltene Frequenz mittlere Auflöfung	0,01 Hz
0	48	gehaltene Frequenz hohe Auflöfung	0,001 Hz
0	100	ADC Temperatur	0,1°C
1..3	0	Berechnung läuft	
1..3	1..21	Effektivwert der x-ten Oberschiwingung (Strom)	0,000001 A
1..3	51..71	Verhältnis der x-ten Oberschiwingung zur Grundschiwingung (Strom)	0,01%
1..3	100	Berechnung läuft	
1..3	101..121	Effektivwert der x-ten Oberschiwingung (Spannung)	0,0001 V
1..3	151..171	Verhältnis der x-ten Oberschiwingung zur Grundschiwingung (Spannung)	0,01%
11..13	0	Scheinleistung von Phase x	0,01 VA
11..13	1	Blindleistung von Phase x	0,01 var
11..13	2	Energie von Phase x	0,001 Wh
11..13	3	Leistungsfaktor $\lambda$ von Phase x	0,001
11..13	4	Frequenz von Phase x	0,1 Hz
11..13	5	Energie (negative) von Phase x	0,001 Wh
11..13	6	Winkel $\alpha$ zwischen Phase x und Phase 1	0,01°
11..13	10	Wirkleistung von Phase x	0,01 W
11..13	11	Strom von Phase x	0,000001 A
11..13	12	Spannung von Phase x	0,0001 V
11..13	20	Wirkleistung Grundschiwingung	0,01 W
11..13	21	Scheinleistung Grundschiwingung	0,01 VA
11..13	22	Blindleistung Grundschiwingung	0,01 var
11..13	23	$\text{Cos } \varphi = \text{Pfund} / \text{Sfund}$ with sign from Q1	0,0001
11..13	24	$\text{Cos } \varphi = \text{Pfund} / \text{Sfund}$	0,0001
11..13	30	Energie positiv	0,001 Wh
11..13	31	Energie positiv (automatisch gespeichert)	0,001 Wh
11..13	32	Energie (automatisch gespeichert)	0,001 Wh
11..13	35	Energie negativ (automatisch gespeichert)(Betrag)	0,001 Wh
11..13	44	Frequenz mittlere Auflöfung	0,01 Hz
11..13	45	Frequenz hohe Auflöfung	0,001 Hz
11..13	46	gehaltene Frequenz	0,1 Hz
11..13	47	gehaltene Frequenz mittlere Auflöfung	0,01 Hz
11..13	48	gehaltene Frequenz hohe Auflöfung	0,001 Hz



### Firmware beachten

Index 15, 20..22, 23 und 44/45 ab Firmware 08 (EL3413-0000)  
bzw. Firmware 04 (EL3413-0120), oder FW10;  
Index 24, 30..31, 35 und 46..48 ab FW10

### 5.4.3 Predefined PDO Assignment

Eine vereinfachte Auswahl der Prozessdaten ermöglicht das "Predefined PDO Assignment". Am unteren Teil des Prozessdatenreiters wählen Sie die gewünschte Funktion aus. Es werden dadurch alle benötigten PDOs automatisch aktiviert, bzw. die nicht benötigten deaktiviert.

Sollten Kanäle nicht genutzt werden, wird empfohlen die entsprechenden Kanäle zu deaktivieren, um mögliche Fehlermeldungen der Klemme zu vermeiden.

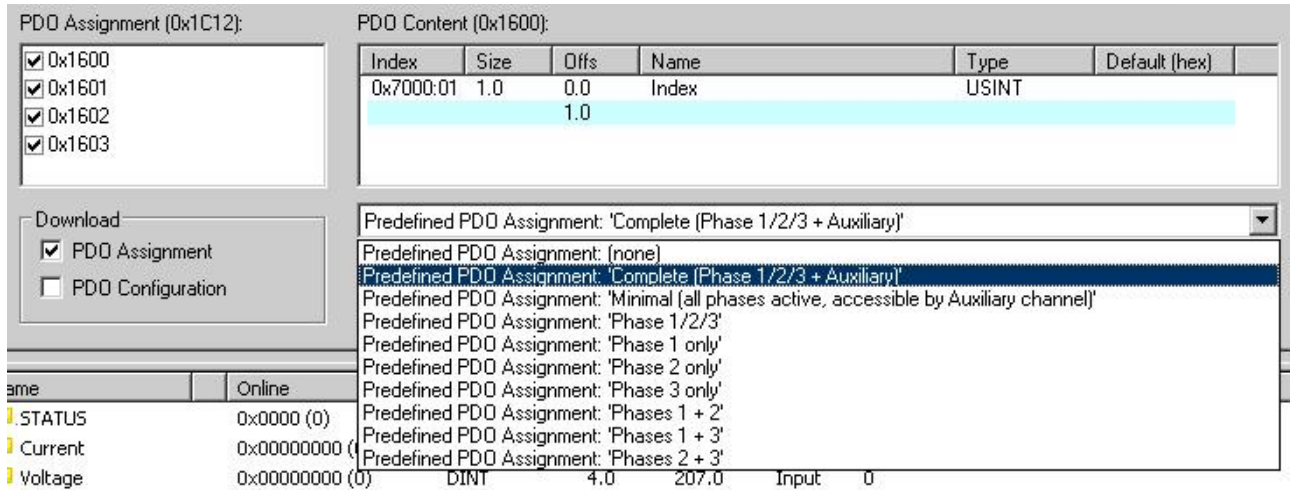


Abb. 150: Auswahl Predefined PDOs

Neun PDO-Zuordnungen stehen zur Auswahl:

Name	SM2, PDO-Zuordnung	SM3, PDO-Zuordnung
Complete (Phase 1/2/3 + Auxiliary)	0x1600 (PM Outputs Channel 1) 0x1601 (PM Outputs Channel 2) 0x1602 (PM Outputs Channel 3) 0x1603 (PM Outputs Auxiliary)	0x1A00 (PM Inputs Channel 1) 0x1A01 (PM Inputs Channel 2) 0x1A02 (PM Inputs Channel 3) 0x1A03 (PM Inputs Auxiliary)
Minimal (all phases active, accessible by Auxiliary channel)	0x1603 (PM Outputs Auxiliary)	0x1A03 (PM Inputs Auxiliary)
Phase 1/2/3	0x1600 (PM Outputs Channel 1) 0x1601 (PM Outputs Channel 2) 0x1602 (PM Outputs Channel 3)	0x1A00 (PM Inputs Channel 1) 0x1A01 (PM Inputs Channel 2) 0x1A02 (PM Inputs Channel 3)
Phase 1 only	0x1600 (PM Outputs Channel 1)	0x1A00 (PM Inputs Channel 1)
Phase 2 only	0x1601 (PM Outputs Channel 2)	0x1A01 (PM Inputs Channel 2)
Phase 3 only	0x1602 (PM Outputs Channel 3)	0x1A02 (PM Inputs Channel 3)
Phase 1+2	0x1600 (PM Outputs Channel 1) 0x1601 (PM Outputs Channel 2)	0x1A00 (PM Inputs Channel 1) 0x1A01 (PM Inputs Channel 2)
Phase 1+3	0x1600 (PM Outputs Channel 1) 0x1602 (PM Outputs Channel 3)	0x1A00 (PM Inputs Channel 1) 0x1A02 (PM Inputs Channel 3)
Phase 2+3	0x1601 (PM Outputs Channel 2) 0x1602 (PM Outputs Channel 3)	0x1A01 (PM Inputs Channel 2) 0x1A02 (PM Inputs Channel 3)

## 5.5 Start up und Parameter-Konfiguration

### 5.5.1 Einstellungen

(Master TwinCAT 2.11 R3)

#### 5.5.1.1 Bezugskanal der Frequenzmessung und Leistungs-/Energiemessung

Bei den EL34x3 werden immer alle 3 Kanäle unabhängig voneinander als Referenz für die Frequenzmessung bzw. Leistungs-/Energiemessung ausgewählt. Um eine Fehlerausgabe der Klemme zu vermeiden, sollten die Kanäle, die nicht genutzt werden, deaktiviert werden.

Mit Hilfe der Predefined PDOs können die richtigen Kanäle ausgewählt werden. Darüber hinaus können mit Hilfe des Command-Objektes (Index [0xFB00:01 \[▶ 175\]](#)) einzelne Phasen ein- bzw. ausgeschaltet werden.

#### 5.5.1.2 Messzykluszeit

Anzahl der Perioden, die für die Berechnung des Echteffektivwerts zugrunde gelegt werden. Je höher dieser Wert ist, umso konstanter ist der Ausgabewert der Messgrößen. Es sind ein Minimum von 4 Perioden notwendig, empfohlen werden jedoch mindesten 5 Perioden.

Der Standardwert von 10 Perioden hat sich als guter Kompromiss von Stabilität und Geschwindigkeit bewährt.

Die Messzykluszeit kann mit Hilfe des Command-Objekt (Index [0xFB00:01 \[▶ 175\]](#)) verändert werden. Durch Schreiben des Subindexes 1 (Request) wird das Kommando gestartet. Dieser kann erst wieder beschrieben werden, wenn das aktuelle Kommando beendet wurde.

0x0022 Messintervall 4 Perioden  
0x0122 Messintervall 5 Perioden  
0x0222 Messintervall 10 Perioden (default)  
0x0322 Messintervall 16 Perioden  
0x0422 Messintervall 32 Perioden

#### Beispiel

Um den Messintervall auf 16 Perioden zu ändern ist im Index [0xFB00:01 \[▶ 175\]](#) der Wert 0322<sub>hex</sub> einzutragen.

Die Übernahme der neuen Messzykluszeit kann bis zu 10 Sekunden in Anspruch nehmen. Der Wert wird nicht im EEPROM gespeichert, nach einem Spannungsreset der Klemme ist wieder eine Messzykluszeit von 10 Perioden eingestellt. Um dieses zu vermeiden kann der Wert mit Hilfe eines Startup Parameters eingestellt werden.

#### 5.5.1.3 Strommessbereich

Die EL34x3 bieten drei Strommessbereiche<sup>\*)</sup> an. Der Messbereichsendwert vom Strom kann bei der EL3413-xxxx auf 5 A, 1 A oder 0,1 A und bei der EL3433-xxxx auf 10 A, 2 A oder 0,2 A eingestellt werden. Die richtige Einstellung des Messbereichsendwertes ist wichtig, um unnötige Messungenauigkeiten zu vermeiden. Es wird empfohlen, immer im oberen Drittel des Messbereichsendwertes zu messen.

\*) EL3413-0000: Ab HW10, FW07; 100 mA ab KW35/2015;  
EL3413-0120: Ab HW10, FW04;  
EL3413-0001, EL3433 ab Release

**Beispiel**

Um bei der EL3413-xxxx den Messbereichsendwert auf 5 A zu ändern ist im Index 0x802D:11 [▶ 175] der Wert 500<sub>dez</sub> einzutragen.

Bei der EL3433-xxxx ist im Index 0x802D:11 [▶ 175] der Wert 1000<sub>dez</sub> für 10 A einzutragen.

**HINWEIS**

**Beschädigung des Gerätes möglich!**

Eine Überschreitung des Messbereichsendwertes kann zu falschen Messergebnissen und zu Beschädigungen der Klemme führen.

**5.5.1.4 PM Command (Index 0xFB00)**

Das Command-Objekt wird genutzt, um in der Klemme eine Aktion auszulösen. Durch Schreiben des Subindexes 1 (Request) wird das Kommando gestartet. Dieser kann erst wieder beschrieben werden, wenn das aktuelle Kommando beendet wurde.

Beim Schreiben des Subindexes ist zu beachten, dass das Feld "Hex" nicht direkt beschrieben werden kann, es muss das Feld "Binary" dafür genutzt werden. Die Eingabe erfolgt dabei in umgekehrter Byte Reihenfolge, mit Leerzeichen (siehe Abb. *Beschreiben des Subindex 01, Objekt FB00*).

**Beispiel**

Zur manuellen Löschung der Energiewerte aller Kanäle ist im Index 0xFB00:01 [▶ 175] der Wert 0004<sub>hex</sub> einzutragen.

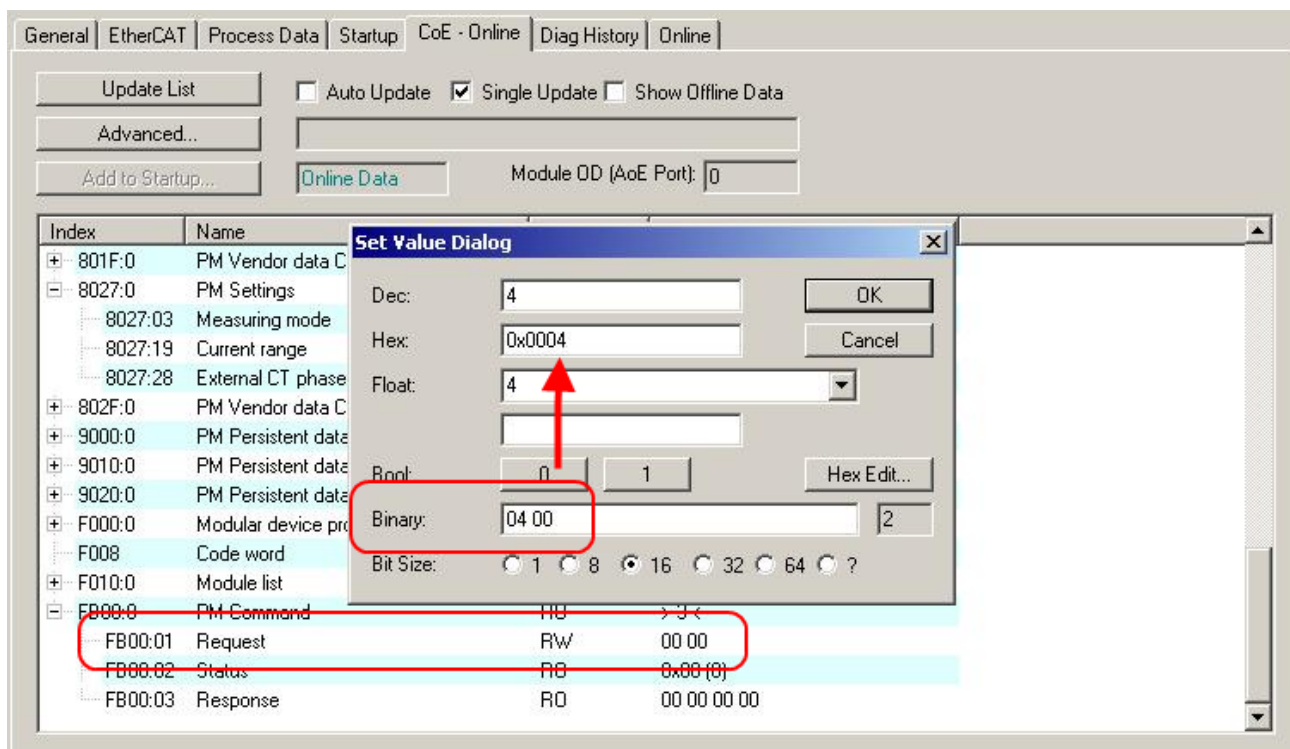


Abb. 151: Beschreiben des Subindex 01, Objekt FB00

**5.5.2 Messungen**

(Master TwinCAT 2.11 R3)

### 5.5.2.1 Energie

Name	Index	Variant Value	Aux Channel		CoE	
			Summe (Ch 0)	Kanalzugriff (Ch 11/12/13)	0x90n0	0xF801 <sup>*)</sup>
Energie Differenz	2	E+  -  E-	$\sum  E+  - \sum  E- $	E+  -  E-	N/A	N/A
Energie negativ	5	- E-	$\sum  E- $	E-	E-	E-
Energie positiv	30	E+	$\sum  E+ $	E+	E+	E+
Energie Differenz (automatisch gespeichert)	32	E+  -  E-	$\sum  E+  - \sum  E- $	E+  -  E-	N/A	N/A
Energie negativ (automatisch gespeichert)	35	- E-	$\sum  E- $	E-	E-	E-
Energie positiv (automatisch gespeichert)	31	E+	E+	E+	E+	E+

\*) Zugriff nur aus PLC möglich

#### manuallysaved (Index [0x90x0:01](#) [[▶ 186](#)] und [0x90x0:02](#) [[▶ 186](#)])

Die Energiewerte der Kanäle 1-3 können in den Objekten [0x90x0:01](#) [[▶ 186](#)] gespeichert (z. B. vor dem Abschalten des Systems, um den Energiewert möglichst genau abzuspeichern) oder es kann eine Löschung der bereits abgespeicherten Energiewerte durchgeführt werden. Dies wird mit dem Command-Objekt (Index [0xFB00:01](#) [[▶ 175](#)]) ausgelöst. Der negative Energiewert (generatorischer Betrieb) kann in den Objekten [0x90x0:02](#) [[▶ 186](#)] gespeichert werden. Diese Werte können nur manuell gespeichert oder gelöscht werden. Dieser Wert wird bei der EL3403 unter dem Index [0xF801](#) gespeichert. Aus Kompatibilität existiert dieser Index in der EL34x3 ebenfalls. Sollten Programm-Bausteine auf diesen Index zugreifen, können diese weiterhin genutzt werden. In neuen Anwendungen wird jedoch empfohlen den Index [0x90x0](#) zu verwenden.

#### Beispiel 1

Bei manueller Abspeicherung des Energiewertes von Kanal 2 ist im Index [0xFB00:01](#) [[▶ 175](#)] der Wert  $0214_{\text{hex}}$  einzutragen.

#### Beispiel 2

Zur manuellen Löschung der Energiewerte aller Kanäle ist im Index [0xFB00:01](#) [[▶ 175](#)] der Wert  $0004_{\text{hex}}$  einzutragen.

#### autosaved (Index [0x90x0:03](#) [[▶ 186](#)] und [0x90x0:04](#) [[▶ 186](#)])

Die Energiewerte der Kanäle 1-3 werden in den Objekten [0x90x0:03](#) [[▶ 186](#)] alle 15 Minuten automatisch gespeichert. Darüber hinaus hat der Anwender die Möglichkeit mit dem Command-Objekt (Index [0xFB00:01](#) [[▶ 175](#)]) auch zu einem selbst definierten Moment den aktuellen Energiewert zu speichern oder den kompletten Inhalt zu löschen. Der 15-minütige Timer fängt in diesem Moment wieder bei null an.

#### Beispiel 1

Bei manueller Abspeicherung des Energiewertes aller Kanäle ist im Index [0xFB00:01](#) [[▶ 175](#)] der Wert  $0034_{\text{hex}}$  einzutragen.



## Beispiel 2

Zur manuellen Löschung der Energiewerte aller Kanäle ist im Index 0xFB00:01 [▶ 175] der Wert  $0024_{\text{hex}}$  einzutragen.

### 5.5.2.2 PM Inputs Channel 1/2/3

#### STATUS

Mit dem Struct "STATUS" können folgende nützliche Status Informationen des jeweiligen Kanals eingelesen werden.

- Overvoltage (Spannung ist größer 415 V)
- Undervoltage (Spannung ist kleiner 5 V)
- Overcurrent (Strom ist 1,1x größer als der Messbereichsendwert)
- Phase sequence cw (rechtsdrehendes Feld)
- Phase sequence ccw (linksdrehendes Feld)
- Missing zero crossing
- TxPDO State
- TxPDO Toggle

#### Current

Zyklische Messung des Stroms der jeweiligen Phase.

#### Voltage

Zyklische Messung der Spannung der jeweiligen Phase.

#### Active power

Zyklische Messung der Wirkleistung der jeweiligen Phase.

#### Index

Zeigt an, welche Kenngröße der "VariantValue" aktuell misst.

#### VariantValue

Hinter dem VariantValue verbergen sich mehrere Kenngrößen. Es besteht die Möglichkeit, folgende Werte des jeweiligen Kanals einzulesen.

- die Scheinleistung
- die Blindleistung
- die Energie
- den Leistungsfaktor  $\lambda$
- die Frequenz
- die negative Energie
- den Winkel  $\alpha$  der entsprechenden Phase zur Phase L1

Die Umschaltung der einzelnen Kenngrößen erfolgt mit Hilfe der jeweiligen zyklischen Ausgangsvariablen "Index".

---

#### ● Interpretation Ausgabewerte



Bei zeitlich gemittelten Ausgabewerten, wie beispielsweise RMS-Werten, kann sich bei steilen Signaländerungen eine gegenüber der Messzykluszeit deutlich verlängerte Änderung des Ausgabewertes ergeben.

## **i** Redundante Überprüfung der Netzfrequenz zur Anlagensteuerung empfohlen

Bei den EL34x3 Klemmen handelt es sich um Leistungsmessklemmen. Die Netzfrequenz wird gemessen und angezeigt, sollte aber nicht als alleiniger Wert zur Steuerung von Anlagen herangezogen werden. Insbesondere Sprünge der Netzfrequenz können die Frequenzmessung beeinflussen und unplausible Werte liefern.

### **Gehaltene Frequenz**

Die Indizes 46 bis 48 „gehaltene Frequenz“ zeigen die letzte Frequenz vor dem Eintreten eines Fehlers (Undervoltage, No zero crossing) an.

### **5.5.2.3 PM Inputs Channel Auxiliary**

#### **STATUS**

Hier kann der TxPDO Toggle dieses Kanals eingelesen werden

#### **Index**

Zeigt an, welche Kenngröße der "Value" aktuell misst.

#### **Channel**

Zeigt an, auf welchem Kanal aktuell gemessen wird.

#### **Value**

Hinter dem Value verbergen sich mehrere Kenngrößen. Ist im "Channel" der Wert 0 eingetragen, können folgende Werte eingelesen werden.

- Neutralleiterstrom
- Summe der Energie (Phase 1-3)
- Frequenz
- Summe der negativen Energie (Phase 1-3)
- Summe der Wirkleistung (Phase 1-3)
- Summe der Blindleistung (Phase 1-3)
- Summe der Scheinleistung (Phase 1-3)
- Temperatur am ADC

Ist im Channel der Wert 1, 2 oder 3 eingetragen, können folgende Werte der jeweiligen Phase 1, 2 oder 3 eingelesen werden.

- Effektivwert der Oberschwingung des Stroms
- Verhältnis der Oberschwingung zur Grundschwingung des Stroms
- Effektivwert der Oberschwingung der Spannung
- Verhältnis der Oberschwingung zur Grundschwingung der Spannung

Ist im Channel der Wert 11, 12 oder 13 eingetragen, können folgende Werte der jeweiligen Phase 1, 2 oder 3 eingelesen werden.

- die Scheinleistung
- die Blindleistung
- die Energie
- den Leistungsfaktor  $\lambda$
- die Frequenz
- die negative Energie

- der Winkel  $\alpha$  der entsprechenden Phase zur Phase L1
- der Strom
- die Spannung
- die Wirkleistung
- der Wirkfaktor  $\cos \varphi$

Die Umschaltung der einzelnen Kenngrößen erfolgt mit Hilfe der zyklischen Ausgangsvariablen "Index" (siehe auch Tabellen im Kapitel „Betriebsmodi und Einstellungen“ [► 147]).

#### 5.5.2.4 PM Outputs Channel 1/2/3

##### Index

Hier ist der Wert der zu messenden Kenngröße einzutragen, die im entsprechenden "Variant value" eingelesen werden soll.

#### 5.5.2.5 PM Outputs Channel Auxiliary

##### Index

Hier ist der Wert der zu messenden Kenngröße einzutragen, die im "Value" eingelesen werden soll.

##### Channel

Hier kann die Phase ausgewählt werden, die gemessen werden soll.

### 5.5.3 Skalierungsfaktoren

In der folgenden Übersicht sind die Skalierungsfaktoren angegeben, die zur Berechnung der Istwerte aus den Prozessdatenrohwerten benötigt werden.

## Skalierungsfaktoren EL34x3

Werte EL3413-xxxx	Werte EL3433-xxxx	Berechnung
Strom (5 A)	Strom (10 A)	Rohwerte x 0,000001 A x Stromwandlerverhältnis
Strom (1 A)	Strom (2 A)	Rohwerte x 0,000001 A x Stromwandlerverhältnis
Strom (0,1 A) [bei EL3413-0001 zur Zeit nicht aktiv]	Strom (0,2 A)	Rohwerte x 0,000001 A x Stromwandlerverhältnis
Neutralleiterstrom (5 A)	Neutralleiterstrom (10 A)	Rohwerte x 0,000001 A x Stromwandlerverhältnis
Spannung	Spannung	Rohwerte x 0,0001 V x Spannungswandlerverhältnis
Wirkleistung	Wirkleistung	Rohwerte x 0,01 W x Stromwandlerverhältnis x Spannungswandlerverhältnis
Scheinleistung	Scheinleistung	Rohwerte x 0,01 VA x Stromwandlerverhältnis x Spannungswandlerverhältnis
Blindleistung	Blindleistung	Rohwerte x 0,01 var x Stromwandlerverhältnis x Spannungswandlerverhältnis
Energie	Energie	Rohwerte x 0,001 Wh x Stromwandlerverhältnis
Leistungsfaktor $\lambda$	Leistungsfaktor $\lambda$	Rohwerte x 0,001
Frequenz	Frequenz	Rohwerte x 0,1 Hz; 0,01 Hz; 0,001 Hz
Winkel $\alpha$	Winkel $\alpha$	Rohwerte x 0,01°
Wirkfaktor $\cos \varphi$	Wirkfaktor $\cos \varphi$	Rohwerte x 0,001
Effektivwert Oberschwingung (Strom 1 A)	Effektivwert Oberschwingung (Strom 2 A)	Rohwerte x 0,000001 A x Stromwandlerverhältnis
Effektivwert Oberschwingung (Strom 5 A)	Effektivwert Oberschwingung (Strom 10 A)	Rohwerte x 0,000001 A x Stromwandlerverhältnis
Verhältnis Oberschwingung zu Grundschiwingung	Verhältnis Oberschwingung zu Grundschiwingung	Rohwerte x 0,01 %
Effektivwert Oberschwingung Spannung	Effektivwert Oberschwingung Spannung	Rohwerte x 0,0001 V x Spannungswandlerverhältnis

Tab. 1: Skalierungsfaktoren zur Berechnung der Istwerte aus Prozessdatenrohwerten

● **Technische Angaben**

**i** Alle technischen Angaben gelten für "3-Phasen-4-Leitersystem mit geerdeten Neutralleiter" außer explizit anders genannt).

● **Messbereichsendwert des Neutralleiterstroms**

**i** Der Messbereichsendwert der Messung des Neutralleiterstroms entspricht immer dem maximalen Strom der Klemme (EL3413 = 5 A und EL3433 = 10 A) und kann nicht umgeschaltet werden.

## 5.6 Hinweise zu analogen Spezifikationen

Beckhoff IO-Geräte (Klemmen, Boxen, Module) mit analogen Eingängen sind durch eine Reihe technischer Kenndaten charakterisiert, siehe dazu die Technischen Daten in den jeweiligen Dokumentationen.

Zur korrekten Interpretation dieser Kenndaten werden im Folgenden einige Erläuterungen gegeben.

### 5.6.1 Messbereichsendwert (MBE)

Ein IO-Gerät mit analogem Eingang misst über einen nominellen Messbereich, der durch eine obere und eine untere Schranke (Anfangswert und Endwert) begrenzt wird die meist schon der Gerätebezeichnung entnommen werden kann.

Der Bereich zwischen beiden Schranken wird Messspanne genannt und entspricht der Formel (Endwert - Anfangswert). Entsprechend zu Zeigergeräten ist dies die Messskala (vgl. IEC 61131) oder auch der Dynamikumfang.

Für analoge IO-Geräte von Beckhoff gilt, dass als Messbereichsendwert (MBE) des jeweiligen Produkts (auch: Bezugswert) die betragsmäßig größte Schranke gewählt und mit positivem Vorzeichen versehen wird. Dies gilt für symmetrische und asymmetrische Messspannen.

