





# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Vorwort.....</b>	<b>5</b>
1.1	Hinweise zur Dokumentation .....	5
1.2	Sicherheitshinweise .....	6
1.3	Ausgabestände der Dokumentation.....	7
1.4	Vorschläge oder Anregungen zur Dokumentation .....	7
1.5	Kennzeichnung von ELX-Klemmen .....	8
<b>2</b>	<b>Produktübersicht .....</b>	<b>12</b>
2.1	ELX3152 - Einführung.....	12
2.2	ELX3158 - Einführung.....	13
2.3	Technische Daten .....	14
2.4	Bestimmungsgemäße Verwendung .....	18
<b>3</b>	<b>Montage und Verdrahtung.....</b>	<b>19</b>
3.1	Besondere Bedingungen für ELX-Klemmen .....	19
3.2	Installationshinweise für ELX-Klemmen .....	19
3.3	Anordnung von ELX-Klemmen im Busklemmenblock.....	21
3.4	Einbaulage und Mindestabstände.....	24
3.5	Tragschienenmontage von ELX-Klemmen .....	25
3.6	Entsorgung .....	26
3.7	Anschluss.....	27
3.7.1	Anschlusstechnik .....	27
3.7.2	Verdrahtung .....	28
3.7.3	Ordnungsgemäßer Leitungsanschluss .....	29
3.7.4	Schirmung und Potentialtrennung.....	29
3.7.5	ELX3152 - Anschlussbelegung .....	30
3.7.6	ELX3158 - Anschlussbelegung .....	32
<b>4</b>	<b>Grundlagen zur Funktion.....</b>	<b>34</b>
4.1	EtherCAT-Grundlagen .....	34
4.2	Hinweise zu analogen Spezifikationen.....	34
4.2.1	Messbereichsendwert (MBE).....	34
4.2.2	Messfehler / Messabweichung.....	35
4.2.3	Temperaturkoeffizient tK [ppm/K].....	35
4.2.4	Typisierung SingleEnded / Differentiell .....	37
4.2.5	Gleichtaktspannung und Bezugsmasse (bezogen auf Differenzeingänge) .....	40
4.2.6	Spannungsfestigkeit.....	40
4.2.7	Zeitliche Aspekte der analog/digital Wandlung .....	41
4.3	Grundlagen NAMUR .....	44
<b>5</b>	<b>Parametrierung und Programmierung .....</b>	<b>45</b>
5.1	TwinCAT Quickstart .....	45
5.1.1	TwinCAT 2 .....	48
5.1.2	TwinCAT 3 .....	59
5.2	TwinCAT Entwicklungsumgebung .....	72
5.2.1	Installation TwinCAT Realtime Treiber.....	73
5.2.2	Hinweise zur ESI-Gerätebeschreibung .....	78

5.2.3	TwinCAT ESI Updater .....	82
5.2.4	Unterscheidung Online/Offline .....	82
5.2.5	OFFLINE Konfigurationserstellung .....	83
5.2.6	ONLINE Konfigurationserstellung .....	88
5.2.7	EtherCAT Teilnehmerkonfiguration.....	96
5.3	Allgemeine Inbetriebnahmehinweise des EtherCAT Slaves .....	105
5.4	Prozessdaten und Betriebsmodi .....	114
5.4.1	Parametrierung .....	114
5.4.2	Einstellungen und Betriebsmodi.....	114
5.4.3	Prozessdaten .....	120
5.4.4	Datenstrom und Messbereiche .....	125
5.5	TwinSAFE SC .....	129
5.5.1	TwinSAFE SC - Funktionsprinzip.....	129
5.5.2	TwinSAFE SC - Konfiguration.....	129
5.5.3	TwinSAFE SC - Prozessdaten ELX3152-0090 .....	133
5.6	CoE - Objektbeschreibung und Parametrierung .....	134
5.6.1	Restore-Objekt .....	134
5.6.2	Konfigurationsdaten .....	135
5.6.3	Eingangsdaten .....	136
5.6.4	Ausgangsdaten .....	136
5.6.5	Standardobjekte .....	136
5.6.6	Objekte TwinSAFE Single Channel (ELX3152-0090).....	140
5.7	Fehlermeldungen und Diagnose .....	141
<b>6</b>	<b>Anhang .....</b>	<b>142</b>
6.1	EtherCAT AL Status Codes .....	142
6.2	UL-Hinweise .....	142
6.3	FM-Hinweise .....	143
6.4	Support und Service.....	144

# 1 Vorwort

## 1.1 Hinweise zur Dokumentation

### Zielgruppe

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

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

Das Fachpersonal ist verpflichtet, stets die aktuell gültige Dokumentation zu verwenden.

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

### Disclaimer

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

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

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

### Marken

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

### Patente

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



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

### Copyright

© Beckhoff Automation GmbH & Co. KG, Deutschland.

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

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

## 1.2 Sicherheitshinweise

### Sicherheitsbestimmungen

Beachten Sie die folgenden Sicherheitshinweise und Erklärungen!  
Produktspezifische Sicherheitshinweise finden Sie auf den folgenden Seiten oder in den Bereichen Montage, Verdrahtung, Inbetriebnahme usw.

### Haftungsausschluss

Die gesamten Komponenten werden je nach Anwendungsbestimmungen in bestimmten Hard- und Software-Konfigurationen ausgeliefert. Änderungen der Hard- oder Software-Konfiguration, die über die dokumentierten Möglichkeiten hinausgehen, sind unzulässig und bewirken den Haftungsausschluss der Beckhoff Automation GmbH & Co. KG.

### Qualifikation des Personals

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

### Signalwörter

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

### Warnungen vor Personenschäden

#### **GEFAHR**

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

#### **WARNUNG**

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

#### **VORSICHT**

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

### Warnung vor Umwelt- oder Sachschäden

#### **HINWEIS**

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

### Information zum Umgang mit dem Produkt



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

## 1.3 Ausgabestände der Dokumentation

Version	Kommentar
2.3.0	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kapitel <i>Kennzeichnung von ELX-Klemmen</i> aktualisiert</li> <li>• Technische Daten aktualisiert</li> <li>• Kapitel <i>Anordnung von ELX-Klemmen im Busklemmenblock</i> erweitert</li> <li>• Kapitel <i>Entsorgung</i> hinzugefügt</li> <li>• Hyperlinks aktualisiert</li> </ul>
2.2.0	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Technische Daten aktualisiert</li> </ul>
2.1.0	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kapitel <i>Grundlagen zur Funktion und Parametrierung und Programmierung</i> hinzugefügt</li> <li>• Technische Daten aktualisiert</li> </ul>
2.0.0	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ELX3158 hinzugefügt</li> </ul>
1.6.0	<ul style="list-style-type: none"> <li>• FM-Hinweise bezüglich ANSI/ISA EX hinzugefügt</li> <li>• Kapitel <i>Kennzeichnung von ELX-Klemmen</i> aktualisiert</li> </ul>
1.5.0	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Anschlussbelegung um Darstellung der Sensoren erweitert</li> <li>• Kapitel <i>Anordnung von ELX-Klemmen im Busklemmenblock</i> aktualisiert</li> <li>• Kapitel <i>Kennzeichnung von ELX-Klemmen</i> aktualisiert</li> <li>• Technische Daten aktualisiert</li> </ul>
1.4.0	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kapitel <i>Anordnung von ELX-Klemmen im Busklemmenblock</i> aktualisiert</li> </ul>
1.3.0	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kapitel <i>Installationshinweise für ELX-Klemme</i> aktualisiert</li> </ul>
1.2.0	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kapitel <i>Kennzeichnung von ELX-Klemmen</i> aktualisiert</li> <li>• Technische Daten aktualisiert</li> </ul>
1.1.0	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kapitel <i>Kennzeichnung von ELX-Klemmen</i> aktualisiert</li> </ul>
1.0.0	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kapitel <i>Bestimmungsgemäße Verwendung</i> aktualisiert</li> <li>• Technische Daten aktualisiert</li> <li>• Montage und Verdrahtung aktualisiert</li> </ul>
0.2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kapitel <i>Bestimmungsgemäße Verwendung</i> hinzugefügt</li> <li>• Montage und Verdrahtung aktualisiert</li> </ul>
0.1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Erste vorläufige Version</li> </ul>

## 1.4 Vorschläge oder Anregungen zur Dokumentation

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

## 1.5 Kennzeichnung von ELX-Klemmen

### Bezeichnung

Eine ELX-Klemme verfügt über eine 15-stellige technische Bezeichnung, die sich zusammensetzt aus

- Familienschlüssel
- Typ
- Software-Variante
- Revision

Beispiel	Familie	Typ	Software-Variante	Revision
ELX1052-0000-0001	ELX-Klemme	1052: Zweikanalige, digitale Eingangsklemme für NAMUR-Sensoren, Ex i	0000: Grundtyp	0001
ELX9560-0000-0001	ELX-Klemme	9560: Einspeiseklemme	0000: Grundtyp	0001

### Hinweise

- die oben genannten Elemente ergeben die **technische Bezeichnung**, im Folgenden wird das Beispiel ELX1052-0000-0001 verwendet.
- Davon ist ELX1052-0000 die Bestellbezeichnung, umgangssprachlich bei „-0000“ dann oft nur ELX1052 genannt. „-0001“ ist die EtherCAT-Revision.
- Die **Bestellbezeichnung** setzt sich zusammen aus
  - Familienschlüssel (ELX)
  - Typ (1052)
  - Software-Variante (-0000)
- Die **Revision** -0001 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 außen auf den Klemmen aufgebracht, siehe Abb. *ELX1052 mit Date-Code 3218FMFM, BTN 10000100 und Ex-Kennzeichnung*.
- Bei der Beschriftung auf der Seite der Klemmen entfallen die Bindestriche. Beispiel:  
Bezeichnung: ELX1052-0000  
Beschriftung: ELX1052<sub>0000</sub>
- Typ, Software-Variante und Revision werden als dezimale Zahlen gelesen, auch wenn sie technisch hexadezimal gespeichert werden.

### Identifizierungsnummern

ELX-Klemmen verfügen über zwei verschiedene Identifizierungsnummern:

- Date-Code (Chargen-Nummer)
- **Beckhoff Traceability Number**, kurz BTN (identifiziert als Seriennummer jede Klemme eindeutig)

### Date Code

Als Date Code bezeichnet Beckhoff eine achtstellige Nummer, die auf die Klemme aufgedruckt ist. Der Date-Code gibt den Bauzustand im Auslieferungszustand an und kennzeichnet somit eine ganze Produktions-Charge, unterscheidet aber nicht die Klemmen einer Charge.

Aufbau des Date Codes: **WW YY FF HH**  
 WW - Produktionswoche (Kalenderwoche)  
 YY - Produktionsjahr  
 FF - Firmware-Stand  
 HH - Hardware-Stand

Beispiel mit Date Code 02180100:  
 02 - Produktionswoche 02  
 18 - Produktionsjahr 2018  
 01 - Firmware-Stand 01  
 00 - Hardware-Stand 00

**Beckhoff Traceability Number (BTN)**

Darüber hinaus verfügt jede ELX-Klemme über eine eindeutige **Beckhoff Traceability Number (BTN)**.

**Ex-Kennzeichnung**

Links oben auf der Klemme finden Sie die Ex-Kennzeichnung:

II 3 (1) G Ex ec [ia Ga] IIC T4 Gc  
 II (1) D [Ex ia Da] IIIC  
 I (M1) [Ex ia Ma] I  
 IECEx BVS 18.0005X  
 BVS 18 ATEX E 005 X

**Beispiele**

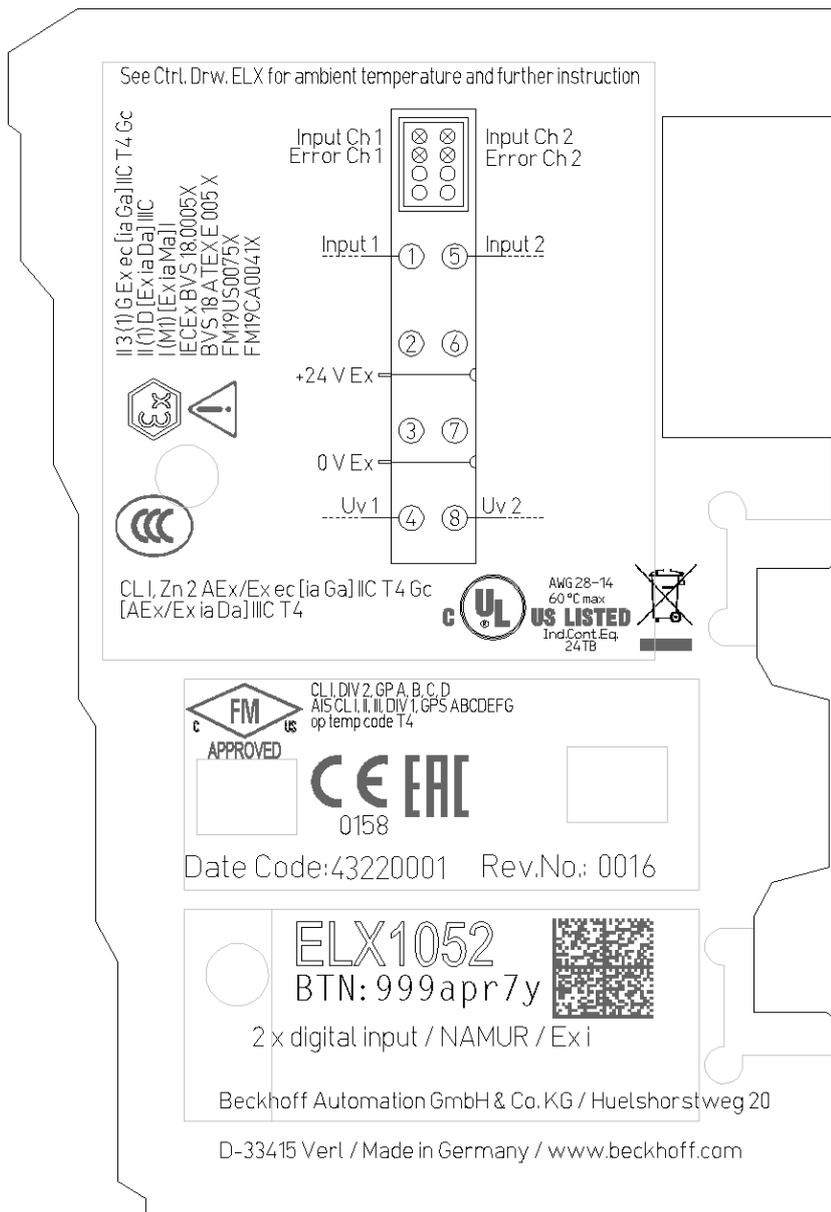


Abb. 1: ELX1052-0000 mit Date Code 43220001, BTN 999apr7y und Ex-Kennzeichnung



Abb. 2: ELX9560-0000 mit Date Code 37220005, BTN 999arb1p und Ex-Kennzeichnung

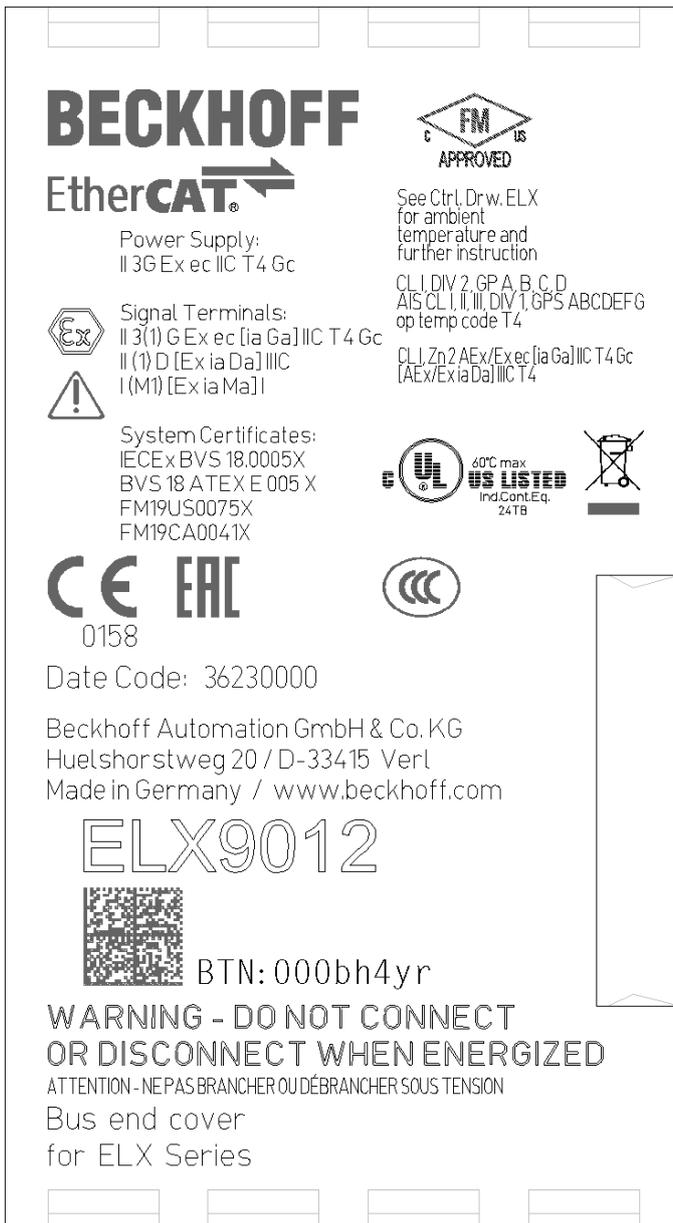


Abb. 3: ELX9012 mit Date Code 36230000, BTN 000bh4yr und Ex-Kennzeichnung

## 2 Produktübersicht

### 2.1 ELX3152 - Einführung

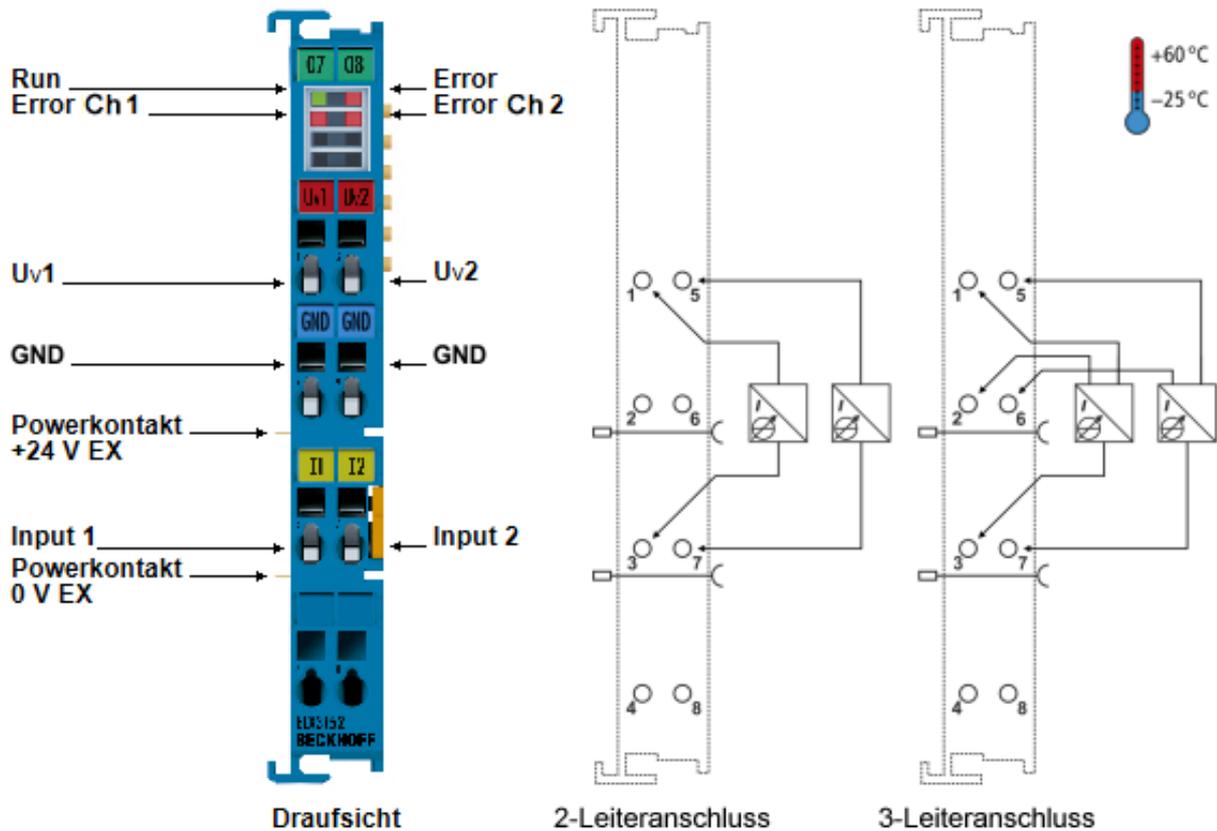


Abb. 4: ELX3152 - Zweikanalige Analog-Eingangsklemme, 0/4 ... 20 mA, single-ended, 16 Bit, Ex i

Die Analog-Eingangsklemme ELX3152 ist für den Betrieb in Zone 2 und in nicht-explosionsgefährdeten Bereichen geeignet. Sie erlaubt den direkten Anschluss eigensicherer Feldgeräte aus explosionsgefährdeten Bereichen der Zone 0/20 und 1/21. Sie versorgt im Feld befindliche Messumformer und überträgt deren analoge Messsignale galvanisch getrennt zum Automatisierungsgerät. Die EtherCAT-Klemme zeigt den Signalzustand durch Leuchtdioden an. Überlastung und Drahtbruch signalisieren die Error-LEDs.

## 2.2 ELX3158 - Einführung

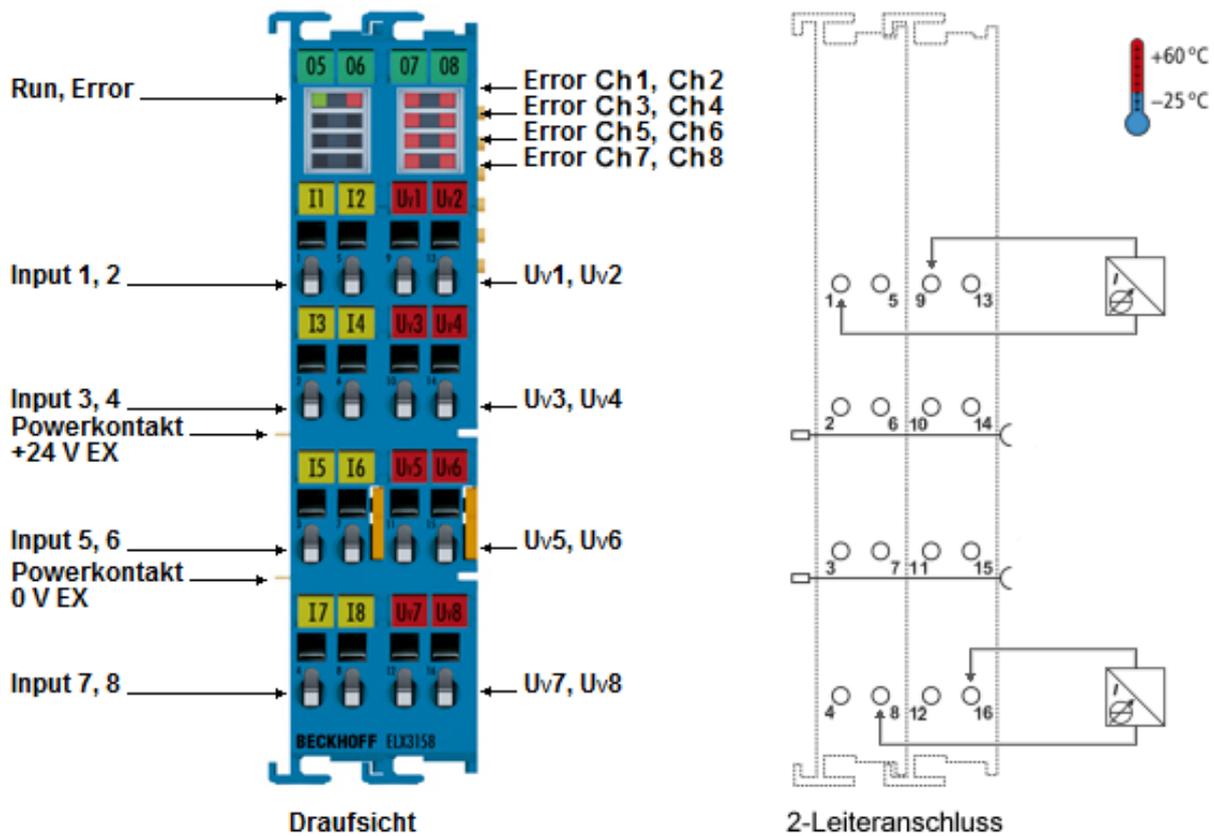


Abb. 5: ELX3158 - Achtekanalige Analog-Eingangsklemme, 4 ... 20 mA, single-ended, 16 Bit, Ex i

Die Analog-Eingangsklemme ELX3158 erlaubt den direkten Anschluss eigensicherer Feldgeräte aus explosionsgefährdeten Bereichen der Zonen 0/20 und 1/21. Sie versorgt im Feld befindliche Messumformer und überträgt deren analoge Messsignale galvanisch getrennt zum Automatisierungsgerät. Überlastung und Drahtbruch signalisieren die Error-LEDs.

## 2.3 Technische Daten

Technische Daten		ELX3152-0000	ELX3158-0000
Technik		eigensichere Sensorik	
Anzahl Eingänge		2 (single ended)	8 (single ended)
Anschlusstechnik		2-Leiter, 3-Leiter	2-Leiter
Nennspannung		24 V <sub>DC</sub>	
Signalstrom		0/4...20 mA	4...20 mA
Technischer Messbereich		107%**	
Auflösung		16 Bit (inkl. Vorzeichen)	
Messfehler		< ±0,3% (bezogen auf den Messbereichsendwert)	
Messwiderstand		typisch 100 Ω	
Grenzfrequenz Eingangsfiler		5 kHz	
Wandlungszeit		typisch 1 ms	
Spannungsversorgung der Elektronik		aus dem E-Bus (5 V <sub>DC</sub> ) und den Powerkontakten (24 V <sub>DC</sub> Ex, Einspeisung durch ELX9560)	
Stromaufnahme aus dem E-Bus		typisch 85 mA	typisch 75 mA
Stromaufnahme aus den Powerkontakten (Einspeisung durch ELX9560)		typisch 10 mA + Last	
Potenzialtrennung		1500 V (E-Bus / Feldspannung)	
Konfiguration		keine Adress- oder Konfigurationseinstellung erforderlich	
Distributed Clocks		ja	
Bitbreite im Prozessabbild	Standard-PDO (default)	2 x 4 byte	8 x 4 byte
	Kompakt-PDO	2 x 2 byte	8 x 2 byte
Besondere Eigenschaften		Standard- und Kompakt-Prozessabbild, FIR-/IIR-Filter aktivierbar, Grenzwertüberwachung, NE43 NAMUR	
Gewicht		ca. 60 g	ca. 100 g
zulässiger Umgebungstemperaturbereich im Betrieb		-25°C ... + 60°C	
zulässiger Umgebungstemperaturbereich bei Lagerung		-40°C ... + 85°C	
zulässige relative Luftfeuchtigkeit		95%, keine Betauung	
zulässiger Luftdruck (Betrieb, Lagerung, Transport)		800 hPa bis 1100 hPa (dies entspricht einer Höhe von ca. -690 m bis 2000 m über N.N. bei Annahme einer internationalen Standardatmosphäre)	
Vibrations- / Schockfestigkeit		gemäß EN 60068-2-6 / EN 60068-2-27	
EMV-Festigkeit / Aussendung		gemäß EN 61000-6-2 / EN 61000-6-4	
Schutzart		IP20	
Zulässige Einbaulage		Siehe Kapitel <u>Einbaulage und Mindestabstände</u> [► 24]	
Zulassungen / Kennzeichnungen*		CE, cULus, CCC, ATEX, IECEx, cFMus	

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

\*\*) Mit einem technischen Messbereich von 107% vom Nennbereich unterstützt die Klemme auch die Inbetriebnahmen mit Sensorwerten im Grenzbereich und die Auswertung nach NAMUR NE43.

**Gehäusedaten**

<b>Technische Daten</b>	<b>ELX3152-0000</b>	<b>ELX3158-0000</b>
Bauform	kompaktes Klemmgehäuse mit Signal-LEDs	
Material	Polycarbonat, blau	
Abmessungen (B x H x T)	ca. 15 mm x 100 mm x 68 mm (Breite angereicht: 12 mm)	ca. 27 mm x 100 mm x 68 mm (Breite angereicht: 24 mm)
Montage [ <a href="#">▶ 25</a> ]	auf 35 mm Tragschiene nach EN 60715 mit Verriegelung	
Anreihbar durch	doppelte Nut-Feder-Verbindung	
Beschriftung	Beschriftung der Serie BZxxx	
Powerkontakte	2 Messer-/Federkontakte	

## ELX3152-0000 - Technische Daten zum Explosionsschutz

Technische Daten zum Explosionsschutz		ELX3152-0000
Ex-Kennzeichnung	ATEX	II 3 (1) G Ex ec [ia Ga] IIC T4 Gc II (1) D [Ex ia Da] IIIC I (M1) [Ex ia Ma] I
	IECEX	Ex ec [ia Ga] IIC T4 Gc [Ex ia Da] IIIC [Ex ia Ma] I
	cFMus	AIS Class I, II, III, Division 1, Groups A thru G Class I, Division 2, Groups A, B, C, D Class I, Zone 2, AEx/Ex ec [ia Ga] IIC T4 Gc [AEx/Ex ia Da] IIIC T4
Zertifikatsnummern		IECEX BVS 18.0005X BVS 18 ATEX E 005 X FM19US0075X, FM19CA0041X
Spannungsversorgung		ausnahmslos in Verbindung mit der ELX9560

Verwendung in Verbindung mit einer ELX9560 ab HW05*		ELX3152-0000 ab HW02**		ELX3152-0000 bis HW01**	
Feldschnittstellen		$U_o = 27,0 \text{ V}$ $I_o = 74 \text{ mA}$ $P_o = 496 \text{ mW}$ Kennlinie: linear		$U_o = 27,0 \text{ V}$ $I_o = 80 \text{ mA}$ $P_o = 540 \text{ mW}$ Kennlinie: linear	
Reaktanzen (ohne Berücksichtigung der Gleichzeitigkeit)		$L_o$	$C_o$	$L_o$	$C_o$
	Ex ia I	59 mH	3,75 $\mu\text{F}$	49 mH	3,75 $\mu\text{F}$
	Ex ia IIA	42 mH	2,33 $\mu\text{F}$	35 mH	2,33 $\mu\text{F}$
	Ex ia IIB	25 mH	705 nF	21 mH	705 nF
	Ex ia IIC	3,7 mH	90 nF	2,8 mH	90 nF
Ex ia IIIC	25 mH	705 nF	21 mH	705 nF	

Verwendung in Verbindung mit einer ELX9560 bis HW04*		ELX3152-0000 ab HW02**		ELX3152-0000 bis HW01**	
Feldschnittstellen		$U_o = 27,7 \text{ V}$ $I_o = 76 \text{ mA}$ $P_o = 522 \text{ mW}$ Kennlinie: linear		$U_o = 27,7 \text{ V}$ $I_o = 85 \text{ mA}$ $P_o = 565 \text{ mW}$ Kennlinie: linear	
Reaktanzen (ohne Berücksichtigung der Gleichzeitigkeit)		$L_o$	$C_o$	$L_o$	$C_o$
	Ex ia I	55 mH	3,45 $\mu\text{F}$	43 mH	3,45 $\mu\text{F}$
	Ex ia IIA	39 mH	2,2 $\mu\text{F}$	30 mH	2,2 $\mu\text{F}$
	Ex ia IIB	23 mH	663 nF	18 mH	663 nF
	Ex ia IIC	3,1 mH	85 nF	2 mH	85 nF
Ex ia IIIC	23 mH	663 nF	18 mH	663 nF	

**i** \*) Hardware-Stand der Einspeiseklemme ELX9560

Den Hardware-Stand der ELX9560 finden Sie ab Hardware-Stand 04 auf der Vorderseite Ihrer Einspeiseklemme.