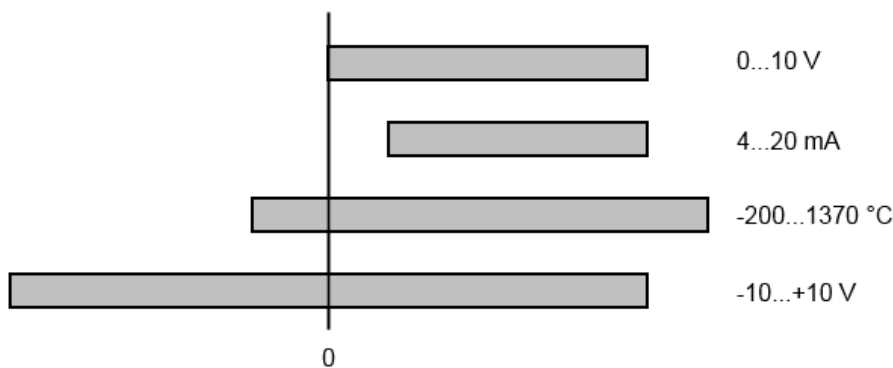


Abb. 152: Messbereichsendwert, Messspanne

Für die obigen **Beispiele** bedeutet dies:

- Messbereich 0...10 V: asymmetrisch unipolar, MBE = 10 V, Messspanne = 10 V
- Messbereich 4...20 mA: asymmetrisch unipolar, MBE = 20 mA, Messspanne = 16 mA
- Messbereich -200...1370°C: asymmetrisch bipolar, MBE = 1370°C, Messspanne = 1570°C
- Messbereich -10...+10 V: symmetrisch bipolar, MBE = 10 V, Messspanne = 20 V

Dies gilt entsprechend für analoge Ausgangsklemmen/ -boxen (bzw. verwandten Beckhoff-Produktgruppen).

### 5.6.2 Messfehler/Messabweichung/Messunsicherheit

Der relative Messfehler als Spezifikationswert eines Beckhoff-Analoggeräts wird angegeben in % vom nominellen MBE und berechnet als Quotient aus der zahlenmäßig größten wahrscheinlich möglichen Abweichung vom wahren Messwert in Bezug auf den MBE:

$$\text{Messfehler} = \frac{|\text{max. Abweichung}|}{\text{MBE}}$$

Hier ist anzumerken, dass der „wahre Messwert“ auch nicht unendlich genau bestimmt werden kann, sondern nur über Referenzgeräte mit höherem Aufwand an Technik und Messdauer und somit deutlich geringerer Messunsicherheit ermittelt wird.

Der Wert beschreibt also das Ergebnisfenster, in dem der vom betrachteten Gerät (Beckhoff-Analoggerät) ermittelte Messwert mit sehr hoher Wahrscheinlichkeit in Relation zum „wahren Wert“ liegt. Es handelt sich dabei also umgangssprachlich um einen „typischen“ Wert (typ.); damit wird ausgedrückt, dass die große statistische Mehrheit der Werte im Spezifikationsfenster liegen wird, es aber in seltenen Fällen auch zu Abweichungen außerhalb des Fensters kommen kann/wird.

Deshalb hat sich mittlerweile auch eher der Begriff „Messunsicherheit“ für dieses Fenster etabliert, denn mit „Fehler“ werden mittlerweile eher bekannte und damit i.d.R. systematisch abstellbare Störeffekte bezeichnet.

Die Messunsicherheitsangabe ist immer auch in Abhängigkeit von potenziellen Umgebungseinflüssen zu sehen:

- unveränderliche elektrische Kanaleigenschaften wie Temperaturempfindlichkeit,
- veränderliche Einstellungen des Kanals (Rauschen via Filtern, Samplingrate, ...).

Messunsicherheitsangaben ohne weitere Betriebseingrenzung (auch „Gebrauchsfehlergrenze“ genannt) können als Wert „über alles“ angenommen werden: gesamter zulässiger Betriebstemperaturbereich, Default-Einstellung, etc.

Das Fenster ist immer als Positiv/Negativ-Spanne mit „±“ zu verstehen, auch wenn fallweise als „halbes“ Fenster ohne „±“ angegeben.

Die maximale Abweichung kann auch direkt angegeben werden.

**Beispiel:** Messbereich 0...10 V (MBE = 10 V) und Messunsicherheit  $< \pm 0,3\%_{\text{MBE}}$  → zu erwartende, maximale übliche Abweichung  $\pm 30$  mV im zulässigen Betriebstemperaturbereich.

### ● Geringere Messunsicherheit möglich

**I** Falls diese Angabe auch die Temperaturdrift beinhaltet, kann bei Sicherstellung einer konstanten Umgebungstemperatur des Geräts und thermischer Stabilisierung in der Regel nach einem Anwenderabgleich von einem signifikant geringeren Messfehler ausgegangen werden.

Das oben genannte gilt technisch gleichwertig auch für den Ausgabeendwert (AEW) analoger Ausgabegeräte.

## 5.6.3 Temperaturkoeffizient tK [ppm/K]

Eine elektronische Schaltung ist in der Regel mehr oder weniger temperaturabhängig. Im Bereich der analogen Messtechnik bedeutet dies, dass der mittels einer elektronischen Schaltung ermittelte Messwert reproduzierbar in seiner Abweichung vom „wahren“ Wert von der Umgebungs-/Betriebstemperatur abhängig ist.

Lindern kann ein Hersteller dies durch Verwendung höherwertiger Bauteile oder Software-Maßnahmen.

Der von Beckhoff ggf. angegebene Temperaturkoeffizient erlaubt es dem Anwender den zu erwartenden Messfehler außerhalb der Grundgenauigkeit bei 23°C zu berechnen.

Aufgrund der umfangreichen Unsicherheitsbetrachtungen, die in die Bestimmungen der Grundgenauigkeit (bei 23°C) eingehen, empfiehlt Beckhoff eine quadratische Summierung.

**Beispiel:** Grundgenauigkeit bei 23°C sei  $\pm 0,01\%$  typ. (MBE),  $tK = 20$  ppm/K typ., gesucht ist die Genauigkeit G35 bei 35°C, somit  $\Delta T = 12$  K

$$G35 = \sqrt{(0,01\%)^2 + (12\text{K} \cdot 20 \frac{\text{ppm}}{\text{K}})^2} = 0,026\% \text{ MBE, typ}$$

Anmerkungen: ppm  $\triangleq 10^{-6}$       %  $\triangleq 10^{-2}$

### 5.6.4 Langzeiteinsatz

Analoge Baugruppen (Eingänge, Ausgänge) unterliegen im Betrieb beständiger Umwelteinwirkung (Temperatur, Temperaturwechsel, Schock/Vibration, Einstrahlung etc.). Dies kann Einfluss auf die Funktion, insbesondere die analoge Genauigkeit (auch: Mess- bzw. Ausgabunsicherheit) haben.

Als Industrieprodukte sind Beckhoff Analoggeräte für den 24h/7d Dauereinsatz ausgelegt. Die Geräte zeigen, dass sie insbesondere die Genauigkeitsspezifikation in der Regel auch im Langzeiteinsatz einhalten. Eine zeitlich unbeschränkte Funktionszusicherung (betrifft auch die Genauigkeit) kann wie üblich für technischen Geräte allerdings nicht gegeben werden.

Beckhoff empfiehlt die Verwendungsfähigkeit in Bezug auf das Einsatzziel im Rahmen üblicher Anlagenwartung z.B. alle 12-24 Monate zu prüfen.

### 5.6.5 Massebezug: Typisierung SingleEnded / Differentiell

Beckhoff unterscheidet analoge Eingänge grundsätzlich in den zwei Typen *Single-Ended* (SE) und *differentiell* (DIFF) und steht hier für den unterschiedlichen elektrischen Anschluss bezüglich der Potenzialdifferenz.

In dieser Abbildung sind ein SE und ein DIFF-Modul als 2-kanalige Variante aufgezeigt, exemplarisch für alle mehrkanaligen Ausführungen.

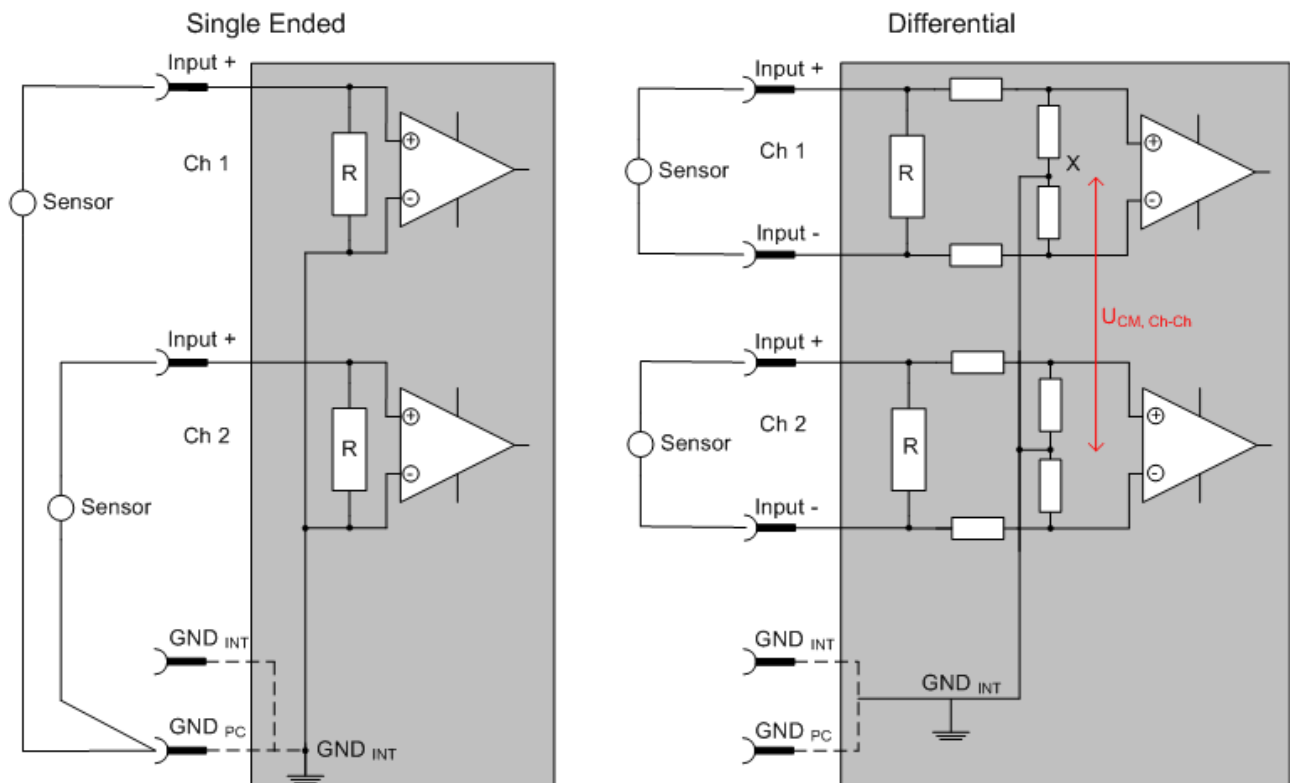


Abb. 153: SE und DIFF-Modul als 2-kanalige Variante

Hinweis: gestrichelte Linien bedeuten, dass diese Verbindung nicht unbedingt in jedem SE- oder DIFF-Modul vorhanden sein muss. Galvanisch getrennte Kanäle arbeiten grundsätzlich in differentieller Art, nur dass überhaupt kein direkter (galvanischer) Massebezug im Modul hergestellt ist. Spezifikationsangaben zu empfohlenen und maximalen Spannungen sind jeweils allerdings zu beachten.

**Grundsätzlich gilt:**

- Die analoge Messung erfolgt immer als Spannungsmessung zwischen zwei Potenzialpunkten. Bei einer Spannungsmessung ist R groß gewählt, um eine hohe Impedanz zu gewährleisten, bei einer Strommessung ist R als Shunt niedrig gewählt. Ist der Messzweck eine Widerstandsbestimmung, erfolgt die Betrachtung entsprechend.

- Dabei sind diese beiden Punkte bei Beckhoff üblicherweise als Input+/SignalPotenzial und Input-/BezugsPotenzial gekennzeichnet.
- Für die Messung zwischen zwei Potenzialpunkten sind auch zwei Potenziale heranzuführen.
- Bei den Begrifflichkeiten „1-Leiter-Anschluss“ oder „3-Leiter-Anschluss“ ist bezüglich der reinen Analog-Messung zu beachten: 3- oder 4-Leiter können zur Sensorversorgung dienen, haben aber mit der eigentlichen Analog-Messung nichts zu tun, diese findet immer zwischen zwei Potenzialen/Leitungen statt.  
Dies gilt insbesondere auch für SE, auch wenn hier die Benennung suggeriert, dass nur eine Leitung benötigt wird.
- Es ist im Vorfeld der Begriff der "galvanischen Trennung" klarzustellen.  
Beckhoff IO-Module verfügen über 1..8 oder mehr analoge Kanäle; bei Betrachtungen bezüglich des Kanalanschluss ist zu unterscheiden
  - wie sich die Kanäle INNERHALB eines Moduls zueinander stellen oder
  - wie sich die Kanäle MEHRERER Module zueinander stellen.  
Ob die Kanäle zueinander direkt in Verbindung stehen wird u. a. mit der Eigenschaft der galvanischen Trennung spezifiziert.
  - Beckhoff Klemmen/ Boxen (bzw. verwandte Produktgruppen) sind immer mit einer galvanischen Trennung von Feld/Analog-Seite zu Bus/EtherCAT-Seite ausgerüstet. Wenn zwei analoge Klemmen/ Boxen also nicht über die Powerkontakte/ Powerleitung miteinander galvanisch verbunden sind, besteht faktisch eine galvanische Trennung zwischen den Modulen.
  - Falls Kanäle innerhalb eines Moduls galvanisch getrennt sind oder ein 1-Kanal-Modul keine Powerkontakte aufweist, handelt es sich faktisch immer um differentielle Kanäle, siehe dazu auch folgende Erläuterungen. Differentielle Kanäle sind nicht zwangsläufig galvanisch getrennt.
- Analoge Messkanäle unterliegen technischen Grenzen sowohl bezüglich des empfohlenen bestimmungsgemäßen Betriebsbereichs (Dauerbetrieb) als auch der Zerstörgrenze. Entsprechende Hinweise in den Dokumentationen zu den Klemmen/ Boxen sind zu beachten.

## Erläuterung

- **differentiell (DIFF)**
  - Die differentielle Messung ist das flexibelste Konzept. Beide Anschlusspunkte Input+/SignalPotenzial und Input-/BezugsPotenzial sind vom Anwender im Potenzial im Rahmen der technischen Spezifikation frei wählbar.
  - Ein differentieller Kanal kann auch als SE betrieben werden, wenn das BezugsPotenzial von mehreren Sensoren verbunden wird. Dieser Verbindungspunkt kann auch Anlagen-GND sein.
  - Da ein differentieller Kanal intern symmetrisch aufgebaut ist (vgl. Abb. SE und DIFF-Modul als 2-kanalige Variante) stellt sich in der Mitte zwischen den beiden zugeführten Potenzialen ein Mittel-Potenzial ein (X), das gleichbedeutend mit dem internen Ground/Bezugsmasse dieses Kanals ist. Wenn mehrere DIFF-Kanäle ohne galvanische Trennung in einem Modul verbaut sind, kennzeichnet die technische Eigenschaft „ $U_{CM}$  (common mode Spannung)“, wie weit die Kanäle in Ihrer Mittenspannung auseinander liegen dürfen.
  - Die interne Bezugsmasse kann ggf. als Anschlusspunkt an der Klemme/ Box zugänglich sein, um ein definiertes GND-Potenzial in der Klemme/ Box zu stabilisieren. Es ist allerdings dann besonders auf die Qualität dieses Potenzials (Rauschfreiheit, Spannungskonstanz) zu achten. An diesen GND-Punkt kann auch eine Leitung angeschlossen werden die dafür sorgt, dass bei der differentiellen Sensorleitung die  $U_{CM,max}$  nicht überschritten wird.  
Sind differentielle Kanäle nicht galvanisch getrennt, ist i. d. R nur eine  $U_{CM,max}$  zulässig. Bei galvanischer Trennung sollte dieses Limit nicht vorhanden sein und die Kanäle dürfen nur bis zur spezifizierten Trennungsgrenze auseinander liegen.
  - Differentielle Messung in Kombination mit korrekter Sensorleitungsverlegung hat den besonderen Vorteil, dass Störungen die auf das Sensorkabel wirken (idealerweise sind Hin- und Rückleitung nebeneinander verlegt, so dass beide Leitungen von Störsignalen gleich getroffen werden) sehr wenig effektive Auswirkung auf die Messung haben, weil beide Leitungen gemeinsam (= common) im Potenzial verschoben werden - umgangssprachlich: Gleichtaktstörungen wirken auf beide Leitungen gleichzeitig in Amplitude und Phasenlage.
  - Trotzdem unterliegt die Unterdrückung von Gleichtaktstörungen innerhalb eines Kanals oder zwischen Kanälen technischen Grenzen, die in den technischen Daten spezifiziert sind.



- Weitere hilfreiche Ergänzungen dazu sind der Dokumentationsseite *Beschaltung von 0/4..20 mA Differenzeingängen* (siehe z. B. Dokumentation zu den Klemmen EL30xx) zu entnehmen.
- **Single Ended (SE)**
  - Ist die Analog-Schaltung als SE konzipiert, ist die Input-/Bezugsleitung intern fest auf ein bestimmtes nicht änderbares Potenzial gelegt. Dieses Potenzial muss an mindestens einer Stelle der Klemme/ Box von außen zum Anschluss des Bezugspotenzials zugänglich sein, z. B. über die Powerkontakte/ Powerleitung.
  - SE bietet dem Anwender die Möglichkeit, bei mehreren Kanälen zumindest eine der beiden Sensorleitungen nicht bis zur Klemme/ Box zurückführen zu müssen wie bei DIFF, sondern die Bezugsleitung bereits an den Sensoren zusammenzufassen, z. B. im Anlagen-GND.
  - Nachteilig dabei ist, dass es über die getrennte Vor- und Rückleitung zu Spannungs-/ Stromveränderungen kommen kann, die von einem SE-Kanal nicht mehr erfasst werden können, s. Gleichtaktstörung. Ein  $U_{CM}$ -Effekt kann nicht auftreten da die interne Schaltung der Kanäle eines Moduls ja immer durch Input-/Bezugspotenzial hart miteinander verbunden sind.

### Typisierung 2/3/4-Leiter-Anschluss von Stromsensoren

Stromgeber/Sensoren/Feldgeräte (im Folgenden nur „Sensor“ genannt) mit der industriellen 0/4-20mA-Schnittstelle haben typisch eine interne Wandlungselektronik von der physikalischen Messgröße (Temperatur, Strom...) auf den Stromregelausgang. Diese interne Elektronik muss mit Energie (Spannung, Strom) versorgt werden. Die Zuleitungsart dieser Versorgung trennt die Sensoren somit in *selbstversorgende* oder *extern versorgte* Sensoren:

#### Selbstversorgende Sensoren

- Die Energie für den Eigenbetrieb bezieht der Sensor über die Sensor/Signal-Leitung + und – selbst. Damit immer genug Energie für den Eigenbetrieb zur Verfügung steht und eine Drahtbruchererkennung möglich ist, wurde bei der 4-20mA-Schnittstelle als untere Grenze 4 mA festgelegt, d. h. minimal lässt der Sensor 4 mA, maximal 20 mA Strom passieren.
- 2-Leiter-Anschluss siehe Abb. *2-Leiter-Anschluss*, vgl. IEC60381-1
- Solche Stromgeber stellen i. d .R. eine Stromsenke dar, möchten also als „variable Last“ zwischen + und – sitzen. Vgl. dazu Angaben des Sensorherstellers.

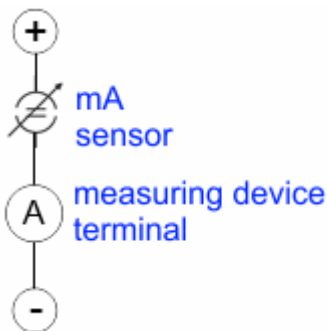


Abb. 154: 2-Leiter-Anschluss

Sie sind deshalb nach der Beckhoff-Terminologie wie folgt anzuschließen:

bevorzugt an „**single-ended**“ **Eingänge**, wenn die +Supply-Anschlüsse der Klemme/ Box gleich mitgenutzt werden sollen - anzuschließen an +Supply und Signal

sie können aber auch an „**differentielle**“ **Eingänge** angeschlossen werden, wenn der Schluss nach GND dann applikationsseitig selbst hergestellt wird – polrichtig anzuschließen an +Signal und –Signal  
Unbedingt die Hinweisseite *Beschaltung von 0/4..20 mA Differenzeingängen* (siehe z. B. Dokumentation zu den Klemmen EL30xx) beachten!

#### Extern versorgte Sensoren

- 3- und 4-Leiter-Anschluss siehe Abb. *Anschluss extern versorgte Sensoren*, vgl. IEC60381-1

- Die Energie/Betriebsspannung für den Eigenbetrieb bezieht der Sensor aus zwei eigenen Versorgungsleitungen. Für die Signalübertragung der Stromschleife werden ein oder zwei weitere Sensorleitungen verwendet:
  - 1 Sensorleitung: nach der Beckhoff-Terminologie sind solche Sensoren an „**single-ended**“ **Eingänge** anzuschließen in 3 Leitungen mit +/-Signal und ggf. FE/Schirm.
  - 2 Sensorleitungen: Bei Sensoren mit 4-Leiter-Anschluss nach +Supply/-Supply/+Signal/-Signal ist zu prüfen ob der +Signal mit +Supply oder der -Signal-Anschluss mit -Supply verbunden werden darf.  
 Ja:  
 Dann kann entsprechend an einen Beckhoff „**single-ended**“ **Eingang** angeschlossen werden.  
 Nein:  
 es ist der Beckhoff „**differenziell**“ **Eingang** für +Signal und -Signal zu wählen, +Supply und -Supply sind über extra Leitungen anzuschließen.  
 Unbedingt die Hinweisseite *Beschaltung von 0/4..20 mA Differenzeingängen* (siehe z. B. Dokumentation zu den Klemmen EL30xx) beachten!

Hinweis: fachspezifische Organisationen wie NAMUR fordern einen nutzbaren Messbereich <4 mA/>20 mA zur Fehlererkennung und Justage, vgl. NAMUR NE043.

Es ist in der Beckhoff Gerätedokumentation einzusehen, ob das jeweilige Gerät solch einen erweiterten Signalbereich unterstützt.

Bei unipolaren Klemmen/ Boxen (und verwandten Produktgruppen) ist üblicherweise eine interne Diode vorhanden, dann ist die Polarität/Stromrichtung zu beachten:

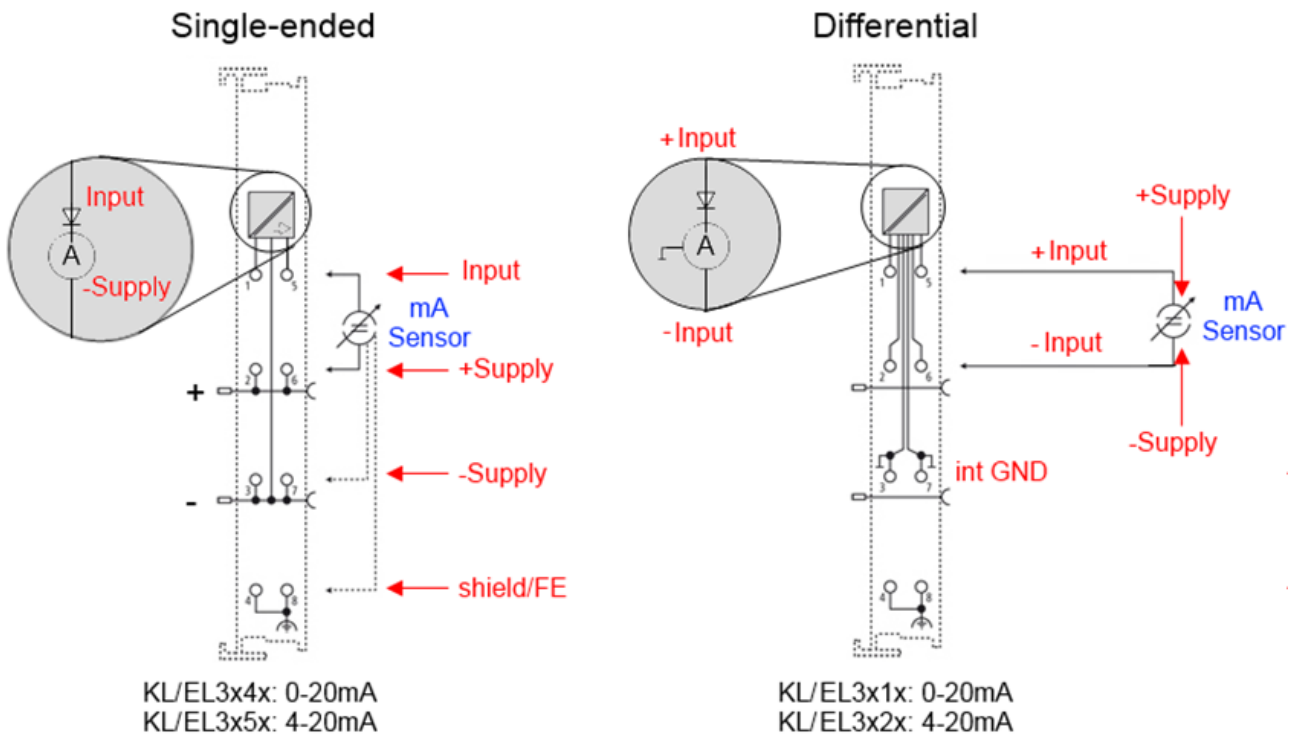


Abb. 155: Anschluss extern versorgte Sensoren

Einordnung der Beckhoff-Klemmen/ Boxen - Beckhoff 0/4-20mA Klemmen/ Boxen (und verwandten Produktgruppen) sind als **differenziell** und **single-ended** verfügbar:

**Single-ended**

EL3x4x: 0-20 mA, EL3x5x: 4-20 mA, genauso KL und verwandten Produktgruppen

Stromvorzugsrichtung da interne Diode

Sind für den Anschluss von extern versorgenden Sensoren im 3/4-Leiter-Anschluss konzipiert.

Sind für den Anschluss von selbstversorgenden Sensoren im 2-Leiter-Anschluss konzipiert

**differenziell**

EL3x1x: 0-20 mA, EL3x2x: 4-20 mA, genauso KL und verwandten Produktgruppen

Stromvorzugsrichtung da interne Diode

Die Klemme/ Box ist eine passive differenzielle Strommessvorrichtung, „passiv“ bedeutet, dass keine Sensorspeisung erfolgt.

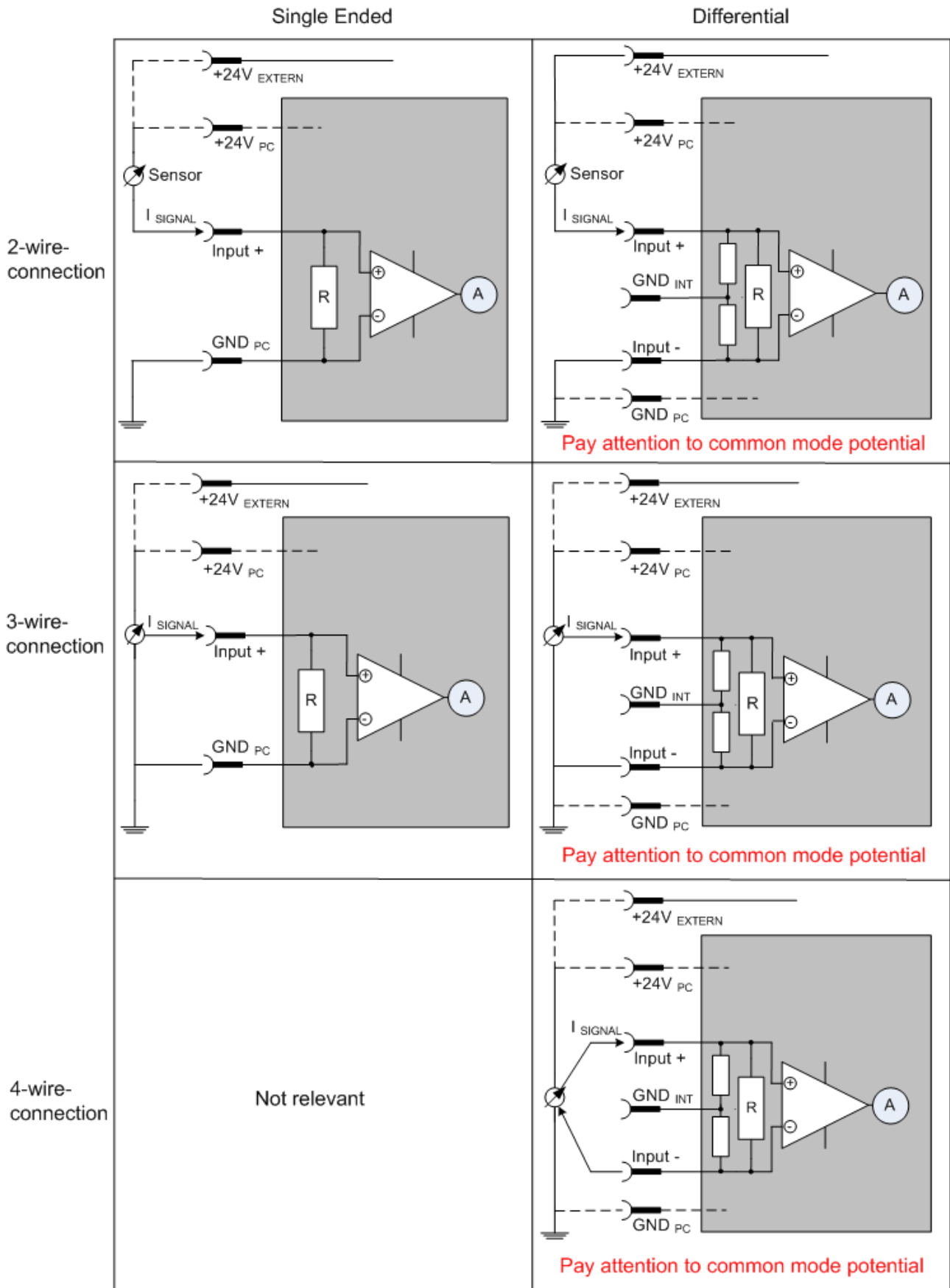


Abb. 156: 2-, 3- und 4-Leiter-Anschluss an Single Ended - und Differenz Eingänge

## 5.6.6 Gleichtaktspannung und Bezugsmasse (bezogen auf Differenzeingänge)

Gleichtaktspannung (CommonMode,  $U_{cm}$ ) wird als der Mittelwert der Spannungen an den einzelnen Anschlüssen/Eingängen definiert und wird gegen eine Bezugsmasse gemessen/angegeben.

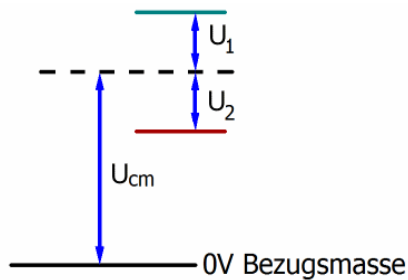


Abb. 157: Gleichtaktspannung ( $U_{cm}$ )

Bei der Definition des zulässigen Gleichtaktspannungsbereiches und bei der Messung der Gleichtaktunterdrückung (CMRR, common mode rejection ratio) bei differenziellen Eingängen ist die Definition der Bezugsmasse wichtig.

Die Bezugsmasse ist auch das Potential, gegen welches der Eingangswiderstand und die Eingangsimpedanz bei single-ended-Eingängen bzw. der Gleichtaktwiderstand und die Gleichtaktimpedanz bei differenziellen Eingängen gemessen werden.

Die Bezugsmasse ist an/bei der Klemme/ Box i.d.R. zugänglich. Orte dafür können Klemmkontakte, Powerkontakte/ Powerleitung oder auch nur eine Tragschiene sein. Zur Verortung siehe Dokumentation, die Bezugsmasse sollte beim betrachteten Gerät angegeben sein.

Bei mehrkanaligen Klemmen/ Boxen mit resistiver (=direkter, ohmscher, galvanischer) oder kapazitiver Verbindung zwischen den Kanälen ist die Bezugsmasse vorzugsweise der Symmetriepunkt aller Kanäle, unter Betrachtung der Verbindungswiderstände.

### Beispiele für Bezugsmassen bei Beckhoff IO Geräten:

1. internes AGND (analog GND) herausgeführt:  
EL3102/EL3112, resistive Verbindung der Kanäle untereinander
2. 0V-Powerkontakt:  
EL3104/EL3114, resistive Verbindung der Kanäle untereinander an AGND, AGND niederohmig verbunden mit 0V-Powerkontakt
3. Erde bzw. SGND (shield GND):
  - EL3174-0002: Kanäle haben keine resistive Verbindung untereinander, aber sind kapazitiv durch Ableitkondensatoren an SGND gekoppelt
  - EL3314: keine interne Masse auf die Klemmpunkte herausgeführt, aber kapazitive Kopplung an SGND

## 5.6.7 Spannungsfestigkeit

Es ist zu unterscheiden zwischen:

- Spannungsfestigkeit (Zerstörgrenze): eine Überschreitung kann irreversible Veränderungen an der Elektronik zur Folge haben, Wertbetrachtung dabei
  - gegen eine festgelegte Bezugsmasse oder
  - differentiell
- Empfohlener Einsatzspannungsbereich: Bei einer Überschreitung kann nicht mehr von einem spezifikationsgemäßen Betrieb ausgegangen werden, Wertbetrachtung dabei
  - gegen eine festgelegte Bezugsmasse oder
  - differentiell

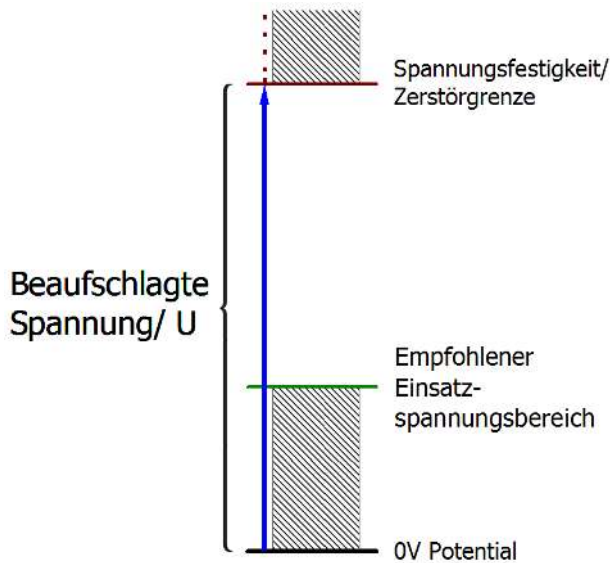


Abb. 158: Empfohlener Einsatzspannungsbereich

Es können in den Gerätedokumentationen besondere Spezifikationsangaben dazu und zur Zeitangabe gemacht werden, unter Berücksichtigung von:

- Eigenerwärmung
- Nennspannung
- Isolationsfestigkeit
- Flankensteilheit der Anlege-Spannung bzw. Haltedauern
- Normatives Umfeld (z. B. PELV)

## 5.6.8 Zeitliche Aspekte der analog/digital Wandlung

Die Umwandlung des stetigen analogen elektrischen Eingangssignals in eine wertdiskrete digitale und maschinenlesbare Form wird in den Beckhoff analogen Eingangsbaugruppen EL/KL/EP mit sog. ADC (analog digital converter) umgesetzt. Obgleich verschiedene ADC-Technologien gängig sind, haben sie alle aus Anwendersicht ein gemeinsames Merkmal: nach dem Ende der Umwandlung steht ein bestimmter digitaler Wert zur Weiterverarbeitung in der Steuerung bereit. Dieser Digitalwert, das sog. Analoge Prozessdatum, steht in einem festen zeitlichen Zusammenhang mit der „Ur-Größe“, dem elektrischen Eingangswert. Deshalb können für Beckhoff analoge Eingangsgeräte auch entsprechende zeitliche Kenndaten ermittelt und spezifiziert werden.

In diesen Prozess sind mehrere funktionale Komponenten involviert, die mehr oder weniger stark ausgeprägt in jeder AI (analog input) Baugruppe wirken:

- die elektrische Eingangsschaltung
- die Analog/Digital-Wandlung
- die digitale Weiterverarbeitung
- die finale Bereitstellung der Prozess- und Diagnosedaten zur Abholung an den Feldbus (EtherCAT, K-Bus etc.)

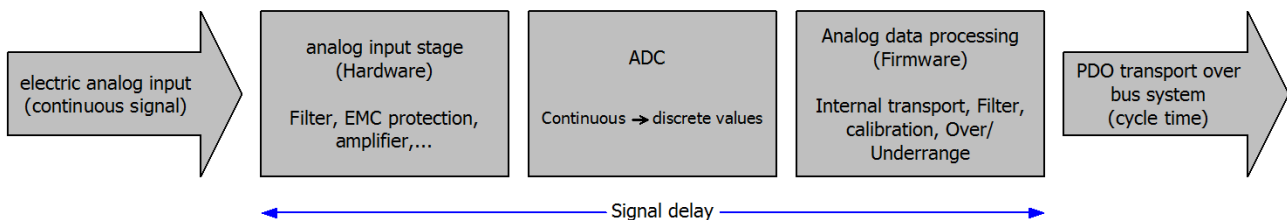


Abb. 159: Signalverarbeitung Analogeingang

Aus Anwendersicht sind dabei zwei Aspekte entscheidend:

- „Wie oft bekomme ich neue Werte?“, also eine Sampling-Rate im Sinne einer Schnelligkeit in Bezug auf das Gerät/den Kanal
- Wieviel Verzögerung verursacht die (gesamte) AD-Wandlung des Gerätes/des Kanals? Also Hard- und Firmware-Teile in toto. Aus technologischen Gründen muss zur Bestimmung dieser Angabe die Signalcharakteristik betrachtet werden: je nach Signalfrequenz kann es zu unterschiedlichen Laufzeiten durch das System kommen.

Dies ist die „äußere“ Betrachtung des Systems „Beckhoff AI Kanal“ – intern setzt sich insbesondere die Signalverzögerung aus den verschiedenen Anteilen Hardware, Verstärker, Wandlung selbst, Datentransport und Verarbeitung zusammen. Auch kann ggf. intern eine höhere Abtastrate verwendet werden (z.B. bei deltaSigma-Wandlern) als „außen“ aus Anwendersicht angeboten wird. Dies ist aber für eine nutzseitige Betrachtung der Komponente „Beckhoff AI Kanal“ normalerweise ohne Belang bzw. wird entsprechend spezifiziert, falls es doch für die Funktion relevant ist.

Damit können für Beckhoff AI Geräte folgende Spezifikationsangaben zum AI Kanal aus zeitlicher Sicht für den Anwender angegeben werden:

### 1. Minimale Wandlungszeit [ms, µs]

Dies ist der Kehrwert der maximalen **Sampling-Rate** [Sps, Samples per second]:

Gibt an, wie oft der analoge Kanal einen neu festgestellten Prozessdatenwert zur Abholung durch den Feldbus bereitstellt. Ob der Feldbus (EtherCAT, K-Bus) diesen dann auch genauso schnell (also im Gleichtakt), schneller (weil der AI Kanal im langsamen FreeRun läuft) oder langsamer (z.B. bei Oversampling) abholt, ist dann eine Frage der Einstellung des Feldbusses und welche Betriebsmodi das AI Gerät unterstützt.

Bei EtherCAT Geräten zeigt das sog. ToggleBit bei den Diagnose-PDO an (indem es toggelt), dass ein neu ermittelter Analogwert vorliegt.

Entsprechend kann eine maximale Wandlungszeit, also eine minimal vom AI Gerät unterstützte Samplingrate spezifiziert werden.

Entspricht IEC 61131-2 Kap 7.10.2 2) „Abtast-Wiederholzeit“

**2. Typ. Signalverzögerung**

Entspricht IEC 61131-2 Kap 7.10.2 1) „Abtastdauer“. Sie inkludiert nach dieser Betrachtung alle geräteinternen Hard- und Firmware-Anteile, aber nicht „äußere“ Verzögerungsanteile aus dem Feldbus oder der Steuerung (TwinCAT).

Diese Verzögerung ist insbesondere relevant für absolute Zeitbetrachtungen, wenn AI Kanäle zum Amplitudenwert auch einen zugehörigen Zeitstempel (timestamp) mitliefern – von dem ja angenommen werden darf, dass er in seinem Zeitwert, zu dem außen ehemals physikalisch anliegenden Amplitudenwert passt.

Aufgrund der frequenzabhängigen Laufzeit eines Signals, kann ein dezidiertes Wert nur für ein gegebenes Signal spezifiziert werden. Der Wert ist auch abhängig von ggf. veränderlichen Filtereinstellungen des Kanals.

Eine typische Charakterisierung in der Gerätedokumentation kann sein:

**2.1 Signalverzögerung (Sprungantwort)**

Stichwort Einschwingzeit:

Das Rechtecksignal kann extern mit einem Frequenzgenerator (Impedanz beachten!) erzeugt werden.

Als Erkennungsschwelle wird die 90% Grenze verwendet.

Die Signalverzögerung [ms, µs] ist dann der zeitliche Abstand zwischen dem (idealen) elektrischen Rechtecksignal und der Zeitpunkt wo der analoge Prozesswert die 90% Amplitude erreicht hat.

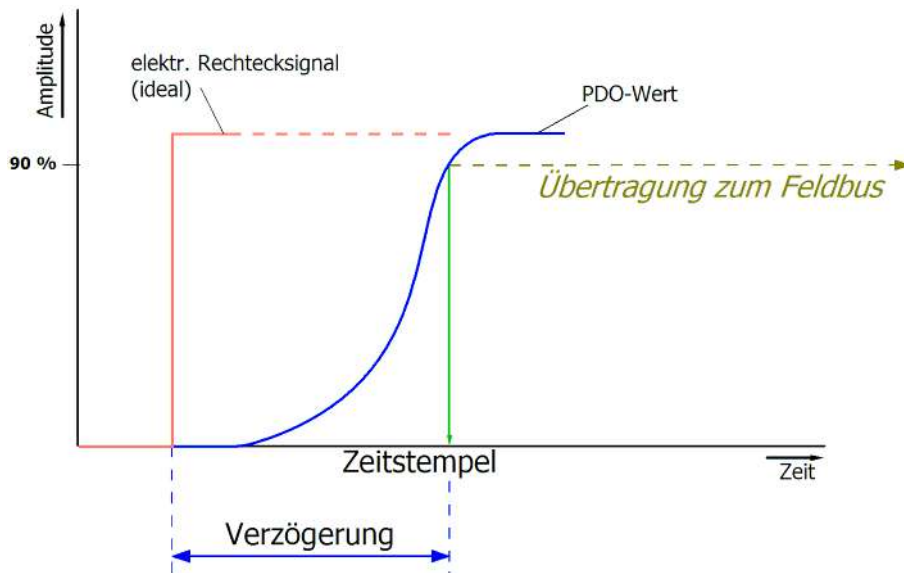


Abb. 160: Diagramm Signalverzögerung (Sprungantwort)

**2.2 Signalverzögerung (linear)**

Stichwort Gruppenlaufzeit:

Beschreibt die Verzögerung eines frequenzkonstanten Signals

Testsignal kann extern mit einem Frequenzgenerator erzeugt werden, z. B. als Sägezahn oder Sinus.

Referenz wäre dann ein zeitgleiches Rechtecksignal.

Die Signalverzögerung [ms, µs] ist dann der zeitliche Abstand zwischen dem eingespeisten elektrischen Signal einer bestimmten Amplitude und dem Moment, bei dem der analoge Prozesswert denselben Wert erreicht.

Dazu muss die Testfrequenz in einem sinnvollen Bereich gewählt werden; diese kann z. B. bei 1/20 der maximalen Sampling-Rate liegen.

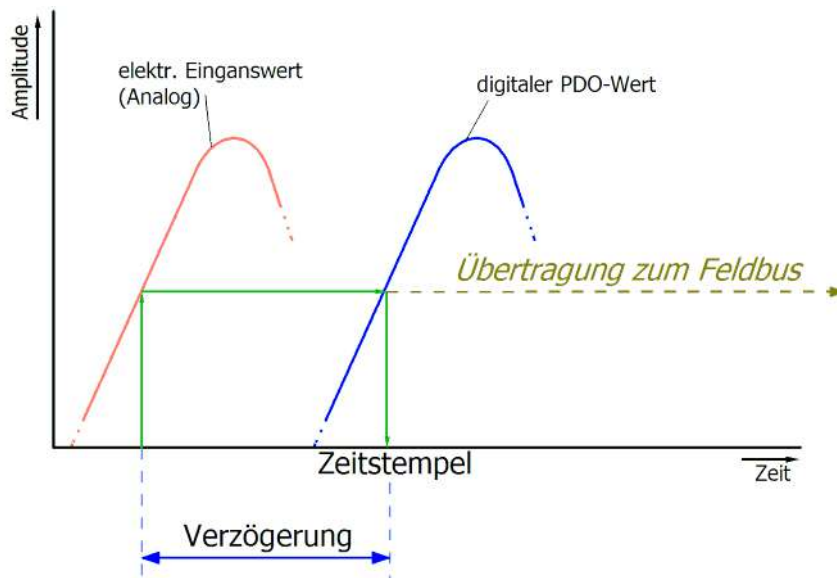


Abb. 161: Diagramm Signalverzögerung (linear)

### 3. Weitere Angaben

Weitere Angaben können in der Spezifikation optional angeführt sein, wie z. B.

- Tatsächliche Sampling-Rate des ADC (wenn unterschiedlich von der Kanal-Sampling-Rate)
- Zeit-Korrekturwerte für Laufzeiten bei unterschiedlichen Filtereinstellungen
- usw.




## 5.6.9 Begriffsklärung GND/Ground

IO Geräte haben immer irgendwo ein Referenzpotential. Schließlich entsteht die arbeitsfähige elektrische Spannung erst dadurch, dass zwei Orte unterschiedliche Potentiale annehmen – der eine Ort sei dann Referenzpotential/Bezugspotential genannt.

Im Beckhoff IO Bereich und insbesondere bei den Analogprodukten werden verschiedene Bezugspotentiale verwendet und benannt, diese seien hier definiert, benannt und erläutert.


Hinweis: aus historischen Gründen werden bei verschiedenen Beckhoff IO Produkten unterschiedliche Benennungen verwendet. Die nachfolgenden Erläuterungen stellen diese auf ein einheitliches technisches Fundament.

### SGND

- Auch genannt: FE, Functional Earth, Shield GND, Shield.
- Verwendung: Ableitung von Störungen und Abstrahlungen, vorrangig stromlos.
- Symbol: .
- Hinweise und Empfehlungen zu SGND/FE sind im separaten Kapitel „Inbetriebnahme“/ „Analogtechnische Hinweise – Schirm und Erde“ genannt.
- SGND endet i.d.R. am Ende in den baulichen Erdungsternpunkt.
- Um bestimmungsgemäß verwendet werden zu können, sollte SGND selbst eine rauscharme/ rauschfreie, „saubere“ Strom- und Spannungssenke sein.

### PE

- Auch genannt: Protective Earth.
- Verwendung: Schutzmaßnahme gegen das Auftreten von gefährlichen Berührungsspannungen, indem diese Berührungsspannungen abgeleitet werden und dann vorgeschaltete Schutzeinrichtungen auslösen. Bei korrekter Installation ist der PE-Leiter stromlos, muss aber für den Schutzfall vorgabegemäß stromtragfähig sein.

- Symbol: .
- PE endet i.d.R. am Ende in den baulichen Erdungsternpunkt.
- Vorgaben und Hinweise zu PE siehe einschlägiges Regelwerk.

### PGND, AGND

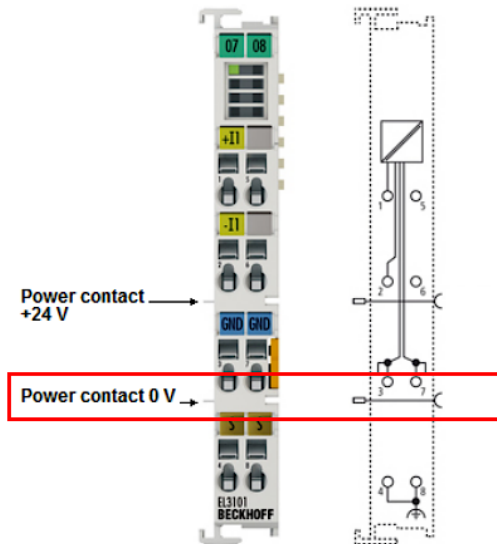
- Verwendung: Bezugsmasse oder Rückleitung von analogen oder digitalen Signalen.
- Je nach Verwendung nominell stromlos als Bezugspotential oder stromführend als Rückleitung.
- Im Analogbereich können das sog. Normsignale 0...10 V und 4...20 mA, Messbrückensignale und Thermoelemente im Bereich weniger mV und Widerstandsmessung in beliebigem Ohm-Bereich sowie Spannungen von  $\mu\text{V}$  bis einige 1000 V usw. sein.
- Im Digitalbereich können das z.B. 0/24 V, -5/+5 V usw. sein.
- Symbole:

bevorzugt: .

selten auch noch verwendet, aber eigentlich Erdbodenpotential bedeutend: .

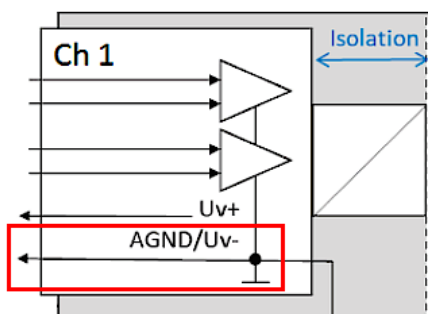
- Es kann in der Anlage mehrere, also voneinander galvanisch getrennte PGND/AGND Netze geben.
- Verfügt ein Gerät wegen kanalweiser Trennung über mehreren AGND, können diese nummeriert sein: AGND1, AGND2, ...
- PGND
  - auch genannt:  $\text{GND}_{\text{PC}}$ , 0 V, Powerkontakt 0 V, GND.

- Ausführung: PGND ist eine bauliche Beschreibung für die „negative“ Powerkontaktschiene des Busklemmensystems.
- kann mit der Geräteelektronik verbunden sein z.B. zur Geräteversorgung oder als Signurrückführung (siehe Kapitel „Inbetriebnahme“/ „Hinweise zu analogen Messwerten“/ „Hinweise zu analogen Spezifikationen“/ „Typisierung SingleEnded / Differentiell“ [▶ 159]). Siehe dazu die jeweilige Gerätedokumentation.
- Beispiel, PGND ist nicht mit der Geräteelektronik verbunden:



• AGND

- Auch genannt:  $GND_{int}$ , GND, analoge Masse, Analog-Ground,  $GND_{analog}$ .
- AGND kennzeichnet elektrisch die analoge Bezugsmasse des Geräts.
- AGND kann intern z.B. mit PGND verbunden sein, oder auf einer Anschlussstelle liegen damit es extern mit einem gewünschten Potential verbunden werden kann. Dabei sind elektrische Einschränkungen lt. Gerätedokumentation zu beachten, z.B. CommonMode-Grenzen.
- AGND ist meist ein stromloses Bezugspotential. Das Einwirken von Störungen auf AGND ist zu vermeiden.
- Beispiel, AGND wird auf dem Gerätestecker herausgeführt:



## 5.6.10 Samplingart: Simultan vs. Multiplex

Analoge Ein- und Ausgänge bei Beckhoff-Geräten können zeitlich untereinander gesehen auf 2 verschiedene Arten arbeiten: „simultan samplend“ oder „multiplex samplend“. Diese sogenannte Samplingart hat entscheidenden Einfluss auf die Performance eines solchen Geräts und muss bei der Produktauswahl berücksichtigt werden, zumindest wenn es um sehr anspruchsvolle zeitliche Steuerungsaufgaben geht. Ob ein Analoggerät simultan oder multiplex arbeitet, kann der jeweiligen Gerätdokumentation entnommen werden.

Diese Frage ist sowohl bei Regelungsaufgaben sowie auch bei Messaufgaben (DataRecording) von Relevanz, wenn der Zeitpunkt der Analogwerterfassung sensibel ist.

Hinweis: Die Begriffe „simultan“ und „multiplex“ werden seit langer Zeit und in vielen Kontexten verwendet, haben also je nach historischem Hintergrund und Fachbereich unterschiedliche Bedeutung. In diesem Kapitel und in Bezug auf I/O werden die Begriffe so verwendet wie Beckhoff sie als I/O-Hersteller zum Nutzen für den Anwender versteht:

- wird an ein mehrkanaliges Gerät ein Testsignal an alle Kanäle elektrisch gleichzeitig angelegt und die Messungen in Software ausgewertet z.B. im TwinCAT Scope betrachtet, und ist dann kein wesentlicher Versatz/Delay zwischen den Kanälen zu beobachten, ist es ein **simultan sampeldes** Gerät \*)
- ist ein Versatz zu sehen, ist es ein **multiplex sampeldes** Gerät
- am einfachsten ist ein **Test** mit einem Rechtecksignal durchführbar, weil ein Versatz dann einfach beobachtet werden kann. Es könnte allerdings der seltene Sonderfall auftreten (insbesondere, wenn das Testsignal aus einer EL2xxx/EL4xxx aus dem gleichen IO- Strang erzeugt wird), dass das Rechtecksignal über mehrere Minuten synchron zum EtherCAT läuft und dann kein Versatz zu sehen ist.  
Absolut sicher ist ein Test mit einem Sinussignal, allerdings muss dann berücksichtigt werden, dass Messabweichungen (bezogen auf die Amplitude) der Kanäle im Gerät untereinander auch als Zeit-Versatz dargestellt werden!  
Idealerweise konzentriert man sich dabei also auf den Nulldurchgang.
- 1-kanalige Geräte werden per Definition als simultan sampeld angesetzt

Erläuterung am Beispiel „analoger Eingang“: wenn ein kontinuierliches analoges Signal digitalisiert und damit der weiteren programmatischen Bearbeitung zugeführt werden soll, wird es in durch einen sogenannten ADC (AnalogDigitalConverter) digitalisiert, z.B. mit 16 Bit Auflösung:



Abb. 162: Schematische Darstellung Sampling mit ADC-Konverter

Dies stellt einen für sich funktionsfähigen analogen Eingangskanal dar. Er sampelt (misst) so oft wie gewünscht, z.B. 1.000x in der Sekunde und schickt so 1000 Messwerte zeitäquidistant (= in gleichen Zeitabständen) zur Weiterverarbeitung.

Oftmals werden in einem Gerät mehrere Kanäle kombiniert, in diesem Fall stellt sich die Frage nach der Samplingart: simultan oder multiplex.

\*) Für Experten: so ein Gerät könnte auch mit einem multiplexenden ADC ausgerüstet sein, der aber mit Sample-und-Hold auf allen Kanälen arbeitet. Dann ist technisch multiplex eingebaut, von außen betrachtet arbeitet das Gerät aber simultan, weil alle Kanäle elektrisch gleichzeitig eingelesen werden.

## Simultan

Wie im 1-kanaligen Beispiel kann jeder Kanal einen eigenen ADC erhalten, hier gezeigt für 4 Kanäle:

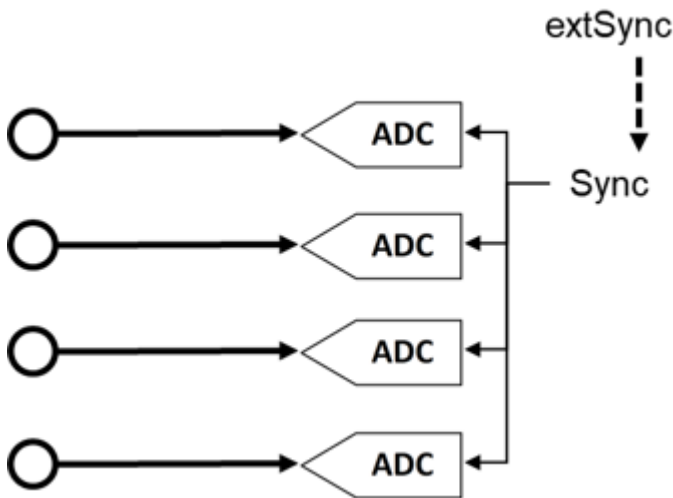


Abb. 163: Schematische Darstellung simultanes Sampling mit 4 ADC-Konvertern

Diese ADC laufen zeitlich gesehen selten frei und sampeln unabhängig, sondern werden normalerweise in irgendeiner Form getriggert (die Messung wird angestoßen), um den meistgewünschten Effekt zu erreichen, dass die n Kanäle gleichzeitig sampeln. Dadurch hat das analoge Eingangsgerät die Eigenschaft, dass alle (4) Messwerte zum gleichen Zeitpunkt gewonnen werden. Dies ergibt einen zeitlich konsistenten Blick auf die Maschinsituation und macht Messwertbewertungen in der Steuerung sehr einfach. Wenn die ADC gleichzeitig durch das Sync-Signal getriggert werden, bezeichnet man dies als simultanes (gleichzeitiges) Sampling.