**i** \*\*) Hardware-Stand der ELX-Klemme

Den Hardware-Stand der ELX-Klemme finden Sie im [Date Code](#) [► 8] auf der Seite Ihrer Signalklemme.

**ELX3158-0000 - Technische Daten zum Explosionsschutz**

Technische Daten zum Explosionsschutz		ELX3158-0000
Ex-Kennzeichnung	ATEX	II 3 (1) G Ex ec [ia Ga] IIC T4 Gc II (1) D [Ex ia Da] IIIC I (M1) [Ex ia Ma] I
	IECEX	Ex ec [ia Ga] IIC T4 Gc [Ex ia Da] IIIC [Ex ia Ma] I
	cFMus	AIS Class I, II, III, Division 1, Groups A thru G Class I, Division 2, Groups A, B, C, D Class I, Zone 2, AEx/Ex ec [ia Ga] IIC T4 Gc [AEx/Ex ia Da] IIIC T4
Zertifikatsnummern		IECEX BVS 18.0005X BVS 18 ATEX E 005 X FM19US0075X, FM19CA0041X
Spannungsversorgung		ausnahmslos in Verbindung mit der ELX9560

Verwendung in Verbindung mit einer ELX9560 ab HW05*		ELX3158-0000 ab HW01**		ELX3158-0000, HW00**	
Feldschnittstellen		$U_o = 27,0 \text{ V}$ $I_o = 74 \text{ mA}$ $P_o = 496 \text{ mW}$ Kennlinie: linear		$U_o = 27,0 \text{ V}$ $I_o = 80 \text{ mA}$ $P_o = 535 \text{ mW}$ Kennlinie: linear	
Reaktanzen (ohne Berücksichtigung der Gleichzeitigkeit)		<b>L<sub>o</sub></b>	<b>C<sub>o</sub></b>	<b>L<sub>o</sub></b>	<b>C<sub>o</sub></b>
	Ex ia I	59 mH	3,75 µF	49 mH	3,75 µF
	Ex ia IIA	42 mH	2,33 µF	35 mH	2,33 µF
	Ex ia IIB	25 mH	705 nF	21 mH	705 nF
	Ex ia IIC	3,7 mH	90 nF	2,8 mH	90 nF
	Ex ia IIIC	25 mH	705 nF	21 mH	705 nF

Verwendung in Verbindung mit einer ELX9560 bis HW04*		ELX3158-0000 ab HW01**		ELX3158-0000, HW00**	
Feldschnittstellen		$U_o = 27,7 \text{ V}$ $I_o = 76 \text{ mA}$ $P_o = 522 \text{ mW}$ Kennlinie: linear		$U_o = 27,7 \text{ V}$ $I_o = 85 \text{ mA}$ $P_o = 565 \text{ mW}$ Kennlinie: linear	
Reaktanzen (ohne Berücksichtigung der Gleichzeitigkeit)		<b>L<sub>o</sub></b>	<b>C<sub>o</sub></b>	<b>L<sub>o</sub></b>	<b>C<sub>o</sub></b>
	Ex ia I	55 mH	3,45 µF	43 mH	3,45 µF
	Ex ia IIA	39 mH	2,2 µF	30 mH	2,2 µF
	Ex ia IIB	23 mH	663 nF	18 mH	663 nF
	Ex ia IIC	3,1 mH	85 nF	2 mH	85 nF
	Ex ia IIIC	23 mH	663 nF	18 mH	663 nF

**i \*) Hardware-Stand der Einspeiseklemme ELX9560**

Den Hardware-Stand der ELX9560 finden Sie ab Hardware-Stand 04 auf der Vorderseite Ihrer Einspeiseklemme.

**i \*\*) Hardware-Stand der ELX-Klemme**

Den Hardware-Stand der ELX-Klemme finden Sie im Date Code [► 8] auf der Seite Ihrer Signalklemme.

## 2.4 Bestimmungsgemäße Verwendung

### ⚠️ WARNUNG

#### Gefährdung der Sicherheit von Personen und Anlagen!

Eine Verwendung der ELX-Komponenten, die über die im Folgenden beschriebene bestimmungsgemäße Verwendung hinausgeht, ist nicht zulässig!

### ⚠️ VORSICHT

#### ATEX und IECEx beachten!

Die ELX-Komponenten dürfen nur im Sinne der ATEX-Richtlinie und des IECEx-Schemas eingesetzt werden!

Die ELX-Klemmen erweitern das Einsatzfeld des Beckhoff Busklemmen-Systems um Funktionen zur Einbindung eigensicherer Feldgeräte aus explosionsgefährdeten Bereichen. Das angestrebte Einsatzgebiet sind Datenerfassungs- und Steuerungsaufgaben in der diskreten und prozesstechnischen Automatisierung unter Berücksichtigung explosionsschutztechnischer Anforderungen.

Die ELX-Klemmen sind durch die Zündschutzart "Erhöhte Sicherheit" (Ex e) gemäß IEC 60079-7 geschützt und ausschließlich in explosionsgefährdeten Bereichen der Zone 2 oder in nicht-explosionsgefährdeten Bereichen zu betreiben.

Die Feldschnittstellen der ELX-Klemmen erreichen den Explosionsschutz durch die Zündschutzart „Eigensicherheit“ (Ex i) gemäß IEC 60079-11. An die ELX-Klemmen dürfen daher ausschließlich entsprechend zertifizierte, eigensichere Geräte angeschlossen werden. Beachten Sie die maximal zulässigen Anschlusswerte für Spannungen, Ströme und Reaktanzen. Jegliche Zuwiderhandlung kann zur Beschädigung der ELX-Klemmen und damit zur Aufhebung des Explosionsschutzes führen.

Bei den ELX-Klemmen handelt es sich um offene, elektrische Betriebsmittel für den Einbau in abschließbare Schaltschränke, Gehäuse oder Betriebsräume. Stellen Sie sicher, dass der Zugang zu den Geräten nur autorisiertem Fachpersonal möglich ist.

### ⚠️ VORSICHT

#### Rückverfolgbarkeit sicherstellen!

Der Besteller hat die Rückverfolgbarkeit der Geräte über die Beckhoff Traceability Number (BTN) sicherzustellen.

## 3 Montage und Verdrahtung

### 3.1 Besondere Bedingungen für ELX-Klemmen

#### ⚠ WARNUNG

**Beachten Sie die besonderen Bedingungen für die bestimmungsgemäße Verwendung von Beckhoff ELX-Klemmen in explosionsgefährdeten Bereichen (ATEX-Richtlinie 2014/34/EU)!**

- Die zertifizierten Komponenten sind in ein geeignetes Gehäuse zu errichten, das eine Schutzart von mindestens IP54 gemäß EN 60079-0 bzw. EN 60529 gewährleistet! Dabei sind die vorgeschriebenen Umgebungsbedingungen bei Installation, Betrieb und Wartung zu berücksichtigen! Im Inneren des Gehäuses sind Verschmutzungsgrad 1 und 2 zulässig.
- Wenn die Temperaturen bei Nennbetrieb an den Einführungsstellen der Kabel, Leitungen oder Rohrleitungen höher als 70°C oder an den Aderverzweigungsstellen höher als 80°C ist, so müssen Kabel ausgewählt werden, deren Temperaturdaten den tatsächlich gemessenen Temperaturwerten entsprechen!
- Beachten Sie für Beckhoff ELX-Klemmen den zulässigen Umgebungstemperaturbereich von -25 bis +60°C!
- Es müssen Maßnahmen zum Schutz gegen Überschreitung der Nennbetriebsspannung durch kurzzeitige Störspannungen um mehr als 40% getroffen werden! Die Spannungsversorgung der Einspeiseklemme ELX9560 muss der Überspannungskategorie II gemäß EN 60664-1 entsprechen.
- Die einzelnen Klemmen dürfen nur aus dem Busklemmensystem gezogen oder entfernt werden, wenn alle Versorgungsspannungen abgeschaltet bzw. das Vorhandensein einer explosionsfähigen Atmosphäre sicher ausgeschlossen wurde!
- Die Anschlüsse der Einspeiseklemme ELX9560 dürfen nur verbunden oder unterbrochen werden, wenn alle Versorgungsspannungen abgeschaltet bzw. das Vorhandensein einer explosionsfähigen Atmosphäre sicher ausgeschlossen wurde!
- Adresswahlschalter und ID-Switche dürfen nur eingestellt werden, wenn alle Versorgungsspannungen abgeschaltet bzw. das Vorhandensein einer explosionsfähigen Atmosphäre sicher ausgeschlossen wurde!

### 3.2 Installationshinweise für ELX-Klemmen

#### HINWEIS

#### Lagerung, Transport und Montage

- Transport und Lagerung sind nur in Originalverpackung gestattet!
- Die Lagerung sollte trocken und erschütterungsfrei erfolgen!
- Eine Fabrikneue, im ihrem Bauzustand zertifikatsgültige ELX-Klemme wird nur im versiegelten Karton ausgeliefert. Prüfen Sie daher vor Entnahme die Unversehrtheit von Karton aller Siegel!
- Verwenden Sie die ELX-Klemme nicht, wenn
  - deren Verpackung beschädigt ist
  - die Klemme sichtbar beschädigt ist oder
  - Sie sich der Herkunft der Klemme nicht sicher sein können!
- ELX-Klemmen mit einem beschädigten Verpackungssiegel werden als gebraucht angesehen.

#### ⚠ WARNUNG

#### Unfallverhütungsvorschriften beachten!

Halten Sie während Montage, Inbetriebnahme, Betrieb und Wartung die für Ihre Geräte, Maschinen und Anlagen geltenden Sicherheitsvorschriften, Unfallverhütungsvorschriften sowie die allgemeinen Regeln der Technik ein.

**⚠ VORSICHT****Errichtungsbestimmungen beachten!**

Beachten Sie die geltenden Errichtungsbestimmungen!

**HINWEIS****Schützen Sie die Klemmen vor elektrostatischer Entladung (ESD)**

Elektronische Bauteile können durch elektrostatische Entladung zerstört werden. Befolgen Sie daher die Sicherheitsmaßnahmen zum Schutz gegen elektrostatische Entladung, wie u. a. in DIN EN 61340-5-1 beschrieben. Stellen Sie in diesem Zusammenhang eine geeignete Erdung des Personals und der Umgebung sicher.

**HINWEIS****Klemmen nicht auf E-Bus-Kontakte legen**

Legen Sie die ELX-Klemmen nicht auf die rechtsseitig angebrachten E-Bus-Kontakte. Die Funktion der E-Bus-Kontakte kann aufgrund dadurch entstandener Beschädigungen, wie z. B. Kratzer, beeinträchtigt werden.

**HINWEIS****Schützen Sie die Klemmen vor Verunreinigungen**

Zur Gewährleistung der Funktionalität der ELX-Klemmen sind diese vor Verunreinigungen, insbesondere an den Kontaktstellen, zu schützen. Verwenden Sie aus diesem Grund nur saubere Werkzeuge und Materialien.

**HINWEIS****Handhabung**

- Das Einführen leitfähiger oder nicht-leitfähiger Gegenstände jeder Art in das Gehäuseinnere (z.B. durch die Lüftungsschlitze im Gehäuse) ist nicht zulässig!
- Verwenden Sie ausschließlich die vorgesehenen Öffnungen in der Gehäusefront sowie entsprechendes Werkzeug zum Betätigen der frontseitigen Federklemmkontakte, um Anschlussleitungen an der Klemme zu montieren, siehe Kapitel [Verdrahtung](#) [▶ 28].
- Das Öffnen des Gehäuses, das Entfernen von Teilen oder eine anderweitige, mechanische Verformung oder Bearbeitung einer ELX-Klemme ist nicht zulässig!

Bei Defekt oder Beschädigung einer ELX-Klemme ist diese durch eine gleichwertige zu ersetzen. Nehmen Sie keine Reparaturen an den Geräten vor. Reparaturen dürfen aus sicherheitsrelevanten Gründen nur durch den Hersteller erfolgen.

**HINWEIS****Kontaktbeschriftung und Anschlussbelegung**

Die in den Abbildungen des Einführungskapitels dargestellten farbigen Beschriftungsschilder oberhalb der frontseitigen Anschlusskontakte sind nur beispielhaft und nicht Teil des Lieferumfangs!

Eine eindeutige Zuordnung von Kanal und Anschlussbezeichnung nach dem Kapitel [Anschlussbelegung](#) zum eigentlichen Anschlusskontakt kann über die aufgelaserten Kanalnummern 1 bis 8 links oberhalb der jeweiligen Klemmstelle sowie über das Laserbild erfolgen.

Beachten Sie die ggf. vorhandene Polaritätsabhängigkeit angeschlossener eigensicherer Stromkreise!

### 3.3 Anordnung von ELX-Klemmen im Busklemmenblock

**⚠️ WARNUNG**

**Beachten Sie die folgenden Hinweise zur Anordnung von ELX-Klemmen!**

- ELX-Signalklemmen dürfen ausnahmslos nur hinter einer Einspeiseklemme ELX9560 montiert werden!
- Hinter einer Einspeiseklemme ELX9560 dürfen ausschließlich Signalklemmen der ELX-Serie montiert werden!
- In einem Klemmenblock dürfen mehrere Einspeiseklemmen ELX9560 gesetzt werden, solange vor jeder weiteren ELX9560 eine ELX9410 gesetzt wird!
- Eine Einspeiseklemme ELX9410 darf nicht rechts einer ELX9560 oder links einer ELX-Signalklemme montiert werden!
- Die letzte Klemme jedes ELX-Klemmenstrangs ist mit einer Busenkappe ELX9012 oder EtherCAT-Verlängerung EK1110 abzudecken, sofern nicht zwei Einspeiseklemmen ELX9410 direkt hintereinander installiert sind, um den Klemmenstrang mit Standard-Beckhoff-EtherCAT-Klemmen fortzuführen (z.B. EL/ES/EK)!

Beispiele für die Anordnung von ELX-Klemmen

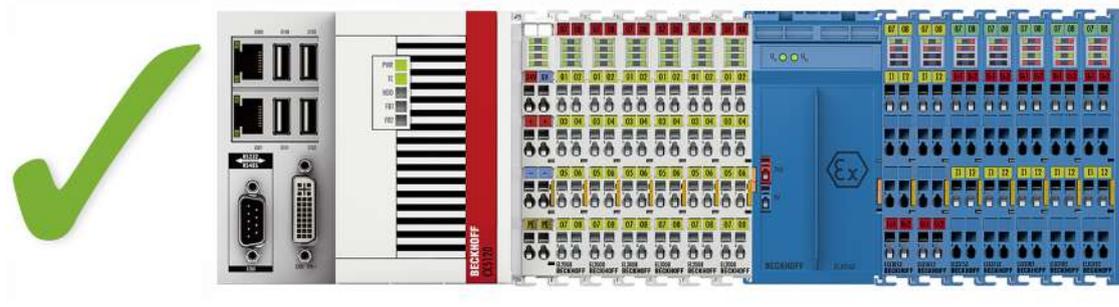


Abb. 6: Zulässige Anordnung der ELX-Klemmen (rechter Klemmenblock).

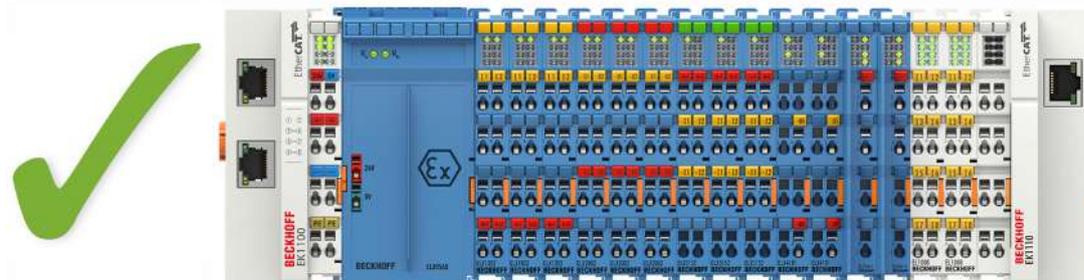


Abb. 7: Zulässige Anordnung - vor und nach dem ELX-Klemmenstrang sind Klemmen gesetzt, die nicht zur ELX-Serie gehören. Die Trennung erfolgt durch die ELX9560 zu Beginn des ELX-Klemmenstranges und zwei ELX9410 zum Ende des ELX-Klemmenstranges.

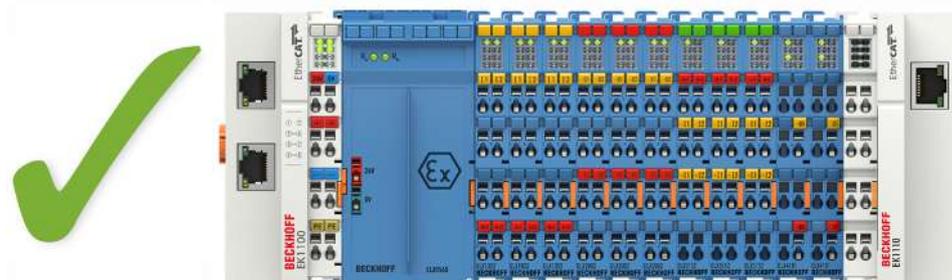


Abb. 8: Zulässige Anordnung - vor und nach dem ELX-Klemmenstrang sind Klemmen gesetzt, die nicht zur ELX-Serie gehören. Die Trennung erfolgt durch die ELX9560 zu Beginn des ELX-Klemmenstranges und den EK1110 zum Ende des ELX-Klemmenstranges.

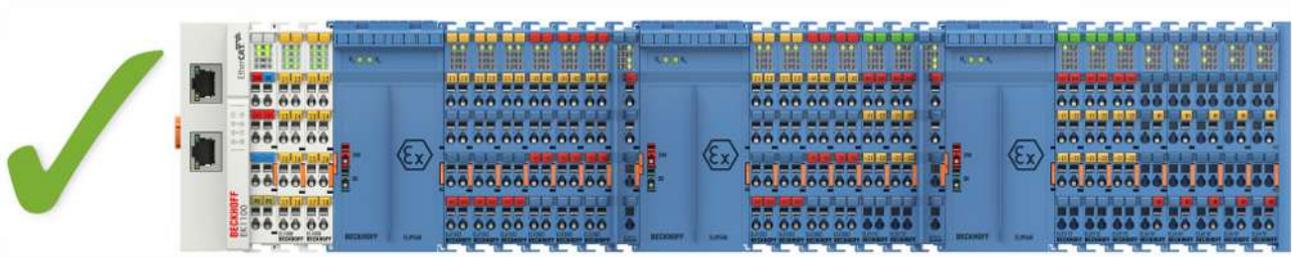


Abb. 9: Zulässige Anordnung - mehrfache Wiedereinspeisungen durch ELX9560 mit jeweils einer vorgeschalteten ELX9410.

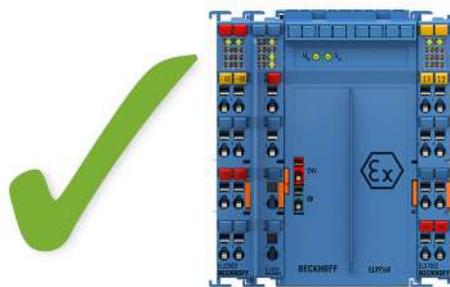


Abb. 10: Zulässige Anordnung - ELX9410 vor einer Einspeiseklemme ELX9560.

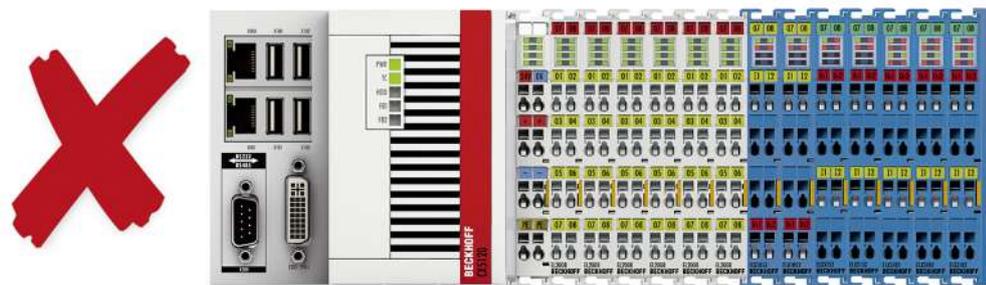


Abb. 11: Unzulässige Anordnung - fehlende Einspeiseklemme ELX9560.

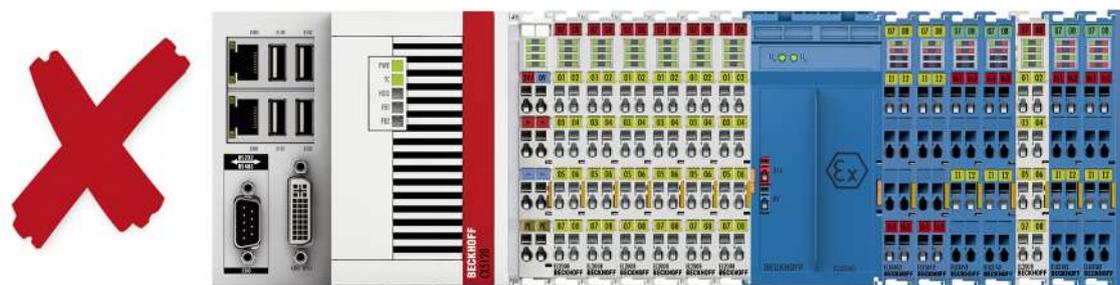


Abb. 12: Unzulässige Anordnung - Klemme im ELX-Klemmenstrang, die nicht zur ELX-Serie gehört

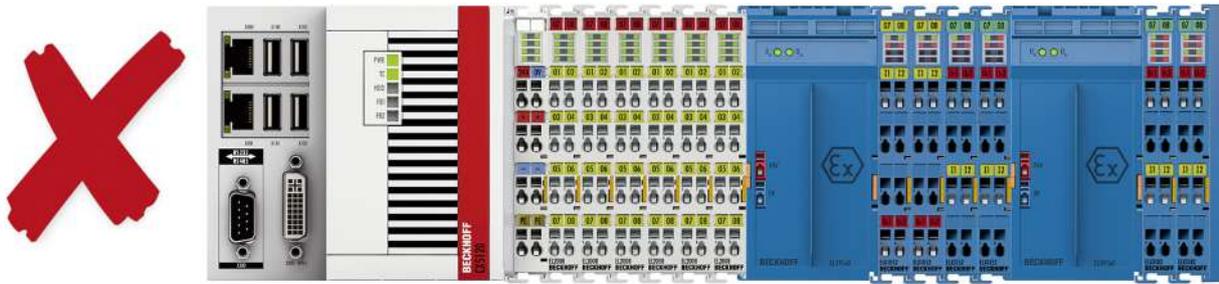


Abb. 13: Unzulässige Anordnung - zweite Einspeiseklemme ELX9560 im ELX-Klemmenstrang ohne vorgeschaltete ELX9410.

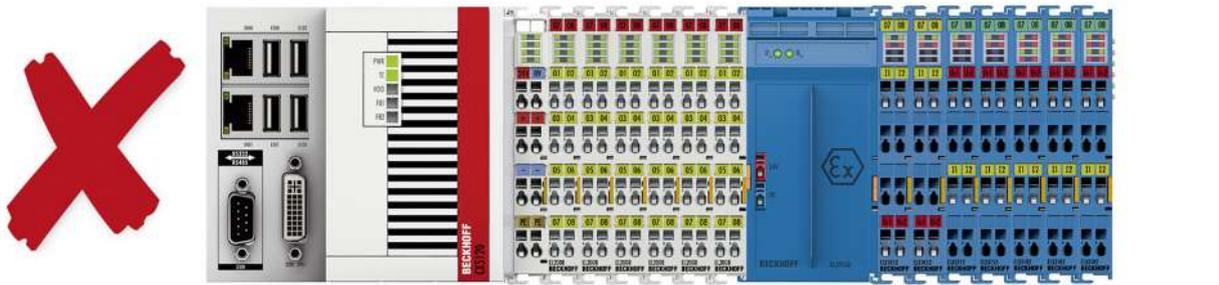


Abb. 14: Unzulässige Anordnung - fehlende Busendkappe ELX9012.

**HINWEIS**

**Beachten Sie den maximalen Ausgangsstrom der ELX9560**

Bitte beachten Sie bei der Konfiguration des Klemmenstrangs den maximal verfügbaren Ausgangsstrom der Einspeiseklemme ELX9560 gemäß der angegebenen technischen Daten.

Bei Bedarf muss eine zusätzliche Einspeiseklemme ELX9560 mit vorgeschalteter ELX9410 (siehe Montagebeispiele) installiert oder ein vollständig neuer Busklemmenblock aufgebaut werden.

## 3.4 Einbaulage und Mindestabstände

### Einbaulage

Für die vorgeschriebene Einbaulage wird die Tragschiene waagrecht montiert und die Anschlussflächen der ELX-Klemmen weisen nach vorne (siehe Abbildung unten). Die Klemmen werden dabei von unten nach oben durchlüftet, was eine optimale Kühlung der Elektronik durch Konvektionslüftung ermöglicht. Die Richtungsangabe „unten“ entspricht der Richtung der positiven Erdbeschleunigung.

### Mindestabstände

Beachten Sie die folgenden Mindestabstände um eine optimale Konvektionskühlung zu gewährleisten:

- über und unter den ELX-Klemmen: 35 mm (gefordert!)
- neben dem Busklemmenblock: 20 mm (empfohlen)

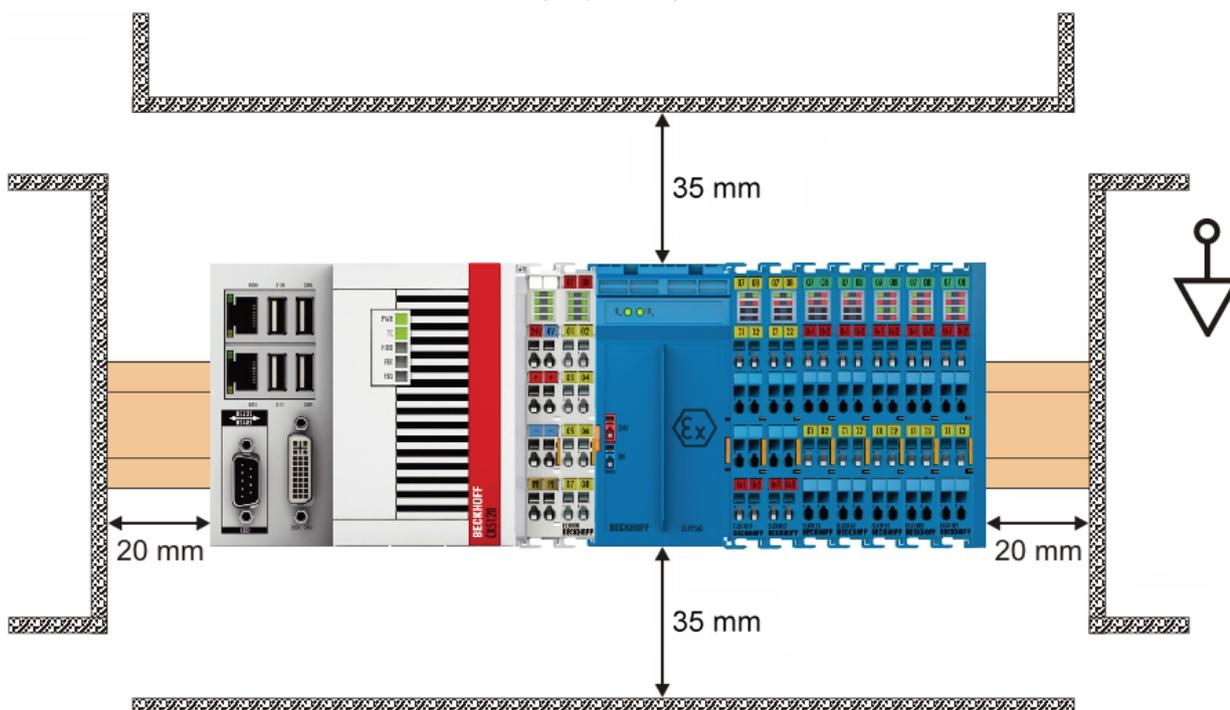


Abb. 15: Einbaulage und Mindestabstände

### ⚠️ WARNUNG

**Beachten Sie die Mindestabstände gemäß IEC 60079-14!**

Beachten Sie außerdem die vorgeschriebenen Mindestabstände zwischen eigensicheren und nicht-eigensicheren Stromkreisen gemäß IEC 60079-14.

### 3.5 Tragschienenmontage von ELX-Klemmen

#### ⚠️ 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!

#### ⚠️ VORSICHT

#### Verletzungsgefahr durch Powerkontakte!

Achten Sie zu Ihrem eigenen Schutz auf sorgfältigen und vorsichtigen Umgang mit den ELX-Klemmen. Insbesondere die linksseitig angebrachten, scharfkantigen Messerkontakte stellen eine potentielle Verletzungsgefahr dar.

#### Montage

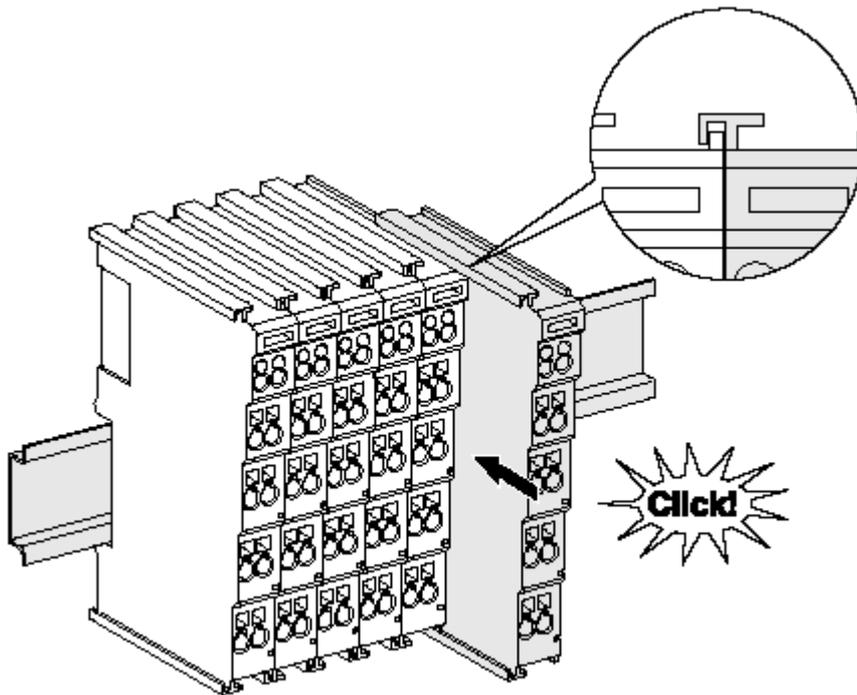


Abb. 16: Montage auf Tragschiene

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

1. Stecken Sie zuerst den Feldbuskoppler auf die Tragschiene.
2. Auf der rechten Seite des Feldbuskopplers werden nun die Busklemmen angereiht. Stecken Sie dazu die Komponenten mit Nut und Feder zusammen und schieben Sie die Klemmen gegen die Tragschiene, bis die Verriegelung hörbar auf der Tragschiene einrastet. Wenn Sie die Klemmen erst auf die Tragschiene schnappen und dann nebeneinander schieben, ohne dass Nut und Feder ineinander greifen, wird keine funktionsfähige Verbindung hergestellt! Bei richtiger Montage darf kein nennenswerter Spalt zwischen den Gehäusen zu sehen sein.

#### ● Tragschienenbefestigung

**i** 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

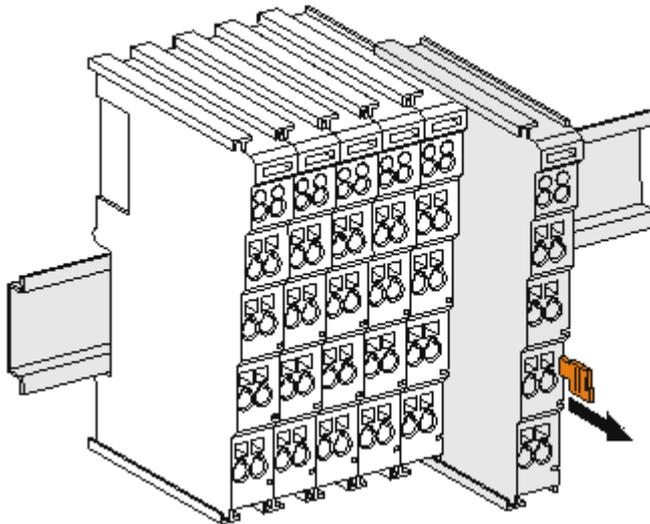


Abb. 17: Demontage von Tragschiene

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 Tragschieneverriegelung dieser Klemme automatisch gelöst und Sie können die Klemme nun ohne großen Kraftaufwand aus dem Busklemmenblock herausziehen.
2. Greifen Sie dazu mit Daumen und Zeigefinger die entriegelte Klemme gleichzeitig oben und unten an den Gehäuseflächen und ziehen Sie sie aus dem Busklemmenblock heraus.

### Verbindungen innerhalb eines Busklemmenblocks

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

- Die sechs Federkontakte des 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 der ELX-Klemmen erfolgt durch die Einspeiseklemme ELX9560. Diese unterbricht die Powerkontakte und stellt so den Anfang einer neuen Versorgungsschiene dar.

#### **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.

## 3.6 Entsorgung



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

## 3.7 Anschluss

### 3.7.1 Anschlusstechnik

#### **⚠️ WARNUNG**

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

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

Die Klemmen der Serie ELXxxxx enthalten Elektronik und Anschlussebene in einem Gehäuse.

#### Standardverdrahtung



Abb. 18: Standardverdrahtung

Die Klemmen der Serie ELXxxxx integrieren die schraublose Federkrafttechnik zur schnellen und einfachen Montage.

#### High-Density-Klemmen (HD-Klemmen)



Abb. 19: High-Density-Klemmen

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

#### Ultraschall-litzenverdichtete Leiter

##### **i** Ultraschall-litzenverdichtete Leiter

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

### 3.7.2 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

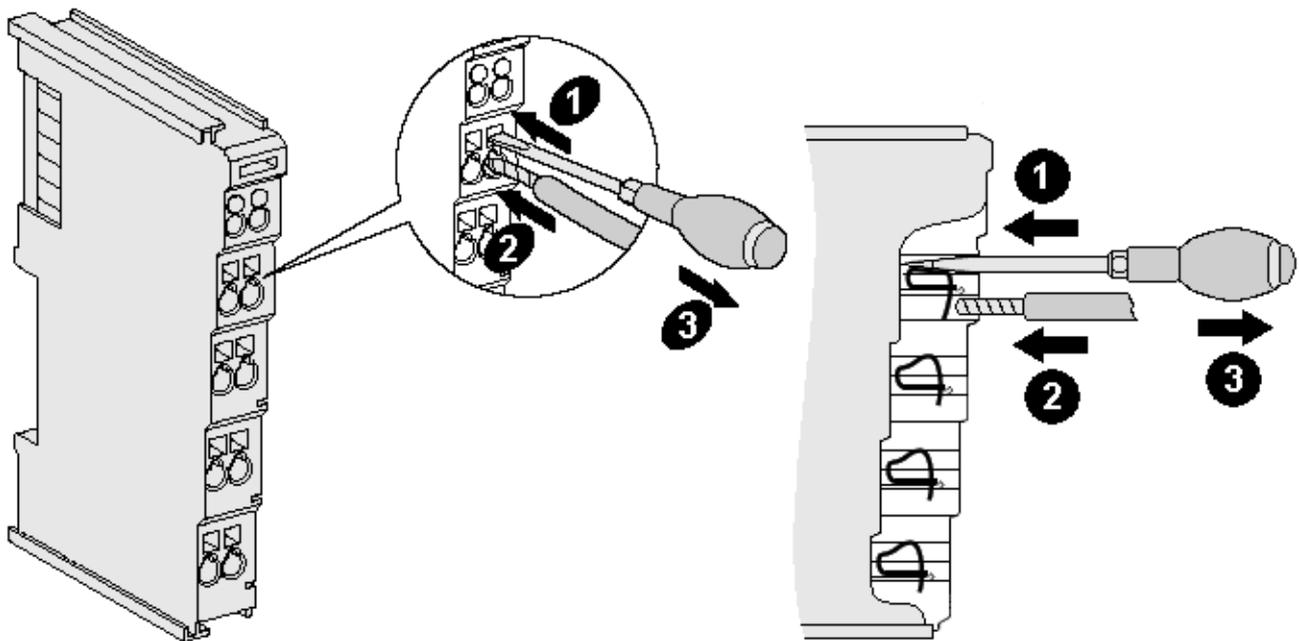


Abb. 20: Anschluss einer Leitung an eine Klemmstelle

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

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.

Beachten Sie die Anforderungen an Anschlussleitungen und Querschnitte gemäß IEC 60079-7 und IEC 60079-11. Den zulässigen Leiterquerschnitt entnehmen Sie den nachfolgenden Tabellen.

Klemmgehäuse	Standardverdrahtung	ELX9560
Leitungsquerschnitt (massiv)	0,08 ... 2,5 mm <sup>2</sup>	0,14 ... 1,5 mm <sup>2</sup>
Leitungsquerschnitt (feindrätig)	0,08 ... 2,5 mm <sup>2</sup>	0,14 ... 1,5 mm <sup>2</sup>
Leitungsquerschnitt (Aderleitung mit Aderendhülse)	0,14 ... 1,5 mm <sup>2</sup>	0,14 ... 1,0 mm <sup>2</sup>
Abisolierlänge	8 ... 9 mm	8 ... 9 mm

#### HINWEIS

##### Maximale Schraubendreherbreite für ELX9560

Verwenden Sie zur Verdrahtung der Einspeiseklemme ELX9560 einen Schraubendreher mit einer maximalen Breite von 2 mm. Breitere Schraubendreher können die Klemmstellen beschädigen.

**High-Density-Klemmen (HD-Klemmen) 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>
Abisolierlänge	8 ... 9 mm

**3.7.3 Ordnungsgemäßer Leitungsanschluss**

Schließen Sie stets nur eine Leitung pro Klemmstelle an.

Bei der Verwendung feindrätiger Leiter wird empfohlen, diese mit Aderendhülsen anzuschließen, um eine sichere, leitfähige Verbindung herzustellen.

Achten Sie zudem auf korrekte Anschlussbelegung, um Schäden an den ELX-Klemmen und den angeschlossenen Geräten zu vermeiden.

**3.7.4 Schirmung und Potentialtrennung**



**Schirmung**

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

**⚠ VORSICHT**

**Installationsanforderungen in Bereichen explosionsfähiger Atmosphäre beachten!**

Beachten Sie bei der Installation die Anforderungen an Leitungen, Schirmung und Erdpotentialausgleich in Bereichen explosionsfähiger Atmosphäre gemäß IEC 60079-11, IEC 60079-14 und IEC 60079-25!

**⚠ WARNUNG**

**Potentialtrennung der 24 V Ex-Potentialschiene sicherstellen!**

Stellen Sie in jedem Fall sicher, dass die durch die ELX9560 vorgenommene galvanische Trennung zwischen der 24 V Ex-Potentialschiene (Powerkontakte +24 V Ex und 0 V Ex) und anderen Systempotentialen (ggfs. auch Funktions- oder Schutzerdern) nicht aufgehoben wird!

### 3.7.5 ELX3152 - Anschlussbelegung

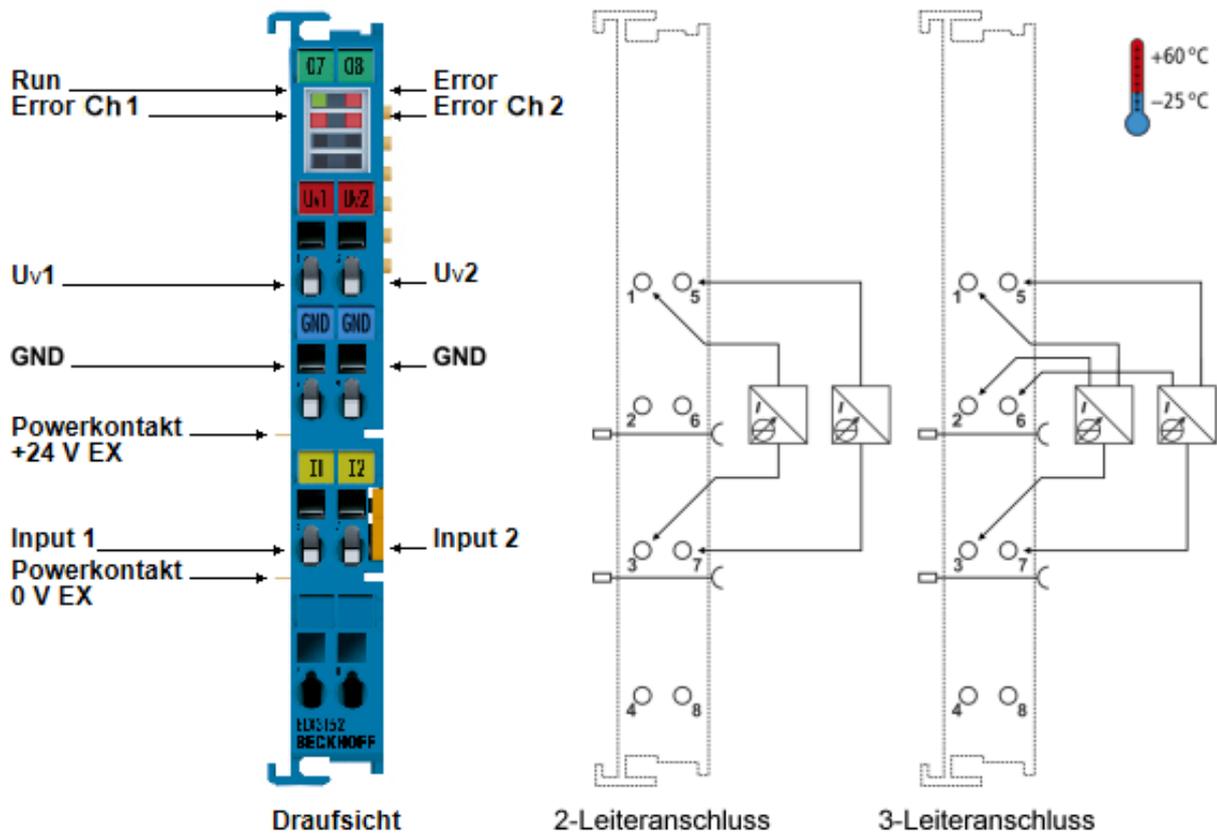


Abb. 21: ELX3152 - Anschlussbelegung

Klemmstelle		Beschreibung
Name	Nr.	
Uv1	1	Versorgungsspannung für Kanal 1
GND	2	Ground für Kanal 1 (bei 3-Leiteranschluss)
Input 1	3	Signaleingang Kanal 1
	4	nicht belegt
Uv2	5	Versorgungsspannung für Kanal 2
GND	6	Ground für Kanal 2 (bei 3-Leiteranschluss))
Input 2	7	Signaleingang Kanal 2
	8	nicht belegt

**LED-Anzeigen**

LED	Farbe	Bedeutung	
Run	grün	Diese LED gibt den Betriebszustand der Klemme wieder:	
		aus	Zustand der EtherCAT State Machine: <b>INIT</b> = Initialisierung der Klemme oder <b>BOOTSTRAP</b> = Funktion für Firmware Updates der Klemme
		blinkend	Zustand der EtherCAT State Machine: <b>PREOP</b> = Funktion für Mailbox-Kommunikation und abweichende Standard-Einstellungen gesetzt
		Einzelblitz	Zustand der EtherCAT State Machine: <b>SAFEOP</b> = Überprüfung der Kanäle des Sync-Managers und der Distributed Clocks. Ausgänge bleiben im sicheren Zustand
		an	Zustand der EtherCAT State Machine: <b>OP</b> = normaler Betriebszustand; Mailbox- und Prozessdatenkommunikation ist möglich
Error	rot	Allgemeiner Fehler des A/D-Converters	
Error Ch 1	rot	Fehleranzeige bei Drahtbruch oder bei Unter- bzw. Überschreitung des Messbereiches für Kanal 1	
Error Ch 2	rot	Fehleranzeige bei Drahtbruch oder bei Unter- bzw. Überschreitung des Messbereiches für Kanal 2	

### 3.7.6 ELX3158 - Anschlussbelegung

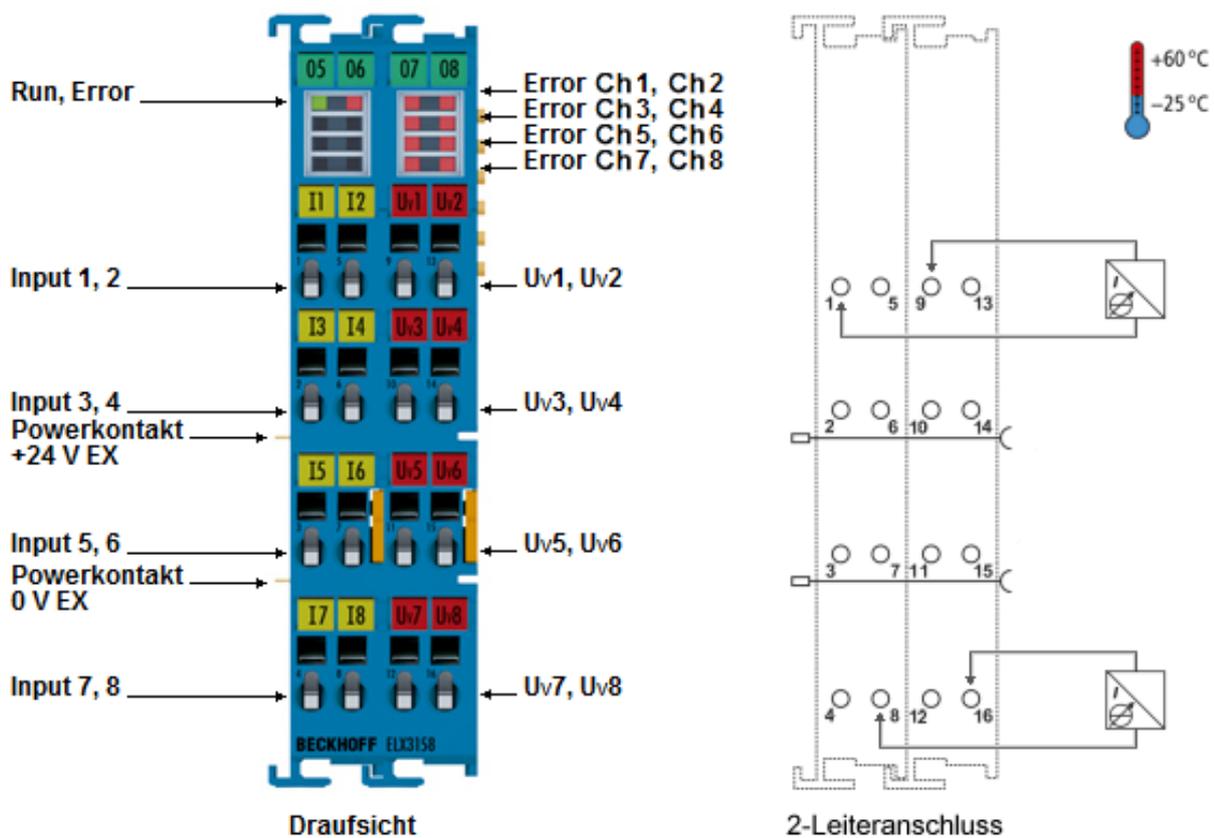


Abb. 22: ELX3158 - Anschlussbelegung

Klemmstelle		Beschreibung
Name	Nr.	
Input 1	1	Signaleingang Kanal 1
Input 3	2	Signaleingang Kanal 3
Input 5	3	Signaleingang Kanal 5
Input 7	4	Signaleingang Kanal 7
Input 2	5	Signaleingang Kanal 2
Input 4	6	Signaleingang Kanal 4
Input 6	7	Signaleingang Kanal 6
Input 8	8	Signaleingang Kanal 8
Uv1	9	Versorgungsspannung für Kanal 1
Uv3	10	Versorgungsspannung für Kanal 3
Uv5	11	Versorgungsspannung für Kanal 5
Uv7	12	Versorgungsspannung für Kanal 7
Uv2	13	Versorgungsspannung für Kanal 2
Uv4	14	Versorgungsspannung für Kanal 4
Uv6	15	Versorgungsspannung für Kanal 6
Uv8	16	Versorgungsspannung für Kanal 8

**LED-Anzeigen**

LED	Farbe	Bedeutung	
Run	grün	Diese LED gibt den Betriebszustand der Klemme wieder:	
		aus	Zustand der EtherCAT State Machine: <b>INIT</b> = Initialisierung der Klemme oder <b>BOOTSTRAP</b> = Funktion für Firmware Updates der Klemme
		blinkend	Zustand der EtherCAT State Machine: <b>PREOP</b> = Funktion für Mailbox-Kommunikation und abweichende Standard-Einstellungen gesetzt
		Einzelblitz	Zustand der EtherCAT State Machine: <b>SAFEOP</b> = Überprüfung der Kanäle des Sync-Managers und der Distributed Clocks. Ausgänge bleiben im sicheren Zustand
		an	Zustand der EtherCAT State Machine: <b>OP</b> = normaler Betriebszustand; Mailbox- und Prozessdatenkommunikation ist möglich
Error	rot	Allgemeiner Fehler des A/D-Converters	
Error Ch 1	rot	Fehleranzeige bei Drahtbruch oder bei Unter- bzw. Überschreitung des Messbereiches für Kanal 1	
Error Ch 2	rot	Fehleranzeige bei Drahtbruch oder bei Unter- bzw. Überschreitung des Messbereiches für Kanal 2	
Error Ch 3	rot	Fehleranzeige bei Drahtbruch oder bei Unter- bzw. Überschreitung des Messbereiches für Kanal 3	
Error Ch 4	rot	Fehleranzeige bei Drahtbruch oder bei Unter- bzw. Überschreitung des Messbereiches für Kanal 4	
Error Ch 5	rot	Fehleranzeige bei Drahtbruch oder bei Unter- bzw. Überschreitung des Messbereiches für Kanal 5	
Error Ch 6	rot	Fehleranzeige bei Drahtbruch oder bei Unter- bzw. Überschreitung des Messbereiches für Kanal 6	
Error Ch 7	rot	Fehleranzeige bei Drahtbruch oder bei Unter- bzw. Überschreitung des Messbereiches für Kanal 7	
Error Ch 8	rot	Fehleranzeige bei Drahtbruch oder bei Unter- bzw. Überschreitung des Messbereiches für Kanal 8	

## 4 Grundlagen zur Funktion

### 4.1 EtherCAT-Grundlagen

Grundlagen zum Feldbus EtherCAT entnehmen Sie bitte der [EtherCAT System-Dokumentation](#), die Ihnen auf [www.beckhoff.com](http://www.beckhoff.com) im Download-Bereich Ihres EtherCAT-Geräts auch als [PDF-Datei](#) zur Verfügung steht.

### 4.2 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.

#### 4.2.1 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, englisch: FSV = full scale value) des jeweiligen Produkts (auch: Bezugswert) die betragsmäßig größte Schranke des nominellen Messbereichs gewählt und mit positivem Vorzeichen versehen wird. Dies gilt für symmetrische und asymmetrische Messspannen.

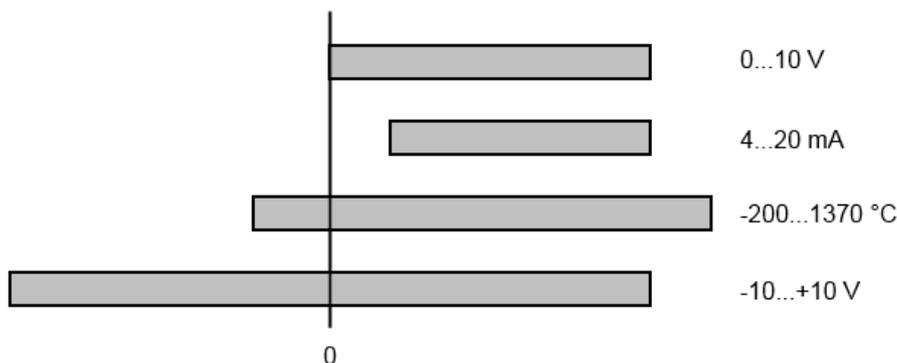


Abb. 23: Messbereichsendwert, Messspanne

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

Je nach Funktionsumfang kann ein Analogeingangskanal einen technischen Messbereich aufweisen, der über den nominellen Messbereich hinausgeht, z.B. um mehr Diagnoseinformationen über das Signal zu gewinnen.

Die fallweisen Angaben in der Gerätedokumentation zum Verhalten außerhalb des nominellen Messbereichs (Messunsicherheit, Anzeigewert) sind zu beachten.

Die o.a. Gedanken sind entsprechend auf analoge Ausgabegeräte anwendbar:

- Der Messbereichsendwert (MBE) wird zum Ausgabeendwert (AEW)

- Auch hier kann es zum nominellen Ausgabebereich einen (größeren) technischen Ausgabebereich geben

## 4.2.2 Messfehler / Messabweichung

### ● Analoge Ausgabe

**i** Die folgenden Angaben gelten sinngemäß auch für den Ausgabeendwert (AEW) analoger Ausgabegeräte.

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

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

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 zulässige 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  $< \pm 0,3\%_{\text{MBE}}$  → die zu erwartende, maximale übliche Abweichung beträgt  $\pm 30$  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.

## 4.2.3 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 zu berechnen. Die Grundgenauigkeit ist meist für 23°C Umgebungstemperatur angegeben, in Sonderfällen auch bei anderer Temperatur.

Aufgrund der umfangreichen Unsicherheitsbetrachtungen, die in die Bestimmungen der Grundgenauigkeit eingehen, empfiehlt Beckhoff eine quadratische Summierung.

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

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

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

### 4.2.4 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.

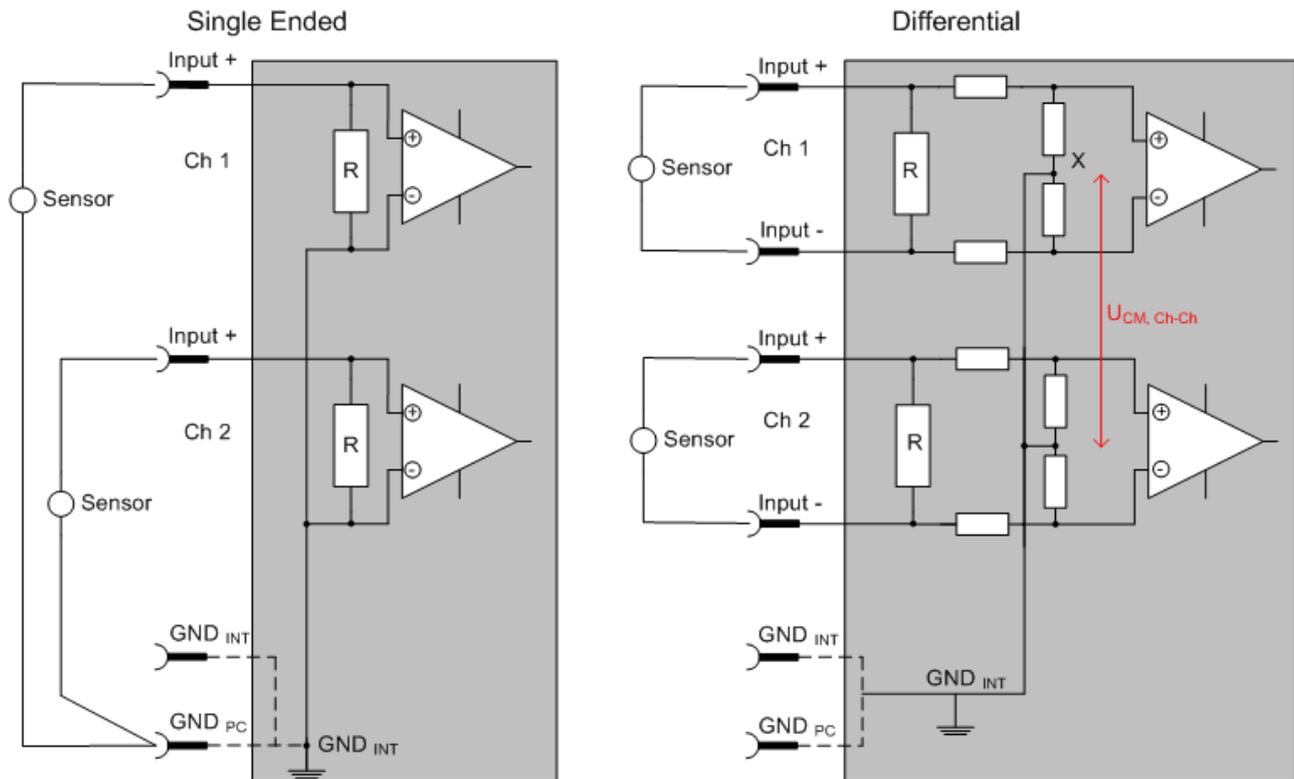


Abb. 24: SE und DIFF-Modul als 2-kanalige Variante

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 I/O-Geräte verfügen über 1 bis 8 oder mehr analoge Kanäle; bei Betrachtungen bezüglich des Kanalanschlusses 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 I/O-Geräte sind immer mit einer galvanischen Trennung von Feld/Analog-Seite zu Bus/EtherCAT-Seite ausgerüstet. Wenn zwei analoge I/O-Geräte also nicht über die Powerkontakte/Powerleitung miteinander galvanisch verbunden sind, besteht faktisch eine galvanische Trennung zwischen ihnen.
- Falls Kanäle innerhalb eines Geräts galvanisch getrennt sind oder ein einkanaliges Gerät 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 der Geräte 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 (siehe 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 gegebenenfalls als Anschlusspunkt am Gerät zugänglich sein, um ein definiertes GND-Potenzial im Gerät 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 des Geräts 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 zum Gerät 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, siehe Gleichtaktstörung. Ein  $U_{CM}$ -Effekt kann nicht auftreten da die interne Schaltung der Kanäle eines Gerätes 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 4-20 mA-Schnittstelle als untere Grenze 4 mA festgelegt, das heißt 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 in der Regel eine Stromsenke dar, möchten also als „variable Last“ zwischen + und – sitzen. Siehe dazu Angaben des Sensorherstellers.

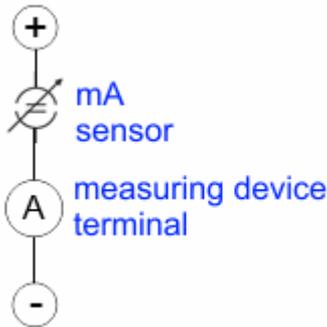


Abb. 25: 2-Leiter-Anschluss

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

bevorzugt an „**single ended**“-Eingänge, wenn die +Supply-Anschlüsse des Geräts 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!

**Keine externe Versorgung für Sensoren / Aktoren**

**⚠️ WARNUNG**

**Eine externe Versorgung von Sensoren / Aktoren, die an I/O-Geräte der ELX/EPX-Reihe angeschlossen sind ist unzulässig!**

Alle I/O-Geräte der ELX/EPX-Reihe sind im Sinne der Eigensicherheit energiespeisende, zugehörige Betriebsmittel. Daher werden angeschlossene Sensoren oder Aktoren ausschließlich über den jeweiligen Kanal des I/O-Geräts versorgt und dürfen in keiner Form fremdgespeist werden (z.B. über eine zusätzliche, externe Versorgungsspannung).

Diese Beschränkung ist auch unabhängig davon, ob die zusätzliche, externe Versorgung energiebegrenzt im Sinne der IEC 60079-11 ist.