Ein besonderer Mehrwert entsteht, wenn solche Geräte extern synchronisiert werden, z.B. über EtherCAT DistributedClocks und dann alle Analogkanäle aller Geräte einer Anlage simultan arbeiten: entweder wirklich gleichzeitig ohne Versatz untereinander oder mit derselben Frequenz aber mit konstantem, bekanntem und damit kompensierbarem Offset untereinander.

Wie oben dargestellt, ist dafür eine umfangreiche, mehrfach gleich aufgebaute Elektronik erforderlich. Aus diesem Grund sind parallel aufgebaute Analoggeräte in der Regel immer simultan sampelnd. Freilaufende oder ungetriggert arbeitende, mehrfach vorhandene ADC wären denkbar (und dann nicht mehr „simultan“ zu nennen), sind aber eher unüblich.

## Multiplex

Für einfache Automatisierungsaufgaben ist oft kein simultanes Sampling gefordert. Sei es, weil aus Kostengründen einfachste Analogelektronik eingesetzt werden soll, oder die Steuerungszykluszeit relativ langsam gegenüber der Wandlungszeit im ADC ist. Dann können die Vorteile des Multiplex-Konzepts genutzt werden: Statt 4 wird nur ein ADC verbaut, dafür muss ein Kanalschalter (vom Gerätehersteller) installiert werden, der die 4 Eingangskanäle zum ADC schnell im  $\mu\text{s}$ -Bereich hintereinander durchschaltet. Der Durchschaltvorgang wird vom Gerät selbst durchgeführt und ist in der Regel nicht von außen zugänglich.

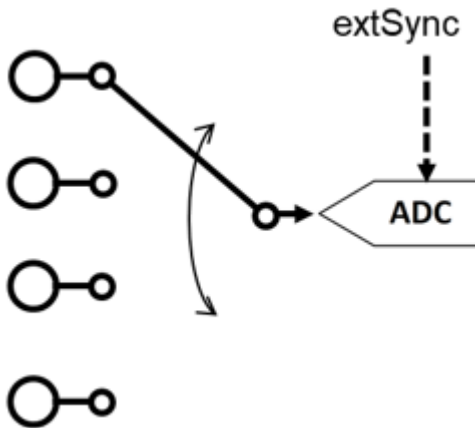


Abb. 164: Schematische Darstellung des multiplexen Sampling mit einem ADC-Konverter

Es handelt sich dabei also um einen Zeit-Multiplex. In der Regel sampelt der ADC gleichtaktend, die zeitlichen Abstände der Kanäle untereinander sind also gleich, wobei der Start von Kanal 1 in der Regel durch den Kommunikationszyklus (EtherCAT) oder DistributedClocks erfolgt. Weitere Angaben dazu ggf. in der Gerätedokumentation.

Vorteil: günstigere Elektronik im Vergleich zum simultanen Aufbau.

Nachteil: die Messwerte werden nicht mehr gleichzeitig, sondern nacheinander erfasst.

Beide Schaltungen haben ihre technische und wirtschaftliche Berechtigung, für zeitlich anspruchsvolle Automatisierungsaufgaben sollten immer simultane Schaltungen gewählt werden, da bei ihnen einfacher der zeitliche Überblick behalten werden kann.

Für analoge Ausgänge gelten entsprechend der gleichen Erklärungen, auch sie können mehrfach mit simultanen DAC ausgerüstet sein oder einen multiplexed DAC auf mehrere Ausgänge ausgeben.

## 5.7 Objektbeschreibung und Parametrierung

### ● EtherCAT XML Device Description



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

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



Die Parametrierung des EtherCAT Gerätes wird über den CoE-Online Reiter [▶ 123] (mit Doppelklick auf das entsprechende Objekt) bzw. über den Prozessdatenreiter [▶ 120] (Zuordnung der PDOs) vorgenommen. Beachten Sie bei Verwendung/Manipulation der CoE-Parameter die allgemeinen CoE-Hinweise [▶ 37]:

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

### Einführung

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

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

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

### 5.7.1 Restore Objekt

#### Index 1011 Restore default parameters

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
1011:0	<u>Restore default parameters [▶ 219]</u>	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> )

## 5.7.2 Konfigurationsdaten

### Index 8027 PM Settings

Index (hex)	Name	Bedeutung	Wert	Beschreibung	Datentyp	Flags	Default
8027:0	PM Settings				UINT8	RO	>40<
8027:03	Measuring mode	Messmethode	0	3-Leiter-Anschluss Dreieck, 4-Leiter-Anschluss Stern	BIT2	RW	0x00 (0 <sub>dez</sub> )
			1	reserviert			
			2	reserviert			
8027:19*	Current range	Strom Messbereich	0	1 A	BIT4	RW	0x00 (0 <sub>dez</sub> )
			1	0,1 A (zur Zeit nicht aktiv)			
			2	5 A			
8027:28	External CT phase Offset	Korrektur der Phasenverschiebung externer Stromwandler	Wert kann in einem Bereich von -0,5 Radian bis +0,5 Radian eingegeben werden. 1 Radian entspricht 180/ φ.  Eingabewert = $\Delta \phi [^\circ] / (90 / \pi) \times 32767$		UINT16	RW	0x000A (0 <sub>dez</sub> )

\*) dieses Objekt wird weiterhin unterstützt, aber nicht mehr im CoE angezeigt. Es ist das Objekt 0x802D:11 vorzuziehen.

### Index 802D PM Device Settings

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default	
802D:0	PM Device Settings	Größter Subindex dieses Objekts	UINT8	RO	>18<	
802D:11	Current Range	Strom Messbereich (EL3413) 10: 100 mA 100: 1 A 500: 5 A	Strom Messbereich (EL3433) 20: 200 mA 200: 2 A 1000: 10 A	BIT4	RW	2 A (200)
802D:12	Power calculation threshold	Berechnungsschwelle für Leistungsmessung 1: 1% 2: 2% 3: 4% 4: 8%	BIT4	RW	off (0 %)	

## 5.7.3 Command-Objekt

### Index FB00 PM Command

Das Command-Objekt wird genutzt, um in der Klemme eine Aktion auszulösen. Durch Schreiben des Subindex 1 (Request) wird das Kommando gestartet. Dieser kann erst wieder beschrieben werden, wenn das aktuelle Kommando beendet wurde.

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default	
FB00:0	PM Command	Größter Subindex dieses Objekts	UINT8	RO	>3<	
FB00:01	Request	<b>Byte 0 - Service Request Daten</b>	OCTET-STRING [2]	RW	0x0000 (0 <sub>dez</sub> )	
		2 <sub>hex</sub>				Messung der Phase abschalten
		4 <sub>hex</sub>				Energie löschen [▶_151]
		12 <sub>hex</sub>				Phase einschalten
		14 <sub>hex</sub>				Energie speichern [▶_151]
		22 <sub>hex</sub>				Messintervall ändern [▶_150]
		24 <sub>hex</sub>				Energie löschen (autosaved, nur alle Kanäle)
		34 <sub>hex</sub>				Energie speichern (autosaved, nur alle Kanäle)
		<b>Byte 1 - Auswahl des Kanals / Anzahl der Perioden</b>				
		00 <sub>hex</sub>				alle Kanäle    4 Perioden
		01 <sub>hex</sub>				Kanal 1        5 Perioden
		02 <sub>hex</sub>				Kanal 2        10 Perioden (default)
		03 <sub>hex</sub>				Kanal 3        16 Perioden
		04 <sub>hex</sub>				32 Perioden
FB00:02	Status	<b>Byte 0</b> reserviert	UINT8	RW	0x00 (0 <sub>dez</sub> )	
FB00:03	Response	<b>Byte 0</b> reserviert	OCTET-STRING [2]	RW	0x00000000 (0 <sub>dez</sub> )	
		<b>Byte 1</b> reserviert				
		<b>Byte 2-n</b> reserviert				
		reserviert				
		reserviert				



## 5.7.4 Konfigurationsdaten (herstellerspezifisch)

### Index 800F PM Vendor data Ch.1

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
800F:0	PM Vendor data Ch.1	Größter Subindex dieses Objekts	UINT8	RO	>34<
800F:02	EL3413-xxxx: Calibration current gain (1 A)	Hersteller Abgleich EL3413-xxxx: Gain Strom Messbereich, 1 A, Kanal 1	UINT16	RW	0x4000 (16384 <sub>dez</sub> )
	EL3433-xxxx: Calibration current gain (2 A)	Hersteller Abgleich EL3433-xxxx: Gain Strom Messbereich, 2 A, Kanal 1			
800F:04	Calibration voltage gain	Hersteller Abgleich: Gain Spannung Kanal 1	UINT16	RW	0x4000 (16384 <sub>dez</sub> )
800F:12	EL3413-xxxx: Calibration current gain (0,1 A)	Hersteller Abgleich EL3413-xxxx: Gain Strom Messbereich, 0,1 A, Kanal 1	INT16	RW	0x4000 (16384 <sub>dez</sub> )
	EL3433-xxxx: Calibration current gain (0,2 A)	Hersteller Abgleich EL3433-xxxx: Gain Strom Messbereich, 0,2 A, Kanal 1			
800F:14	EL3413-xxxx: Calibration current gain (5 A)	Hersteller Abgleich EL3413-xxxx: Gain Strom Messbereich, 5 A, Kanal 1	INT16	RW	0x4000 (16384 <sub>dez</sub> )
	EL3433-xxxx: Calibration current gain (10 A)	Hersteller Abgleich EL3433-xxxx: Gain Strom Messbereich, 10 A, Kanal 1			
800F:20	EL3413-xxxx: Calibration phase Off-set (1 A)	Hersteller Abgleich EL3413-xxxx Phasenverschiebung Messbereich 1 A, Kanal 1	UINT16	RW	0x0000 (0 <sub>dez</sub> )
	EL3433-xxxx: Calibration phase Off-set (2 A)	Hersteller Abgleich EL3433-xxxx Phasenverschiebung Messbereich 2 A, Kanal 1			
800F:21	EL3413-xxxx: Calibration phase Off-set (0,1 A)	Hersteller Abgleich EL3413-xxxx Phasenverschiebung Messbereich 0,1 A, Kanal 1	UINT16	RW	0x0000 (0 <sub>dez</sub> )
	EL3433-xxxx: Calibration phase Off-set (0,2 A)	Hersteller Abgleich EL3433-xxxx Phasenverschiebung Messbereich 0,2 A, Kanal 1			
800F:22	EL3413-xxxx: Calibration phase Off-set (5 A)	Hersteller Abgleich EL3413-xxxx Phasenverschiebung Messbereich 5 A, Kanal 1	UINT16	RW	0x0000 (0 <sub>dez</sub> )
	EL3433-xxxx: Calibration phase Off-set (10 A)	Hersteller Abgleich EL3433-xxxx Phasenverschiebung Messbereich 10 A, Kanal 1			

## Index 801F PM Vendor data Ch.2

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
801F:0	PM Vendor data Ch.2	Größter Subindex dieses Objekts	UINT8	RO	>34<
801F:02	EL3413-xxxx: Calibration current gain (1 A)	Hersteller Abgleich EL3413-xxxx: Gain Strom Messbereich, 1 A, Kanal 2	UINT16	RW	0x4000 (16384 <sub>dez</sub> )
	EL3433-xxxx: Calibration current gain (2 A)	Hersteller Abgleich EL3433-xxxx: Gain Strom Messbereich, 2 A, Kanal 2			
801F:04	Calibration voltage gain	Hersteller Abgleich: Gain Spannung Kanal 2	UINT16	RW	0x4000 (16384 <sub>dez</sub> )
801F:12	EL3413-xxxx: Calibration current gain (0,1 A)	Hersteller Abgleich EL3413-xxxx: Gain Strom Messbereich, 0,1 A, Kanal 2	INT16	RW	0x4000 (16384 <sub>dez</sub> )
	EL3433-xxxx: Calibration current gain (0,2 A)	Hersteller Abgleich EL3433-xxxx: Gain Strom Messbereich, 0,2 A, Kanal 2			
801F:14	EL3413-xxxx: Calibration current gain (5 A)	Hersteller Abgleich EL3413-xxxx: Gain Strom Messbereich, 5 A, Kanal 2	INT16	RW	0x4000 (16384 <sub>dez</sub> )
	EL3433-xxxx: Calibration current gain (10 A)	Hersteller Abgleich EL3433-xxxx: Gain Strom Messbereich, 10 A, Kanal 2			
801F:20	EL3413-xxxx: Calibration phase Off-set (1 A)	Hersteller Abgleich EL3413-xxxx Phasenverschiebung Messbereich 1 A, Kanal 2	UINT16	RW	0x0000 (0 <sub>dez</sub> )
	EL3433-xxxx: Calibration phase Off-set (2 A)	Hersteller Abgleich EL3433-xxxx Phasenverschiebung Messbereich 2 A, Kanal 2			
801F:21	EL3413-xxxx: Calibration phase Off-set (0,1 A)	Hersteller Abgleich EL3413-xxxx Phasenverschiebung Messbereich 0,1 A, Kanal 2	UINT16	RW	0x0000 (0 <sub>dez</sub> )
	EL3433-xxxx: Calibration phase Off-set (0,2 A)	Hersteller Abgleich EL3433-xxxx Phasenverschiebung Messbereich 0,2 A, Kanal 2			
801F:22	EL3413-xxxx: Calibration phase Off-set (5 A)	Hersteller Abgleich EL3413-xxxx Phasenverschiebung Messbereich 5 A, Kanal 2	UINT16	RW	0x0000 (0 <sub>dez</sub> )
	EL3433-xxxx: Calibration phase Off-set (10 A)	Hersteller Abgleich EL3433-xxxx Phasenverschiebung Messbereich 10 A, Kanal 2			

**Index 802F PM Vendor data Ch.3**

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
802F:0	PM Vendor data Ch.3	Größter Subindex dieses Objekts	UINT8	RO	>34<
802F:02	EL3413-xxxx: Calibration current gain (1 A)	Hersteller Abgleich EL3413-xxxx: Gain Strom Messbereich, 1 A, Kanal 3	UINT16	RW	0x4000 (16384 <sub>dez</sub> )
	EL3433-xxxx: Calibration current gain (2 A)	Hersteller Abgleich EL3433-xxxx: Gain Strom Messbereich, 2 A, Kanal 3			
802F:04	Calibration voltage gain	Hersteller Abgleich: Gain Spannung Kanal 3	UINT16	RW	0x4000 (16384 <sub>dez</sub> )
802F:12	EL3413-xxxx: Calibration current gain (0,1 A)	Hersteller Abgleich EL3413-xxxx: Gain Strom Messbereich, 0,1 A, Kanal 3	INT16	RW	0x4000 (16384 <sub>dez</sub> )
	EL3433-xxxx: Calibration current gain (0,2 A)	Hersteller Abgleich EL3433-xxxx: Gain Strom Messbereich, 0,2 A, Kanal 3			
802F:14	EL3413-xxxx: Calibration current gain (5 A)	Hersteller Abgleich EL3413-xxxx: Gain Strom Messbereich, 5 A, Kanal 3	INT16	RW	0x4000 (16384 <sub>dez</sub> )
	EL3433-xxxx: Calibration current gain (10 A)	Hersteller Abgleich EL3433-xxxx: Gain Strom Messbereich, 10 A, Kanal 3			
802F:20	EL3413-xxxx: Calibration phase Off-set (1 A)	Hersteller Abgleich EL3413-xxxx Phasenverschiebung Messbereich 1 A, Kanal 3	UINT16	RW	0x0000 (0 <sub>dez</sub> )
	EL3433-xxxx: Calibration phase Off-set (2 A)	Hersteller Abgleich EL3433-xxxx Phasenverschiebung Messbereich 2 A, Kanal 3			
802F:21	EL3413-xxxx: Calibration phase Off-set (0,1 A)	Hersteller Abgleich EL3413-xxxx Phasenverschiebung Messbereich 0,1 A, Kanal 3	UINT16	RW	0x0000 (0 <sub>dez</sub> )
	EL3433-xxxx: Calibration phase Off-set (0,2 A)	Hersteller Abgleich EL3433-xxxx Phasenverschiebung Messbereich 0,2 A, Kanal 3			
802F:22	EL3413-xxxx: Calibration phase Off-set (5 A)	Hersteller Abgleich EL3413-xxxx Phasenverschiebung Messbereich 5 A, Kanal 3	UINT16	RW	0x0000 (0 <sub>dez</sub> )
	EL3433-xxxx: Calibration phase Off-set (10 A)	Hersteller Abgleich EL3433-xxxx Phasenverschiebung Messbereich 10 A, Kanal 3			

**Index 803F PM Vendor data auxiliary**

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
803F:0	PM Vendor data Ch.3	Größter Subindex dieses Objekts	UINT8	RO	>2<
803F:02	Calibration current gain	Hersteller Abgleich Neutralleiter Strommessung	UINT16	RW	0x4000 (16384 <sub>dez</sub> )

## 5.7.5 Eingangsdaten

### Index 6000 PM Inputs Ch.1

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default																																																													
6000:0	PM Inputs Ch.1	Größter Subindex dieses Objekts	UINT8	RO	>29<																																																													
6000:01	Overvoltage	Überspannung erkannt EL3413-0000: > 415 V (L1-N) EL3413-0001: > 360 V (L1-N) EL3413-0120: > 130 V (L1-N)  EL3433-0000: > 288 V (L1-N)	BOOLEAN	RO	0x00 (0 <sub>dez</sub> )																																																													
6000:02	Undervoltage	Unterspannung erkannt Spannung < 5 V	BOOLEAN	RO	0x00 (0 <sub>dez</sub> )																																																													
6000:03	Overcurrent	Überstrom	BOOLEAN	RO	0x00 (0 <sub>dez</sub> )																																																													
6000:05	Phase sequence cw	Phasenfolge L1 - L2 - L3 richtig erkannt (bei einem rechtsdrehenden 3-Phasen-Netz)	BOOLEAN	RO	0x00 (0 <sub>dez</sub> )																																																													
6000:06	Phase sequence ccw	Phasenfolge L1 - L3 - L2 richtig erkannt (bei einem linksdrehenden 3-Phasen-Netz)	BOOLEAN	RO	0x00 (0 <sub>dez</sub> )																																																													
6000:07	Missing zero crossing	keine Nulldurchgänge erkannt	BOOLEAN	RO	0x00 (0 <sub>dez</sub> )																																																													
6000:0F	TxPDO State	TRUE bei Frequenz-, Amplituden- oder allgemeinem Fehler	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	RW	0x00 (0 <sub>dez</sub> )																																																													
6000:11	Current	Strom Kanal 1	<b>Einheit:</b> 0,000001 A	INT32	RW	0x00000000 (0 <sub>dez</sub> )																																																												
6000:12	Voltage	Spannung Kanal 1	<b>Einheit:</b> 0,0001 V	INT32	RW	0x00000000 (0 <sub>dez</sub> )																																																												
6000:13	Active power	Wirkleistung Kanal 1	<b>Einheit:</b> 0,01 W	INT32	RW	0x00000000 (0 <sub>dez</sub> )																																																												
6000:14	Index	Acknowledge für variablen Ausgabewert Kanal 1	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Index (dez)</th> <th>Bezeichnung</th> <th>Einheit</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0</td><td>Scheinleistung</td><td>0,01 VA</td></tr> <tr><td>1</td><td>Blindleistung</td><td>0,01 var</td></tr> <tr><td>2</td><td>Energie</td><td>0,001 Wh</td></tr> <tr><td>3</td><td>Leistungsfaktor <math>\lambda</math></td><td>0,001</td></tr> <tr><td>4</td><td>Frequenz</td><td>0,1 Hz</td></tr> <tr><td>5</td><td>Energie (negative)</td><td>0,001 Wh</td></tr> <tr><td>6</td><td>Winkel <math>\alpha</math> zwischen Phase 1 und Phase 1</td><td>0,01 °</td></tr> <tr><td>20***</td><td>Wirkleistung Grundschwingung (P1)</td><td>0,01 W</td></tr> <tr><td>21***</td><td>Scheinleistung Grundschwingung (S1)</td><td>0,01 VA</td></tr> <tr><td>22***</td><td>Blindleistung Grundschwingung (Q1)</td><td>0,01 var</td></tr> <tr><td>30****</td><td>Energie positiv</td><td>0,001 Wh</td></tr> <tr><td>31****</td><td>Energie positiv, automatisch gespeichert</td><td>0,001 Wh</td></tr> <tr><td>32****</td><td>Energie, automatisch gespeichert</td><td>0,001 Wh</td></tr> <tr><td>35****</td><td>Energie negativ, automatisch gespeichert</td><td>0,001 Wh</td></tr> <tr><td>44***</td><td>Frequenz mittlere Auflösung</td><td>0,01 Hz</td></tr> <tr><td>45***</td><td>Frequenz hohe Auflösung</td><td>0,001 Hz</td></tr> <tr><td>46*****</td><td>gehaltene Frequenz</td><td>0,1 Hz</td></tr> <tr><td>47*****</td><td>gehaltene Frequenz mittlere Auflösung</td><td>0,01 Hz</td></tr> <tr><td>48*****</td><td>gehaltene Frequenz hohe Auflösung</td><td>0,001 Hz</td></tr> </tbody> </table>	Index (dez)	Bezeichnung	Einheit	0	Scheinleistung	0,01 VA	1	Blindleistung	0,01 var	2	Energie	0,001 Wh	3	Leistungsfaktor $\lambda$	0,001	4	Frequenz	0,1 Hz	5	Energie (negative)	0,001 Wh	6	Winkel $\alpha$ zwischen Phase 1 und Phase 1	0,01 °	20***	Wirkleistung Grundschwingung (P1)	0,01 W	21***	Scheinleistung Grundschwingung (S1)	0,01 VA	22***	Blindleistung Grundschwingung (Q1)	0,01 var	30****	Energie positiv	0,001 Wh	31****	Energie positiv, automatisch gespeichert	0,001 Wh	32****	Energie, automatisch gespeichert	0,001 Wh	35****	Energie negativ, automatisch gespeichert	0,001 Wh	44***	Frequenz mittlere Auflösung	0,01 Hz	45***	Frequenz hohe Auflösung	0,001 Hz	46*****	gehaltene Frequenz	0,1 Hz	47*****	gehaltene Frequenz mittlere Auflösung	0,01 Hz	48*****	gehaltene Frequenz hohe Auflösung	0,001 Hz	UINT8	RW	0x00 (0 <sub>dez</sub> )
Index (dez)	Bezeichnung	Einheit																																																																
0	Scheinleistung	0,01 VA																																																																
1	Blindleistung	0,01 var																																																																
2	Energie	0,001 Wh																																																																
3	Leistungsfaktor $\lambda$	0,001																																																																
4	Frequenz	0,1 Hz																																																																
5	Energie (negative)	0,001 Wh																																																																
6	Winkel $\alpha$ zwischen Phase 1 und Phase 1	0,01 °																																																																
20***	Wirkleistung Grundschwingung (P1)	0,01 W																																																																
21***	Scheinleistung Grundschwingung (S1)	0,01 VA																																																																
22***	Blindleistung Grundschwingung (Q1)	0,01 var																																																																
30****	Energie positiv	0,001 Wh																																																																
31****	Energie positiv, automatisch gespeichert	0,001 Wh																																																																
32****	Energie, automatisch gespeichert	0,001 Wh																																																																
35****	Energie negativ, automatisch gespeichert	0,001 Wh																																																																
44***	Frequenz mittlere Auflösung	0,01 Hz																																																																
45***	Frequenz hohe Auflösung	0,001 Hz																																																																
46*****	gehaltene Frequenz	0,1 Hz																																																																
47*****	gehaltene Frequenz mittlere Auflösung	0,01 Hz																																																																
48*****	gehaltene Frequenz hohe Auflösung	0,001 Hz																																																																
6000:1D	VariantValue	variabler Ausgabewert Kanal 1 ( siehe Index 0x6000:14 [►_180])	INT32	RW	0x00000000 (0 <sub>dez</sub> )																																																													

\*\*\*) für EL3413 ab Firmware 08, EL3413-0120 ab Firmware 04, EL3413-0001/EL3433 ab Firmware 10  
 \*\*\*\*) ab Firmware 10

**Index 6010 PM Inputs Ch.2**

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default			
6010:0	PM Inputs Ch.2	Größter Subindex dieses Objekts	UINT8	RO	>29<			
6010:01	Overvoltage	Überspannung erkannt EL3413-0000: > 415 V (L1-N) EL3413-0001: > 360 V (L1-N) EL3413-0120: > 130 V (L1-N)  EL3433-0000: > 288 V (L1-N)	BOOLEAN	RO	0x00 (0 <sub>dez</sub> )			
6010:02	Undervoltage	Unterspannung erkannt Spannung < 5 V	BOOLEAN	RO	0x00 (0 <sub>dez</sub> )			
6010:03	Overcurrent	Überstrom	BOOLEAN	RO	0x00 (0 <sub>dez</sub> )			
6010:05	Phase sequence cw	Phasenfolge L1 - L2 - L3 richtig erkannt (bei einem rechtsdrehenden 3-Phasen-Netz)	BOOLEAN	RO	0x00 (0 <sub>dez</sub> )			
6010:06	Phase sequence ccw	Phasenfolge L1 - L3 - L2 richtig erkannt (bei einem linksdrehenden 3-Phasen-Netz)	BOOLEAN	RO	0x00 (0 <sub>dez</sub> )			
6010:07	Missing zero crossing	keine Nulldurchgänge erkannt	BOOLEAN	RO	0x00 (0 <sub>dez</sub> )			
6010:0F	TxPDO State	TRUE bei Frequenz-, Amplituden- oder allgemeinem Fehler	BOOLEAN	RO	0x00 (0 <sub>dez</sub> )			
6010:10	TxPDO Toggle	Der TxPDO Toggle wird vom Slave getoggelt, wenn die Daten der zugehörigen TxPDO aktualisiert wurden.	BOOLEAN	RW	0x00 (0 <sub>dez</sub> )			
6010:11	Current	Strom Kanal 2 <b>Einheit:</b> 0,000001 A	INT32	RW	0x00000000 (0 <sub>dez</sub> )			
6010:12	Voltage	Spannung Kanal 2 <b>Einheit:</b> 0,0001 V	INT32	RW	0x00000000 (0 <sub>dez</sub> )			
6010:13	Active power	Wirkleistung Kanal 2 <b>Einheit:</b> 0,01 W	INT32	RW	0x00000000 (0 <sub>dez</sub> )			
6010:14	Index	Acknowledge für variablen Ausgabewert Kanal 2	<b>Index (dez)</b>	<b>Bezeichnung</b>	<b>Einheit</b>	UINT8	RW	0x00 (0 <sub>dez</sub> )
			0	Scheinleistung	0,01 VA			
			1	Blindleistung	0,01 var			
			2	Energie	0,001 Wh			
			3	Leistungsfaktor	0,001			
			4	Frequenz	0,1 Hz			
			5	Energie (negative)	0,001 Wh			
			6	Winkel α zwischen Phase 2 und Phase 1	0,01 °			
			20***	Wirkleistung Grundschwingung (P1)	0,01 W			
			21***	Scheinleistung Grundschwingung (S1)	0,01 VA			
			22***	Blindleistung Grundschwingung (Q1)	0,01 var			
			30****	Energie positiv	0,001 Wh			
			31****	Energie positiv, automatisch gespeichert	0,001 Wh			
			32****	Energie, automatisch gespeichert	0,001 Wh			
			35****	Energie negativ, automatisch gespeichert	0,001 Wh			
			44***	Frequenz mittlere Auflösung	0,01 Hz			
45***	Frequenz hohe Auflösung	0,001 Hz						
46****	gehaltene Frequenz	0,1 Hz						
47****	gehaltene Frequenz mittlere Auflösung	0,01 Hz						
48****	gehaltene Frequenz hohe Auflösung	0,001 Hz						
6010:1D	VariantValue	variabler Ausgabewert Kanal 2 ( siehe Index 0x6010:14 [►_181])	INT32	RW	0x00000000 (0 <sub>dez</sub> )			

\*\*\*) für EL3413 ab Firmware 08, EL3413-0120 ab Firmware 04, EL3413-0001/EL3433 ab Firmware 10  
 \*\*\*\*) ab Firmware 10