Ein Anschluss von gegebenenfalls fremdgespeisten, eigensicheren Stromkreisen an ein I/O-Gerät der ELX/EPX-Reihe widerspricht der bestimmungsgemäßen Verwendung und den angegebenen technischen Daten zum Explosionsschutz. Der Explosionsschutz durch die angegebene Zündschutzart erlischt damit automatisch.

## 4.2.5 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.

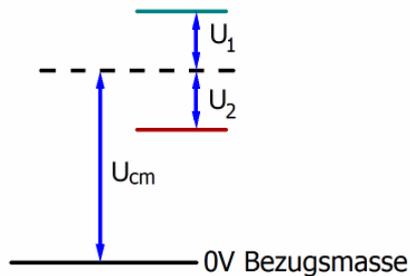


Abb. 26: Gleichtaktspannung ( $U_{cm}$ )

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 in der Regel am oder beim I/O-Gerät 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 I/O-Geräten 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. 0 V-Powerkontakt:  
EL3104/EL3114, resistive Verbindung der Kanäle untereinander an AGND, AGND niederohmig verbunden mit 0 V-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

## 4.2.6 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

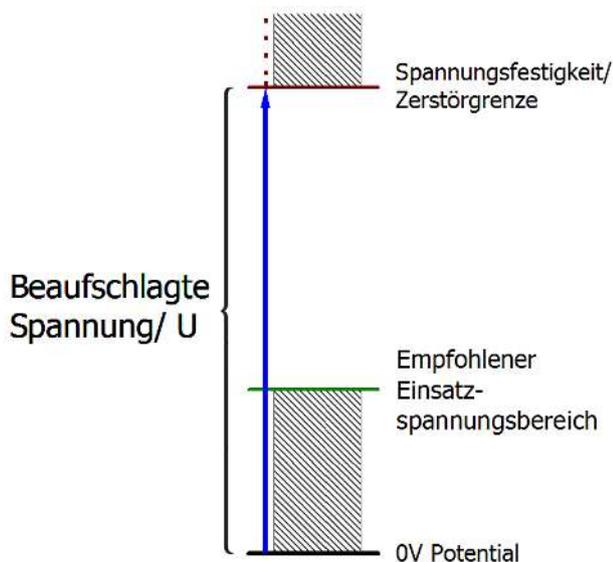


Abb. 27: Empfohlener Einsatzspannungsbereich

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)

## 4.2.7 Zeitliche Aspekte der analog/digital Wandlung

### ● Analoge Ausgabe



Die folgenden Angaben gelten sinngemäß auch für die analoge Signalausgabe per DAC (digital-analog-converter).

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.)

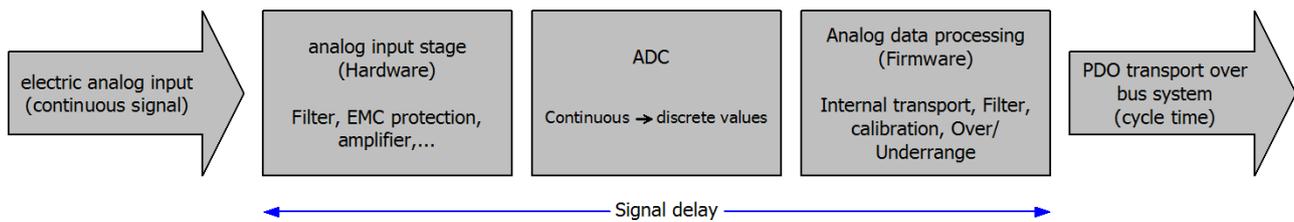


Abb. 28: Signalverarbeitung Analogeingang

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 dezidierter 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.

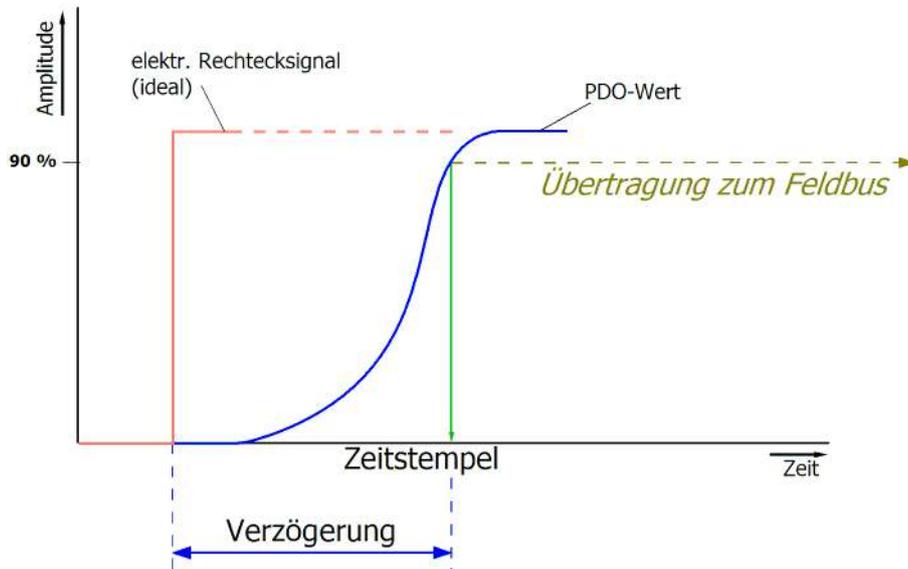


Abb. 29: Diagramm Signalverzögerung (Sprungantwort)

**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.

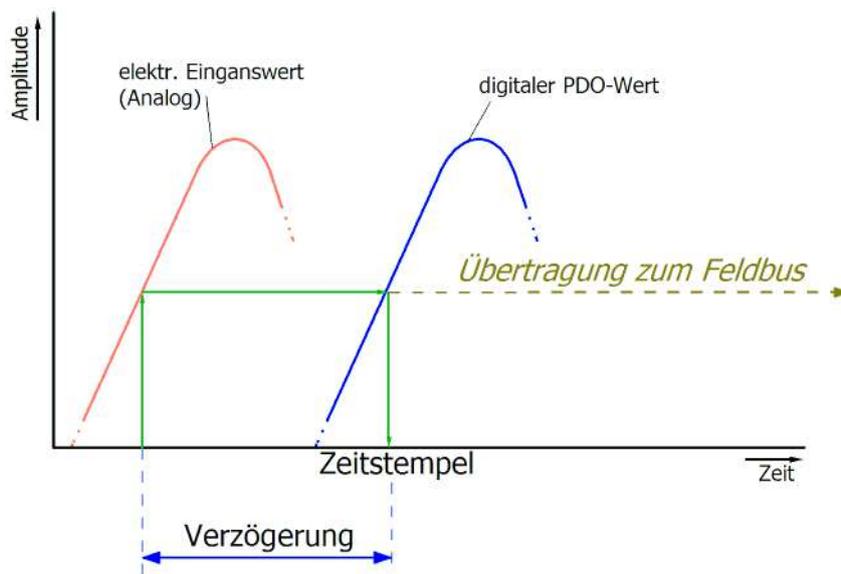


Abb. 30: Diagramm Signalverzögerung (linear)

### 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.

## 4.3 Grundlagen NAMUR

NAMUR ist die Abkürzung für den Verband „Interessengemeinschaft Automatisierungstechnik der Prozessindustrie“. Der Verband unterstützt vorrangig die Belange der Prozessindustrie in Bezug auf Normung, Geräte, Messverfahren u.ä. In dieser Funktion gibt die NAMUR sog. NE (NAMUR-Empfehlungen) heraus, die fortlaufend nummeriert werden.

Informationen zur Umsetzung der Empfehlung in Beckhoff Produkten sind in dieser Dokumentation in den Kapiteln „Technische Daten“ und „Prozessdaten“ angegeben.

### Analoge Messwerte

Der analoge Ausgangswert eines Sensors, der u.a. als ein bestimmter Stromwert erfasst werden kann, stellt die Messinformation (M) dar.

Mittels NAMUR NE43 („Vereinheitlichung des Signalpegels für die Ausfallinformation von digitalen Messumformern mit analogem Ausgangssignal“) wird eine Empfehlung – unabhängig vom Sensorgerätehersteller – einer vereinheitlichten Ausfallinformation (A) zusätzlich zur Messinformation gegeben (z.B. Ausfall des Messumsetzers, Fehler in Verbindungsleitungen, Ausfall von Hilfsenergien etc.). Die Ausfallinformation sagt aus, dass ein Fehler im Messsystem vorliegt. Bei Sensoren in einer Stromschleife mit analogem Ausgangssignal wird diese Information durch entsprechende Stromamplituden dargestellt. Ein Stromwert, der sich außerhalb der von NAMUR definierten Grenzen der Messinformation befindet, wird als ungültig definiert und somit als Ausfallinformation interpretiert. Die folgende Grafik veranschaulicht dies:

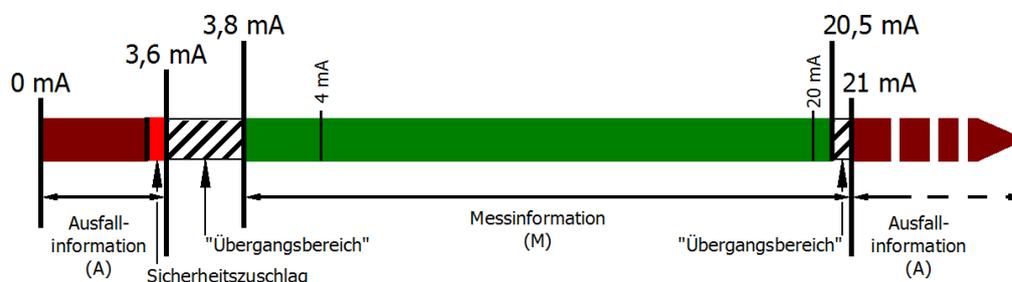


Abb. 31: Darstellung der Grenzbereiche aus der NAMUR-Empfehlung NE43, Version 03.02.2003

## 5 Parametrierung und Programmierung

### 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:

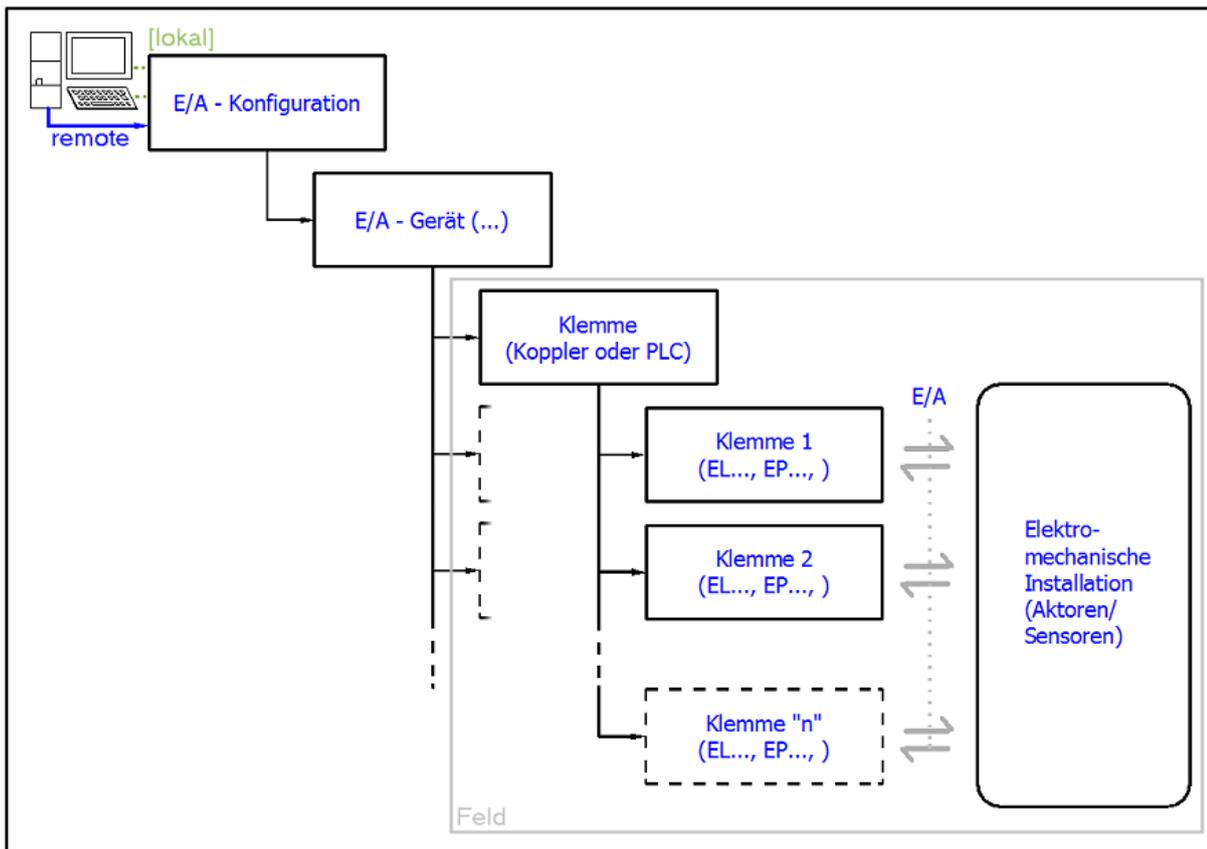


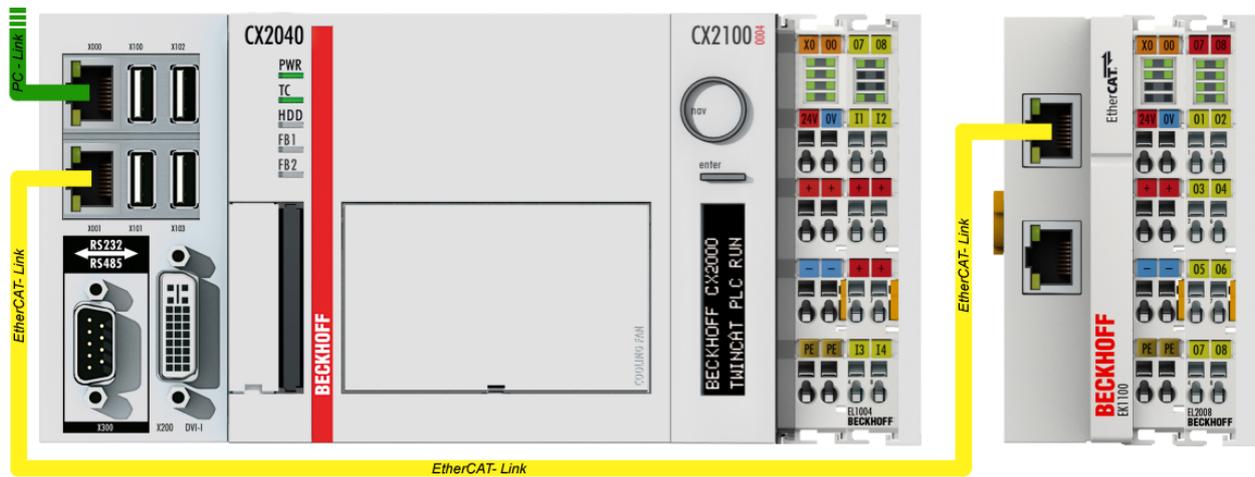
Abb. 32: Bezug von der Anwender Seite (Inbetriebnahme) zur Installation

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)



## 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:

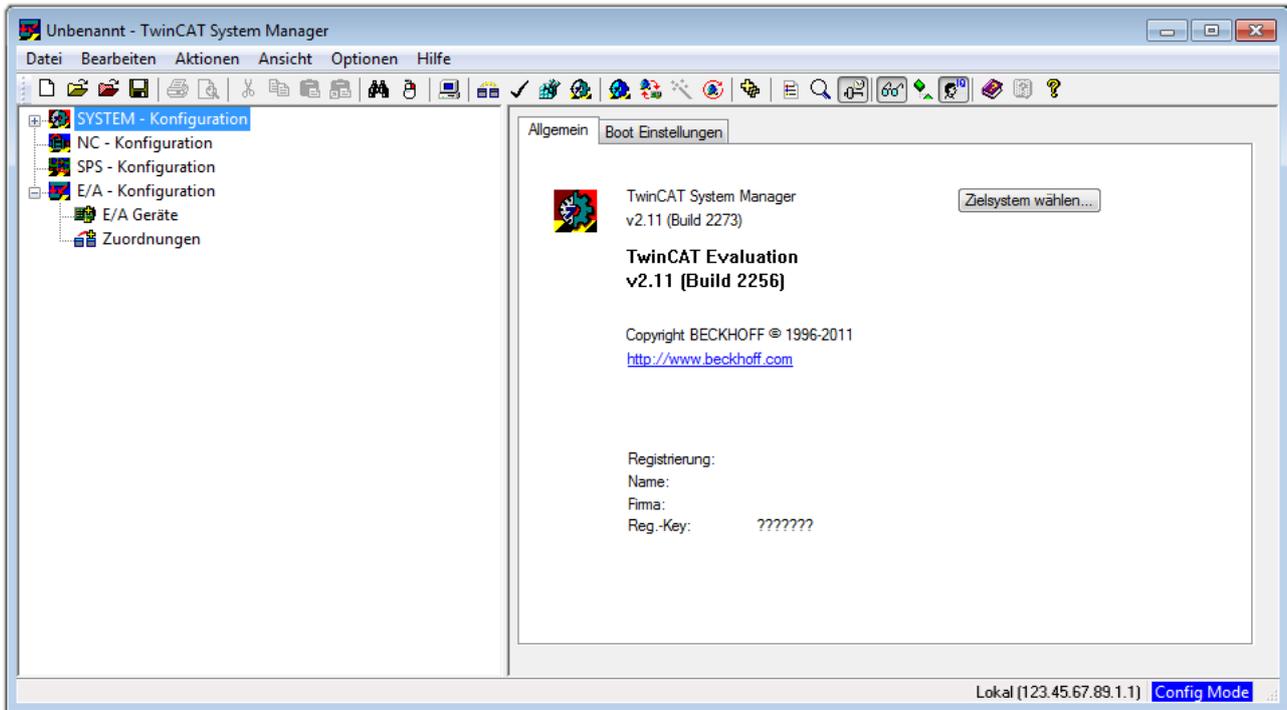


Abb. 34: Initiale Benutzeroberfläche TwinCAT 2

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 [► 50]“ 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:

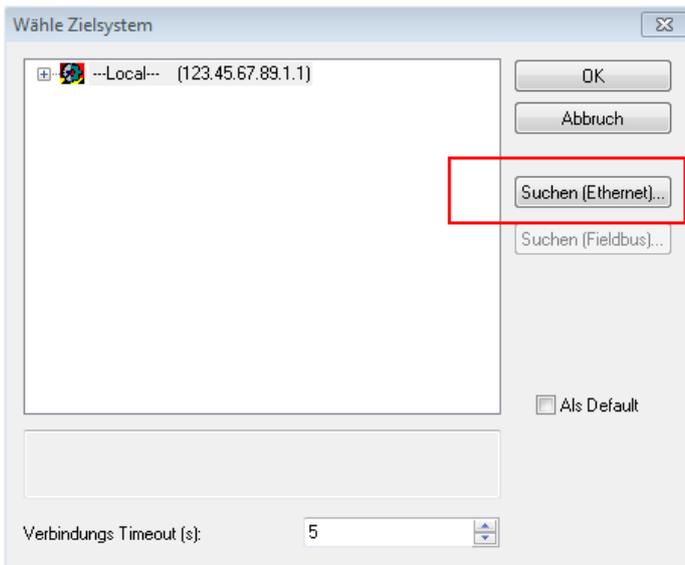


Abb. 35: Wähle Zielsystem

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

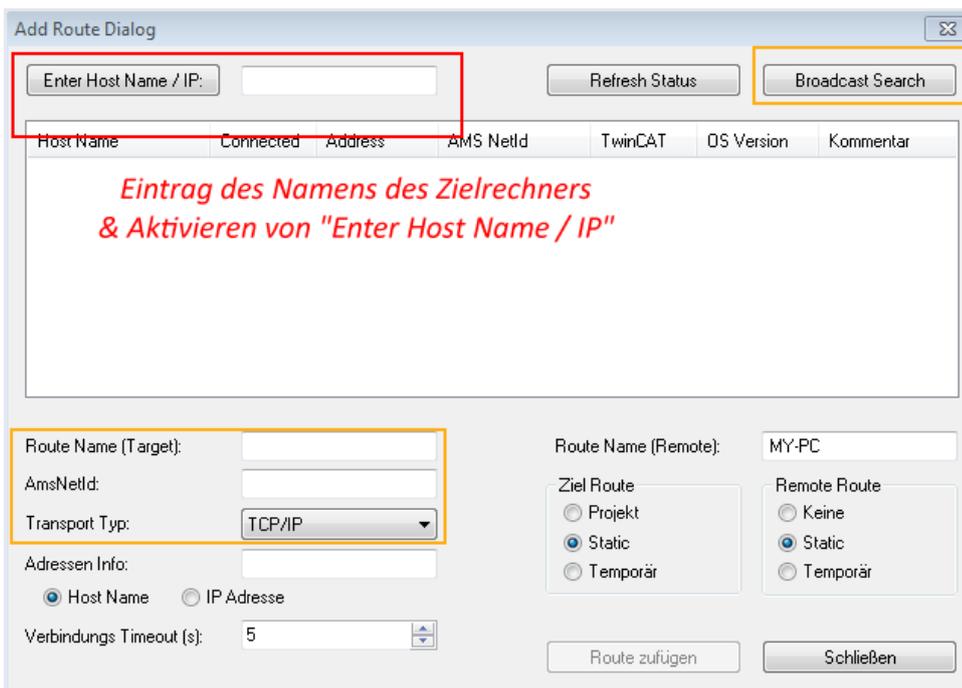
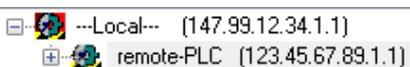


Abb. 36: PLC für den Zugriff des TwinCAT System Managers festlegen: Auswahl des Zielsystems

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.

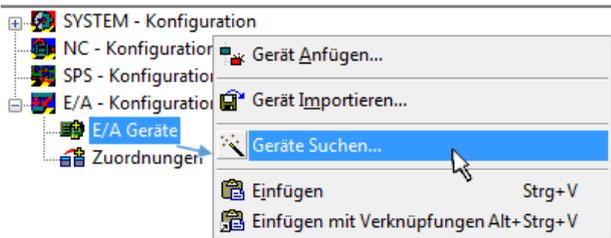


Abb. 37: Auswahl „Gerät Suchen..“

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

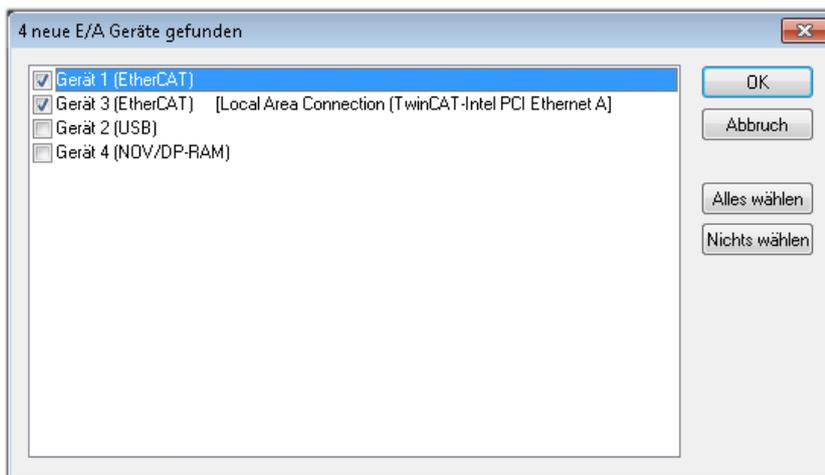


Abb. 38: Automatische Erkennung von E/A Geräten: Auswahl der einzubindenden Geräte

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 sieht das Ergebnis wie folgt aus:

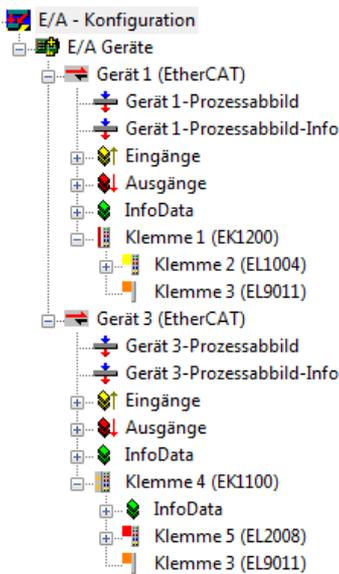


Abb. 39: Abbildung der Konfiguration im TwinCAT 2 System Manager

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:

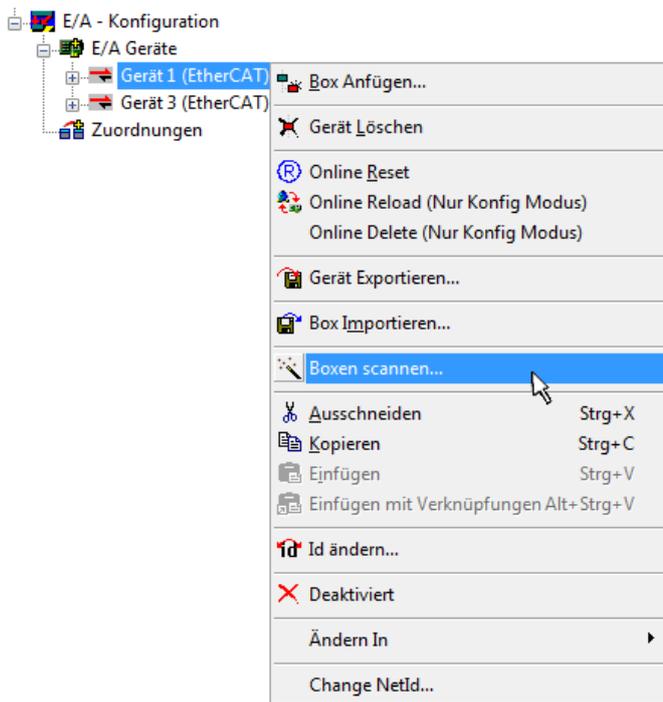


Abb. 40: Einlesen von einzelnen an einem Gerät befindlichen Klemmen

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:

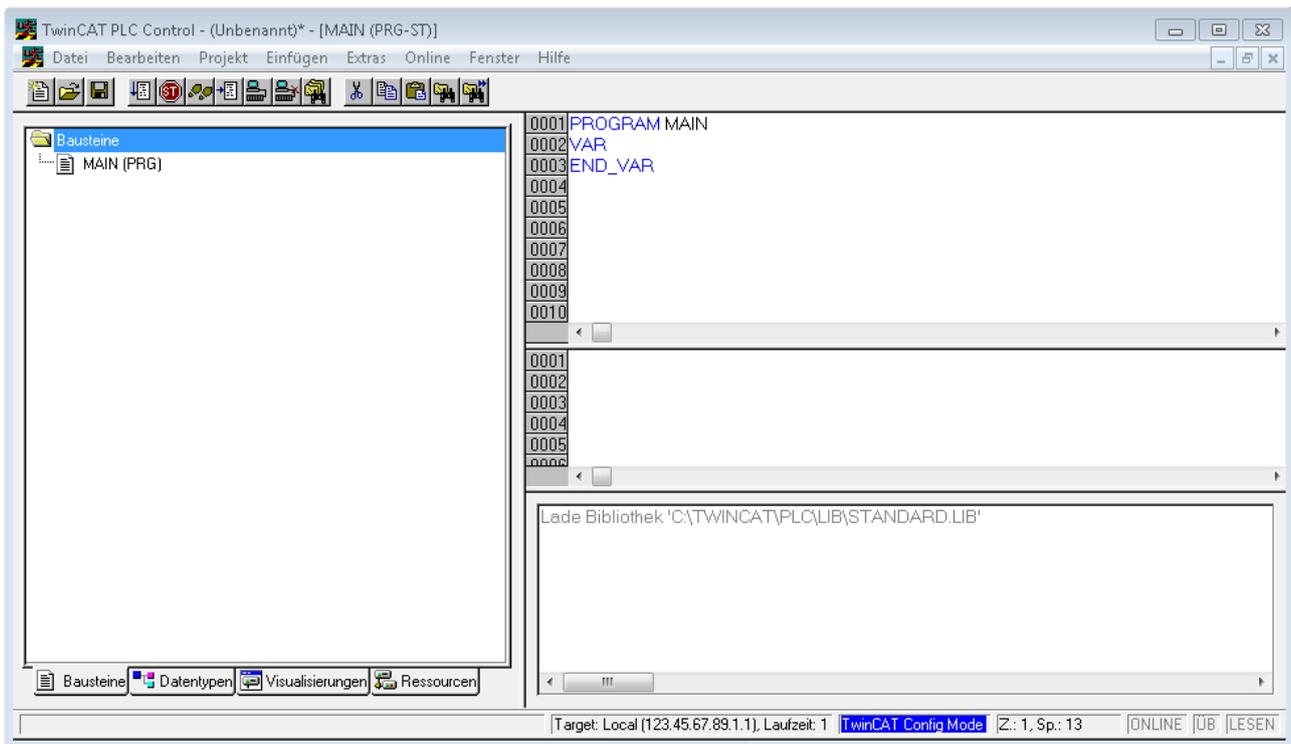


Abb. 41: TwinCAT PLC Control nach dem Start

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

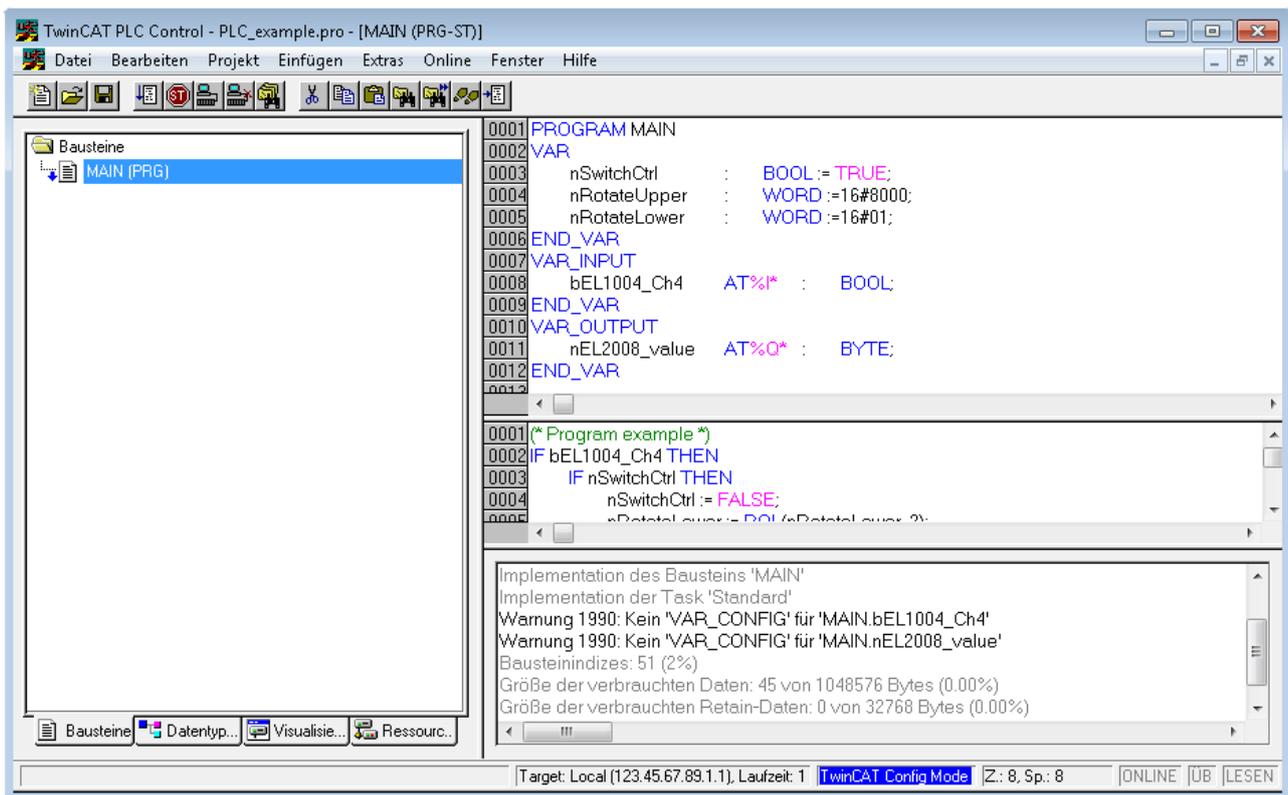


Abb. 42: Beispielprogramm mit Variablen nach einem Kompilervorgang (ohne Variablenanbindung)