### Index 6020 PM Inputs Ch.3

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default																																																													
6020:0	PM Inputs Ch.3	Größter Subindex dieses Objekts	UINT8	RO	>29<																																																													
6020:01	Overvoltage	Überspannung erkannt EL3413-0000: > 415 V (L1-N) EL3413-0001: > 360 V (L1-N) EL3413-0120: > 130 V (L1-N) EL3433-0000: > 288 V (L1-N)	BOOLEAN	RO	0x00 (0 <sub>dez</sub> )																																																													
6020:02	Undervoltage	Unterspannung erkannt Spannung < 5 V	BOOLEAN	RO	0x00 (0 <sub>dez</sub> )																																																													
6020:03	Overcurrent	Überstrom	BOOLEAN	RO	0x00 (0 <sub>dez</sub> )																																																													
6020:05	Phase sequence cw	Phasenfolge L1 - L2 - L3 richtig erkannt (bei einem rechtsdrehenden 3-Phasen-Netz)	BOOLEAN	RO	0x00 (0 <sub>dez</sub> )																																																													
6020:06	Phase sequence ccw	Phasenfolge L1 - L3 - L2 richtig erkannt (bei einem linksdrehenden 3-Phasen-Netz)	BOOLEAN	RO	0x00 (0 <sub>dez</sub> )																																																													
6020:07	Missing zero crossing	keine Nulldurchgänge erkannt	BOOLEAN	RO	0x00 (0 <sub>dez</sub> )																																																													
6020:0F	TxPDO State	TRUE bei Frequenz-, Amplituden- oder allgemeinem Fehler	BOOLEAN	RO	0x00 (0 <sub>dez</sub> )																																																													
6020:10	TxPDO Toggle	Der TxPDO Toggle wird vom Slave getoggelt, wenn die Daten der zugehörigen TxPDO aktualisiert wurden.	BOOLEAN	RW	0x00 (0 <sub>dez</sub> )																																																													
6020:11	Current	Strom Kanal 3	Einheit: 0,000001 A	INT32	RW	0x00000000 (0 <sub>dez</sub> )																																																												
6020:12	Voltage	Spannung Kanal 3	Einheit: 0,0001 V	INT32	RW	0x00000000 (0 <sub>dez</sub> )																																																												
6020:13	Active power	Wirkleistung Kanal 3	Einheit: 0,01 W	INT32	RW	0x00000000 (0 <sub>dez</sub> )																																																												
6020:14	Index	Acknowledge für variablen Ausgabewert Kanal 3	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Index (dez)</th> <th>Bezeichnung</th> <th>Einheit</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0</td><td>Scheinleistung</td><td>0,01 VA</td></tr> <tr><td>1</td><td>Blindleistung</td><td>0,01 var</td></tr> <tr><td>2</td><td>Energie</td><td>0,001 Wh</td></tr> <tr><td>3</td><td>Leistungsfaktor</td><td>0,001</td></tr> <tr><td>4</td><td>Frequenz</td><td>0,1 Hz</td></tr> <tr><td>5</td><td>Energie (negative)</td><td>0,001 Wh</td></tr> <tr><td>6</td><td>Winkel <math>\alpha</math> zwischen Phase 3 und Phase 1</td><td>0,01 °</td></tr> <tr><td>20***</td><td>Wirkleistung Grundschwingung (P1)</td><td>0,01 W</td></tr> <tr><td>21***</td><td>Scheinleistung Grundschwingung (S1)</td><td>0,01 VA</td></tr> <tr><td>22***</td><td>Blindleistung Grundschwingung (Q1)</td><td>0,01 var</td></tr> <tr><td>30****</td><td>Energie positiv</td><td>0,001 Wh</td></tr> <tr><td>31****</td><td>Energie positiv, automatisch gespeichert</td><td>0,001 Wh</td></tr> <tr><td>32****</td><td>Energie, automatisch gespeichert</td><td>0,001 Wh</td></tr> <tr><td>35****</td><td>Energie negativ, automatisch gespeichert</td><td>0,001 Wh</td></tr> <tr><td>44***</td><td>Frequenz mittlere Auflösung</td><td>0,01 Hz</td></tr> <tr><td>45***</td><td>Frequenz hohe Auflösung</td><td>0,001 Hz</td></tr> <tr><td>46****</td><td>gehaltene Frequenz</td><td>0,1 Hz</td></tr> <tr><td>47****</td><td>gehaltene Frequenz mittlere Auflösung</td><td>0,01 Hz</td></tr> <tr><td>48****</td><td>gehaltene Frequenz hohe Auflösung</td><td>0,001 Hz</td></tr> </tbody> </table>	Index (dez)	Bezeichnung	Einheit	0	Scheinleistung	0,01 VA	1	Blindleistung	0,01 var	2	Energie	0,001 Wh	3	Leistungsfaktor	0,001	4	Frequenz	0,1 Hz	5	Energie (negative)	0,001 Wh	6	Winkel $\alpha$ zwischen Phase 3 und Phase 1	0,01 °	20***	Wirkleistung Grundschwingung (P1)	0,01 W	21***	Scheinleistung Grundschwingung (S1)	0,01 VA	22***	Blindleistung Grundschwingung (Q1)	0,01 var	30****	Energie positiv	0,001 Wh	31****	Energie positiv, automatisch gespeichert	0,001 Wh	32****	Energie, automatisch gespeichert	0,001 Wh	35****	Energie negativ, automatisch gespeichert	0,001 Wh	44***	Frequenz mittlere Auflösung	0,01 Hz	45***	Frequenz hohe Auflösung	0,001 Hz	46****	gehaltene Frequenz	0,1 Hz	47****	gehaltene Frequenz mittlere Auflösung	0,01 Hz	48****	gehaltene Frequenz hohe Auflösung	0,001 Hz	UINT8	RW	0x00 (0 <sub>dez</sub> )
Index (dez)	Bezeichnung	Einheit																																																																
0	Scheinleistung	0,01 VA																																																																
1	Blindleistung	0,01 var																																																																
2	Energie	0,001 Wh																																																																
3	Leistungsfaktor	0,001																																																																
4	Frequenz	0,1 Hz																																																																
5	Energie (negative)	0,001 Wh																																																																
6	Winkel $\alpha$ zwischen Phase 3 und Phase 1	0,01 °																																																																
20***	Wirkleistung Grundschwingung (P1)	0,01 W																																																																
21***	Scheinleistung Grundschwingung (S1)	0,01 VA																																																																
22***	Blindleistung Grundschwingung (Q1)	0,01 var																																																																
30****	Energie positiv	0,001 Wh																																																																
31****	Energie positiv, automatisch gespeichert	0,001 Wh																																																																
32****	Energie, automatisch gespeichert	0,001 Wh																																																																
35****	Energie negativ, automatisch gespeichert	0,001 Wh																																																																
44***	Frequenz mittlere Auflösung	0,01 Hz																																																																
45***	Frequenz hohe Auflösung	0,001 Hz																																																																
46****	gehaltene Frequenz	0,1 Hz																																																																
47****	gehaltene Frequenz mittlere Auflösung	0,01 Hz																																																																
48****	gehaltene Frequenz hohe Auflösung	0,001 Hz																																																																
6020:1D	VariantValue	variabler Ausgabewert Kanal 3 ( siehe Index 0x6020:14 <a href="#">[P_182]</a> )		INT32	RW	0x00000000 (0 <sub>dez</sub> )																																																												

\*\*\*) für EL3413 ab Firmware 08, EL3413-0120 ab Firmware 04, EL3413-0001/EL3433 ab Firmware 10  
\*\*\*\*) ab Firmware 10

## Index 6030 PM Inputs Auxiliary

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
6030:0	PM Inputs Ch.3	Größter Subindex dieses Objekts	UINT8	RO	>19<
6030:03	Overcurrent	Überstrom	BOOLEAN	RO	0x00 (0 <sub>dez</sub> )
6030:0F	TxPDO State	TRUE bei allgemeinem Fehler	BOOLEAN	RO	0x00 (0 <sub>dez</sub> )
6030:10	TxPDO Toggle	Der TxPDO Toggle wird vom Slave getoggelt, wenn die Daten der zugehörigen TxPDO aktualisiert wurden.	BOOLEAN	RW	0x00 (0 <sub>dez</sub> )
6030:11	Index	Acknowledges für Auxiliary Variablen (siehe folgende Tabelle)	UINT8	RW	0x00 (0 <sub>dez</sub> )
6030:12	Channel		UINT8	RW	0x00 (0 <sub>dez</sub> )
6030:13	Value	variabler Ausgabewert Aux Kanal ( siehe Index 0x6030:12 [► 184])	INT32	RW	0x00000000 (0 <sub>dez</sub> )

Channel (dez)	Index (dez)	Bezeichnung	Einheit
0	0	Neutralleiterstrom	0,000001 A
0	2	Summe Energie (Kanal 1-3)	0,001 Wh
0	4	Frequenz	0,1 Hz
0	5	Summe Energie (negative) (Kanal 1-3) (Betrag)	0,001 Wh
0	10	Summe Wirkleistung (Kanal 1-3)	0,01 W
0	11	Summe Scheinleistung (Kanal 1-3)	0,01 VA
0	12	Summe Blindleistung (Kanal 1-3)	0,01 var
0	20***	Wirkleistung Grundschiwingung (P1)	0,01 W
0	21***	Scheinleistung Grundschiwingung (S1)	0,01 VA
0	22***	Blindleistung Grundschiwingung (Q1)	0,01 var
0	30****	Energie positiv	0,001 Wh
0	31****	Energie positiv, automatisch gespeichert	0,001 Wh
0	32****	Energie, automatisch gespeichert	0,001 Wh
0	35****	Energie negativ, automatisch gespeichert (Betrag)	0,001 Wh
0	44***	Frequenz mittlere Auflösung	0,01 Hz
0	45***	Frequenz hohe Auflösung	0,001 Hz
0	46****	gehaltene Frequenz	0,1 Hz
0	47****	gehaltene Frequenz mittlere Auflösung	0,01 Hz
0	48****	gehaltene Frequenz hohe Auflösung	0,001 Hz
0	100	ADC Temperatur	0,1°C
1..3	0	Berechnung läuft	
	1..21	Effektivwert der x-ten Oberschwingung (Strom)	0,000001 A
	51..71	Verhältnis der x-ten Oberschwingung zur Grundschiwingung (Strom)	0,01%
	100	Berechnung läuft	
	101..121	Effektivwert der x-ten Oberschwingung (Spannung)	0,0001 V
	151..171	Verhältnis der x-ten Oberschwingung zur Grundschiwingung (Spannung)	0,01%
11..13	0	Scheinleistung der Phase x	0,01 VA
	1	Blindleistung der Phase x	0,01 var
	2	Energie der Phase x	0,001 Wh
	3	Leistungsfaktor der Phase x	0,001
	4	Frequenz der Phase x	0,1 Hz
	5	Energie (negative) der Phase x (Betrag)	0,001 Wh
	6	Winkel $\alpha$ zwischen Phase x und Phase 1	0,01 °
	10	Wirkleistung der Phase x	0,01 W
	11	Strom der Phase x	0,000001 A
	12	Spannung der Phase x	0,0001 V
	20***	Wirkleistung Grundschiwingung (P1)	0,01 W
	21***	Scheinleistung Grundschiwingung (S1)	0,01 VA
	22***	Blindleistung Grundschiwingung (Q1)	0,01 var
	23***	Cos Phi = $P_{fund} / S_{fund}$ with sign from Q1	0,0001
	44***	gehaltene Frequenz mittlere Auflösung	0,01 Hz
	45***	gehaltene Frequenz hohe Auflösung	0,001 Hz



\*\*\*) für EL3413 ab Firmware 08, EL3413-0120 ab Firmware 04, EL3413-0001/EL3433 ab Firmware 10

\*\*\*\*) ab Firmware 10



**Berechnung von Oberschwingungen**

Es ist nicht möglich, Oberschwingungen für mehr als einen Kanal gleichzeitig zu berechnen. Bis die Oberschwingungsberechnung abgeschlossen ist wird der Index 00 bzw. 100 zurückgegeben.

## 5.7.6 Ausgangsdaten

### Index 7000 PM Outputs Ch.1

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
7000:0	PM Outputs Ch.1	Größter Subindex dieses Objekts	UINT8	RO	>1<
7000:01	Index	Request für variablen Ausgabewert Kanal 1 ( siehe Index 0x6000:1D  ▶ 180 )	UINT8	RW	0x00 (0 <sub>dez</sub> )

### Index 7010 PM Outputs Ch.2

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
7010:0	PM Outputs Ch.2	Größter Subindex dieses Objekts	UINT8	RO	>1<
7010:01	Index	Request für variablen Ausgabewert Kanal 2 ( siehe Index 0x6010:1D  ▶ 181 )	UINT8	RW	0x00 (0 <sub>dez</sub> )

### Index 7020 PM Outputs Ch.3

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
7020:0	PM Outputs Ch.3	Größter Subindex dieses Objekts	UINT8	RO	>1<
7020:01	Index	Request für variablen Ausgabewert Kanal 3 ( siehe Index 0x6020:1D  ▶ 182 )	UINT8	RW	0x00 (0 <sub>dez</sub> )

### Index 7030 PM Outputs Auxiliary

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
7030:0	PM Outputs Ch.Auxiliary	Größter Subindex dieses Objekts	UINT8	RO	>2<
7030:01	Index	Request für variablen Ausgabewert Kanal Aux ( siehe Index 0x6030:13  ▶ 184 )	UINT8	RW	0x00 (0 <sub>dez</sub> )
7030:02	Channel	Auswahl Kanal für variablen Ausgabewert Kanal Aux ( siehe Index 0x6030:13  ▶ 184 )	UINT8	RW	0x00 (0 <sub>dez</sub> )

## 5.7.7 Informations- und Diagnostikdaten

### Index F000 Modular device profile

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
F000:0	Modular device profile	Größter Subindex dieses Objekts	UINT8	RO	>2<
F000:01	Module index distance	Indexabstand der Objekte der einzelnen Kanäle	UINT16	RW	0x0010 (16 <sub>dez</sub> )
F000:02	Maximum number of modules	Anzahl der Kanäle	UINT16	RW	0x0004 (4 <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 Modul list

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
F010:0	Modul list	Größter Subindex dieses Objekts	UINT8	RO	>4<
F010:01	Subindex 001	MDP Profil 340	UINT32	RW	0x00000154 (340 <sub>dez</sub> )
F010:02	Subindex 002	MDP Profil 340	UINT32	RW	0x00000154 (340 <sub>dez</sub> )
F010:03	Subindex 003	MDP Profil 340	UINT32	RW	0x00000154 (340 <sub>dez</sub> )
F010:04	Subindex 004	MDP Profil 341	UINT32	RW	0x00000155 (341 <sub>dez</sub> )

## Index 9000 PM Persistent data Ch.1

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
9000:0	PM Persistent data Ch.1	Größter Subindex dieses Objekts	UINT8	RO	>4<
9000:01	Energy (overall)	gespeicherter Energiewert von Kanal 1 <sup>(1)</sup> <b>Einheit:</b> 0,001 Wh	INT32	RO	0x00000000 (0 <sub>dez</sub> )
9000:02	Energy (negativ)	gespeicherter negativer Energiewert von Kanal 1 <sup>(1)</sup> <b>Einheit:</b> 0,001 Wh	INT32	RO	0x00000000 (0 <sub>dez</sub> )
9000:03	Energy (overall) auto-saved	automatisch gespeicherter Energiewert von Kanal 1 <sup>(1)</sup> <b>Einheit:</b> 0,001 Wh	INT32	RO	0x00000000 (0 <sub>dez</sub> )
9000:04	Energy (negativ) auto-saved	automatisch gespeicherter negativer Energiewert von Kanal 1 <sup>(1)</sup> <b>Einheit:</b> 0,001 Wh	INT32	RO	0x00000000 (0 <sub>dez</sub> )

## Index 9010 PM Persistent data Ch.2

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
9010:0	PM Persistent data Ch.2	Größter Subindex dieses Objekts	UINT8	RO	>4<
9010:01	Energy (overall)	gespeicherter Energiewert von Kanal 2 <sup>(1)</sup> <b>Einheit:</b> 0,001 Wh	INT32	RO	0x00000000 (0 <sub>dez</sub> )
9010:02	Energy (negativ)	gespeicherter negativer Energiewert von Kanal 2 <sup>(1)</sup> <b>Einheit:</b> 0,001 Wh	INT32	RO	0x00000000 (0 <sub>dez</sub> )
9010:03	Energy (overall) auto-saved	automatisch gespeicherter Energiewert von Kanal 2 <sup>(1)</sup> <b>Einheit:</b> 0,001 Wh	INT32	RO	0x00000000 (0 <sub>dez</sub> )
9010:04	Energy (negativ) auto-saved	automatisch gespeicherter negativer Energiewert von Kanal 2 <sup>(1)</sup> <b>Einheit:</b> 0,001 Wh	INT32	RO	0x00000000 (0 <sub>dez</sub> )

## Index 9020 PM Persistent data Ch.3

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
9020:0	PM Persistent data Ch.3	Größter Subindex dieses Objekts	UINT8	RO	>4<
9020:01	Energy (overall)	gespeicherter Energiewert von Kanal 3 <sup>(1)</sup> <b>Einheit:</b> 0,001 Wh	INT32	RO	0x00000000 (0 <sub>dez</sub> )
9020:02	Energy (negativ)	gespeicherter negativer Energiewert von Kanal 3 <sup>(1)</sup> <b>Einheit:</b> 0,001 Wh	INT32	RO	0x00000000 (0 <sub>dez</sub> )
9020:03	Energy (overall) auto-saved	automatisch gespeicherter Energiewert von Kanal 3 <sup>(1)</sup> <b>Einheit:</b> 0,001 Wh	INT32	RO	0x00000000 (0 <sub>dez</sub> )
9020:04	Energy (negativ) auto-saved	automatisch gespeicherter negativer Energiewert von Kanal 3 <sup>(1)</sup> <b>Einheit:</b> 0,001 Wh	INT32	RO	0x00000000 (0 <sub>dez</sub> )

<sup>(1)</sup> Die Energiewerte können unter Zuhilfenahme des Command-Objekts (siehe Index 0xFB00 [► 175]) gesichert/gelöscht werden. Der negative Energiewert ist der Wert, der durch eine negative Leistung erzeugt wird (generatorischer Betrieb). Der Energiewert im Variant-Value Wert zu Index 3 setzt sich aus generatorischer und verbrauchter Energie zusammen, d.h. im Generatorbetrieb wird dieser Wert kleiner. Um die positive Energie zu berechnen, müssen beide Werte zusammengefasst werden. Ab FW 10 kann die positive Energie über die Variant-Value Indexe 30/31 abgerufen werden (siehe Tabelle im Kapitel „Energie [► 152]“).

## 5.7.8 Standardobjekte

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

### Index 1000 Device type

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
1000:0	Device type	Geräte-Typ des EtherCAT-Slaves: Das Lo-Word enthält das verwendete Profil (5001).	UINT32	RO	0x00001389 (5001)

### Index 1008 Device name

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

### 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	Länge dieses Objekts	UINT8	RO	>4<
1018:01	Vendor ID	Hersteller-ID des EtherCAT-Slaves	UINT32	RO	0x00000002
1018:02	Product code	Produkt-Code des EtherCAT-Slaves	UINT32	RO	
1018:03	Revision	Revisionsnummer des EtherCAT-Slaves, das Low-Word (Bit 0-15) kennzeichnet die Sonderklemmennummer, das High-Word (Bit 16-31) verweist auf die Gerätebeschreibung	UINT32	RO	0x00100000 (1048576 <sub>dez</sub> )
1018:04	Serial number	Seriennummer des EtherCAT-Slaves, das Low-Byte (Bit 0-7) des Low-Words enthält das Produktionsjahr, das High-Byte (Bit 8-15) des Low-Words enthält die Produktionswoche, das High-Word (Bit 16-31) ist 0	UINT32	RO	

### Index 10F0 Backup parameter

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
10F0:0	Backup parameter	Länge dieses Objektes	UINT8	RO	>1<
10F0:01	Checksum	Checksum	UINT32	RW	0x00000000 (0 <sub>dez</sub> )

### Index 10F3 Diagnosis History

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
10F3:0	Diagnosis History	Maximaler Subindex	UINT8	RO	>21<
10F3:01	Maximum Messages	Maximale Anzahl der gespeicherten Nachrichten Es können maximal 16 Nachrichten gespeichert werden	UINT8	RO	0x10 (16 <sub>dez</sub> )
10F3:02	Newest Message	Subindex der neusten Nachricht	UINT8	RO	0x00 (0 <sub>dez</sub> )
10F3:03	Newest Acknowledged Message	Subindex der letzten bestätigten Nachricht	UINT8	RW	0x00 (0 <sub>dez</sub> )
10F3:04	New Messages Available	Zeigt an, wenn eine neue Nachricht verfügbar ist	BOOLEAN	RO	0x00 (0 <sub>dez</sub> )
10F3:05	Flags	ungenutzt	UINT16	RW	0x0000 (0 <sub>dez</sub> )
10F3:06	Diagnosis Message 001	Nachricht 1	OCTET-STRING[28]	RO	{0}
...	...	...			
10F3:15	Diagnosis Message 016	Nachricht 16	OCTET-STRING[28]	RO	{0}

**Index 10F8 Actual Time Stamp**

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
10F8:0	Actual Time Stamp	Zeitstempel	UINT64	RO	

**Index 1600 RxPDO-Map Ch.1**

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
1600:0	RxPDO-Map Ch.1	PDO Mapping der RxPDO 1	UINT8	RO	>1<
1600:01	SubIndex 001	1. PDO Mapping entry (object 0x7000 (PM Outputs Ch.1), entry 0x01 (Index))	UINT32	RW	0x7000:01, 8

**Index 1601 RxPDO-Map Ch.2**

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
1601:0	RxPDO-Map Ch.2	PDO Mapping der RxPDO 2	UINT8	RO	>1<
1601:01	SubIndex 001	1. PDO Mapping entry (object 0x7010 (PM Outputs Ch.2), entry 0x01 (Index))	UINT32	RW	0x7010:01, 8

**Index 1602 RxPDO-Map Ch.3**

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
1602:0	RxPDO-Map Ch.3	PDO Mapping der RxPDO 3	UINT8	RO	>1<
1602:01	SubIndex 001	1. PDO Mapping entry (object 0x7020 (PM Outputs Ch.3), entry 0x01 (Index))	UINT32	RW	0x7020:01, 8

**Index 1603 RxPDO-Map Auxiliary Channel**

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
1602:0	RxPDO-Map Ch.3	PDO Mapping der RxPDO 3	UINT8	RO	>2<
1603:01	SubIndex 001	1. PDO Mapping entry (object 0x7030 (PM Outputs Ch.3), entry 0x01 (Index))	UINT32	RW	0x7030:01, 8
1603:02	SubIndex 002	1. PDO Mapping entry (object 0x7030 (PM Auxiliary Outputs Ch.3), entry 0x02 (Channel))	UINT32	RW	0x7030:02, 8

**Index 1A00 TxPDO-Map Ch.1**

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
1A00:0	TxPDO-Map Ch.1	PDO Mapping der TxPDO 1	UINT8	RO	>16<
1A00:01	SubIndex 001	1. PDO Mapping entry (object 0x6000 (PM Inputs Ch.1), entry 0x01 (Undervoltage))	UINT32	RW	0x6000:01, 1
1A00:02	SubIndex 002	2. PDO Mapping entry (object 0x6000 (PM Inputs Ch.1), entry 0x02 (Overvoltage))	UINT32	RW	0x6000:02, 1
1A00:03	SubIndex 003	3. PDO Mapping entry (object 0x6000 (PM Inputs Ch.1), entry 0x03 (Overcurrent))	UINT32	RW	0x6000:03, 1
1A00:04	SubIndex 004	4. PDO Mapping entry (Align)	UINT32	RW	0x0000:00, 1
1A00:05	SubIndex 005	5. PDO Mapping entry (object 0x6000 (PM Inputs Ch.1), entry 0x05 (Phase sequence cw))	UINT32	RW	0x6000:05, 1
1A00:06	SubIndex 006	6. PDO Mapping entry (object 0x6000 (PM Inputs Ch.1), entry 0x06 (Phase sequence ccw))	UINT32	RW	0x6000:06, 1
1A00:07	SubIndex 007	7. PDO Mapping entry (object 0x6000 (PM Inputs Ch.1), entry 0x07 (Missing zero crossing))	UINT32	RW	0x6000:07, 1
1A00:08	SubIndex 008	8. PDO Mapping entry (Align)	UINT32	RW	0x0000:00, 7
1A00:09	SubIndex 009	9. PDO Mapping entry (object 0x6000 (PM Inputs Ch.1), entry 0x0F (TxPDO State))	UINT32	RW	0x6000:0F, 1
1A00:0A	SubIndex 010	10. PDO Mapping entry (object 0x6000 (PM Inputs Ch.1), entry 0x10 (TxPDO Toggle))	UINT32	RW	0x6000:10, 1
1A00:0B	SubIndex 011	11. PDO Mapping entry (object 0x6000 (PM Inputs Ch.1), entry 0x11 (Current))	UINT32	RW	0x6000:11, 32
1A00:0C	SubIndex 012	12. PDO Mapping entry (object 0x6000 (PM Inputs Ch.1), entry 0x12 (Voltage))	UINT32	RW	0x6000:12, 32
1A00:0D	SubIndex 013	13. PDO Mapping entry (object 0x6000 (PM Inputs Ch.1), entry 0x13 (Active power))	UINT32	RW	0x6000:13, 32
1A00:0E	SubIndex 014	14. PDO Mapping entry (object 0x6000 (PM Inputs Ch.1), entry 0x14 (Index))	UINT32	RW	0x6000:14, 8
1A00:0F	SubIndex 015	15. PDO Mapping entry (Align)	UINT32	RW	0x0000:00, 8
1A00:10	SubIndex 016	16. PDO Mapping entry (object 0x6000 (PM Inputs Ch.1), entry 0x1D (VariantValue))	UINT32	RW	0x6000:1D, 32

## Index 1A01 TxPDO-Map Ch.2

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
1A01:0	TxPDO-Map Ch.2	PDO Mapping der TxPDO 2	UINT8	RO	>16<
1A01:01	SubIndex 001	1. PDO Mapping entry (object 0x6010 (PM Inputs Ch.1), entry 0x01 (Undervoltage))	UINT32	RW	0x6010:01, 1
1A01:02	SubIndex 002	2. PDO Mapping entry (object 0x6010 (PM Inputs Ch.1), entry 0x02 (Overvoltage))	UINT32	RW	0x6010:02, 1
1A01:03	SubIndex 003	3. PDO Mapping entry (object 0x6010 (PM Inputs Ch.1), entry 0x03 (Overcurrent))	UINT32	RW	0x6010:03, 1
1A01:04	SubIndex 004	4. PDO Mapping entry (Align)	UINT32	RW	0x0000:00, 1
1A01:05	SubIndex 005	5. PDO Mapping entry (object 0x6010 (PM Inputs Ch.1), entry 0x05 (Phase sequence cw))	UINT32	RW	0x6010:05, 1
1A01:06	SubIndex 006	6. PDO Mapping entry (object 0x6010 (PM Inputs Ch.1), entry 0x06 (Phase sequence ccw))	UINT32	RW	0x6010:06, 1
1A01:07	SubIndex 007	7. PDO Mapping entry (object 0x6010 (PM Inputs Ch.1), entry 0x07 (Missing zero crossing))	UINT32	RW	0x6010:07, 1
1A01:08	SubIndex 008	8. PDO Mapping entry (Align)	UINT32	RW	0x0000:00, 7
1A01:09	SubIndex 009	9. PDO Mapping entry (object 0x6010 (PM Inputs Ch.1), entry 0x0F (TxPDO State))	UINT32	RW	0x6010:0F, 1
1A01:0A	SubIndex 010	10. PDO Mapping entry (object 0x6010 (PM Inputs Ch.1), entry 0x10 (TxPDO Toggle))	UINT32	RW	0x6010:10, 1
1A01:0B	SubIndex 011	11. PDO Mapping entry (object 0x6010 (PM Inputs Ch.1), entry 0x11 (Current))	UINT32	RW	0x6010:11, 32
1A01:0C	SubIndex 012	12. PDO Mapping entry (object 0x6010 (PM Inputs Ch.1), entry 0x12 (Voltage))	UINT32	RW	0x6010:12, 32
1A01:0D	SubIndex 013	13. PDO Mapping entry (object 0x6010 (PM Inputs Ch.1), entry 0x13 (Active power))	UINT32	RW	0x6010:13, 32
1A01:0E	SubIndex 014	14. PDO Mapping entry (object 0x6010 (PM Inputs Ch.1), entry 0x14 (Index))	UINT32	RW	0x6010:14, 8
1A01:0F	SubIndex 015	15. PDO Mapping entry (Align)	UINT32	RW	0x0000:00, 8
1A01:10	SubIndex 016	16. PDO Mapping entry (object 0x6010 (PM Inputs Ch.1), entry 0x1D (VariantValue))	UINT32	RW	0x6010:1D, 32

**Index 1A02 TxPDO-Map Ch.3**

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
1A02:0	TxPDO-Map Ch.3	PDO Mapping der TxPDO 3	UINT8	RO	>16<
1A02:01	SubIndex 001	1. PDO Mapping entry (object 0x6020 (PM Inputs Ch.1), entry 0x01 (Undervoltage))	UINT32	RW	0x6020:01, 1
1A02:02	SubIndex 002	2. PDO Mapping entry (object 0x6020 (PM Inputs Ch.1), entry 0x02 (Overvoltage))	UINT32	RW	0x6020:02, 1
1A02:03	SubIndex 003	3. PDO Mapping entry (object 0x6020 (PM Inputs Ch.1), entry 0x03 (Overcurrent))	UINT32	RW	0x6020:03, 1
1A02:04	SubIndex 004	4. PDO Mapping entry (Align)	UINT32	RW	0x0000:00, 1
1A02:05	SubIndex 005	5. PDO Mapping entry (object 0x6020 (PM Inputs Ch.1), entry 0x05 (Phase sequence cw))	UINT32	RW	0x6020:05, 1
1A02:06	SubIndex 006	6. PDO Mapping entry (object 0x6020 (PM Inputs Ch.1), entry 0x06 (Phase sequence ccw))	UINT32	RW	0x6020:06, 1
1A02:07	SubIndex 007	7. PDO Mapping entry (object 0x6020 (PM Inputs Ch.1), entry 0x07 (Missing zero crossing))	UINT32	RW	0x6020:07, 1
1A02:08	SubIndex 008	8. PDO Mapping entry (Align)	UINT32	RW	0x0000:00, 7
1A02:09	SubIndex 009	9. PDO Mapping entry (object 0x6020 (PM Inputs Ch.1), entry 0x0F (TxPDO State))	UINT32	RW	0x6020:0F, 1
1A02:0A	SubIndex 010	10. PDO Mapping entry (object 0x6020 (PM Inputs Ch.1), entry 0x10 (TxPDO Toggle))	UINT32	RW	0x6020:10, 1
1A02:0B	SubIndex 011	11. PDO Mapping entry (object 0x6020 (PM Inputs Ch.1), entry 0x11 (Current))	UINT32	RW	0x6020:11, 32
1A02:0C	SubIndex 012	12. PDO Mapping entry (object 0x6020 (PM Inputs Ch.1), entry 0x12 (Voltage))	UINT32	RW	0x6020:12, 32
1A02:0D	SubIndex 013	13. PDO Mapping entry (object 0x6020 (PM Inputs Ch.1), entry 0x13 (Active power))	UINT32	RW	0x6020:13, 32
1A02:0E	SubIndex 014	14. PDO Mapping entry (object 0x6020 (PM Inputs Ch.1), entry 0x14 (Index))	UINT32	RW	0x6020:14, 8
1A02:0F	SubIndex 015	15. PDO Mapping entry (Align)	UINT32	RW	0x0000:00, 8
1A02:10	SubIndex 016	16. PDO Mapping entry (object 0x6020 (PM Inputs Ch.1), entry 0x1D (VariantValue))	UINT32	RW	0x6020:1D, 32

**Index 1A03 TxPDO-Map Auxiliary**

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
1A03:0	TxPDO-Map Auxiliary	PDO Mapping der TxPDO 4	UINT8	RO	>8<
1A03:01	SubIndex 001	1. PDO Mapping entry (Align)	UINT32	RW	0x0000:00, 2
1A03:02	SubIndex 002	2. PDO Mapping entry (object 0x6030 (PM Auxiliary, entry 0x03 (Overcurrent))	UINT32	RW	0x6030:03, 1
1A03:03	SubIndex 003	3. PDO Mapping entry (Align)	UINT32	RW	0x0000:00, 11
1A03:04	SubIndex 004	4. PDO Mapping entry (object 0x6030 (PM Auxiliary), entry 0x0F (TxPDO State))	UINT32	RW	0x6030:0F, 1
1A03:05	SubIndex 005	5. PDO Mapping entry (object 0x6030 (PM Auxiliary), entry 0x10 (TxPDO Toggle))	UINT32	RW	0x6030:10, 1
1A03:06	SubIndex 005	6. PDO Mapping entry (object 0x6030 (PM Auxiliary), entry 0x11 (Index))	UINT32	RW	0x6030:11, 8
1A03:07	SubIndex 005	7. PDO Mapping entry (object 0x6030 (PM Auxiliary), entry 0x12 (Channel))	UINT32	RW	0x6030:12, 8
1A03:08	SubIndex 005	8. PDO Mapping entry (object 0x6030 (PM Auxiliary, entry 0x13 (Value))	UINT32	RW	0x6030:13, 32

**Index 1C00 Sync manager type**

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

**Index 1C12 RxPDO assign**

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
1C12:0	RxPDO assign	PDO Assign der Outputs	UINT8	RO	>4<
1C12:01	Subindex 001	1. zugeordnete PDO (RxPDO-Map Ch.1 (RxPDO 1))	UINT16	RW	0x1600 (5632 <sub>dez</sub> )
1C12:02	Subindex 002	2. zugeordnete PDO (RxPDO-Map Ch.2 (RxPDO 2))	UINT16	RW	0x1601 (5633 <sub>dez</sub> )
1C12:03	Subindex 003	3. zugeordnete PDO (RxPDO-Map Ch.3 (RxPDO 3))	UINT16	RW	0x1602 (5634 <sub>dez</sub> )
1C12:04	Subindex 004	4. zugeordnete PDO (RxPDO-Map Auxiliary (RxPDO 4))	UINT16	RW	0x1603 (5634 <sub>dez</sub> )

**Index 1C13 TxPDO assign**

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
1C13:0	TxPDO assign	PDO Assign der Inputs	UINT8	RO	>4<
1C13:01	Subindex 001	1. zugeordnete PDO (TxPDO-Map Ch.1 (TxPDO 1))	UINT16	RW	0x1A00 (6656 <sub>dez</sub> )
1C13:02	Subindex 002	2. zugeordnete PDO (TxPDO-Map Ch.2 (TxPDO 2))	UINT16	RW	0x1A01 (6657 <sub>dez</sub> )
1C13:03	Subindex 003	3. zugeordnete PDO (TxPDO-Map Ch.3 (TxPDO 3))	UINT16	RW	0x1A02 (6658 <sub>dez</sub> )
1C13:04	Subindex 004	4. zugeordnete PDO (TxPDO-Map Auxiliary (TxPDO 4))	UINT16	RW	0x1A03 (6659 <sub>dez</sub> )



**Index 1C32 SM output parameter**

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
1C32:0	SM output parameter	Synchronisierungsparameter der Outputs	UINT8	RO	>32<
1C32:01	Sync mode	Aktuelle Synchronisierungsbetriebsart: <ul style="list-style-type: none"> <li>• 0: Free Run</li> <li>• 1: Synchron mit SM 2 Event</li> <li>• 2: DC-Mode - Synchron mit SYNC0 Event</li> <li>• 3: DC-Mode - Synchron mit SYNC1 Event</li> </ul>	UINT16	RW	0x0000 (0 <sub>dez</sub> )
1C32:02	Cycle time	Zykluszeit (in ns): <ul style="list-style-type: none"> <li>• Free Run: Zykluszeit des lokalen Timers</li> <li>• Synchron mit SM 2 Event: Zykluszeit des Masters</li> <li>• DC-Mode: SYNC0/SYNC1 Cycle Time</li> </ul>	UINT32	RW	0x000AAE60 (700000 <sub>dez</sub> )
1C32:03	Shift time	Zeit zwischen SYNC0 Event und Ausgabe der Outputs (in ns, nur DC-Mode)	UINT32	RW	0x00000000 (0 <sub>dez</sub> )
1C32:04	Sync modes supported	Unterstützte Synchronisierungsbetriebsarten: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bit 0 = 1: Free Run wird unterstützt</li> <li>• Bit 1 = 1: Synchron mit 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 [▶ 193])</li> </ul>	UINT16	RW	0x0001 (1 <sub>dez</sub> )
1C32:05	Minimum cycle time	Minimale Zykluszeit (in ns)	UINT32	RW	0x000AAE60 (700000 <sub>dez</sub> )
1C32:06	Calc and copy time	Minimale Zeit zwischen SYNC0 und SYNC1 Event (in ns, nur DC-Mode)	UINT32	RW	0x00000000 (0 <sub>dez</sub> )
1C32:08	Command	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 0: Messung der lokalen Zykluszeit wird gestoppt</li> <li>• 1: Messung der lokalen Zykluszeit wird gestartet</li> </ul> 0x1C32:033 [▶ 193], 0x1C32:05 [▶ 193], 0x1C32:06 [▶ 193], 0x1C32:09 [▶ 193], 0x1C33:03 [▶ 194], 0x1C33:06 [▶ 193], 0x1C33:09 [▶ 194] werden mit den maximal gemessenen Werten aktualisiert. Wenn erneut gemessen wird, werden die Messwerte zurückgesetzt	UINT16	RW	0x0000 (0 <sub>dez</sub> )
1C32:09	Delay time	Zeit zwischen SYNC1 Event und Ausgabe der Outputs (in ns, nur DC-Mode)	UINT32	RW	0x00000000 (0 <sub>dez</sub> )
1C32:0B	SM event missed counter	Anzahl der ausgefallenen SM-Events im OPERATIONAL (nur im DC Mode)	UINT166	RW	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	RW	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	RW	0x0000 (0 <sub>dez</sub> )
1C32:20	Sync error	Im letzten Zyklus war die Synchronisierung nicht korrekt (Ausgänge wurden zu spät ausgegeben, nur im DC Mode)	BOOLEAN	RW	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	>32<
1C33:01	Sync mode	Aktuelle Synchronisierungsbetriebsart: <ul style="list-style-type: none"> <li>• 0: Free Run</li> <li>• 1: Synchron mit SM 3 Event (keine Outputs vorhanden)</li> <li>• 2: DC - Synchron mit SYNC0 Event</li> <li>• 3: DC - Synchron mit SYNC1 Event</li> <li>• 34: Synchron mit SM 2 Event (Outputs vorhanden)</li> </ul>	UINT16	RW	0x0000(0 <sub>dez</sub> )
1C33:02	Cycle time	wie <a href="#">0x1C32:02</a> [ <a href="#">193</a> ]	UINT32	RW	0x000AAE60 (700000 <sub>dez</sub> )
1C33:03	Shift time	Zeit zwischen SYNC0-Event und Einlesen der Inputs (in ns, nur DC-Mode)	UINT32	RW	0x00000000 (0 <sub>dez</sub> )
1C33:04	Sync modes supported	Unterstützte Synchronisierungsbetriebsarten: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bit 0: Free Run wird unterstützt</li> <li>• Bit 1: Synchron mit SM 2 Event wird unterstützt (Outputs vorhanden)</li> <li>• Bit 1: Synchron mit 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="#">193</a>] oder <a href="#">0x1C33:08</a> [<a href="#">194</a>])</li> </ul>	UINT16	RW	0x0001 (1 <sub>dez</sub> )
1C33:05	Minimum cycle time	wie <a href="#">0x1C32:05</a> [ <a href="#">193</a> ]	UINT32	RW	0x000AAE60 (700000 <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	RW	0x00000000 (0 <sub>dez</sub> )
1C33:08	Command	wie <a href="#">0x1C32:08</a> [ <a href="#">193</a> ]	UINT16	RW	0x0000 (0 <sub>dez</sub> )
1C33:09	Delay time	Zeit zwischen SYNC1-Event und Einlesen der Eingänge (in ns, nur DC-Mode))	UINT32	RW	0x00000000 (0 <sub>dez</sub> )
1C33:0B	SM event missed counter	wie <a href="#">0x1C32:0B</a> [ <a href="#">193</a> ]	UINT16	RW	0x0000 (0 <sub>dez</sub> )
1C33:0C	Cycle exceeded counter	wie <a href="#">0x1C32:0C</a> [ <a href="#">193</a> ]	UINT16	RW	0x0000 (0 <sub>dez</sub> )
1C33:0D	Shift too short counter	wie <a href="#">0x1C32:0D</a> [ <a href="#">193</a> ]	UINT16	RW	0x0000 (0 <sub>dez</sub> )
1C33:20	Sync error	wie <a href="#">0x1C32:20</a> [ <a href="#">193</a> ]	BOOLEAN	RWW	0x00 (0 <sub>dez</sub> )

## 6 Diagnose - Grundlagen zu Diag Messages

Mit *DiagMessages* wird ein System der Nachrichtenübermittlung vom EtherCAT Slave an den EtherCAT Master/TwinCAT bezeichnet. Die Nachrichten werden vom Gerät im eigenen CoE unter 0x10F3 abgelegt und können von der Applikation oder dem System Manager ausgelesen werden. Für jedes im Gerät hinterlegtes Ereignis (Warnung, Fehler, Statusänderung) wird eine über einen Code referenzierte Fehlermeldung ausgegeben.

### Definition

Das System *DiagMessages* ist in der ETG (EtherCAT Technology Group) in der Richtlinie ETG.1020, Kap. 13 "Diagnosis Handling" definiert. Es wird benutzt, damit vordefinierte oder flexible Diagnosemitteilungen vom EtherCAT-Slave an den Master übermittelt werden können. Das Verfahren kann also nach ETG herstellerübergreifend implementiert werden. Die Unterstützung ist optional. Die Firmware kann bis zu 250 *DiagMessages* im eigenen CoE ablegen.

Jede *DiagMessage* besteht aus

- Diag Code (4 Byte)
- Flags (2 Byte; Info, Warnung oder Fehler)
- Text-ID (2 Byte; Referenz zum erklärenden Text aus der ESI/XML)
- Zeitstempel (8 Byte, lokale Slave-Zeit oder 64-Bit Distributed-Clock-Zeit, wenn vorhanden)
- dynamische Parameter, die von der Firmware mitgegeben werden

In der zum EtherCAT-Gerät gehörigen ESI/XML-Datei werden die *DiagMessages* in Textform erklärt: Anhand der in der *DiagMessage* enthaltenen Text-ID kann die entsprechende Klartextmeldung in den Sprachen gefunden werden, die in der ESI/XML enthalten sind. Üblicherweise sind dies bei Beckhoff-Produkten deutsch und englisch.

Der Anwender erhält durch den Eintrag *NewMessagesAvailable* Information, dass neue Meldungen vorliegen.

*DiagMessages* können im Gerät bestätigt werden: die letzte/neueste unbestätigte Meldung kann vom Anwender bestätigt werden.

Im CoE finden sich sowohl die Steuereinträge wie die History selbst im CoE-Objekt 0x10F3:

Index	Name	Flags	Value
1018:0	Identity	RO	> 4 <
10F0:0	Backup parameter handling	RO	> 1 <
10F3:0	Diagnosis History	RO	> 55 <
10F3:01	Maximum Messages	RO	0x32 (50)
10F3:02	Newest Message	RO	0x15 (21)
10F3:03	Newest Acknowledged Message	RW	0x14 (20)
10F3:04	New Messages Available	RO	FALSE
10F3:05	Flags	RW	0x0000 (0)
10F3:06	Diagnosis Message 001	RO	00 E0 A4 08 10 00 03 00 60 1F 0D 00 00 00 00 00 06 00 00 00 06 00 00 00 06 00 FF 00
10F3:07	Diagnosis Message 002	RO	00 E0 A4 08 10 00 02 00 00 6A 18 00 00 00 00 00 06 00 00 00 06 00 00 00 06 00 00 00
10F3:08	Diagnosis Message 003	RO	00 E0 A4 08 10 00 03 00 40 D8 67 02 00 00 00 00 06 00 00 00 06 00 03 00 06 00 00 00
10F3:09	Diagnosis Message 004	RO	00 E0 A4 08 12 00 00 81 E0 89 47 03 00 00 00 00 06 00 04 44 06 00 00 00 06 00 00 00

Abb. 165: *DiagMessages* im CoE

Unter 0x10F3:02 ist der Subindex der neuesten *DiagMessage* auslesbar.

### ● Unterstützung zur Inbetriebnahme

**I** Das System der *DiagMessages* ist vor allem während der Anlageninbetriebnahme einzusetzen. Zur Online-Diagnose während des späteren Dauerbetriebs sind die Diagnosewerte z. B. im Status-Word des Gerätes (wenn verfügbar) hilfreich.

**Implementierung TwinCAT System Manager**

Ab TwinCAT 2.11 werden DiagMessages, wenn vorhanden, beim Gerät in einer eigenen Oberfläche angezeigt. Auch die Bedienung (Abholung, Bestätigung) erfolgt darüber.

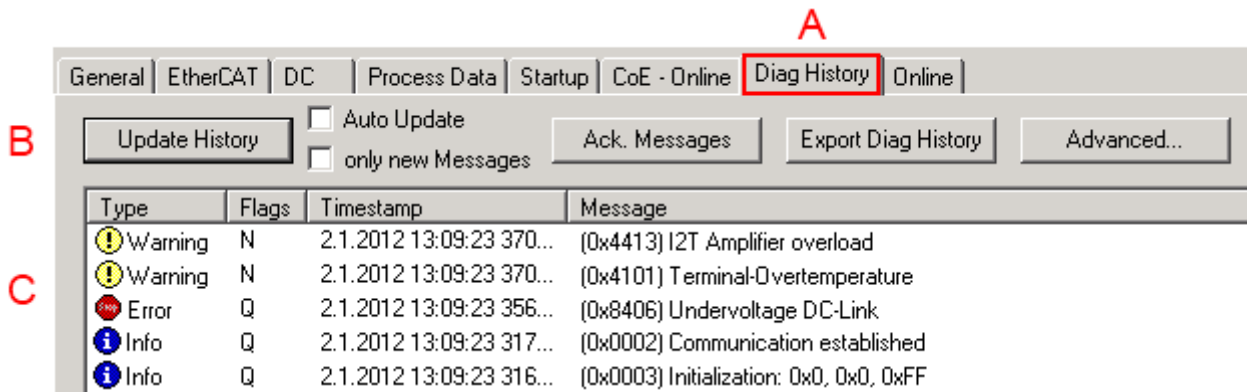


Abb. 166: Implementierung DiagMessage-System im TwinCAT System Manager

Im Reiter Diag History (A) sind die Betätigungsfelder (B) wie auch die ausgelesene History (C) zu sehen. Die Bestandteile der Message:

- Info/Warning/Error
- Acknowledge-Flag (N = unbestätigt, Q = bestätigt)
- Zeitstempel
- Text-ID
- Klartext-Meldung nach ESI/XML Angabe

Die Bedeutung der Buttons ist selbsterklärend.

**DiagMessages im ADS Logger/Eventlogger**

Ab TwinCAT 3.1 build 4022 werden von einer Klemme abgesetzte DiagMessages auch im TwinCAT ADS Logger gezeigt. Da nun IO-übergreifend DiagMessages an einem Ort dargestellt werden, vereinfacht dies die Inbetriebnahme. Außerdem kann die Logger-Ausgabe in eine Datei gespeichert werden – somit stehen die DiagMessages auch langfristig für Analysen zur Verfügung.

DiagMessages liegen eigentlich nur lokal im CoE 0x10F3 in der Klemme vor und können bei Bedarf manuell z. B. über die oben genannte DiagHistory ausgelesen werden.

Bei Neuentwicklungen sind die EtherCAT-Klemmen standardmäßig so eingestellt, dass sie das Vorliegen einer DiagMessage über EtherCAT als Emergency melden; der Eventlogger kann die DiagMessage dann abholen. Die Funktion wird in der Klemme über 0x10F3:05 aktiviert, deshalb haben solche Klemmen folgenden Eintrag standardmäßig in der StartUp-Liste:

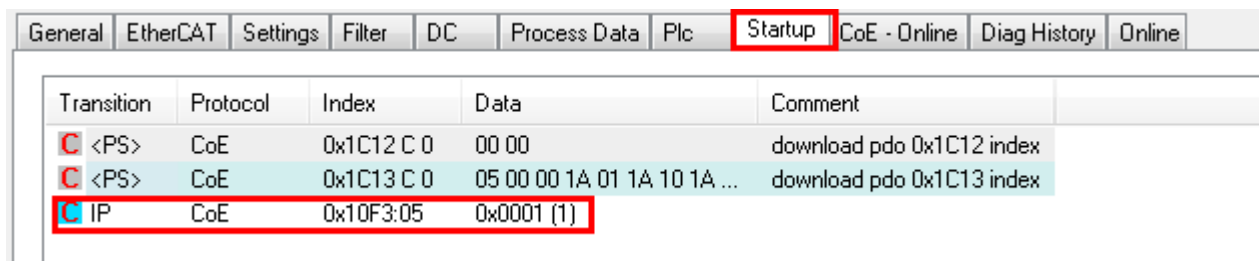


Abb. 167: StartUp-Liste

Soll die Funktion ab Gerätestart deaktiviert werden weil z. B. viele Meldungen kommen oder der EventLogger nicht genutzt wird, kann der StartUp-Eintrag gelöscht oder auf 0 gesetzt werden. Der Wert kann dann bei Bedarf später aus der PLC per CoE-Zugriff wieder auf 1 gesetzt werden.

**Nachrichten in die PLC einlesen**

- In Vorbereitung -

**Interpretation**

**Zeitstempel**

Der Zeitstempel wird aus der lokalen Uhr der Klemme zum Zeitpunkt des Ereignisses gewonnen. Die Zeit ist üblicherweise die Distributed-Clocks-Zeit (DC) aus Register x910.

Bitte beachten: die DC-Zeit wird in der Referenzuhr gleich der lokalen IPC/TwinCAT-Zeit gesetzt, wenn EtherCAT gestartet wird. Ab diesem Moment kann die DC-Zeit gegenüber der IPC-Zeit divergieren, da die IPC-Zeit nicht nachgeregelt wird. Es können sich so nach mehreren Wochen Betrieb ohne EtherCAT Neustart größere Zeitdifferenzen entwickeln. Als Abhilfe kann die sog. Externe Synchronisierung der DC-Zeit genutzt werden, oder es wird fallweise eine manuelle Korrekturrechnung vorgenommen: die aktuelle DC-Zeit kann über den EtherCAT Master oder durch Einsicht in das Register x901 eines DC-Slaves ermittelt werden.

**Aufbau der Text-ID**

Der Aufbau der MessageID unterliegt keiner Standardisierung und kann herstellerspezifisch definiert werden. Bei Beckhoff EtherCAT-Geräten (EL, EP) lautet er nach **xyzz** üblicherweise:

<b>x</b>	<b>y</b>	<b>zz</b>
0: Systeminfo	0: System	Fehlernummer
1: Info	1: General	
2: reserved	2: Communication	
4: Warning	3: Encoder	
8: Error	4: Drive	
	5: Inputs	
	6: I/O allgemein	
	7: reserved	

Beispiel: Meldung 0x4413 --> Drive Warning Nummer 0x13

**Übersicht Text-IDs**

Spezifische Text-IDs sind in der Gerätedokumentation aufgeführt.

Text-ID	Typ	Ort	Text Message	Zusätzlicher Kommentar
0x0001	Information	System	No error	Kein Fehler
0x0002	Information	System	Communication established	Verbindung aufgebaut
0x0003	Information	System	Initialisation: 0x%X, 0x%X, 0x%X	allgemeine Information, Parameter je nach Ereignis. Interpretation siehe Gerätedokumentation.
0x1000	Information	System	Information: 0x%X, 0x%X, 0x%X	allgemeine Information, Parameter je nach Ereignis. Interpretation siehe Gerätedokumentation.
0x1012	Information	System	EtherCAT state change Init - PreOp	
0x1021	Information	System	EtherCAT state change PreOp - Init	
0x1024	Information	System	EtherCAT state change PreOp - Safe-Op	
0x1042	Information	System	EtherCAT state change SafeOp - PreOp	
0x1048	Information	System	EtherCAT state change SafeOp - Op	
0x1084	Information	System	EtherCAT state change Op - SafeOp	
0x1100	Information	Allgemein	Detection of operation mode completed: 0x%X, %d	Erkennung der Betriebsart beendet
0x1135	Information	Allgemein	Cycle time o.k.: %d	Zykluszeit o.k.
0x1157	Information	Allgemein	Data manually saved (Idx: 0x%X, SubIdx: 0x%X)	Daten manuell gespeichert
0x1158	Information	Allgemein	Data automatically saved (Idx: 0x%X, SubIdx: 0x%X)	Daten automatisch gespeichert
0x1159	Information	Allgemein	Data deleted (Idx: 0x%X, SubIdx: 0x%X)	Daten gelöscht
0x117F	Information	Allgemein	Information: 0x%X, 0x%X, 0x%X	Information
0x1201	Information	Kommunikation	Communication re-established	Kommunikation zur Feldseite wiederhergestellt Die Meldung tritt auf, wenn z. B. im Betrieb die Spannung der Powerkontakte entfernt und wieder angelegt wurde.
0x1300	Information	Encoder	Position set: %d, %d	Position gesetzt - StartInputhandler
0x1303	Information	Encoder	Encoder Supply ok	Encoder Netzteil OK
0x1304	Information	Encoder	Encoder initialization successfully, channel: %X	Encoder Initialisierung erfolgreich abgeschlossen
0x1305	Information	Encoder	Sent command encoder reset, channel: %X	Sende Kommando Encoder Reset
0x1400	Information	Drive	Drive is calibrated: %d, %d	Antrieb ist kalibriert
0x1401	Information	Drive	Actual drive state: 0x%X, %d	Aktueller Status des Antriebs
0x1705	Information		CPU usage returns in normal range (< 85%)	Prozessorauslastung ist wieder im normalen Bereich
0x1706	Information		Channel is not in saturation anymore	Kanal ist nicht mehr in Sättigung
0x1707	Information		Channel is not in overload anymore	Kanal ist nicht mehr überlastet
0x170A	Information		No channel range error anymore	Es liegt kein Messbereichsfehler mehr vor
0x170C	Information		Calibration data saved	Abgleichdaten wurden gespeichert
0x170D	Information		Calibration data will be applied and saved after sending the command "0x5AFE"	Abgleichdaten werden erst nach dem Senden des Kommandos „0x5AFE“ übernommen und gespeichert

Text-ID	Typ	Ort	Text Message	Zusätzlicher Kommentar
0x2000	Information	System	%s: %s	
0x2001	Information	System	%s: Network link lost	Netzwerk Verbindung verloren
0x2002	Information	System	%s: Network link detected	Netzwerk Verbindung gefunden
0x2003	Information	System	%s: no valid IP Configuration - Dhcp client started	Ungültige IP Konfiguration
0x2004	Information	System	%s: valid IP Configuration (IP: %d.%d.%d.%d) assigned by Dhcp server %d.%d.%d.%d	Gültige, vom DHCP-Server zugewiesene IP-Konfiguration
0x2005	Information	System	%s: Dhcp client timed out	Zeitüberschreitung DHCP-Client
0x2006	Information	System	%s: Duplicate IP Address detected (%d.%d.%d.%d)	Doppelte IP-Adresse gefunden
0x2007	Information	System	%s: UDP handler initialized	UDP-Handler initialisiert
0x2008	Information	System	%s: TCP handler initialized	TCP-Handler initialisiert
0x2009	Information	System	%s: No more free TCP sockets available	Keine freien TCP Sockets verfügbar