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...“:

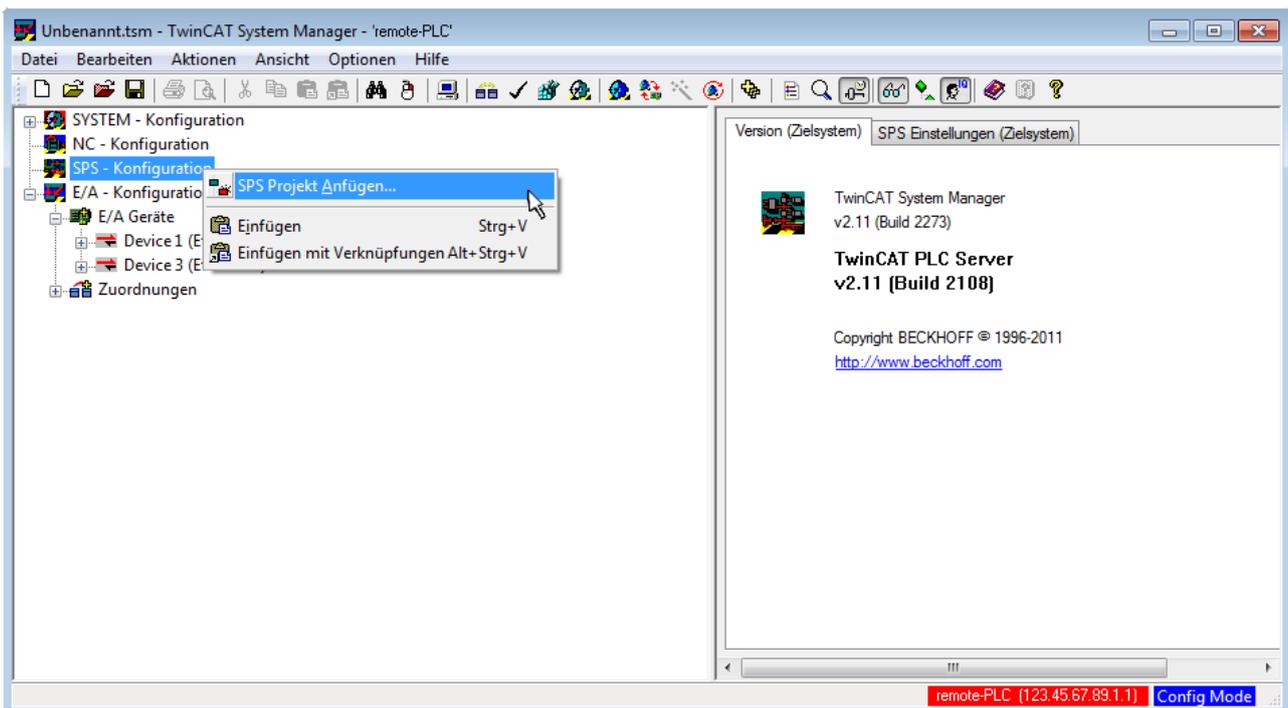


Abb. 43: Hinzufügen des Projektes des TwinCAT PLC Control

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:

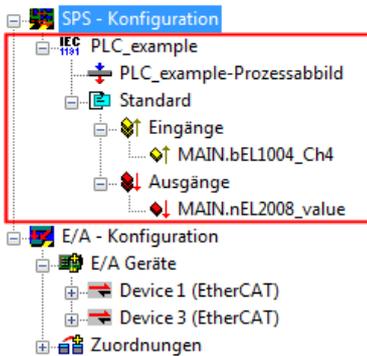


Abb. 44: Eingebundenes PLC Projekt in der SPS- Konfiguration des System Managers

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:

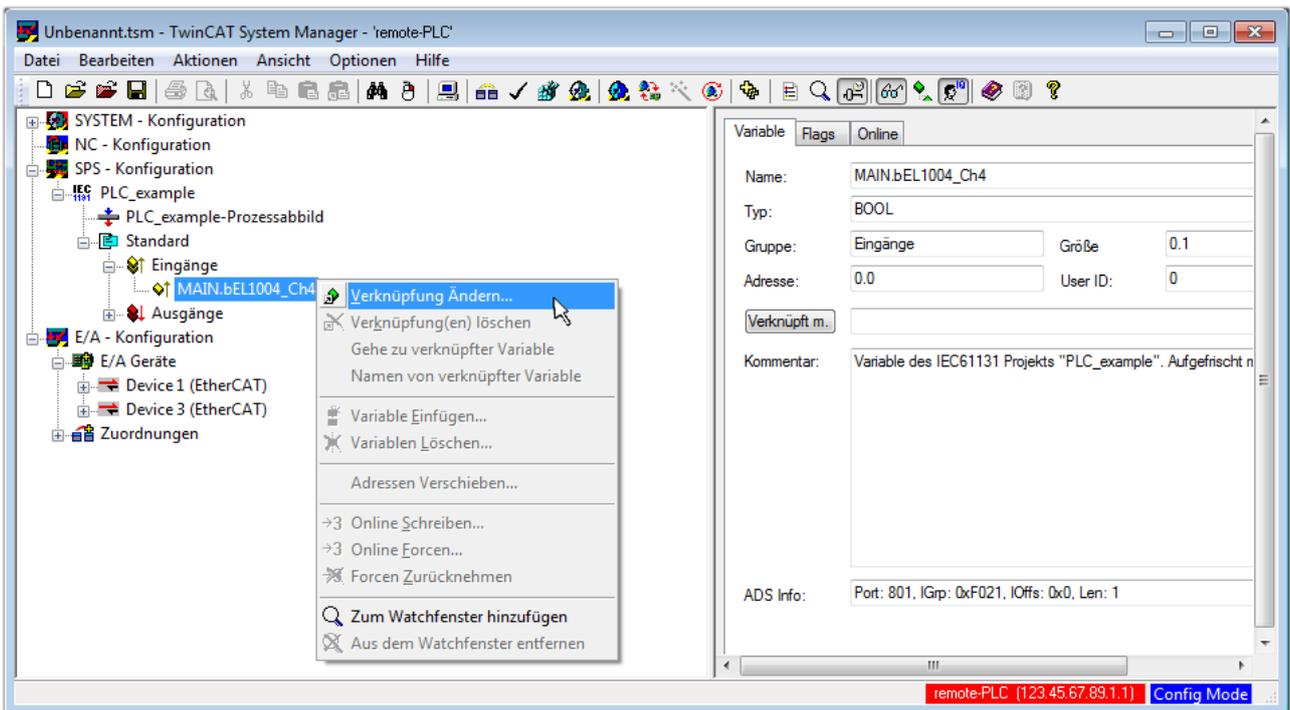


Abb. 45: Erstellen der Verknüpfungen PLC-Variablen zu Prozessobjekten

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

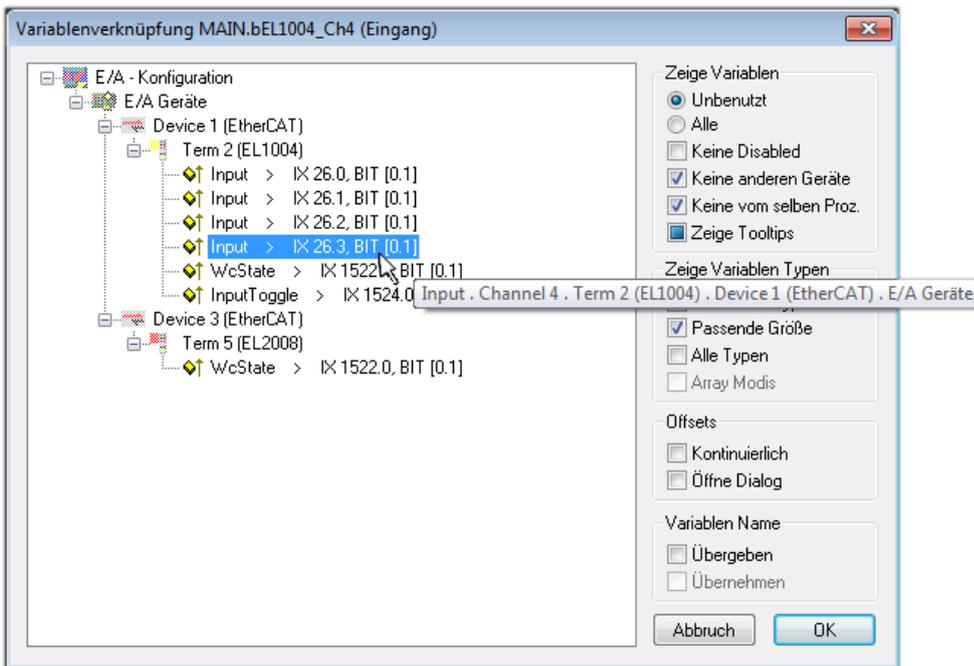


Abb. 46: Auswahl des PDO vom Typ BOOL

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:

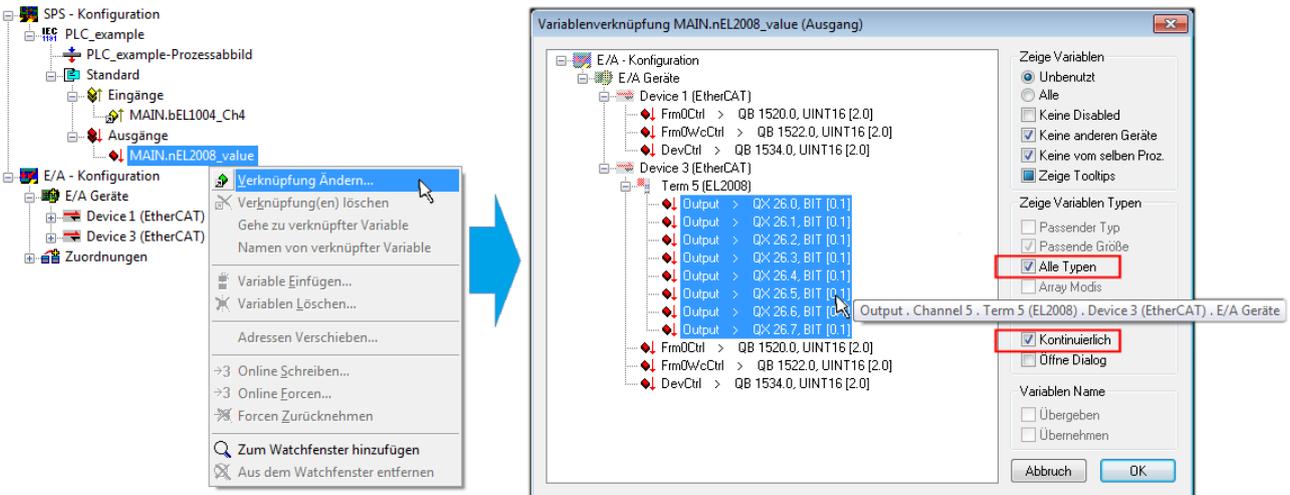


Abb. 47: Auswahl von mehreren PDO gleichzeitig: Aktivierung von „Kontinuierlich“ und „Alle Typen“

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:

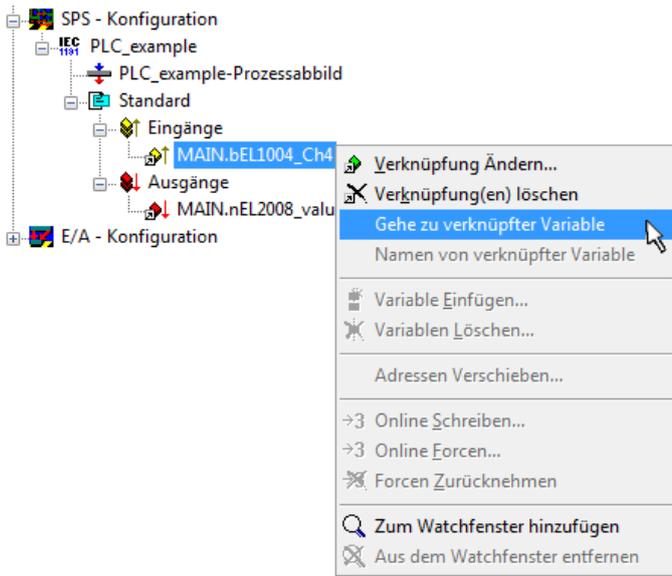


Abb. 48: Anwendung von „Goto Link Variable“ am Beispiel von „MAIN.bEL1004\_Ch4“

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:

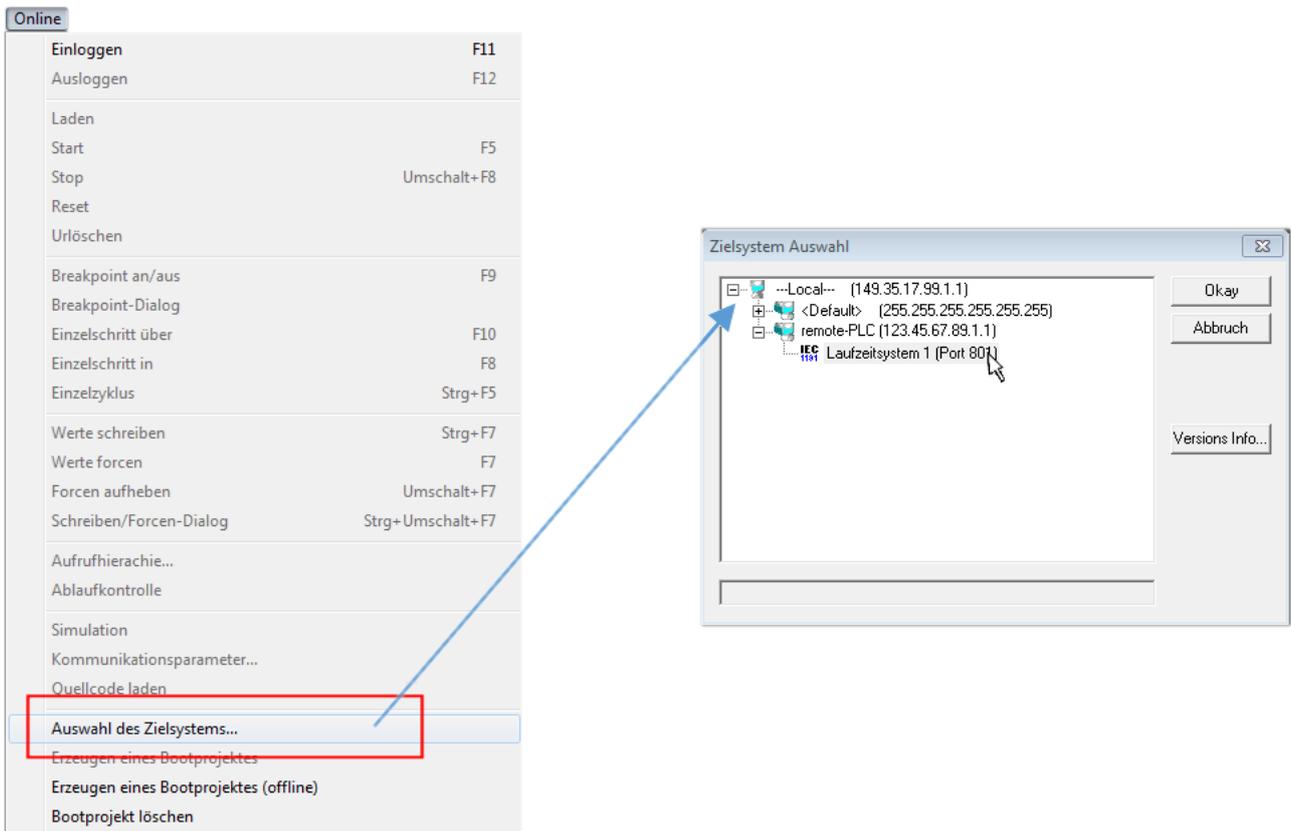


Abb. 49: Auswahl des Zielsystems (remote)

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:

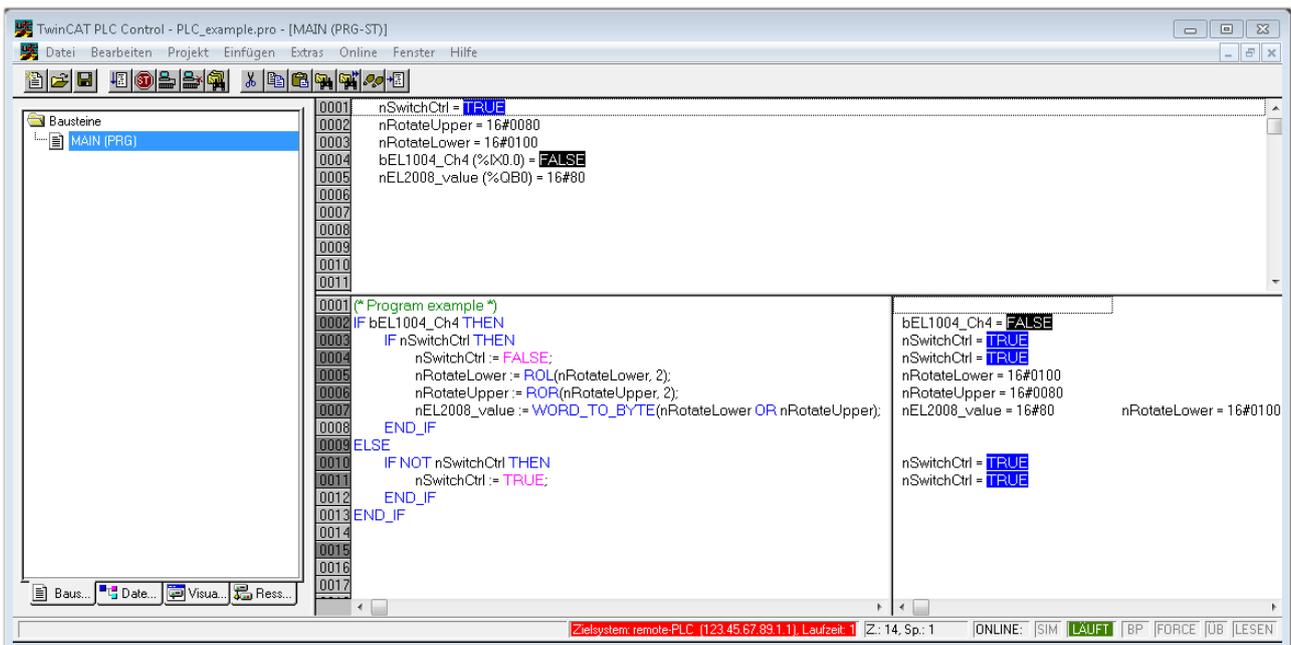


Abb. 50: PLC Control Logged-in, bereit zum Programmstart

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. 51: 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):

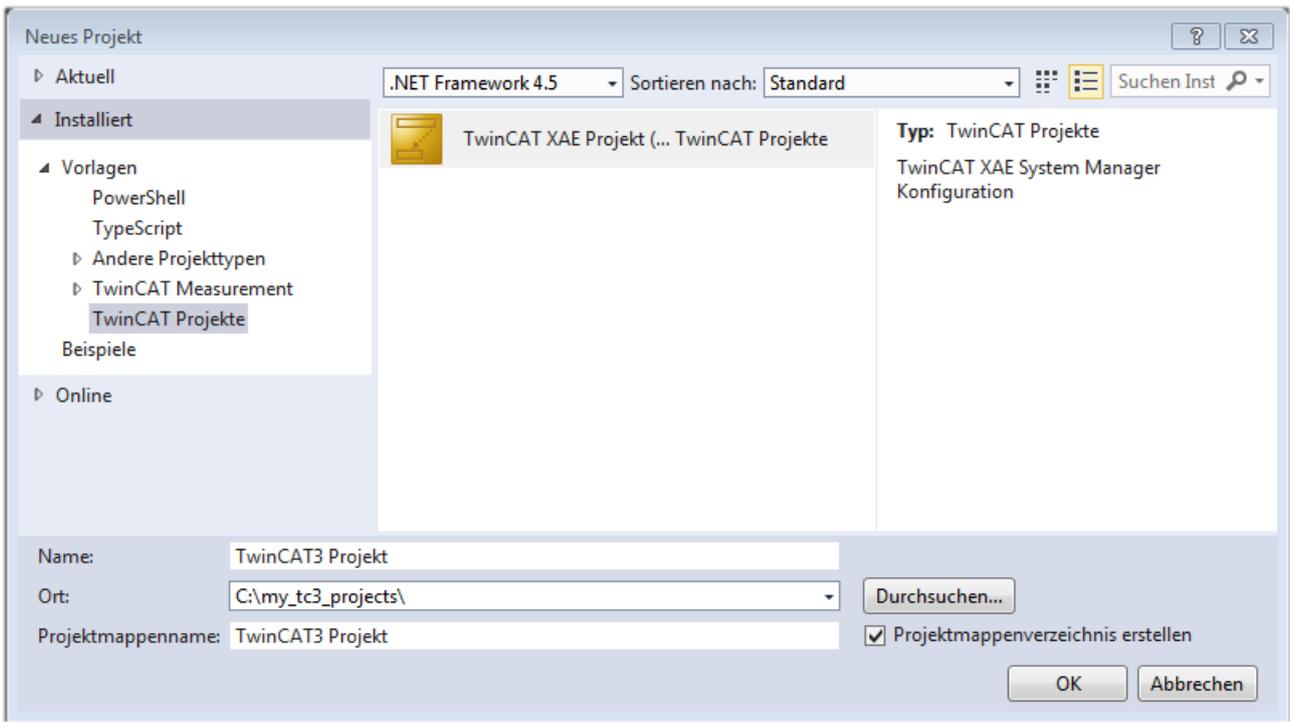


Abb. 52: Neues TwinCAT 3 Projekt erstellen

Im Projektmappen-Explorer liegt sodann das neue Projekt vor:

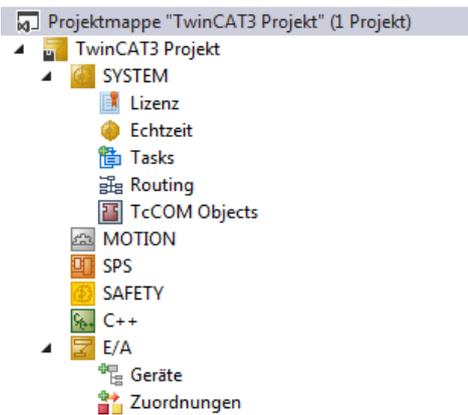
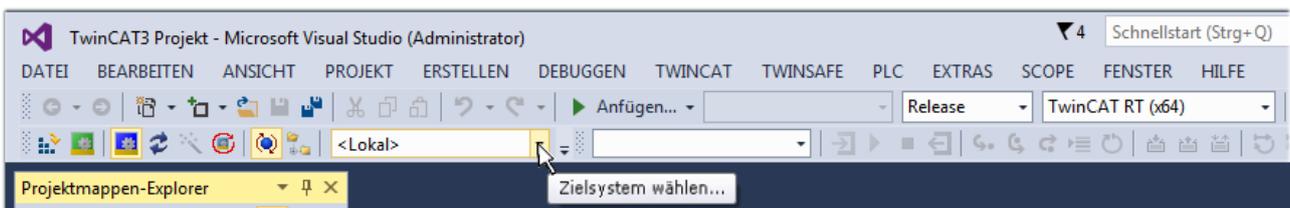


Abb. 53: Neues TwinCAT 3 Projekt im Projektmappen-Explorer

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 |> 62|“ 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:

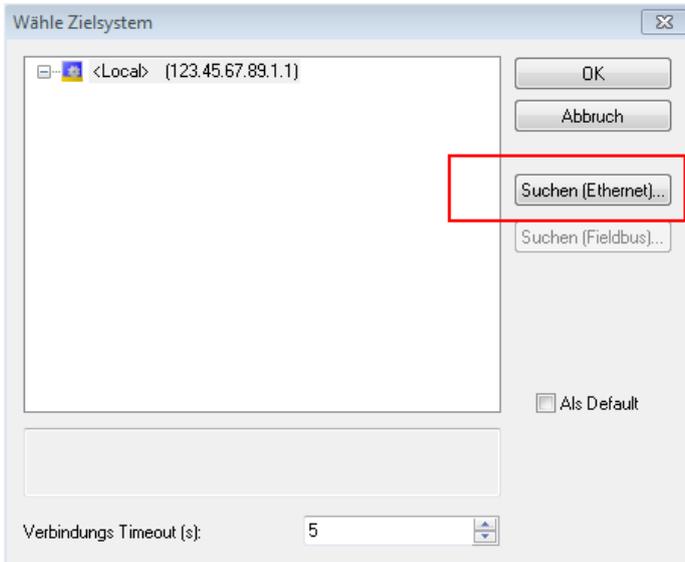


Abb. 54: Auswahldialog: Wähle Zielsystem

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

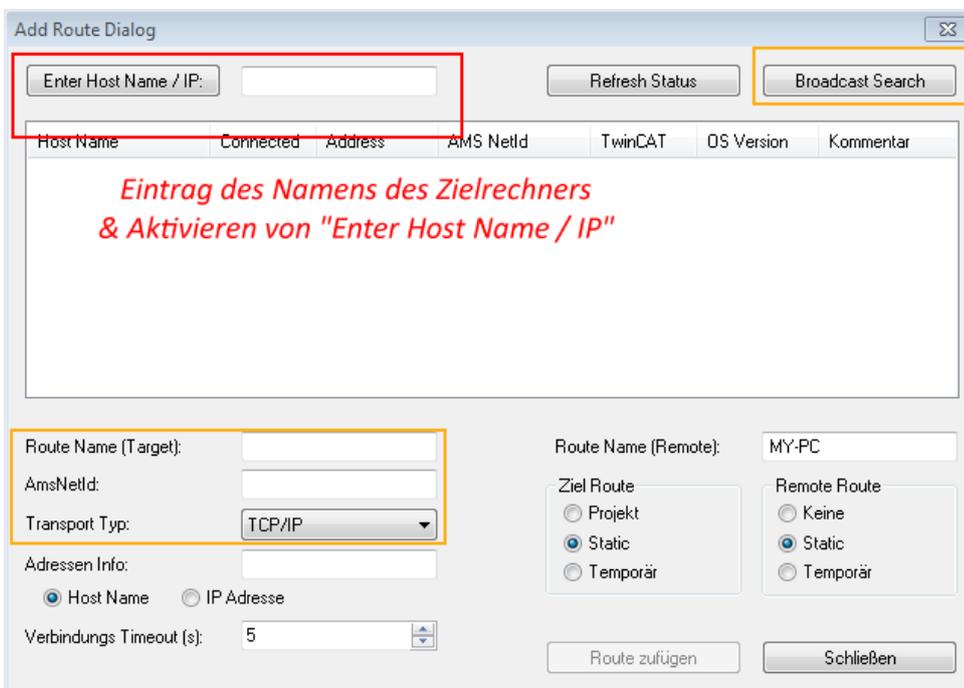
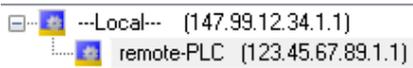


Abb. 55: PLC für den Zugriff des TwinCAT System Managers festlegen: Auswahl des Zielsystems

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.

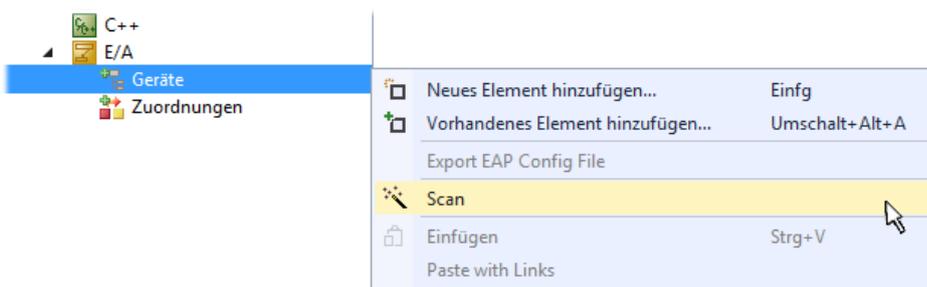


Abb. 56: Auswahl „Scan“

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

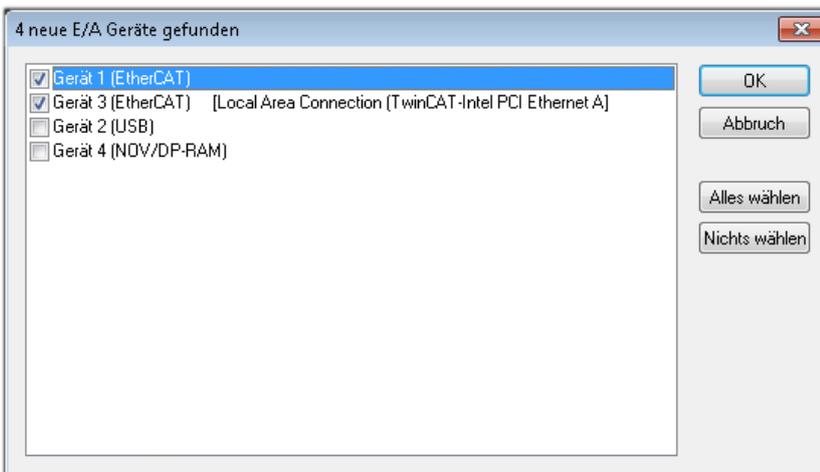


Abb. 57: Automatische Erkennung von E/A Geräten: Auswahl der einzubindenden Geräte

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 sieht das Ergebnis wie folgt aus:

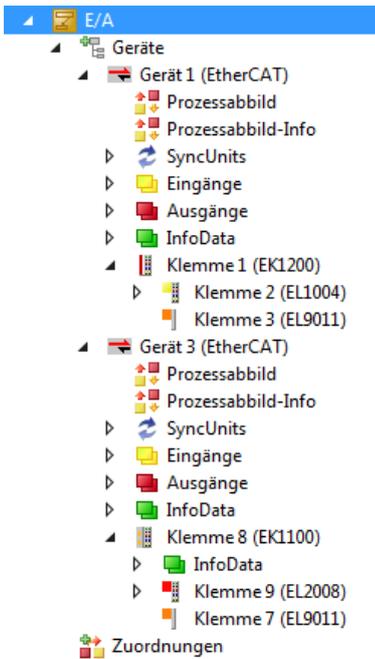


Abb. 58: Abbildung der Konfiguration in VS Shell der TwinCAT 3 Umgebung

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:

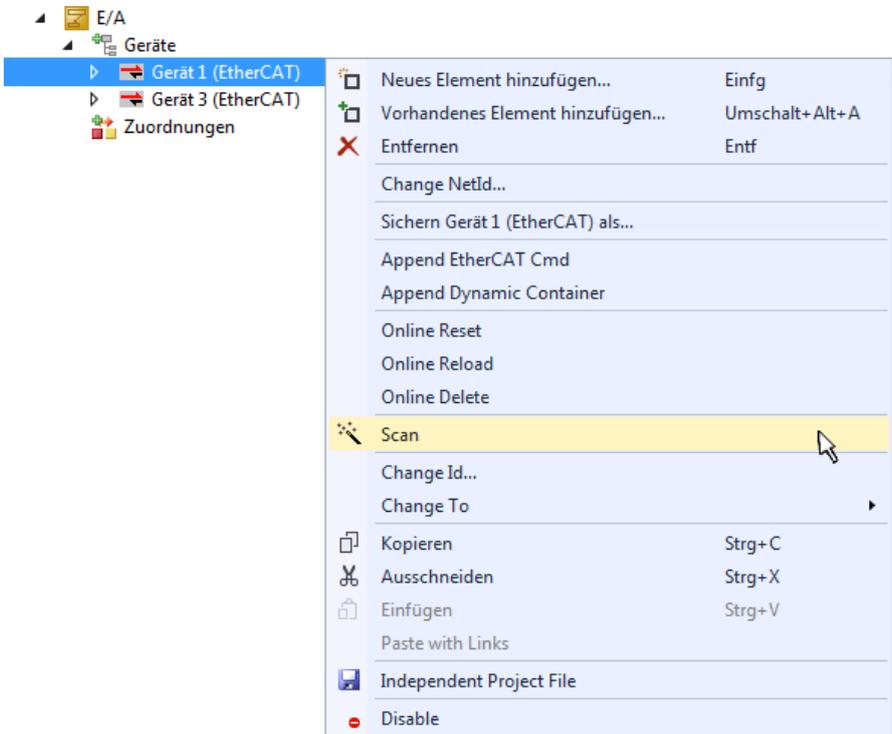


Abb. 59: Einlesen von einzelnen an einem Gerät befindlichen Klemmen

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:

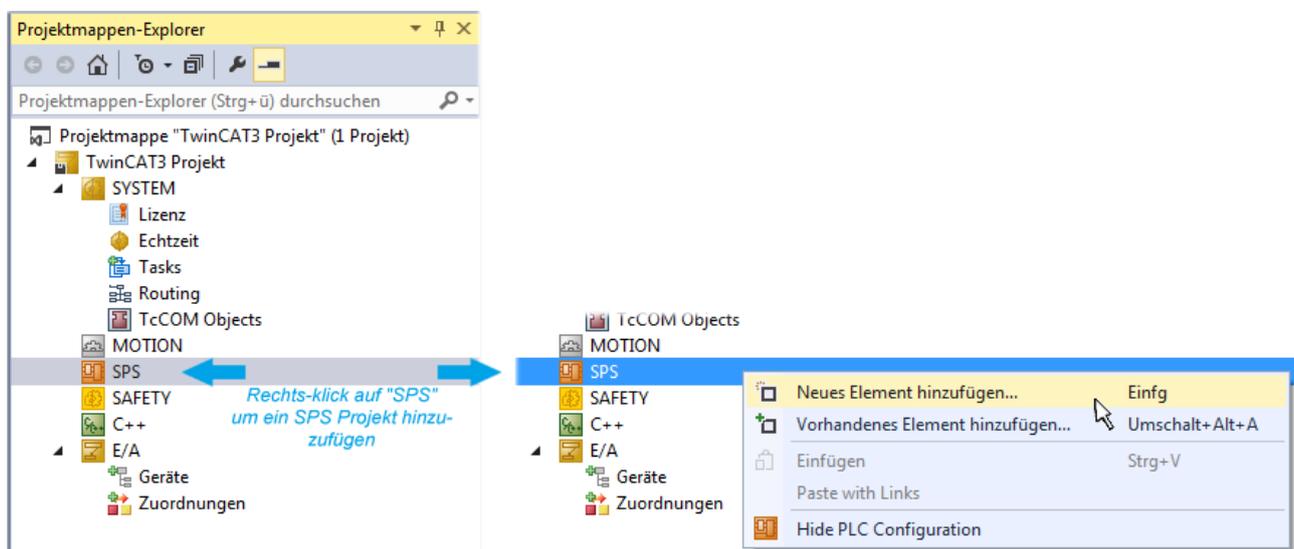


Abb. 60: Einfügen der Programmierumgebung in „SPS“

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

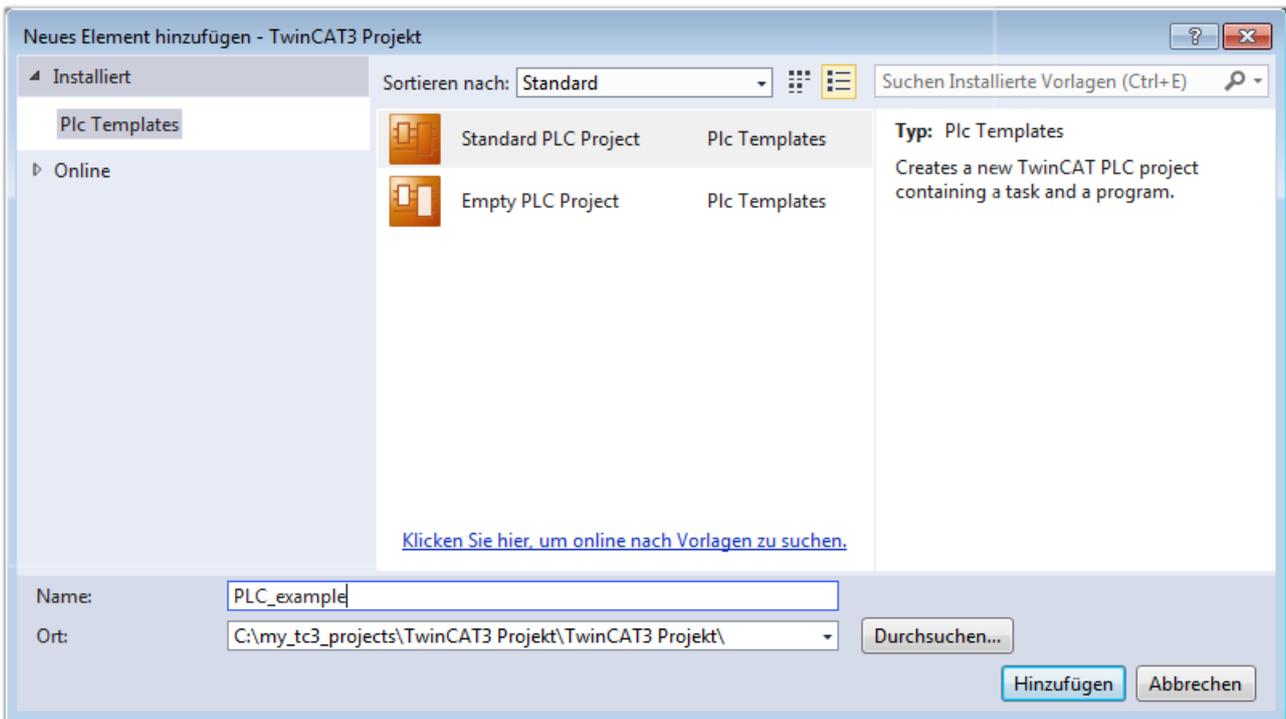


Abb. 61: Festlegen des Namens bzw. Verzeichnisses für die PLC Programmierungsumgebung

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

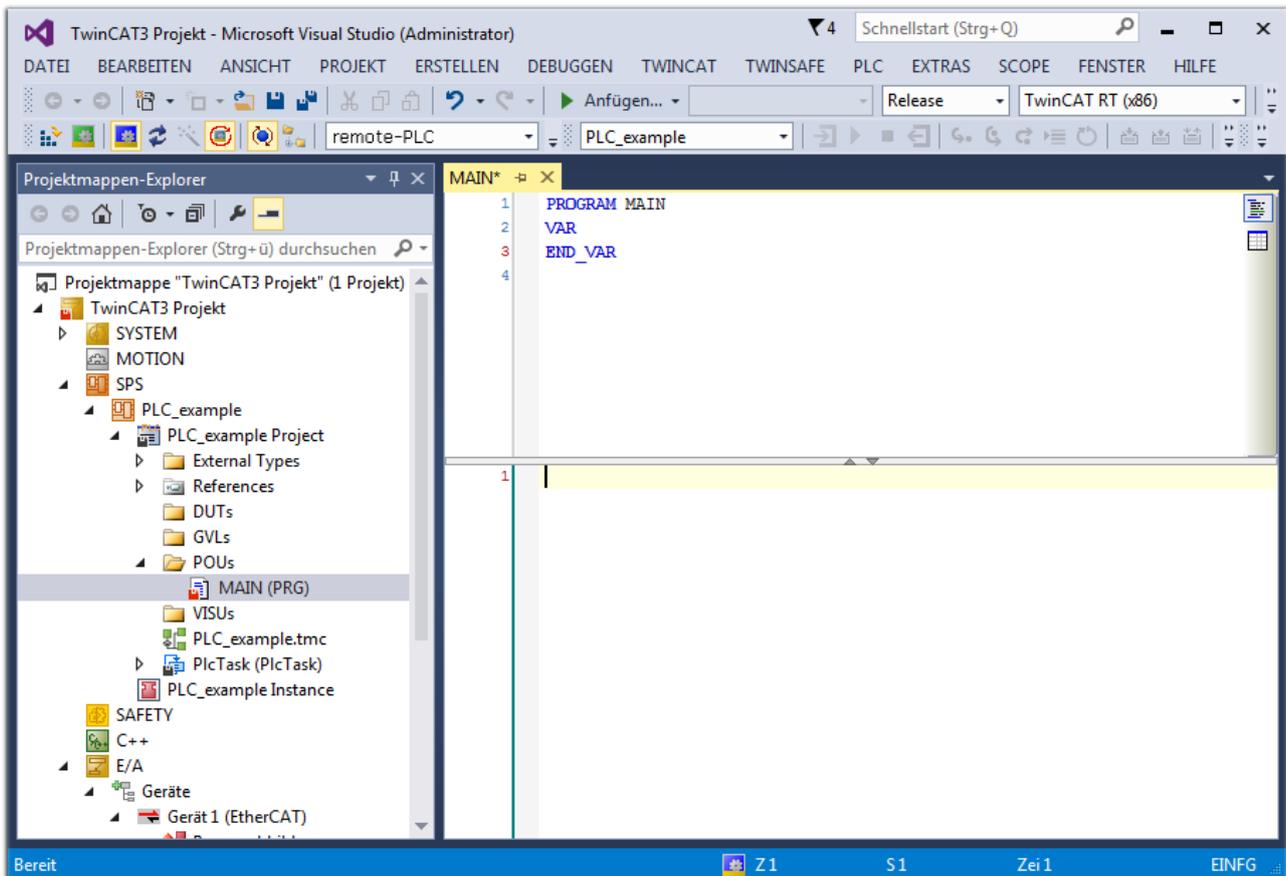


Abb. 62: Initiales Programm „Main“ des Standard PLC Projektes

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

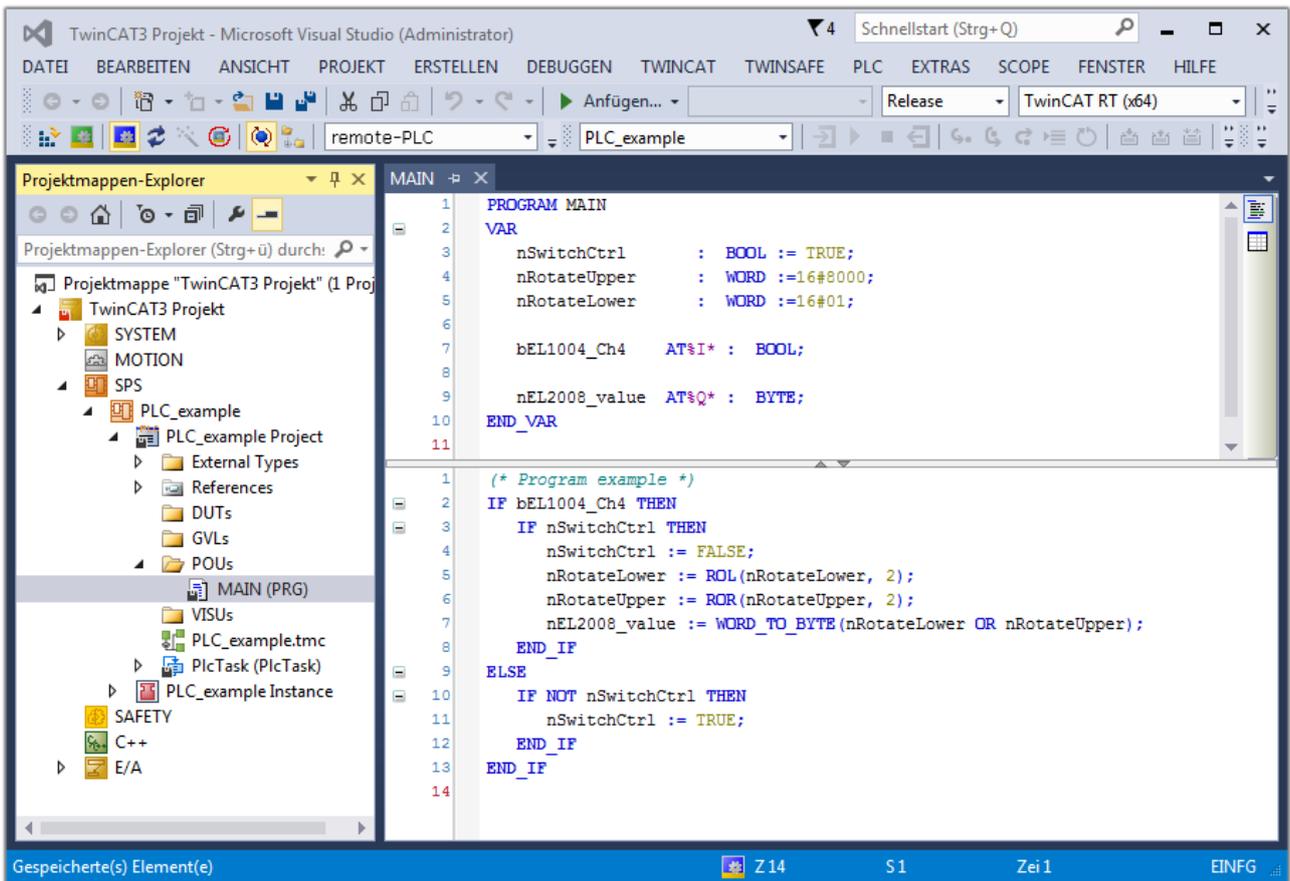


Abb. 63: Beispielprogramm mit Variablen nach einem Kompilervorgang (ohne Variablenanbindung)

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

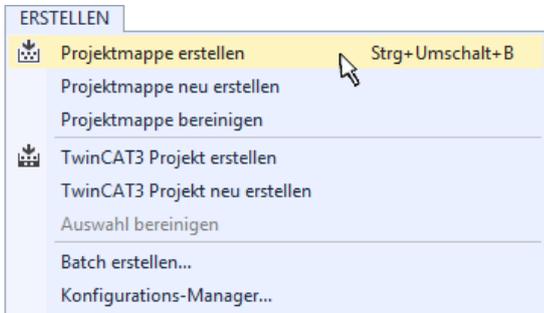
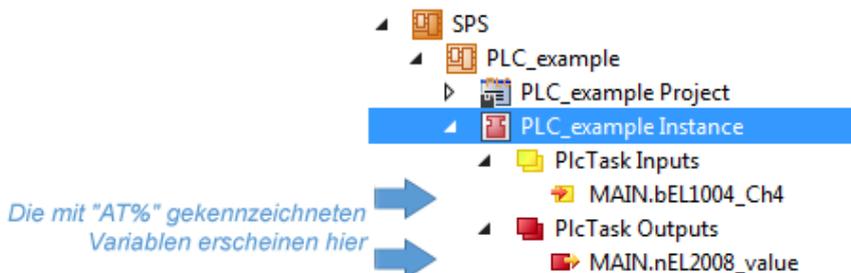


Abb. 64: Kompilierung des Programms starten

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:

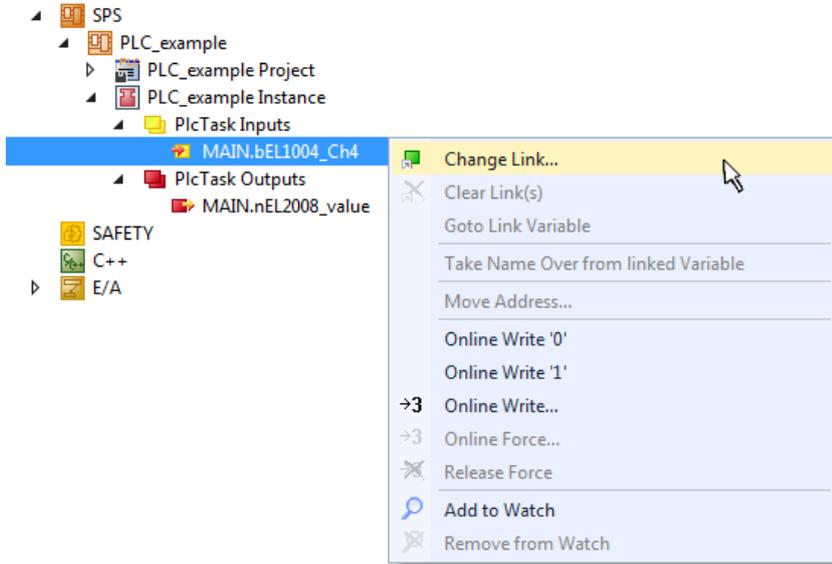


Abb. 65: Erstellen der Verknüpfungen PLC-Variablen zu Prozessobjekten

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

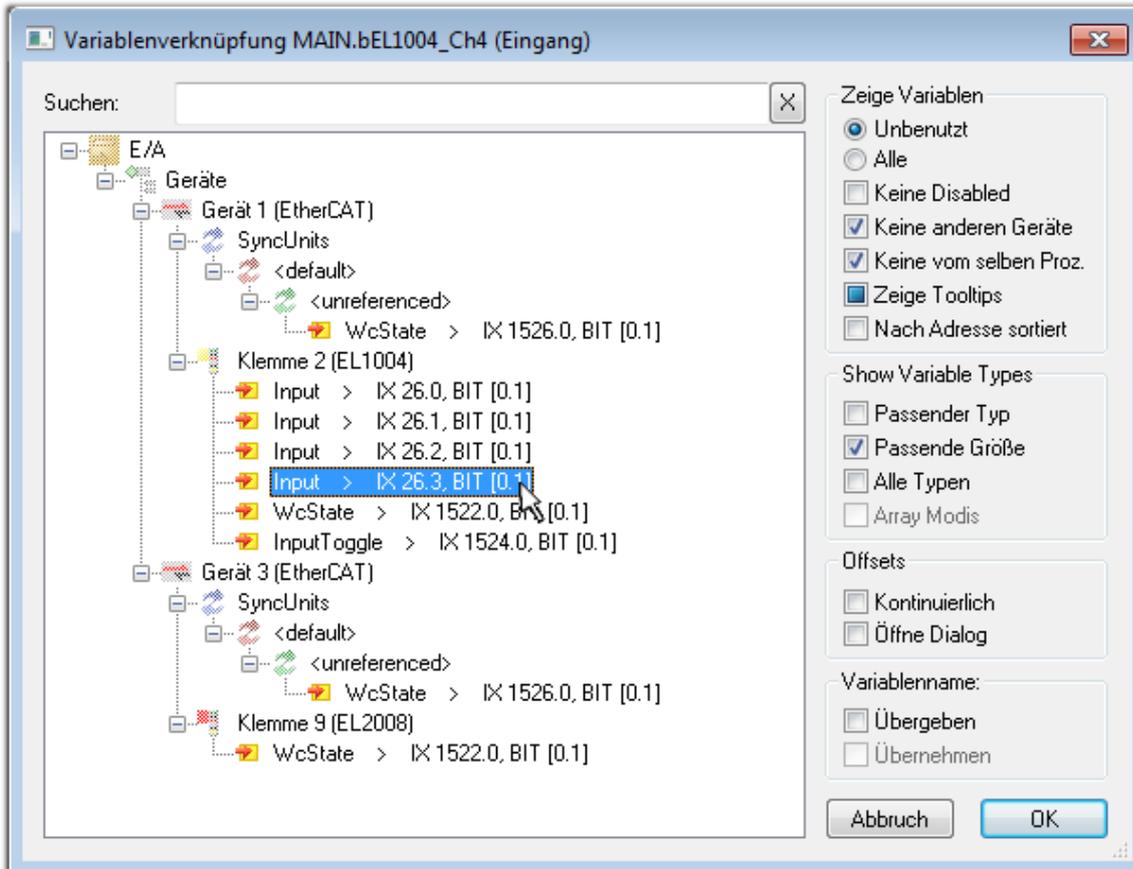


Abb. 66: Auswahl des PDO vom Typ BOOL

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:

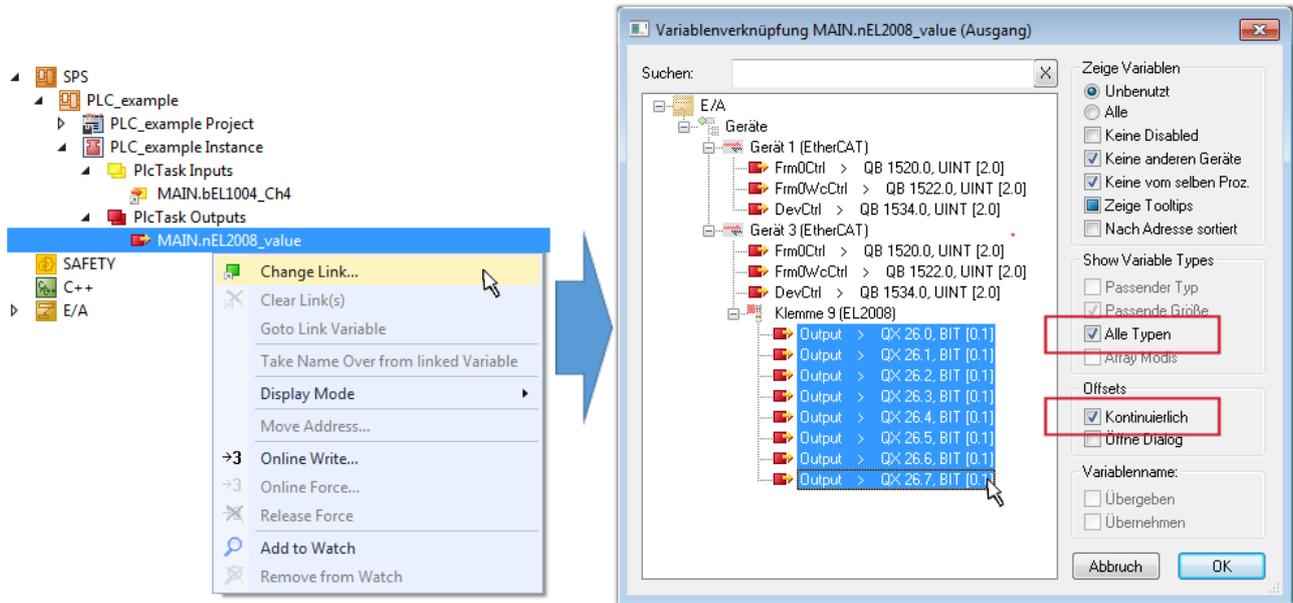


Abb. 67: Auswahl von mehreren PDO gleichzeitig: Aktivierung von „Kontinuierlich“ und „Alle Typen“

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:

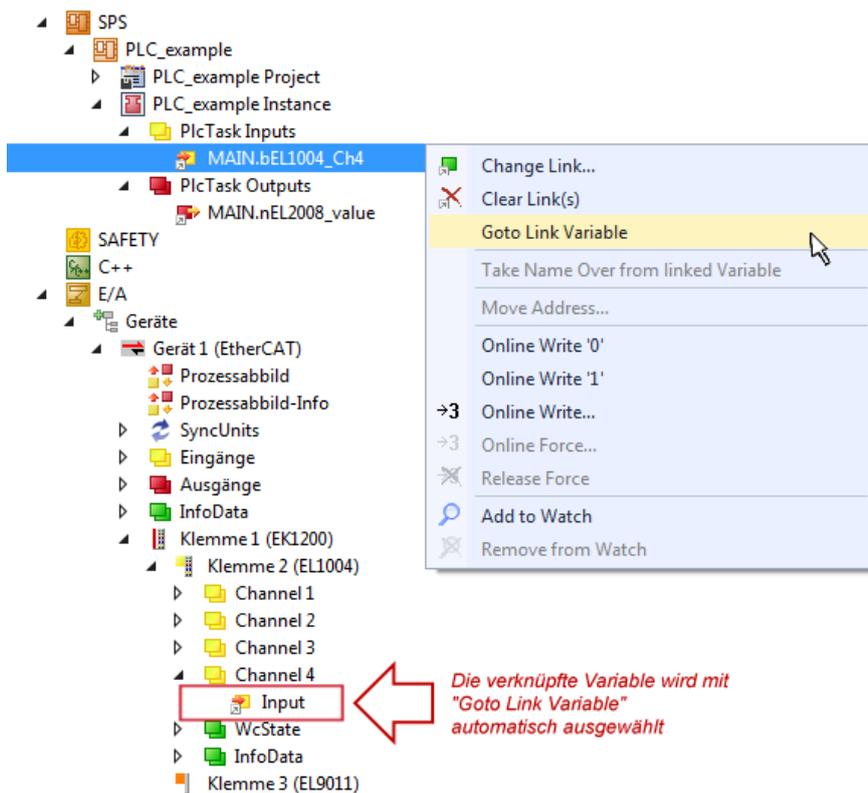


Abb. 68: Anwendung von "Goto Link Variable" am Beispiel von „MAIN.bEL1004\_Ch4“

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.

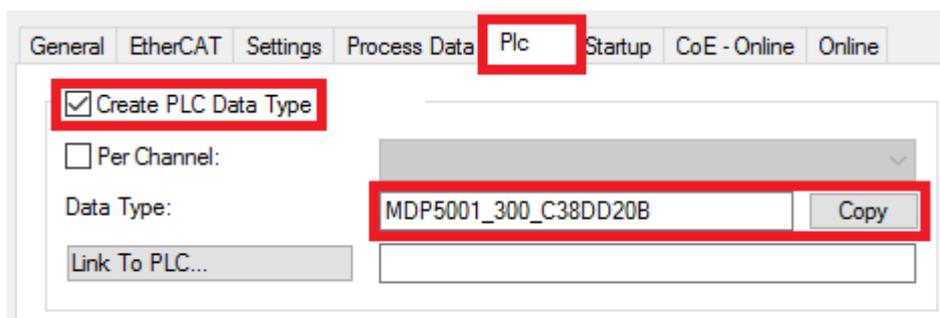


Abb. 69: Erzeugen eines SPS Datentyps

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. 70: 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.