Text-ID	Typ	Ort	Text Message	Zusätzlicher Kommentar
0x4000	Warnung		Warning: 0x%X, 0x%X, 0x%X	allgemeine Warnung, Parameter je nach Ereignis. Interpretation siehe Gerätedokumentation.
0x4001	Warnung	System	Warning: 0x%X, 0x%X, 0x%X	
0x4002	Warnung	System	%s: %s Connection Open (IN:%d OUT:%d API:%dms) from %d. %d.%d.%d successful	
0x4003	Warnung	System	%s: %s Connection Close (IN:%d OUT:%d) from %d.%d.%d.%d successful	
0x4004	Warnung	System	%s: %s Connection (IN:%d OUT:%d) with %d.%d.%d.%d timed out	
0x4005	Warnung	System	%s: %s Connection Open (IN:%d OUT:%d) from %d.%d.%d.%d denied (Error: %u)	
0x4006	Warnung	System	%s: %s Connection Open (IN:%d OUT:%d) from %d.%d.%d.%d denied (Input Data Size expected: %d Byte(s) received: %d Byte(s))	
0x4007	Warnung	System	%s: %s Connection Open (IN:%d OUT:%d) from %d.%d.%d.%d denied (Output Data Size expected: %d Byte(s) received: %d Byte(s))	
0x4008	Warnung	System	%s: %s Connection Open (IN:%d OUT:%d) from %d.%d.%d.%d denied (RPI:%dms not supported -> API:%dms)	
0x4101	Warnung	Allgemein	Terminal-Overtemperature	Übertemperatur. Die Innentemperatur der Klemme überschreitet die parametrisierte Warnschwelle.
0x4102	Warnung	Allgemein	Discrepancy in the PDO-Configuration	Die ausgewählten PDOs passen nicht zur eingestellten Betriebsart.  Beispiel: Antrieb arbeitet im Velocity-Mode. Das Velocity-PDO ist jedoch nicht in die PDOs gemapped.
0x417F	Warnung	Allgemein	Warning: 0x%X, 0x%X, 0x%X	
0x428D	Warnung	Allgemein	Challenge is not Random	
0x4300	Warnung	Encoder	Subincrements deactivated: %d, %d	Subinkremente deaktiviert (trotz aktivierter Konfiguration)
0x4301	Warnung	Encoder	Encoder-Warning	Allgemeiner Encoderfehler
0x4302	Warnung	Encoder	Maximum frequency of the input signal is nearly reached (channel %d)	Maximale Frequenz des Eingangssignals ist bald erreicht
0x4303	Warnung	Encoder	Limit counter value was reduced because of the PDO configuration (channel %d)	Limit-Zählergrenze wurde aufgrund der PDO-Konfiguration reduziert (Kanal %d)
0x4304	Warnung	Encoder	Reset counter value was reduced because of the PDO configuration (channel %d)	Reset-Zählergrenze wurde aufgrund der PDO-Konfiguration reduziert (Kanal %d)
0x4400	Warnung	Drive	Drive is not calibrated: %d, %d	Antrieb ist nicht kalibriert
0x4401	Warnung	Drive	Starttype not supported: 0x%X, %d	Starttyp wird nicht unterstützt
0x4402	Warnung	Drive	Command rejected: %d, %d	Kommando abgewiesen
0x4405	Warnung	Drive	Invalid modulo subtype: %d, %d	Modulo-Subtyp ungültig
0x4410	Warnung	Drive	Target overrun: %d, %d	Zielposition wird überfahren
0x4411	Warnung	Drive	DC-Link undervoltage (Warning)	Die Zwischenkreisspannung der Klemme unterschreitet die parametrisierte Mindestspannung. Das Aktivieren der Endstufe wird unterbunden.
0x4412	Warnung	Drive	DC-Link overvoltage (Warning)	Die Zwischenkreisspannung der Klemme überschreitet die parametrisierte Maximalspannung. Das Aktivieren der Endstufe wird unterbunden.
0x4413	Warnung	Drive	I2T-Model Amplifier overload (Warning)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Der Verstärker wird außerhalb der Spezifikation betrieben</li> <li>Das I2T-Modell des Verstärkers ist falsch parametrisiert</li> </ul>
0x4414	Warnung	Drive	I2T-Model Motor overload (Warning)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Der Motor wird außerhalb der parametrisierten Nennwerte betrieben.</li> <li>Das I2T-Modell des Motors ist falsch parametrisiert.</li> </ul>



Text-ID	Typ	Ort	Text Message	Zusätzlicher Kommentar
0x4415	Warnung	Drive	Speed limitation active	Die maximale Drehzahl wird durch die parametrisierten Objekte (z. B. velocity limitation, motor speed limitation) begrenzt. Die Warnung wird ausgegeben, wenn die Sollgeschwindigkeit größer ist, als eines der parametrisierten Begrenzungen.
0x4416	Warnung	Drive	Step lost detected at position: 0x%X%X	Schrittverlust erkannt
0x4417	Warnung	Drive	Motor-Overtemperature	Die Innentemperatur des Motors übersteigt die parametrisierte Warnschwelle.
0x4418	Warnung	Drive	Limit: Current	Limit: Strom wird limitiert
0x4419	Warnung	Drive	Limit: Amplifier I2T-model exceeds 100%	Die Schwellwerte für den maximalen Strom wurden überschritten.
0x441A	Warnung	Drive	Limit: Motor I2T-model exceeds 100%	Limit: Motor I2T-Modell übersteigt 100%
0x441B	Warnung	Drive	Limit: Velocity limitation	Die Schwellwerte für die maximale Drehzahl wurden überschritten.
0x441C	Warnung	Drive	STO while the axis was enabled	Es wurde versucht die Achse zu aktivieren, obwohl die Spannung am STO-Eingang nicht anliegt.
0x4600	Warnung	Allgemein IO	Wrong supply voltage range	Versorgungsspannung im falschen Bereich
0x4610	Warnung	Allgemein IO	Wrong output voltage range	Ausgangsspannung im falschen Bereich
0x4705	Warnung		Processor usage at %d %	Prozessorauslastung bei %d %
0x470A	Warnung		EtherCAT Frame missed (change Settings or DC Operation Mode or Sync0 Shift Time)	EtherCAT Frame verpasst (Einstellungen, DC Operation Mode oder Sync0 Shift Time ändern)

Text-ID	Typ	Ort	Text Message	Zusätzlicher Kommentar
0x8000	Fehler	System	%s: %s	
0x8001	Fehler	System	Error: 0x%X, 0x%X, 0x%X	allgemeiner Fehler, Parameter je nach Ereignis. Interpretation siehe Gerätedokumentation.
0x8002	Fehler	System	Communication aborted	Kommunikation abgebrochen
0x8003	Fehler	System	Configuration error: 0x%X, 0x%X, 0x%X	allgemeine, Parameter je nach Ereignis. Interpretation siehe Gerätedokumentation.
0x8004	Fehler	System	%s: Unsuccessful FwdOpen-Response received from %d.%d.%d.%d (%s) (Error: %u)	
0x8005	Fehler	System	%s: FwdClose-Request sent to %d.%d.%d.%d (%s)	
0x8006	Fehler	System	%s: Unsuccessful FwdClose-Response received from %d.%d.%d.%d (%s) (Error: %u)	
0x8007	Fehler	System	%s: Connection with %d.%d.%d.%d (%s) closed	
0x8100	Fehler	Allgemein	Status word set: 0x%X, %d	Fehlerbit im Statuswort gesetzt
0x8101	Fehler	Allgemein	Operation mode incompatible to PDO interface: 0x%X, %d	Betriebsart inkompatibel zum PDO-Interface
0x8102	Fehler	Allgemein	Invalid combination of Inputs and Outputs PDOs	Ungültige Kombination von In- und Output PDOs
0x8103	Fehler	Allgemein	No variable linkage	Keine Variablen verknüpft
0x8104	Fehler	Allgemein	Terminal-Overtemperature	Die Innentemperatur der Klemme überschreitet die parametrisierte Fehlerschwelle. Das Aktivieren der Klemme wird unterbunden.
0x8105	Fehler	Allgemein	PD-Watchdog	Die Kommunikation zwischen Feldbus und Endstufe wird durch einen Watchdog abgesichert. Sollte die Feldbuskommunikation abbrechen, wird die Achse automatisch gestoppt. <ul style="list-style-type: none"> <li>Die EtherCAT-Verbindung wurde im Betrieb unterbrochen</li> <li>Der Master wurde im Betrieb in den Config-Mode geschaltet</li> </ul>
0x8135	Fehler	Allgemein	Cycletime has to be a multiple of 125 µs	Die IO- oder NC-Zykluszeit ist nicht ganzzahlig durch 125µs teilbar.
0x8136	Fehler	Allgemein	Configuration error: invalid sampling rate	Konfigurationsfehler: Ungültige Samplingrate
0x8137	Fehler	Allgemein	Elektronisches Typenschild: CRC-Fehler	Inhalt des Speicher des externen Typenschildes nicht gültig.
0x8140	Fehler	Allgemein	Sync Error	Echtzeitverletzung
0x8141	Fehler	Allgemein	Sync%X Interrupt lost	Sync%X Interrupt fehlt
0x8142	Fehler	Allgemein	Sync Interrupt asynchronous	Sync Interrupt asynchron
0x8143	Fehler	Allgemein	Jitter too big	Jitter Grenzwertüberschreitung
0x817F	Fehler	Allgemein	Error: 0x%X, 0x%X, 0x%X	
0x8200	Fehler	Kommunikation	Write access error: %d, %d	Fehler beim Schreiben
0x8201	Fehler	Kommunikation	No communication to field-side (Auxiliary voltage missing)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Es ist keine Spannung an den Powerkontakten angelegt</li> <li>Ein Firmware Update ist fehlgeschlagen</li> </ul>
0x8281	Fehler	Kommunikation	Ownership failed: %X	
0x8282	Fehler	Kommunikation	To many Keys founded	
0x8283	Fehler	Kommunikation	Key Creation failed: %X	
0x8284	Fehler	Kommunikation	Key loading failed	
0x8285	Fehler	Kommunikation	Reading Public Key failed: %X	
0x8286	Fehler	Kommunikation	Reading Public EK failed: %X	
0x8287	Fehler	Kommunikation	Reading PCR Value failed: %X	
0x8288	Fehler	Kommunikation	Reading Certificate EK failed: %X	
0x8289	Fehler	Kommunikation	Challenge could not be hashed: %X	
0x828A	Fehler	Kommunikation	Tickstamp Process failed	
0x828B	Fehler	Kommunikation	PCR Process failed: %X	
0x828C	Fehler	Kommunikation	Quote Process failed: %X	
0x82FF	Fehler	Kommunikation	Bootmode not activated	Bootmode nicht aktiviert
0x8300	Fehler	Encoder	Set position error: 0x%X, %d	Fehler beim Setzen der Position

Text-ID	Typ	Ort	Text Message	Zusätzlicher Kommentar
0x8301	Fehler	Encoder	Encoder increments not configured: 0x%X, %d	Enkoderinkremente nicht konfiguriert
0x8302	Fehler	Encoder	Encoder-Error	Die Amplitude des Resolvers ist zu klein.
0x8303	Fehler	Encoder	Encoder power missing (channel %d)	Encoderspannung nicht vorhanden (Kanal %d)
0x8304	Fehler	Encoder	Encoder communication error, channel: %X	Encoder Kommunikationsfehler
0x8305	Fehler	Encoder	EnDat2.2 is not supported, channel: %X	EnDat2.2 wird nicht unterstützt
0x8306	Fehler	Encoder	Delay time, tolerance limit exceeded, 0x%X, channel: %X	Laufzeitmessung, Toleranz überschritten
0x8307	Fehler	Encoder	Delay time, maximum value exceeded, 0x%X, channel: %X	Laufzeitmessung, Maximalwert überschritten
0x8308	Fehler	Encoder	Unsupported ordering designation, 0x%X, channel: %X (only 02 and 22 is supported)	Falsche EnDat Bestellbezeichnung
0x8309	Fehler	Encoder	Encoder CRC error, channel: %X	Encoder CRC Fehler
0x830A	Fehler	Encoder	Temperature %X could not be read, channel: %X	Temperatur kann nicht gelesen werden
0x830C	Fehler	Encoder	Encoder Single-Cycle-Data Error, channel: %X	CRC Fehler festgestellt. Überprüfen Sie den Übertragungsweg und das CRC Polynom
0x830D	Fehler	Encoder	Encoder Watchdog Error, channel: %X	Der Sensor hat nicht innerhalb einer vordefinierten Zeitspanne geantwortet
0x8310	Fehler	Encoder	Initialisation error	Initialisierungsfehler
0x8311	Fehler	Encoder	Maximum frequency of the input signal is exceeded (channel %d)	Maximale Frequenz des Eingangssignals ist überschritten (Kanal %d)
0x8312	Fehler	Encoder	Encoder plausibility error (channel %d)	Encoder Plausibilitätsfehler (Kanal %d)
0x8313	Fehler	Encoder	Configuration error (channel %d)	Konfigurationsfehler (Kanal %d)
0x8314	Fehler	Encoder	Synchronisation error	Synchronisierungsfehler
0x8315	Fehler	Encoder	Error status input (channel %d)	Fehler Status-Eingang (Kanal %d)
0x8400	Fehler	Drive	Incorrect drive configuration: 0x%X, %d	Antrieb fehlerhaft konfiguriert
0x8401	Fehler	Drive	Limiting of calibration velocity: %d, %d	Begrenzung der Kalibrier-Geschwindigkeit
0x8402	Fehler	Drive	Emergency stop activated: 0x%X, %d	Emergency-Stop aktiviert
0x8403	Fehler	Drive	ADC Error	Fehler bei Strommessung im ADC
0x8404	Fehler	Drive	Overcurrent	Überstrom Phase U, V, oder W
0x8405	Fehler	Drive	Invalid modulo position: %d	Modulo-Position ungültig
0x8406	Fehler	Drive	DC-Link undervoltage (Error)	Die Zwischenkreisspannung der Klemme unterschreitet die parametrisierte Mindestspannung. Das Aktivieren der Endstufe wird unterbunden.
0x8407	Fehler	Drive	DC-Link overvoltage (Error)	Die Zwischenkreisspannung der Klemme überschreitet die parametrisierte Maximalspannung. Das Aktivieren der Endstufe wird unterbunden.
0x8408	Fehler	Drive	I2T-Model Amplifier overload (Error)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Der Verstärker wird außerhalb der Spezifikation betrieben</li> <li>• Das I2T-Modell des Verstärkers ist falsch parametrisiert</li> </ul>
0x8409	Fehler	Drive	I2T-Model motor overload (Error)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Der Motor wird außerhalb der parametrisierten Nennwerte betrieben.</li> <li>• Das I2T-Modell des Motors ist falsch parametrisiert.</li> </ul>
0x840A	Fehler	Drive	Overall current threshold exceeded	Summenstrom überschritten
0x8415	Fehler	Drive	Invalid modulo factor: %d	Modulo-Faktor ungültig
0x8416	Fehler	Drive	Motor-Overtemperature	Die Innentemperatur des Motors übersteigt die parametrisierte Fehlerschwelle. Der Motor bleibt sofort stehen. Das Aktivieren der Endstufe wird unterbunden.
0x8417	Fehler	Drive	Maximum rotating field velocity exceeded	Drehfeldgeschwindigkeit übersteigt den von Dual Use (EU 1382/2014) vorgeschriebenen Wert.
0x841C	Fehler	Drive	STO while the axis was enabled	Es wurde versucht die Achse zu aktivieren, obwohl die Spannung am STO-Eingang nicht anliegt.
0x8550	Fehler	Inputs	Zero crossing phase %X missing	Nulldurchgang Phase %X fehlt

Text-ID	Typ	Ort	Text Message	Zusätzlicher Kommentar
0x8551	Fehler	Inputs	Phase sequence Error	Drehrichtung Falsch
0x8552	Fehler	Inputs	Overcurrent phase %X	Überstrom Phase %X
0x8553	Fehler	Inputs	Overcurrent neutral wire	Überstrom Neutralleiter
0x8581	Fehler	Inputs	Wire broken Ch %D	Leitungsbruch Ch %d
0x8600	Fehler	Allgemein IO	Wrong supply voltage range	Versorgungsspannung im falschen Bereich
0x8601	Fehler	Allgemein IO	Supply voltage to low	Versorgungsspannung zu klein
0x8602	Fehler	Allgemein IO	Supply voltage to high	Versorgungsspannung zu groß
0x8603	Fehler	Allgemein IO	Over current of supply voltage	Überstrom der Versorgungsspannung
0x8610	Fehler	Allgemein IO	Wrong output voltage range	Ausgangsspannung im falschen Bereich
0x8611	Fehler	Allgemein IO	Output voltage to low	Ausgangsspannung zu klein
0x8612	Fehler	Allgemein IO	Output voltage to high	Ausgangsspannung zu groß
0x8613	Fehler	Allgemein IO	Over current of output voltage	Überstrom der Ausgangsspannung
0x8700	Fehler		Channel/Interface not calibrated	Kanal/Interface nicht abgeglichen
0x8701	Fehler		Operating time was manipulated	Betriebslaufzeit wurde manipuliert
0x8702	Fehler		Oversampling setting is not possible	Oversampling Einstellung nicht möglich
0x8703	Fehler		No slave controller found	Kein Slave Controller gefunden
0x8704	Fehler		Slave controller is not in Bootstrap	Slave Controller ist nicht im Bootstrap
0x8705	Fehler		Processor usage to high (>= 100%)	Prozessorauslastung zu hoch (>= 100%)
0x8706	Fehler		Channel in saturation	Kanal in Sättigung
0x8707	Fehler		Channel overload	Kanalüberlastung
0x8708	Fehler		Overloadtime was manipulated	Überlastzeit wurde manipuliert
0x8709	Fehler		Saturationtime was manipulated	Sättigungszeit wurde manipuliert
0x870A	Fehler		Channel range error	Messbereichsfehler des Kanals
0x870B	Fehler		no ADC clock	Kein ADC Takt vorhanden
0xFFFF	Information		Debug: 0x%X, 0x%X, 0x%X	Debug: 0x%X, 0x%X, 0x%X

## **7 Anhang**

### **7.1 EtherCAT AL Status Codes**

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

## 7.2 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.

### HINWEIS

#### Beschädigung des Gerätes möglich!

Beachten Sie die Hinweise zum Firmware Update auf der [gesonderten Seite \[► 208\]](#). 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!

#### EL3413-0000

Hardware (HW)	Firmware (FW)	Revision Nr.	Release - Datum
03 - 10	02	EL3413-0000-0016	2012/06
		EL3413-0000-0017	2012/07
	03		2014/08
	04	EL3413-0000-0018	2014/09
	05		2014/12
	06		2015/02
10 - 11	07		2015/03
04 - 11	08		2016/08
		EL3413-0000-0019	2016/09
01 - 13*	10*	EL3413-0000-0020	2017/12

#### EL3413-0001

Hardware (HW)	Firmware (FW)	Revision Nr.	Release - Datum
00 - 02	01	EL3413-0001-0016	2013/10
03 - 06*	02	EL3413-0001-0017	2014/04
			2015/06
	10*	EL3413-0001-0018	2017/12

#### EL3413-0120

Hardware (HW)	Firmware (FW)	Revision Nr.	Release - Datum
04 - 13*	01	EL3413-0120-0016	2012/07
		EL3413-0120-0017	2012/08
	02		2014/06
	03		2016/03
	04	EL3413-0120-0018	2016/03
	10*	EL3413-0120-0019	2017/12

<b>EL3433-0000</b>			
<b>Hardware (HW)</b>	<b>Firmware (FW)</b>	<b>Revision Nr.</b>	<b>Release - Datum</b>
00 - 02	00	EL3433-0000-0016	2012/11
	01		2014/03
		EL3433-0000-0017	2016/12
01 - 05*	10*	EL3433-0000-0018	2017/12

\*) 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.

## 7.3 Firmware Update EL/ES/ELM/EM/EPxxxx

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

### HINWEIS

#### Nur TwinCAT 3 Software verwenden!

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

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

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

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

### Speicherorte

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

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

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

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

### Vereinfachtes Update per Bundle-Firmware

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

- dass die Firmware in dem gepackten Format vorliegt: erkenntlich an dem Dateinamen der auch die Revisionsnummer enthält, z. B. 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!

### 7.3.1 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:

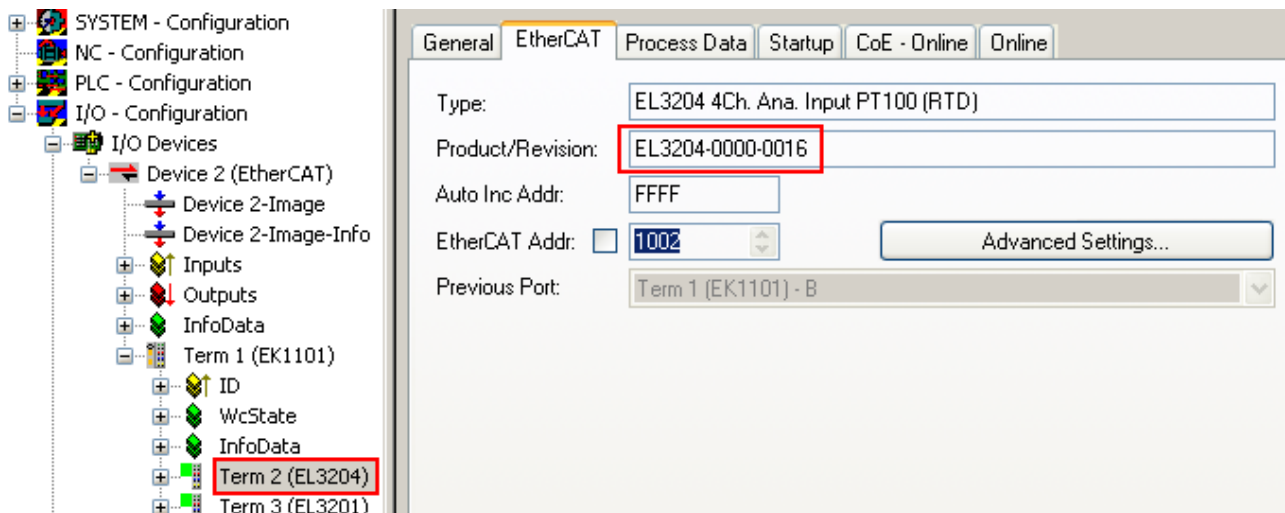


Abb. 168: Geräteerkennung aus Name EL3204-0000 und Revision -0016

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:

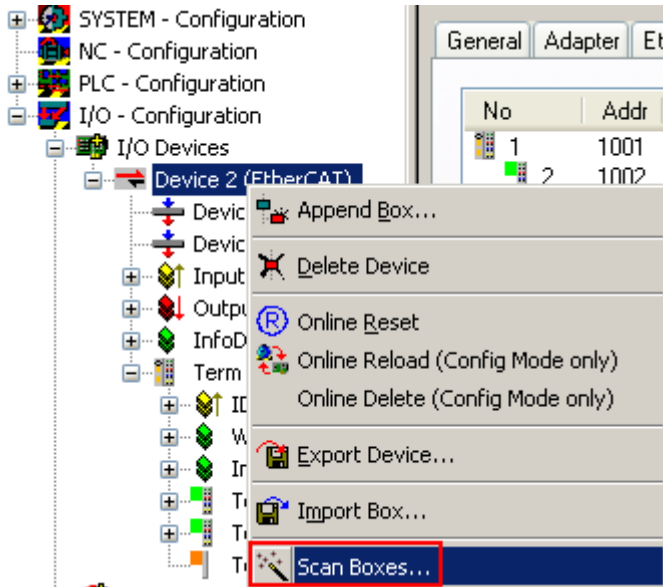


Abb. 169: Rechtsklick auf das EtherCAT Gerät bewirkt das Scannen des unterlagerten Feldes

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.

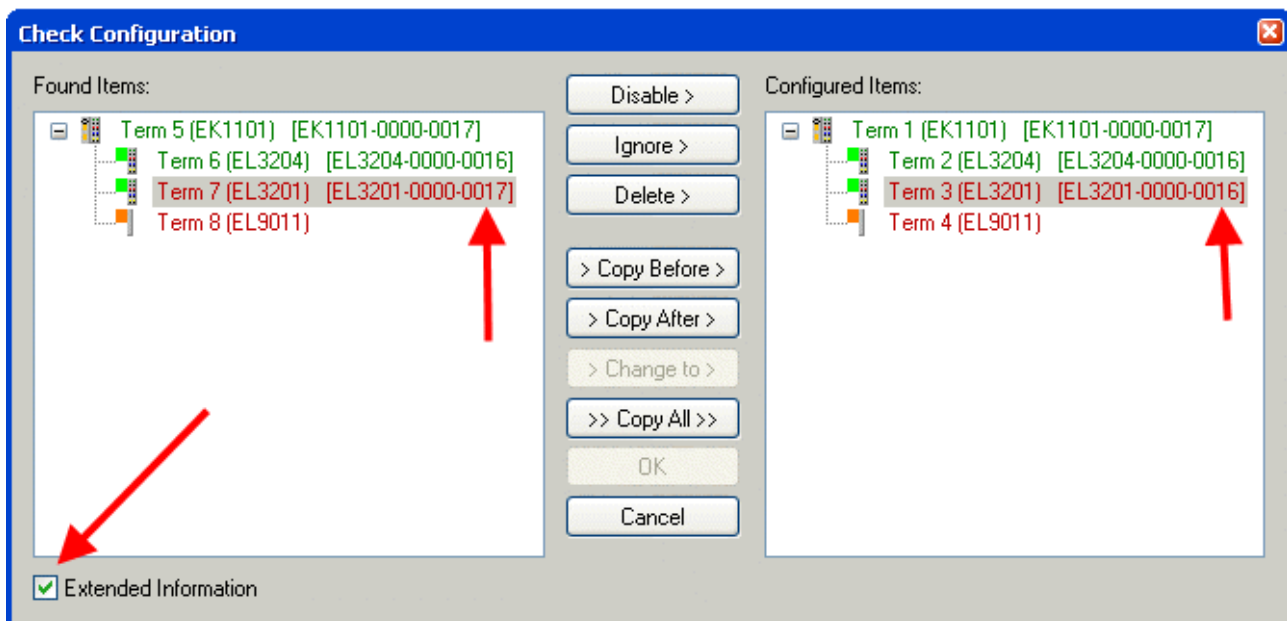


Abb. 171: Änderungsdialog

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*

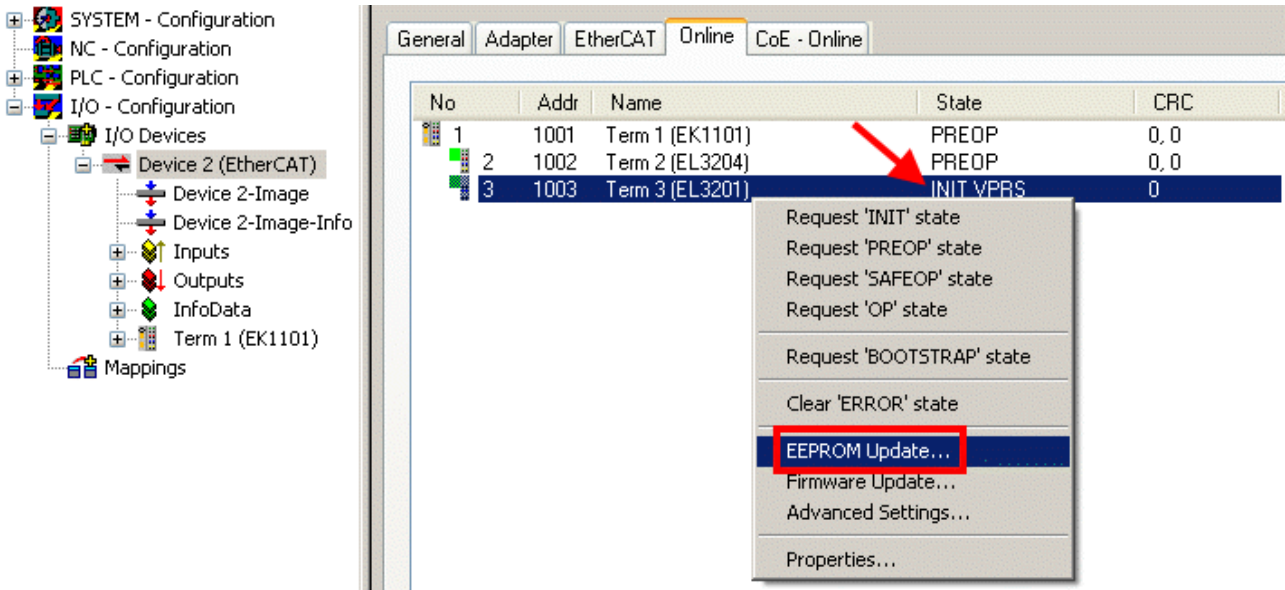


Abb. 172: EEPROM Update

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.