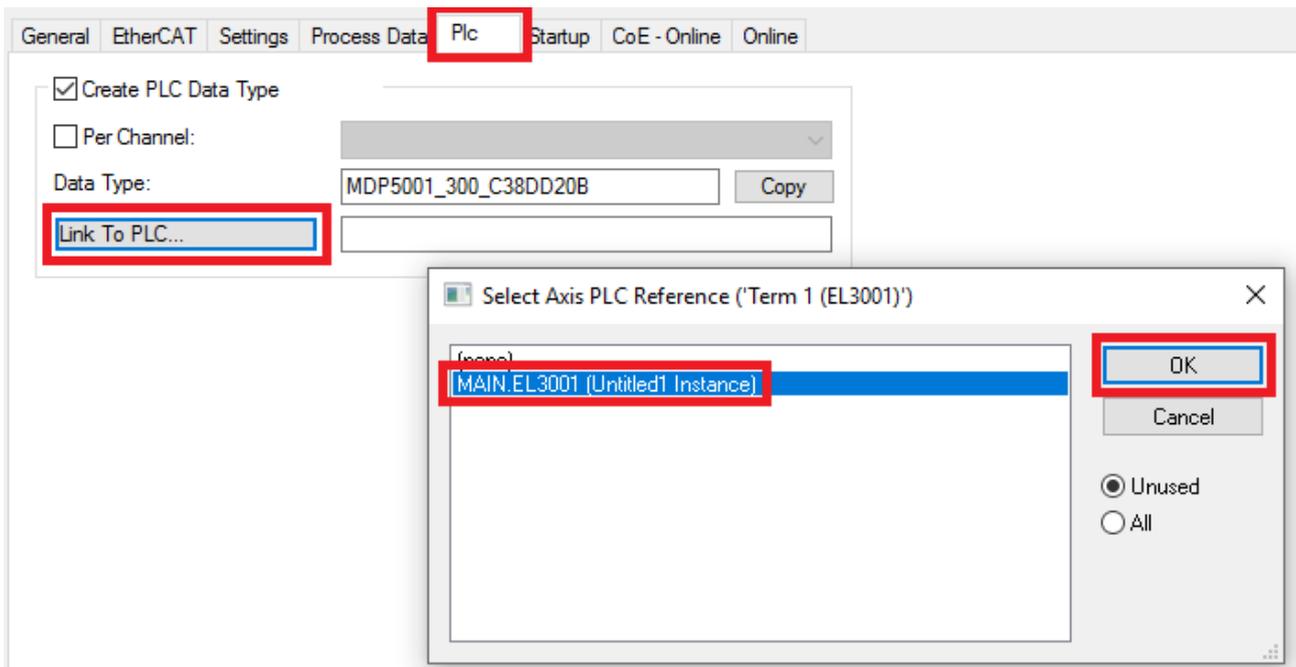


Abb. 71: Verknüpfung der Struktur

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. 72: Lesen einer Variable aus der Struktur der Prozessdaten

### Aktivieren der Konfiguration

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

Ausgängen der Klemmen hergestellt. Nun kann die Konfiguration mit  oder über das Menü unter „TWINCAT“ aktiviert werden, um dadurch Einstellungen der Entwicklungsumgebung auf das Laufzeitsystem zu übertragen. Die darauf folgenden Meldungen „Alte Konfigurationen werden überschrieben!“ sowie „Neustart TwinCAT System in Run Modus“ werden jeweils mit „OK“ bestätigt. Die entsprechenden Zuordnungen sind in dem Projektmappen-Explorer einsehbar:

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

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

### Starten der Steuerung

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

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

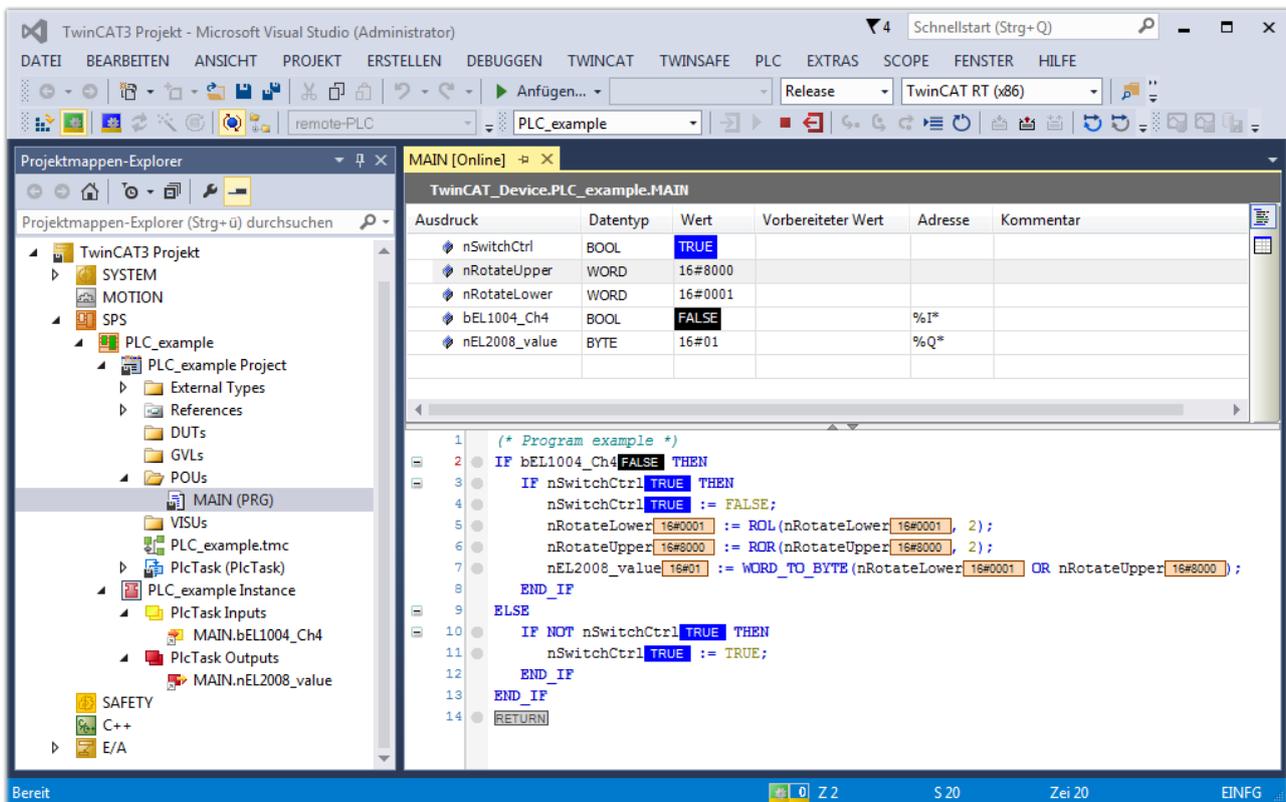


Abb. 73: TwinCAT 3 Entwicklungsumgebung (VS Shell): Logged-in, nach erfolgten Programmstart

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

## 5.2 TwinCAT Entwicklungsumgebung

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

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

### Details:

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

### Zusätzlich bietet:

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

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

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

### 5.2.1 Installation TwinCAT Realtime Treiber

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

Dies kann auf mehreren Wegen vorgenommen werden, ein Weg wird hier vorgestellt.

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

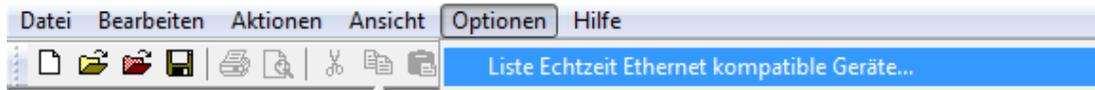


Abb. 74: Aufruf im System Manager (TwinCAT 2)

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

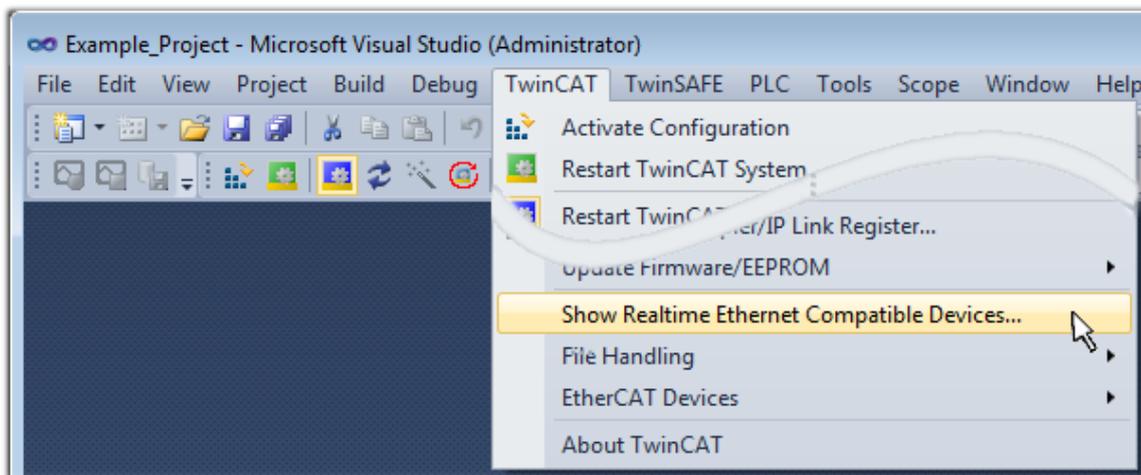


Abb. 75: Aufruf in VS Shell (TwinCAT 3)

Der folgende Dialog erscheint:

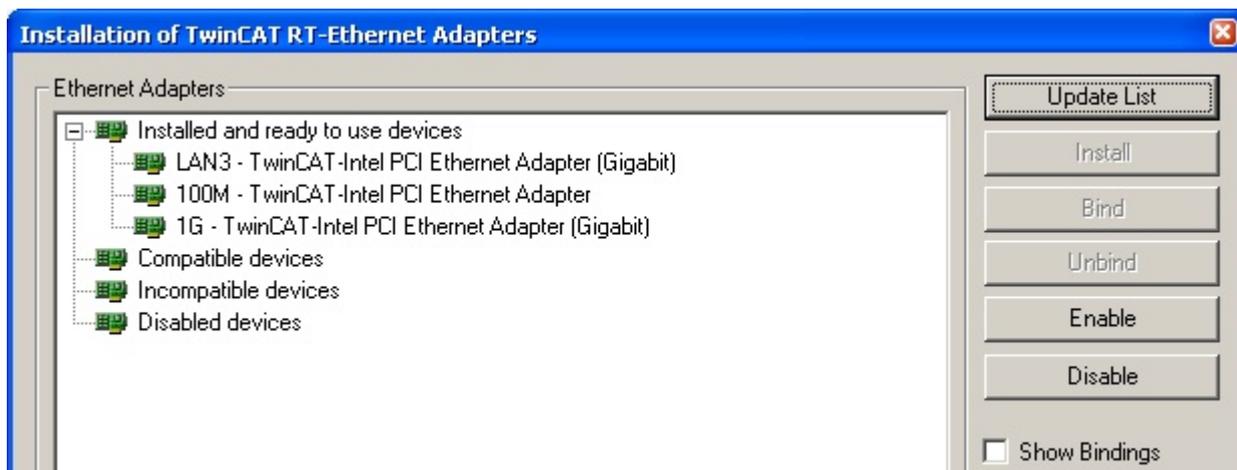


Abb. 76: Übersicht Netzwerkschnittstellen

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

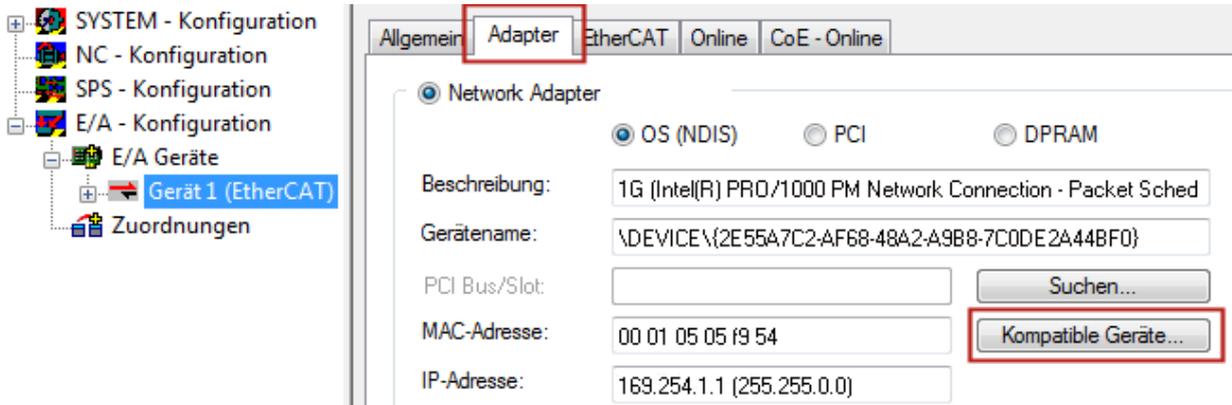
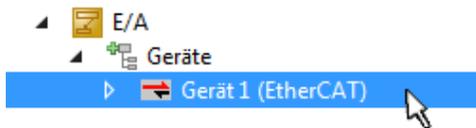


Abb. 77: Eigenschaft von EtherCAT Gerät (TwinCAT 2): Klick auf „Kompatible Geräte...“ von „Adapter“

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)

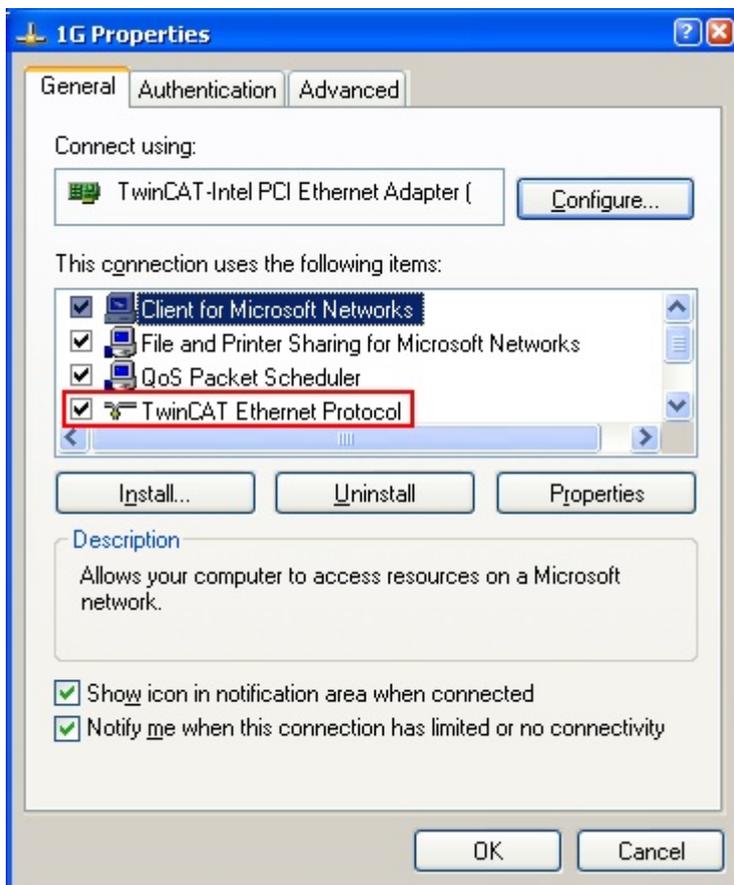


Abb. 78: Windows-Eigenschaften der Netzwerkschnittstelle

Eine korrekte Einstellung des Treibers könnte wie folgt aussehen:



Abb. 79: Beispielhafte korrekte Treiber-Einstellung des Ethernet Ports

Andere mögliche Einstellungen sind zu vermeiden:

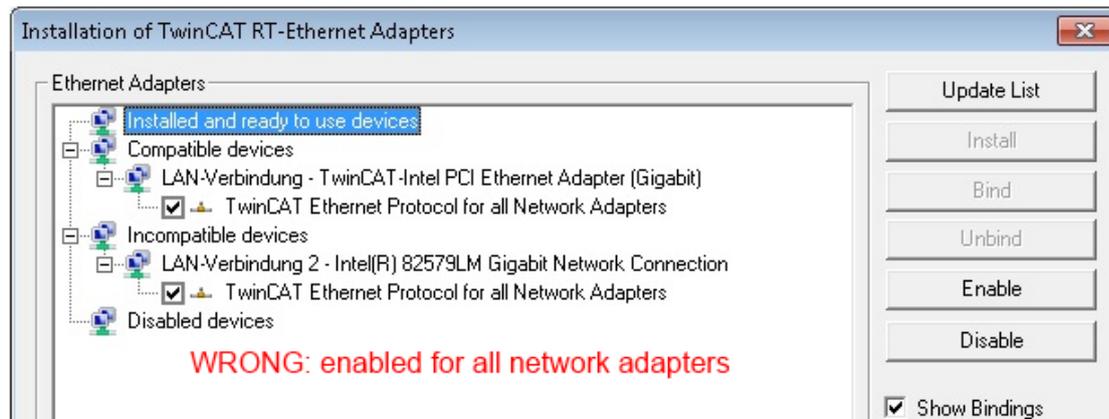
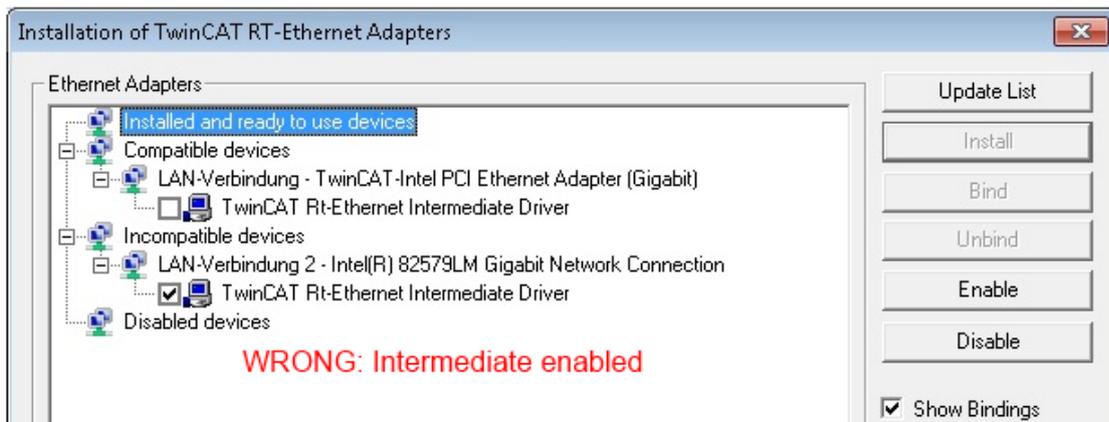
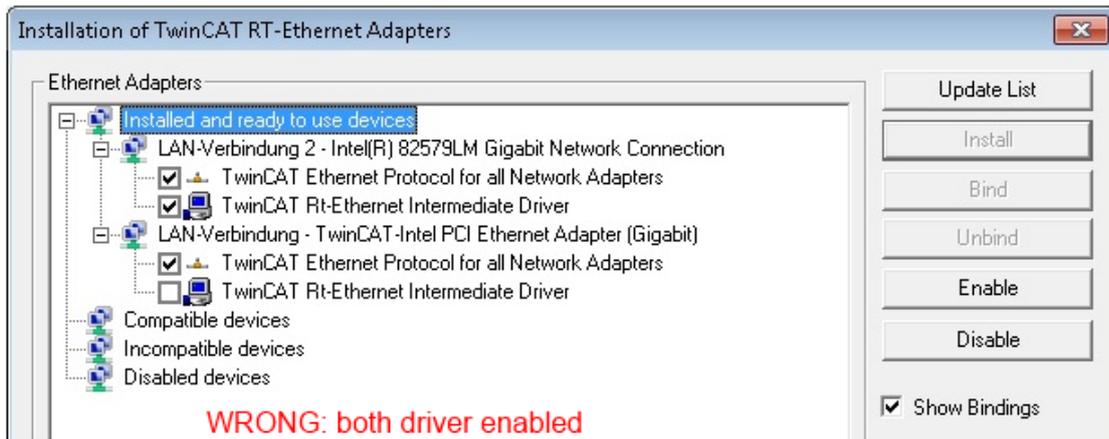


Abb. 80: Fehlerhafte Treiber-Einstellungen des Ethernet Ports

## IP-Adresse des verwendeten Ports

### ● IP Adresse/DHCP

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

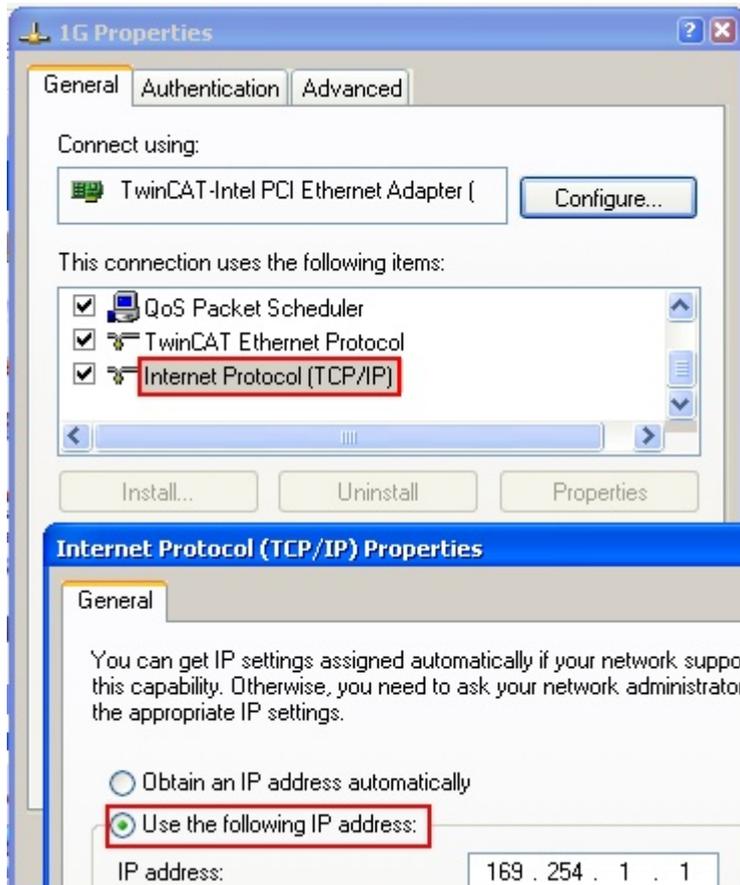


Abb. 81: TCP/IP-Einstellung des Ethernet Ports

## 5.2.2 Hinweise zur ESI-Gerätebeschreibung

### Installation der neuesten ESI-Device-Description

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

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

Die ESI-Dateien sind im Installationsverzeichnis von TwinCAT abzulegen.

Standardeinstellungen:

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

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

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

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

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

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

Hierfür steht der TwinCAT ESI Updater zur Verfügung.



#### ESI

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

### Geräteunterscheidung

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

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

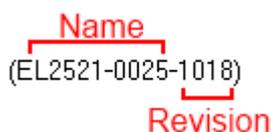


Abb. 82: Gerätebezeichnung: Struktur

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.

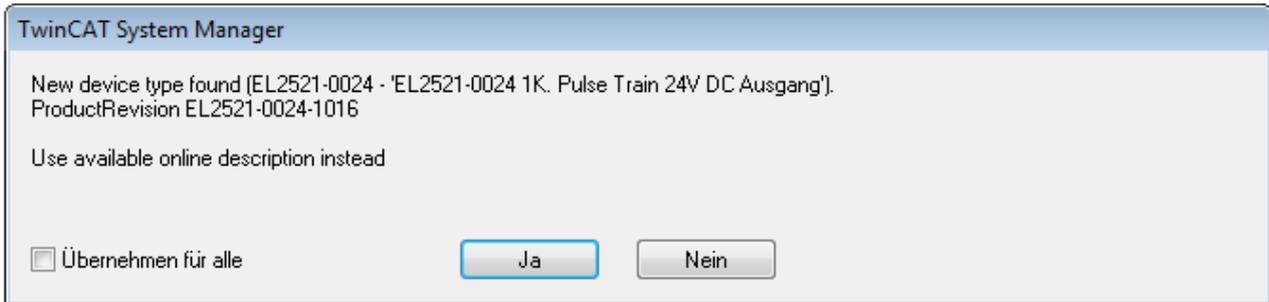


Abb. 83: Hinweisfenster OnlineDescription (TwinCAT 2)

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

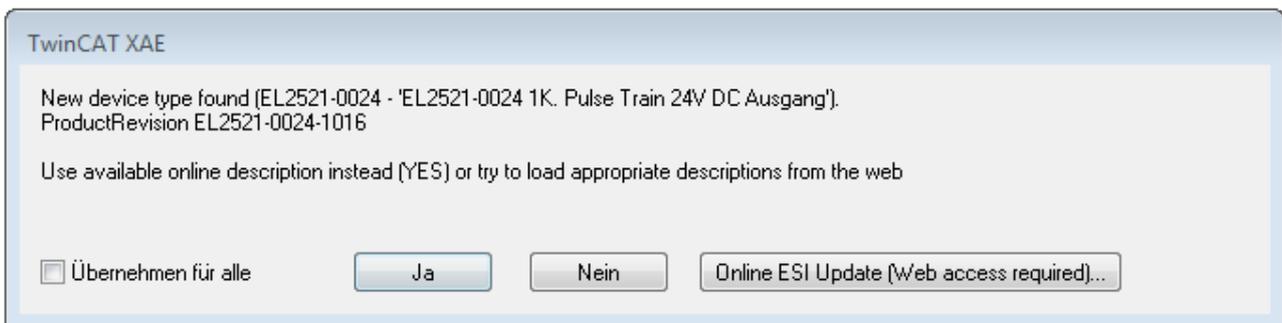


Abb. 84: Hinweisfenster OnlineDescription (TwinCAT 3)

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

**HINWEIS**

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

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

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

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.

OnlineDescriptionCache00000002.xml

Abb. 85: 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. 86: 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.

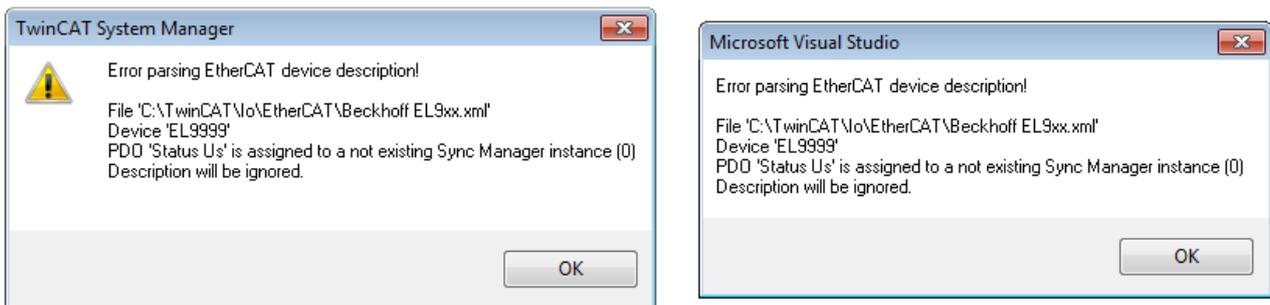


Abb. 87: Hinweisfenster fehlerhafte ESI-Datei (links: TwinCAT 2; rechts: TwinCAT 3)

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:

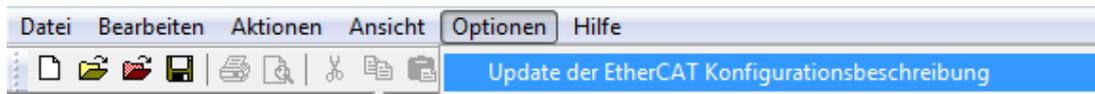


Abb. 88: Anwendung des ESI Updater (>=TwinCAT 2.11)

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

Auswahl bei TwinCAT 3:

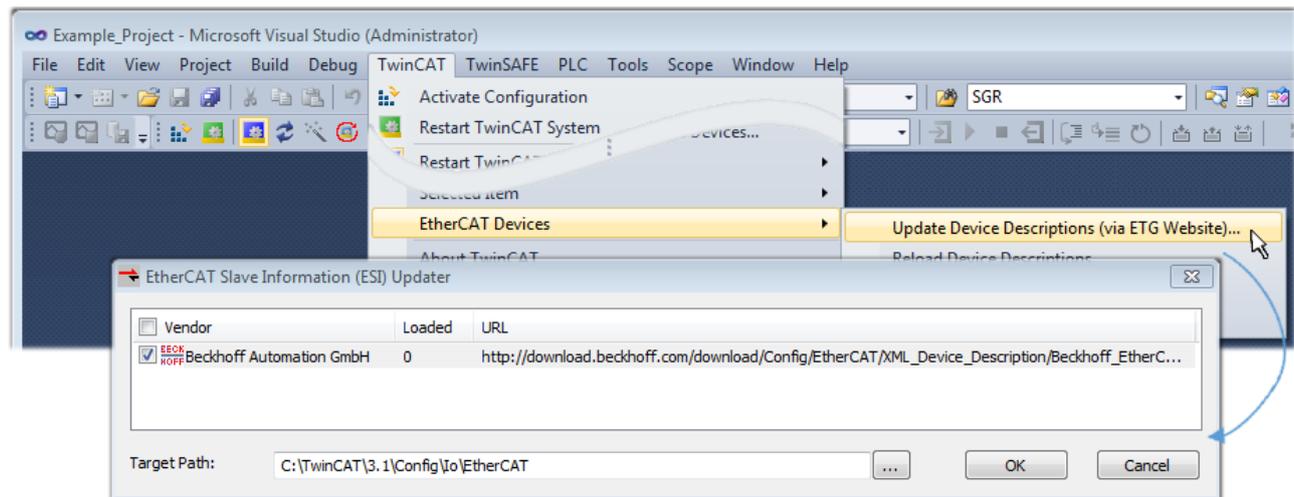


Abb. 89: Anwendung des ESI Updater (TwinCAT 3)

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-ULR-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 parametrierbar werden. Siehe hierzu den Hinweis „Installation der neuesten ESI-XML-Device-Description“.

#### 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 [▶ 88] (Ethernet-Port am IPC)
- Erkennen der angeschlossenen EtherCAT-Teilnehmer [▶ 89]. Dieser Schritt kann auch unabhängig vom vorangehenden durchgeführt werden.
- Problembehandlung [▶ 92]

Auch kann der Scan bei bestehender Konfiguration [▶ 93] 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. 90: 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.

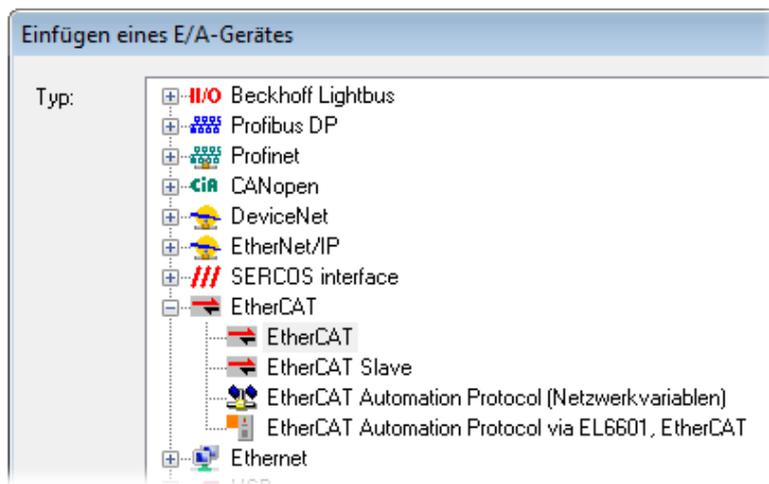


Abb. 91: Auswahl EtherCAT Anschluss (TwinCAT 2.11, TwinCAT 3)

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

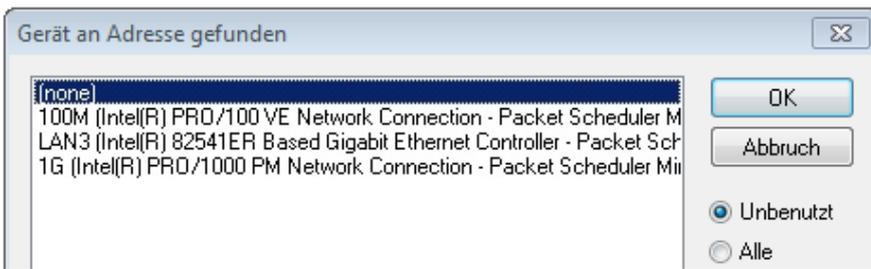


Abb. 92: Auswahl Ethernet Port

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)“.