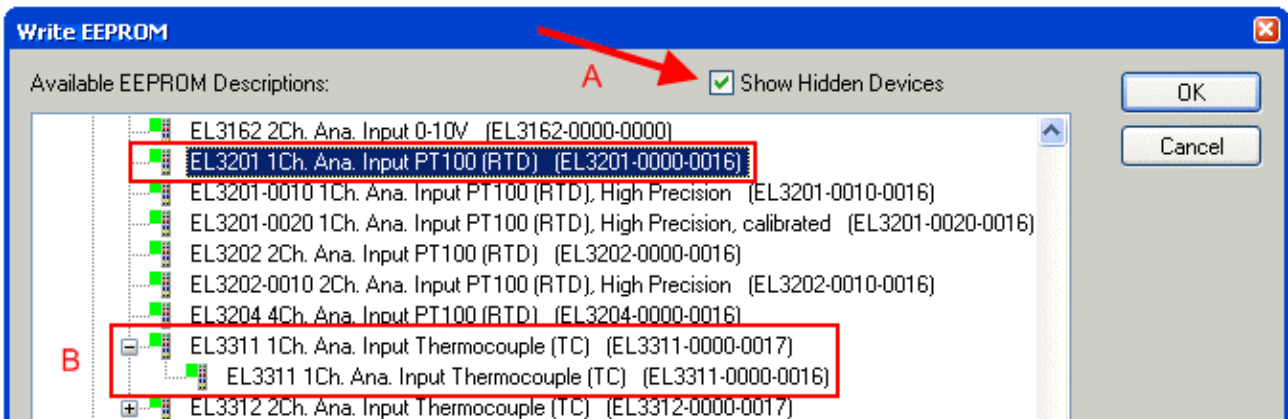


Abb. 173: Auswahl des neuen ESI

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

**Änderung erst nach Neustart wirksam**

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.

## 7.3.2 Erläuterungen zur Firmware

### Versionsbestimmung der Firmware

#### Versionsbestimmung mit dem System-Manager

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

#### ● **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 geschlossenem und betriebsbereitem Slave angezeigt werden.
- **offline:** in der EtherCAT Slave Information ESI/XML kann der Default-Inhalt des CoE enthalten sein. Dieses CoE-Verzeichnis kann nur angezeigt werden, wenn es in der ESI (z. B. „Beckhoff EL5xxx.xml“) enthalten ist.

Die Umschaltung zwischen beiden Ansichten kann über den Button *Advanced* vorgenommen werden.

In Abb. *Anzeige FW-Stand EL3204* wird der FW-Stand der markierten EL3204 in CoE-Eintrag 0x100A mit 03 angezeigt.

The screenshot shows the TwinCAT System Manager interface. On the left, a tree view shows the configuration structure, with 'Term 2 (EL3204)' selected. The main window displays the 'CoE-Online' configuration for this device. A table lists CoE entries:

Index	Name	Flags	Value
1000	Device type	RO	0x01401389 (20976521)
1008	Device name	RO	EL3204-0000
1009	Hardware version	RO	00
100A	Software version	RO	03
1011:0	Restore default parameters	RU	>   <

The 'Software version' entry (Index 100A) is highlighted with a red box. Below the table, the 'Advanced Settings' section shows the 'Dictionary' window, where the 'Online' radio button is selected, and the 'All Objects' option is chosen.

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.

## 7.3.3 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*.

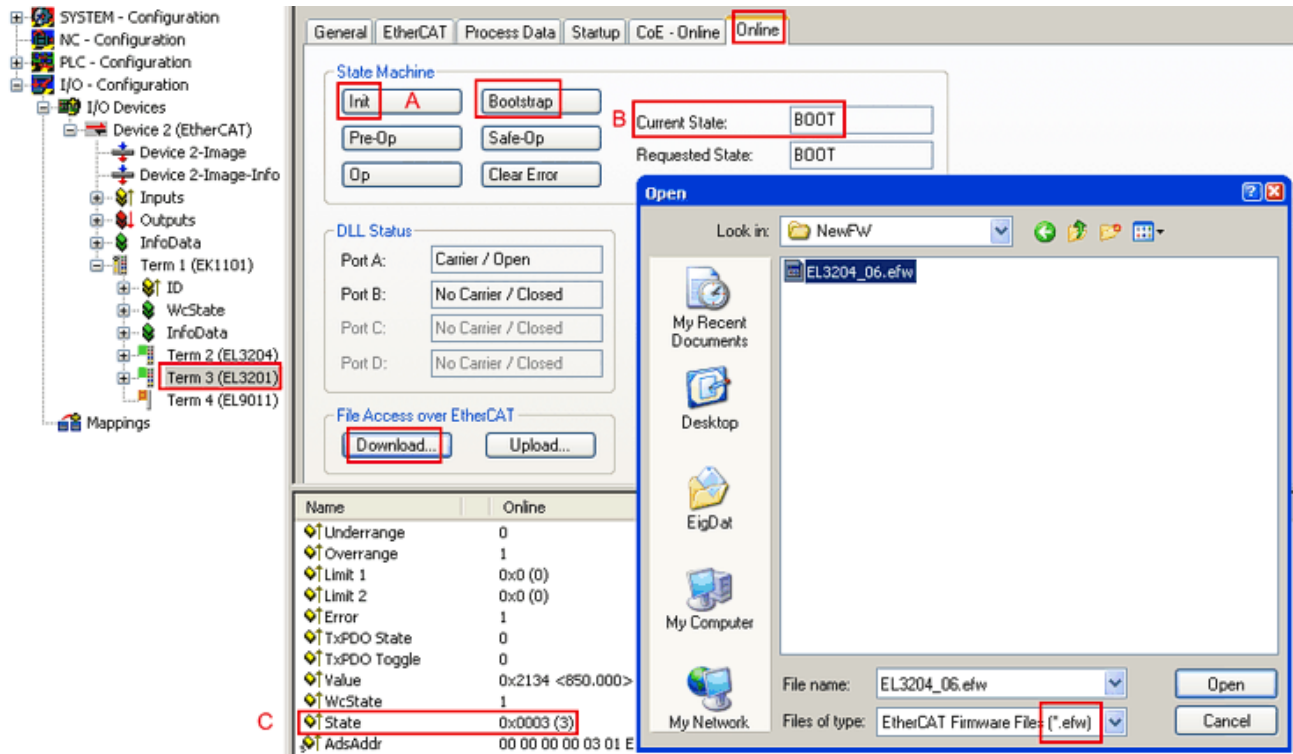
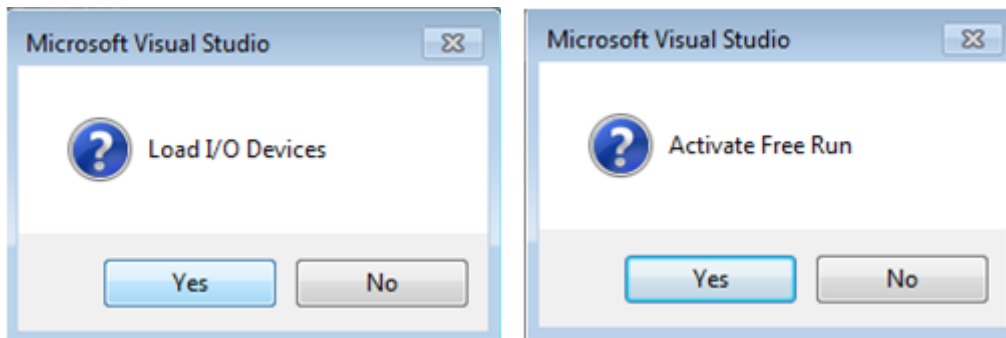


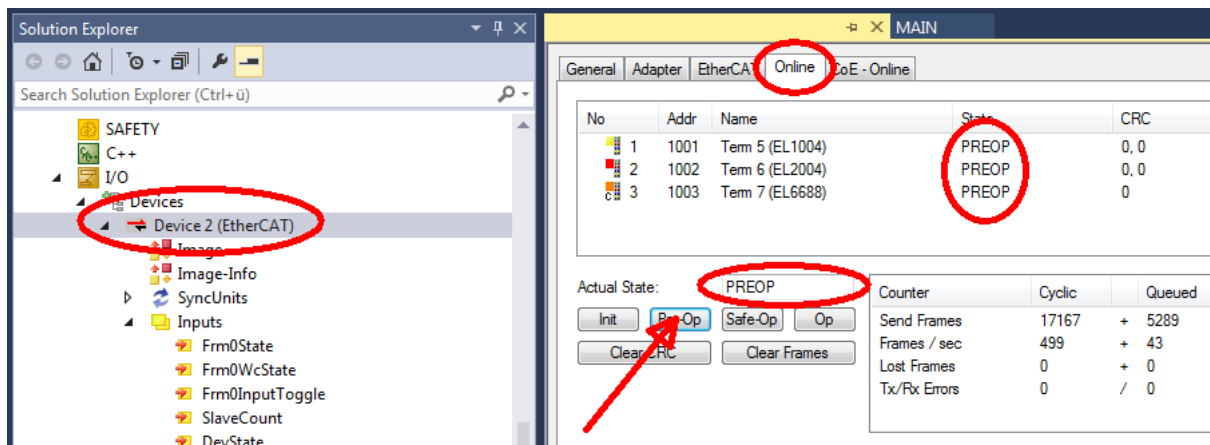
Abb. 175: Firmware Update

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.

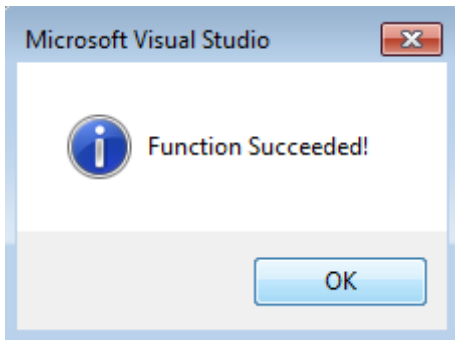
- TwinCAT System in ConfigMode/FreeRun mit Zykluszeit  $\geq 1$  ms schalten (default sind im ConfigMode 4 ms). Ein FW-Update während Echtzeitbetrieb ist nicht zu empfehlen.



- 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.

### 7.3.4 FPGA-Firmware \*.rbf

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

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

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

#### Versionsbestimmung mit dem System-Manager

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

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

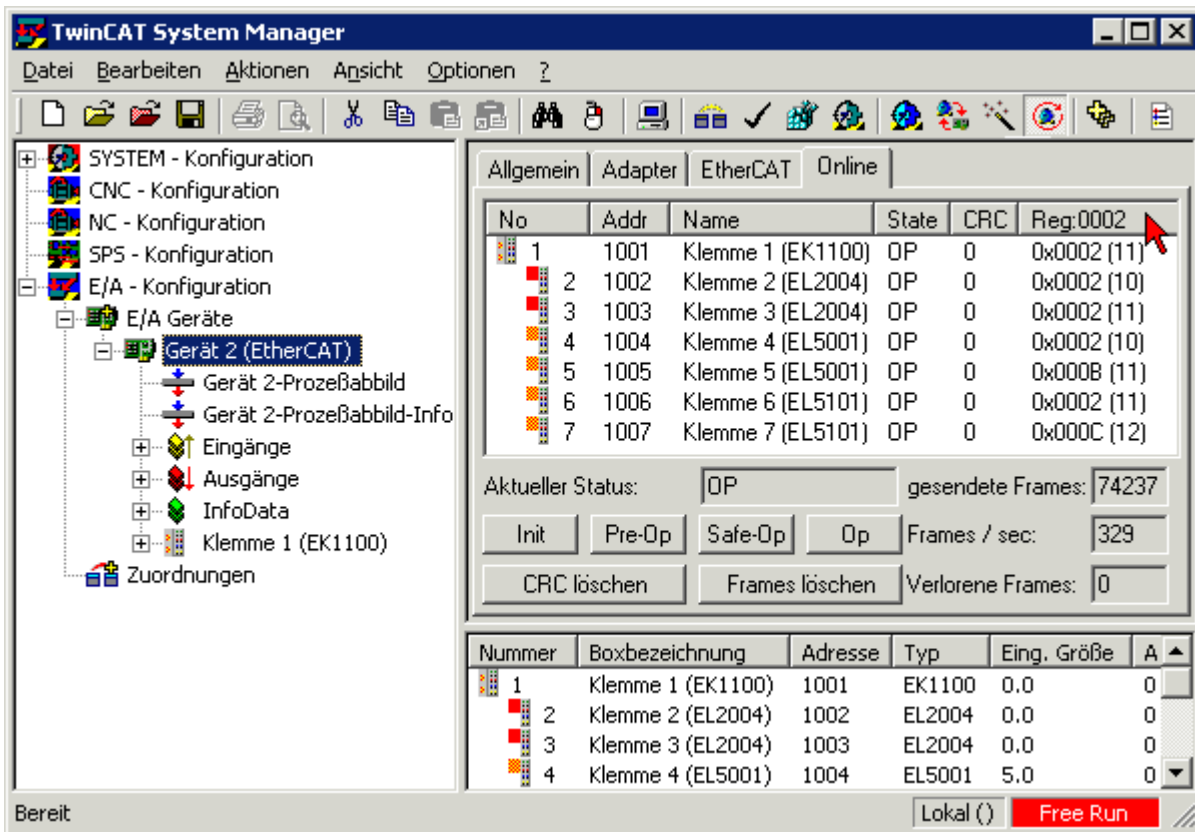


Abb. 176: Versionsbestimmung FPGA-Firmware

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*.

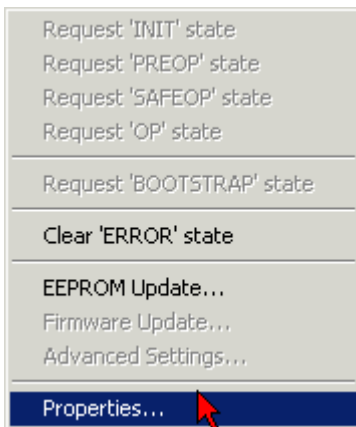


Abb. 177: Kontextmenu *Eigenschaften (Properties)*

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.

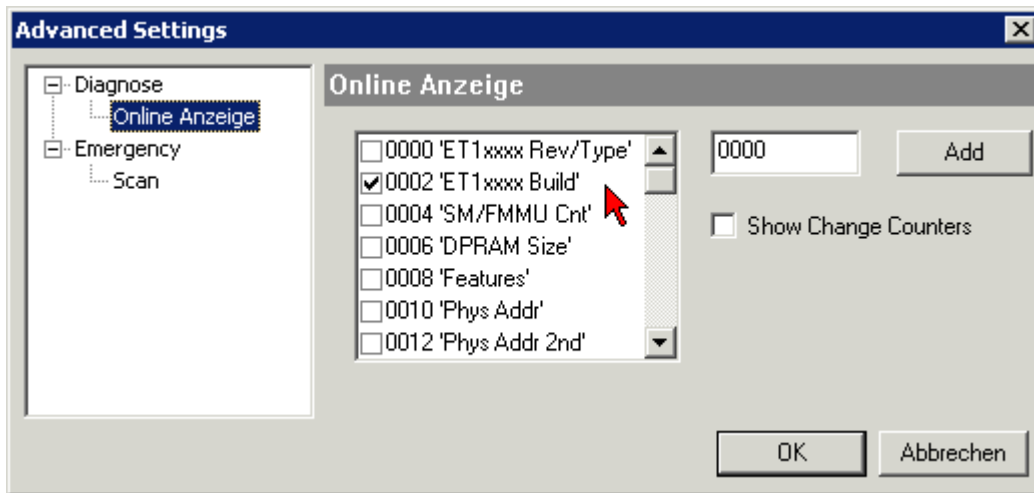


Abb. 178: Dialog *Advanced settings*

### 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!

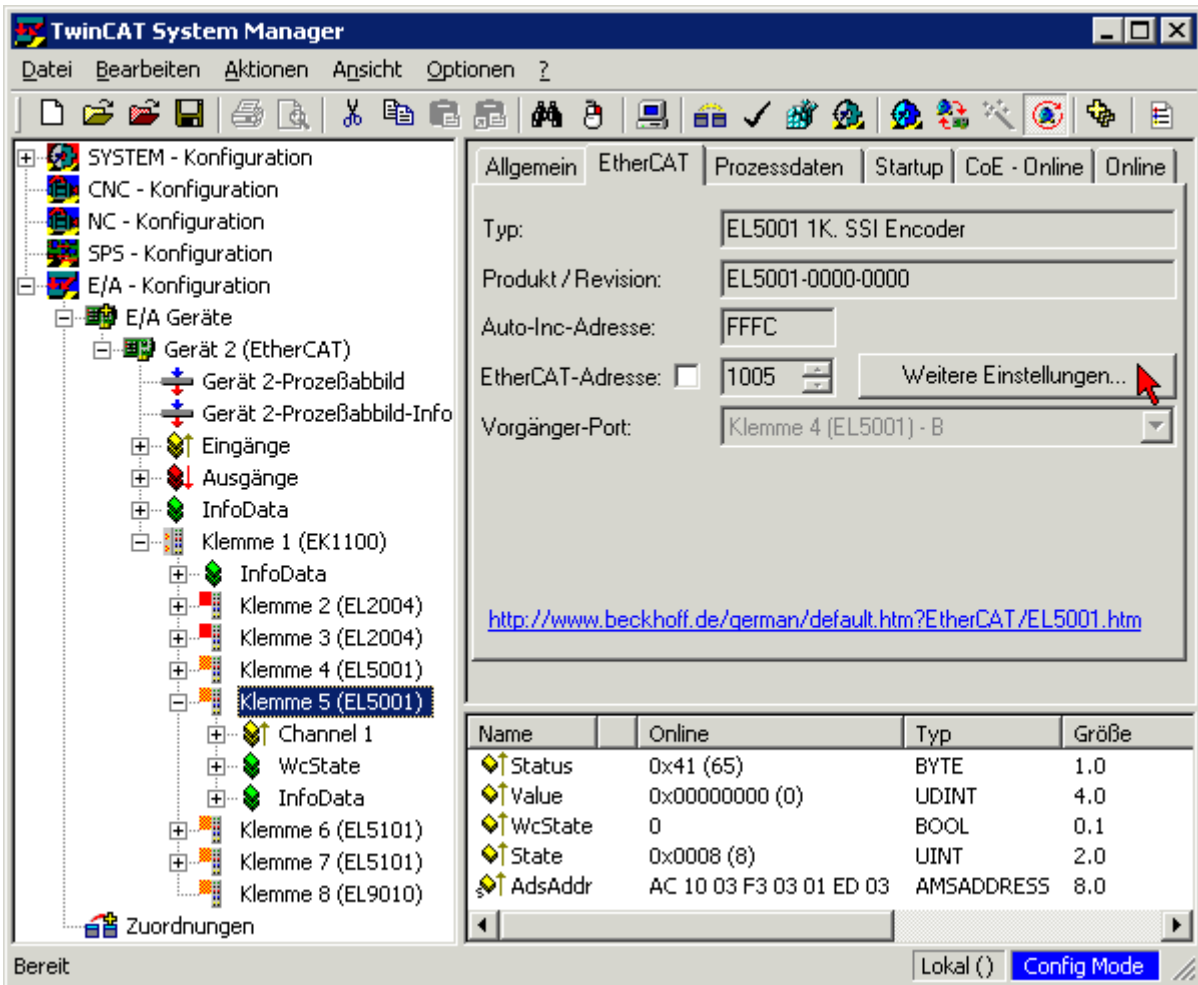
### Update eines EtherCAT-Geräts

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

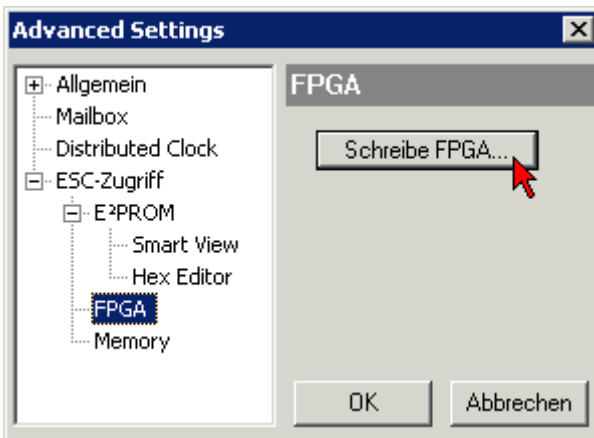
- TwinCAT System in ConfigMode/FreeRun mit Zykluszeit  $\geq 1$  ms schalten (default sind im ConfigMode 4 ms). Ein FW-Update während Echtzeitbetrieb ist nicht zu empfehlen.



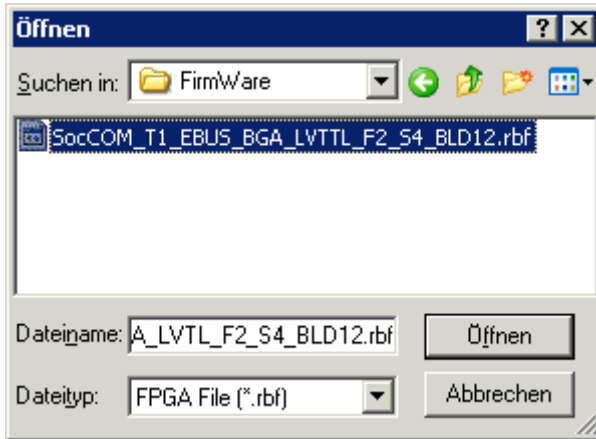
- Wählen Sie im TwinCAT System-Manager die Klemme an, deren FPGA-Firmware Sie aktualisieren möchten (im Beispiel: Klemme 5: EL5001) und klicken Sie auf dem Karteireiter *EtherCAT* auf die Schaltfläche *Weitere Einstellungen*:



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



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



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

### HINWEIS

#### Beschädigung des Gerätes möglich!

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

## 7.3.5 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.

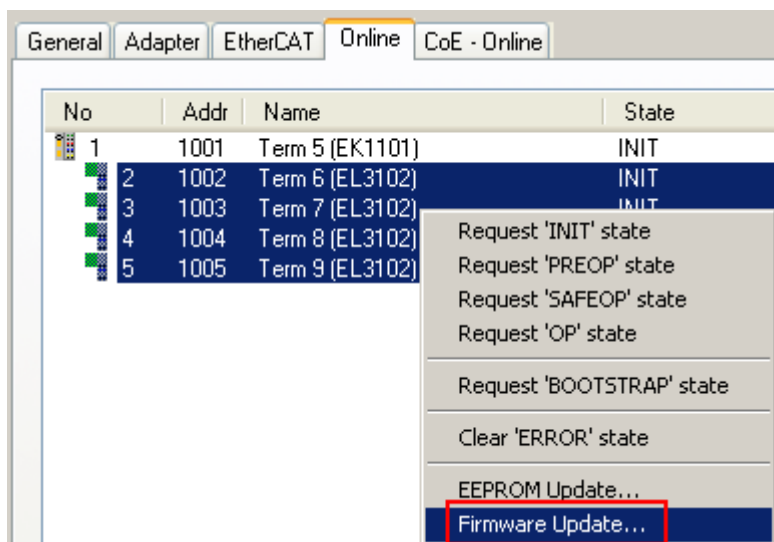


Abb. 179: Mehrfache Selektion und FW-Update

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

## 7.4 Wiederherstellen des Auslieferungszustandes

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

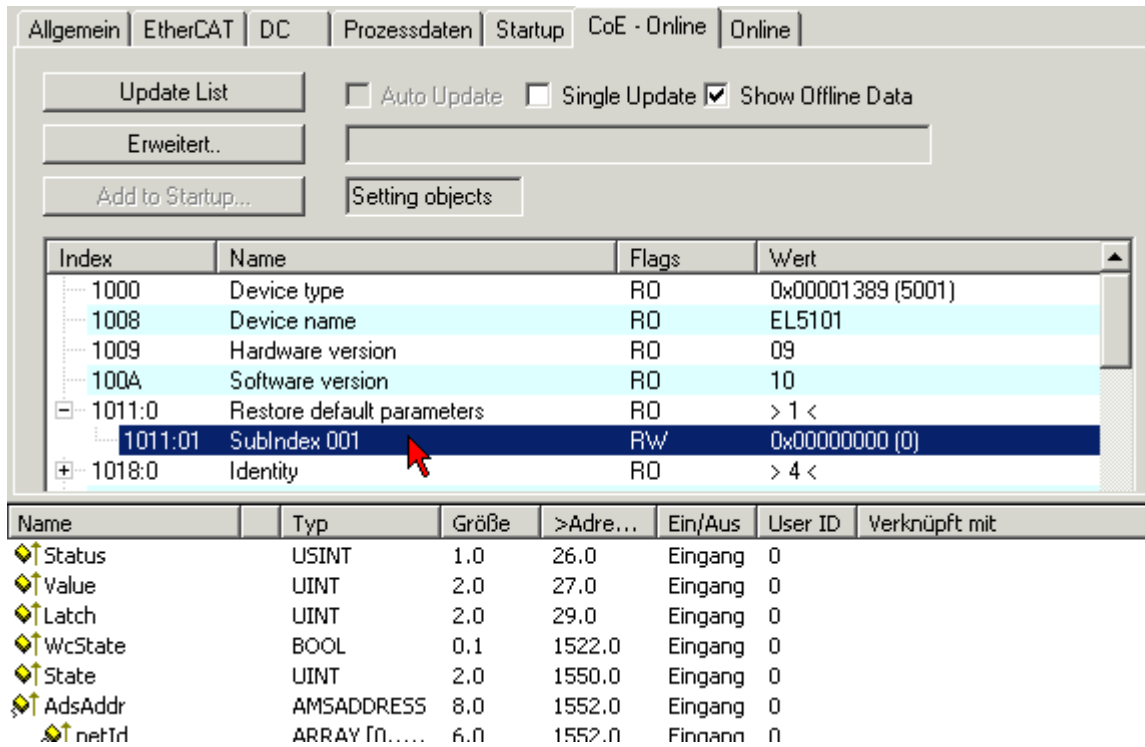


Abb. 180: Auswahl des PDO *Restore default parameters*

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

Alle Backup-Objekte werden so in den Auslieferungszustand zurückgesetzt.

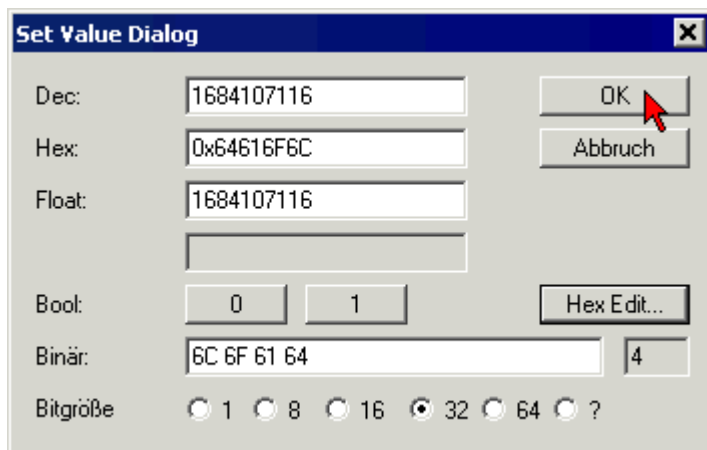


Abb. 181: Eingabe des Restore-Wertes im Set Value Dialog

### ● Alternativer Restore-Wert

**I** Bei einigen Klemmen älterer Bauart lassen sich die Backup-Objekte mit einem alternativen Restore-Wert umstellen: Dezimalwert: 1819238756, Hexadezimalwert: 0x6C6F6164. Eine falsche Eingabe des Restore-Wertes zeigt keine Wirkung!

## 7.5 Support und Service

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

### Beckhoff Niederlassungen und Vertretungen

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

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

Dort finden Sie auch weitere Dokumentationen zu Beckhoff Komponenten.

### Beckhoff Support

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

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

Hotline: +49(0)5246 963 157  
Fax: +49(0)5246 963 9157  
E-Mail: [support@beckhoff.com](mailto:support@beckhoff.com)

### Beckhoff Service

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

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

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

### Beckhoff Firmenzentrale

Beckhoff Automation GmbH & Co. KG

Hülshorstweg 20  
33415 Verl  
Deutschland

Telefon: +49(0)5246 963 0  
Fax: +49(0)5246 963 198  
E-Mail: [info@beckhoff.com](mailto:info@beckhoff.com)  
Internet: <https://www.beckhoff.de>



Mehr Informationen:  
[www.beckhoff.de/EL3xxx](http://www.beckhoff.de/EL3xxx)

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