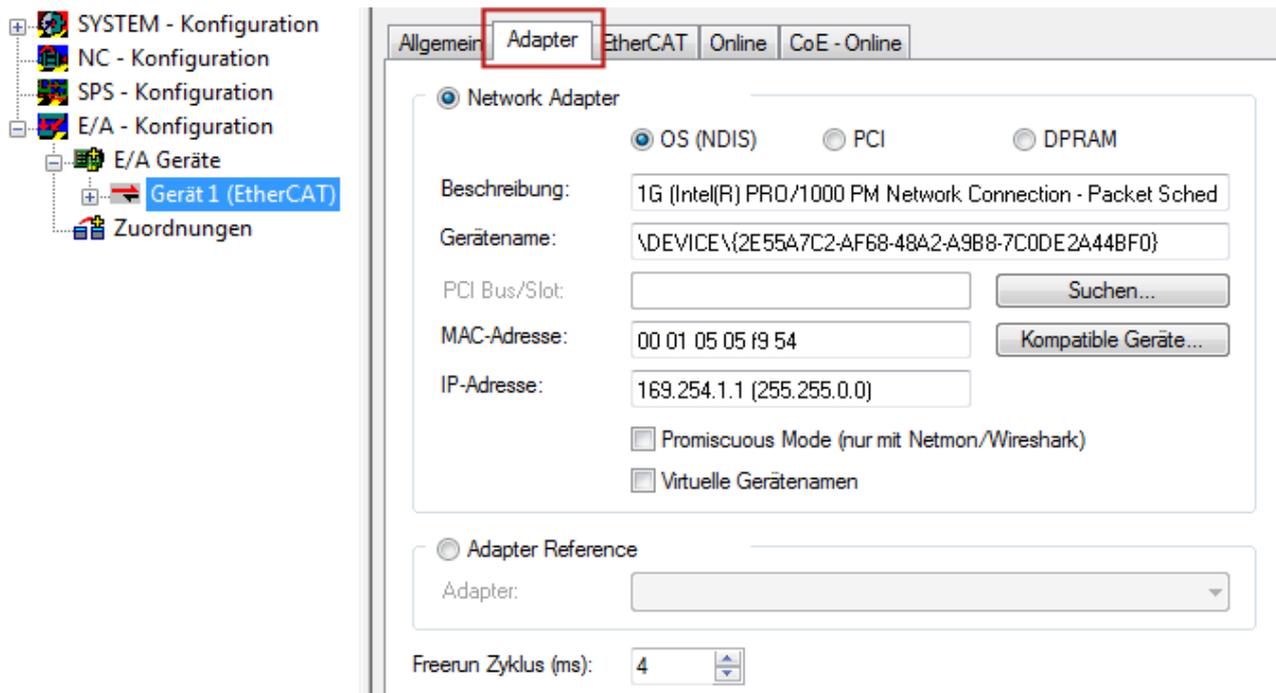
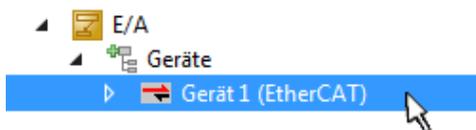


Abb. 93: Eigenschaften EtherCAT Gerät (TwinCAT 2)

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



**i Auswahl des Ethernet-Ports**

Es können nur Ethernet-Ports für ein EtherCAT-Gerät ausgewählt werden, für die der TwinCAT-Realtime-Treiber installiert ist. Dies muss für jeden Port getrennt vorgenommen werden. Siehe dazu die entsprechende Installationsseite.

**Definieren von EtherCAT Slaves**

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

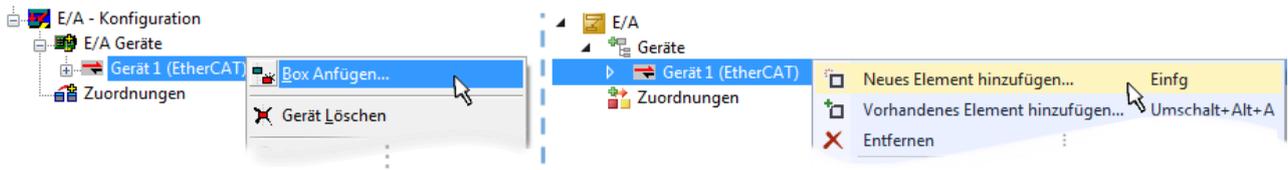


Abb. 94: Anfügen von EtherCAT Geräten (links: TwinCAT 2; rechts: TwinCAT 3)

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).

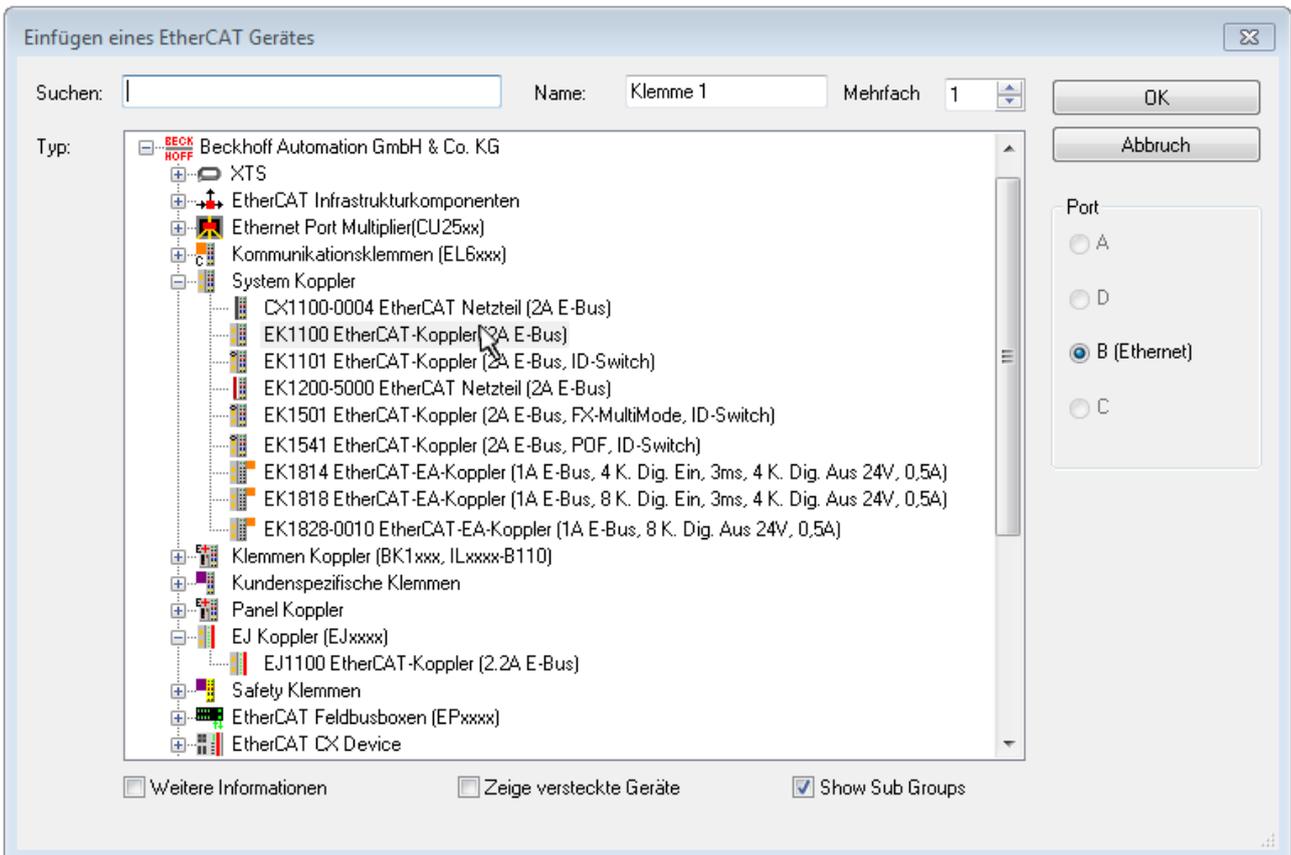


Abb. 95: Auswahldialog neues EtherCAT Gerät

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.

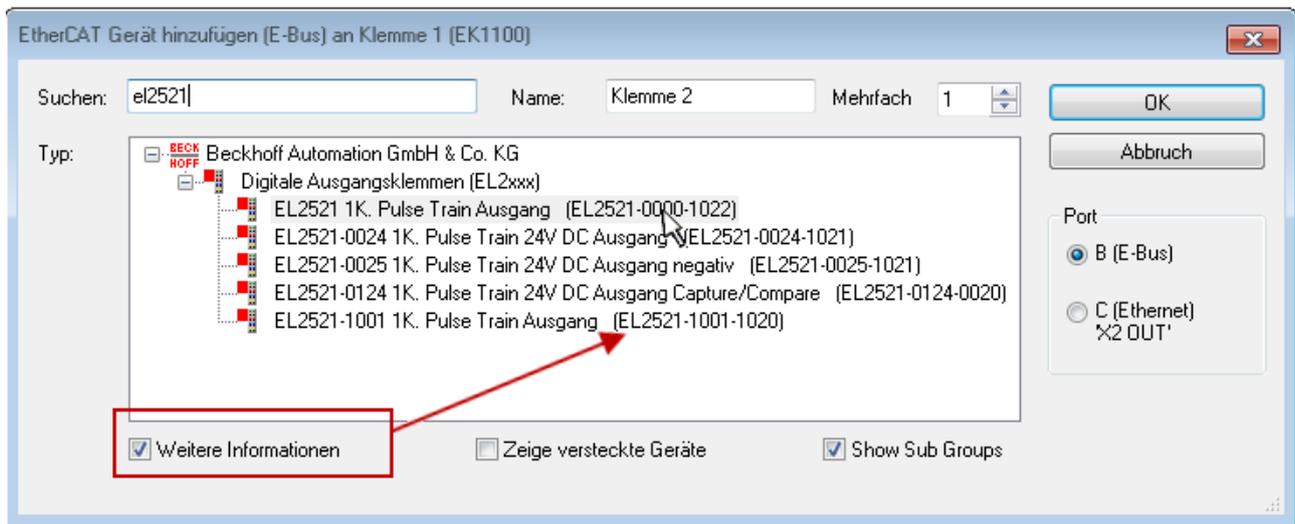


Abb. 96: Anzeige Geräte-Revision

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“.

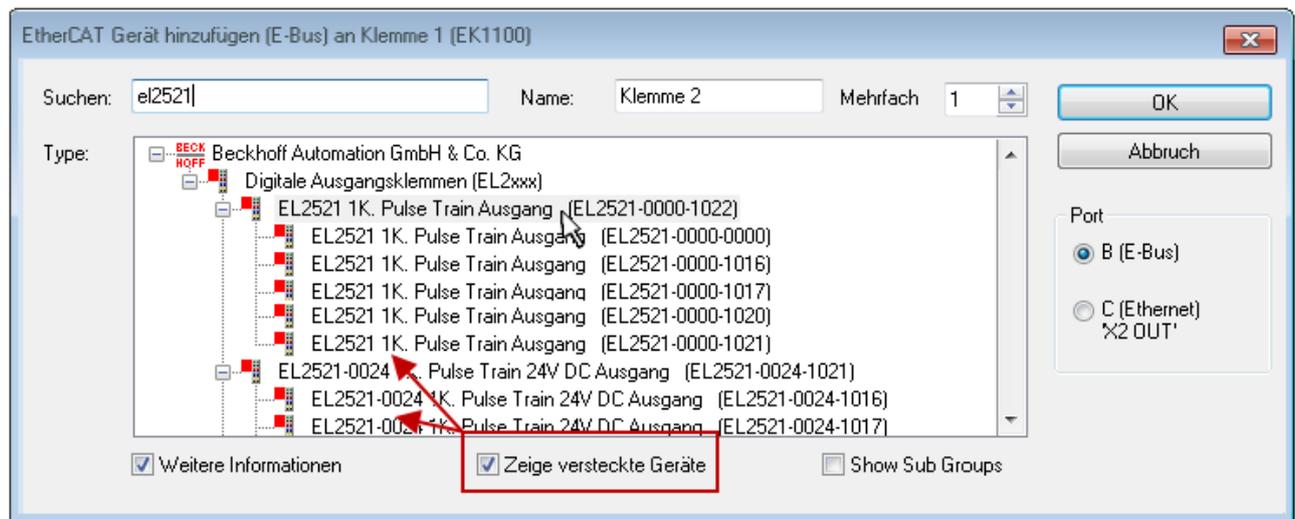


Abb. 97: Anzeige vorhergehender Revisionen

**Geräte-Auswahl nach Revision, Kompatibilität**

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

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

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

**Beispiel**

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

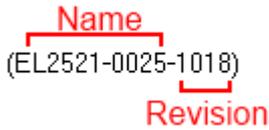


Abb. 98: Name/Revision Klemme

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

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

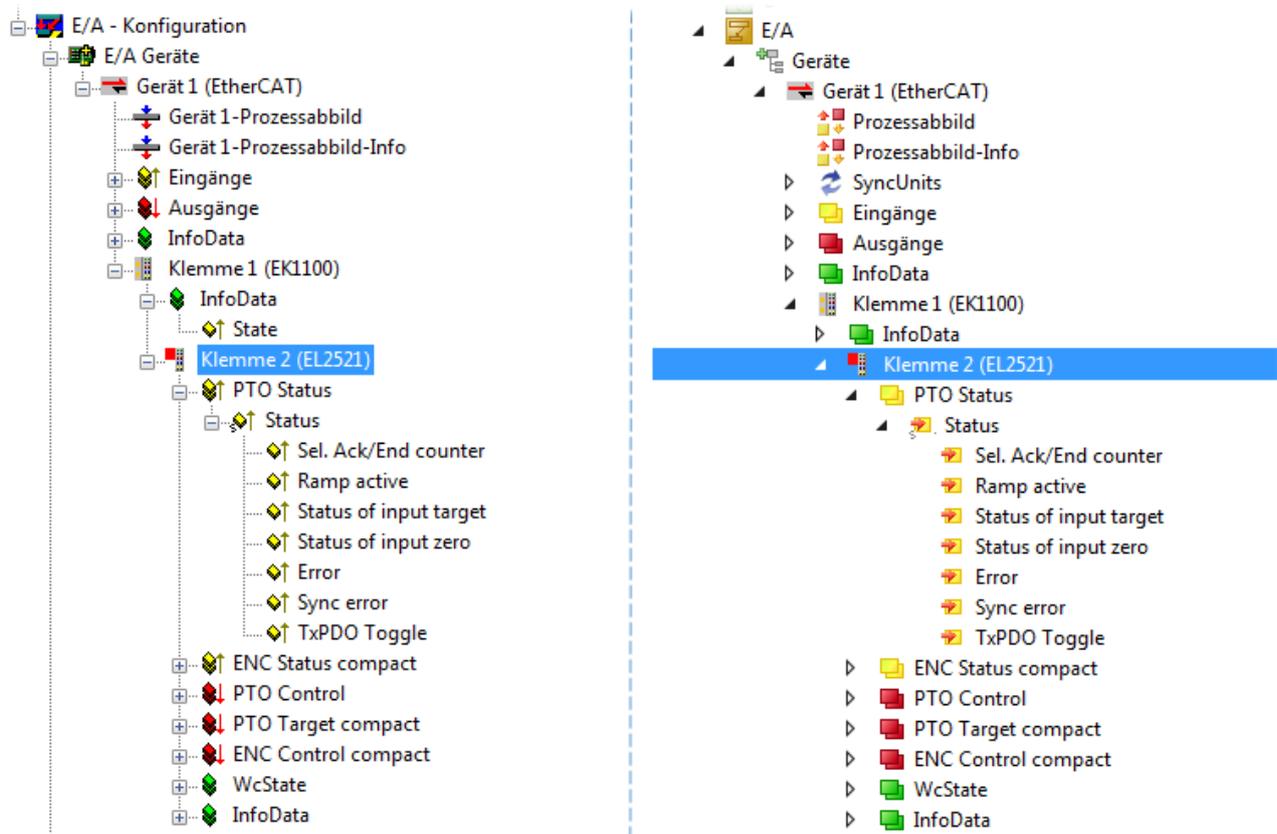


Abb. 99: EtherCAT Klemme im TwinCAT-Baum (links: TwinCAT 2; rechts: TwinCAT 3)

## 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. 100: 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.

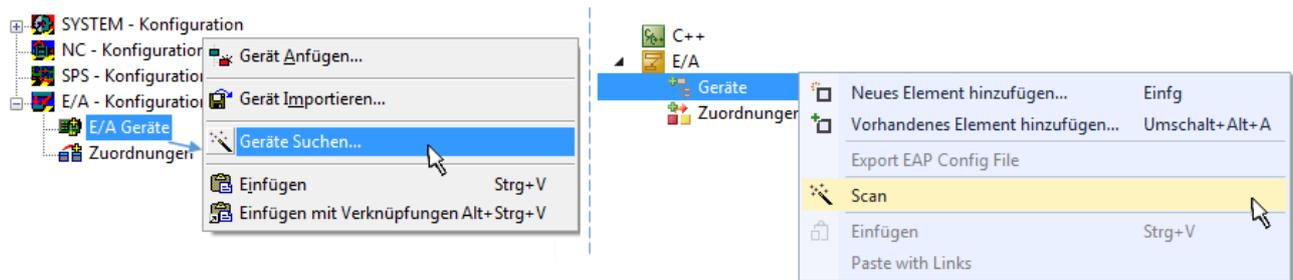


Abb. 101: Scan Devices (links: TwinCAT 2; rechts: TwinCAT 3)

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.

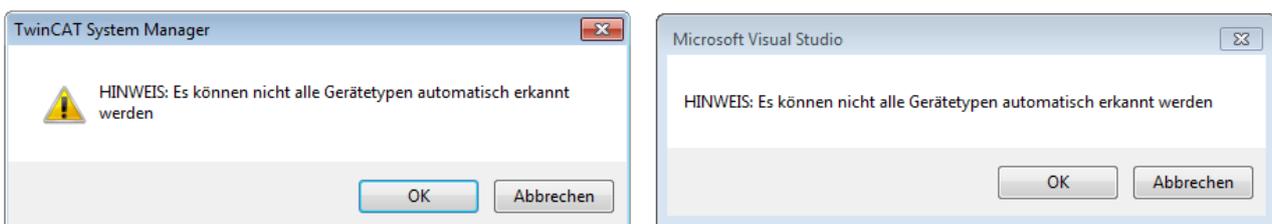


Abb. 102: Hinweis automatischer GeräteScan (links: TwinCAT 2; rechts: TwinCAT 3)

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.

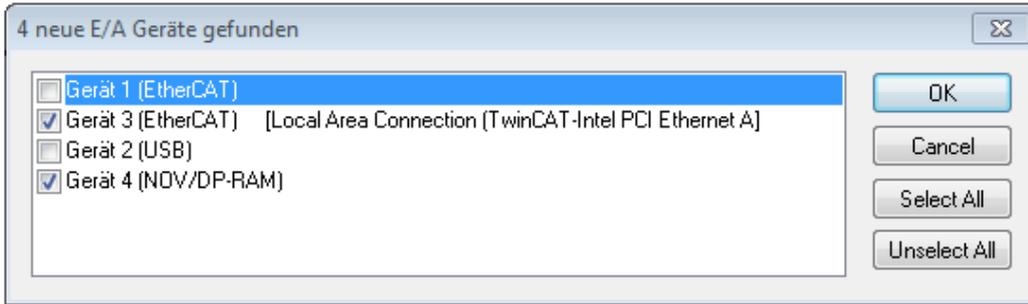


Abb. 103: Erkannte Ethernet-Geräte

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

**● Auswahl des Ethernet-Ports**

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

**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.

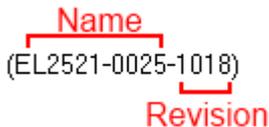


Abb. 104: Beispiel Default-Zustand

**HINWEIS**

**Slave-Scan in der Praxis im Serienmaschinenbau**

Die Scan-Funktion sollte mit Bedacht angewendet werden. Sie ist ein praktisches und schnelles Werkzeug, um für eine Inbetriebnahme eine Erst-Konfiguration als Arbeitsgrundlage zu erzeugen. Im Serienmaschinebau bzw. bei Reproduktion der Anlage sollte die Funktion aber nicht mehr zur Konfigurationserstellung verwendet werden sondern ggf. zum [Vergleich \[► 93\]](#) 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:

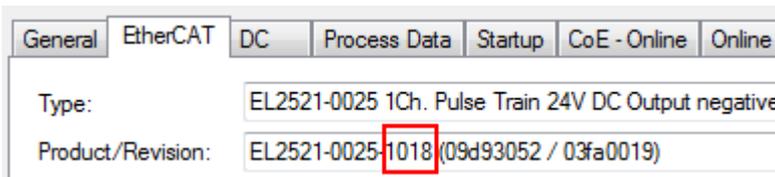


Abb. 105: Einbau EtherCAT-Klemme mit Revision -1018

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

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

Nach einiger Zeit erweitert Beckhoff die EL2521-0025 um ein neues Feature C. Deshalb wird die FW geändert, nach außen hin kenntlich durch einen höheren FW-Stand **und eine neue Revision -1019**. Trotzdem unterstützt das neue Gerät natürlich Funktionen und Schnittstellen der Vorgängerversion(en), eine Anpassung von „B.tsm“ oder gar „B.pro“ ist somit nicht nötig. Die Serienmaschinen können weiterhin mit „B.tsm“ und „B.pro“ gebaut werden, zur Kontrolle der aufgebauten Maschine ist ein vergleichender Scan [►\_93] 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:

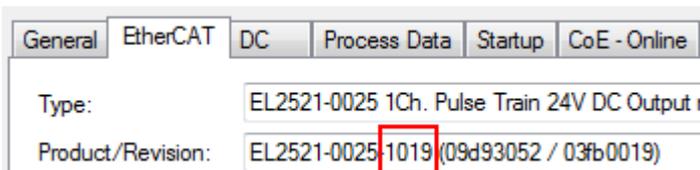


Abb. 106: Erkennen EtherCAT-Klemme mit Revision -1019

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

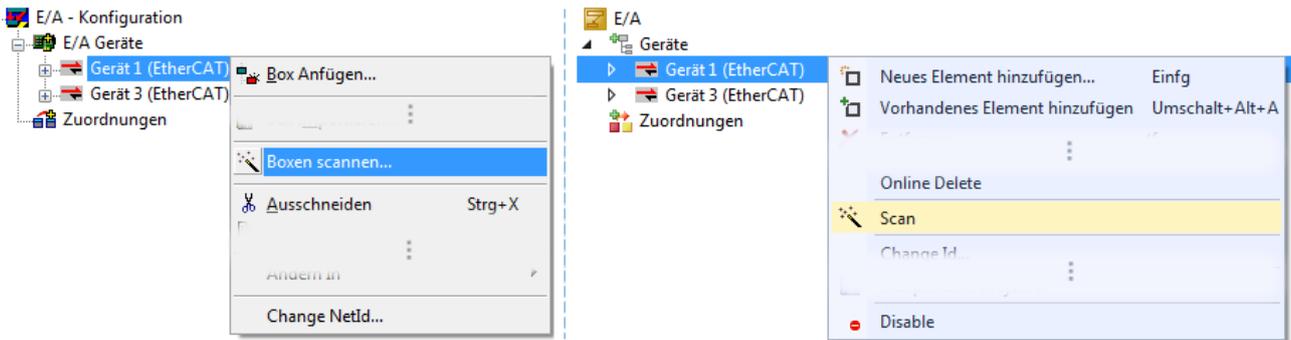


Abb. 108: Manuelles Auslösen des Teilnehmer-Scans auf festgelegtem EtherCAT Device (links: TwinCAT 2; rechts TwinCAT 3)

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

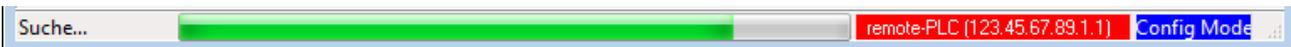


Abb. 109: Scanfortschritt am Beispiel von TwinCAT 2

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



Abb. 110: 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. 111: Anzeige des Wechsels zwischen „Free Run“ und „Config Mode“ unten rechts in der Statusleiste



Abb. 112: 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.

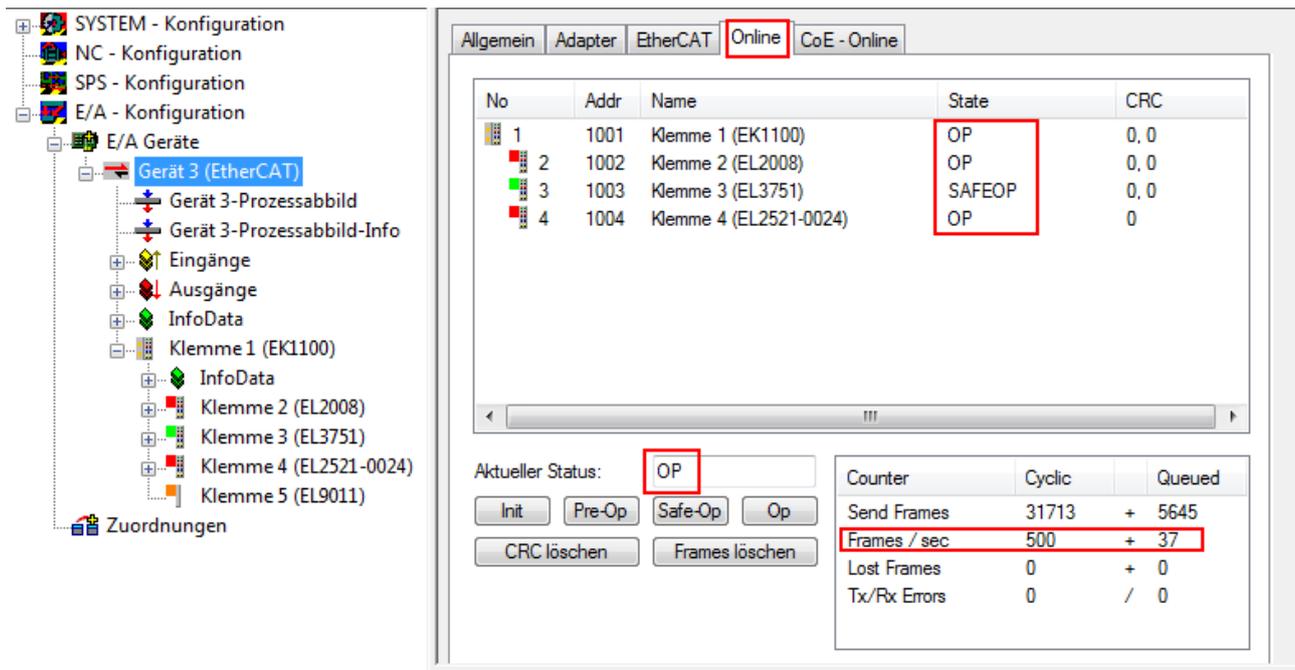


Abb. 113: Beispielhafte Online-Anzeige

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 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.

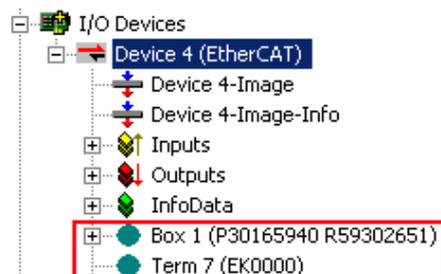


Abb. 114: Fehlerhafte Erkennung

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.

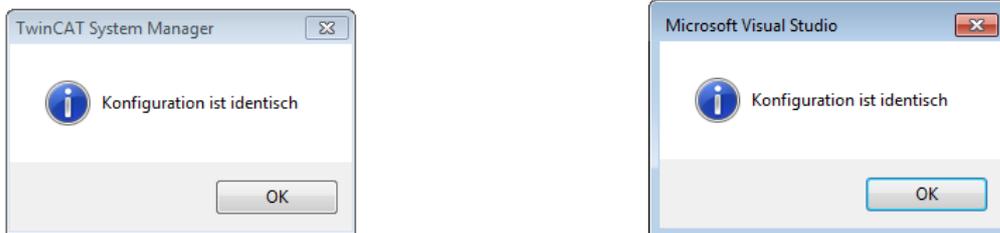


Abb. 115: Identische Konfiguration (links: TwinCAT 2; rechts TwinCAT 3)

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

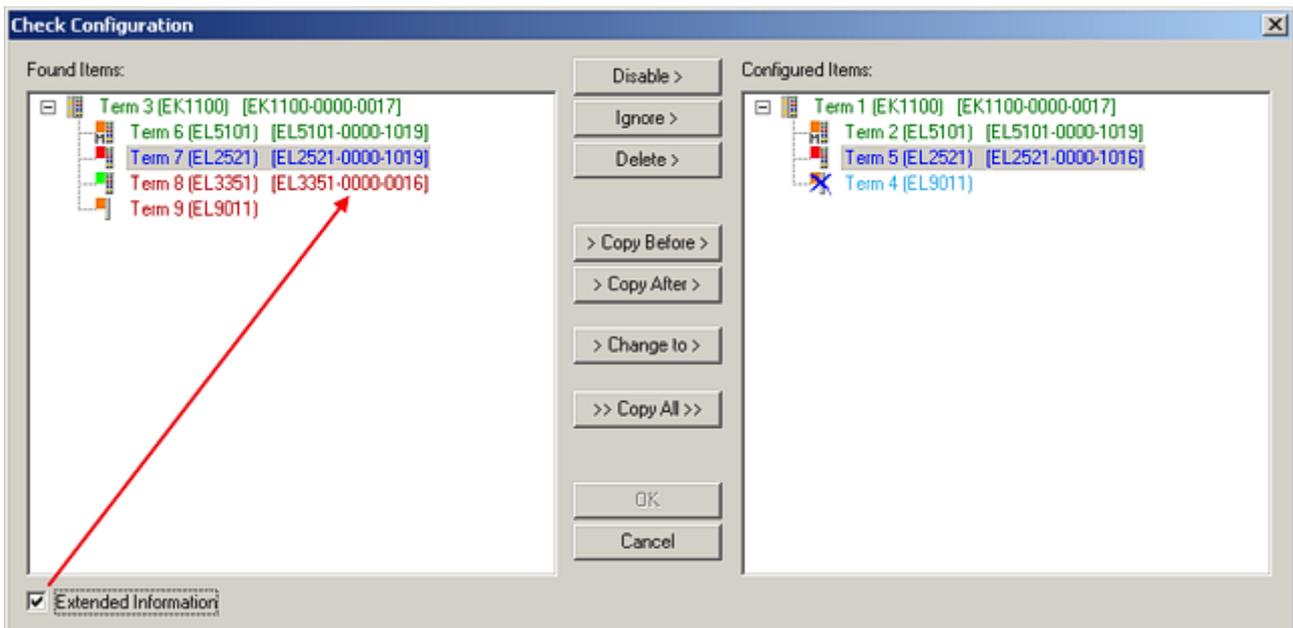


Abb. 116: Korrekturdialog

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

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

**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.

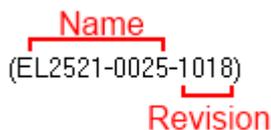


Abb. 117: Name/Revision Klemme

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.

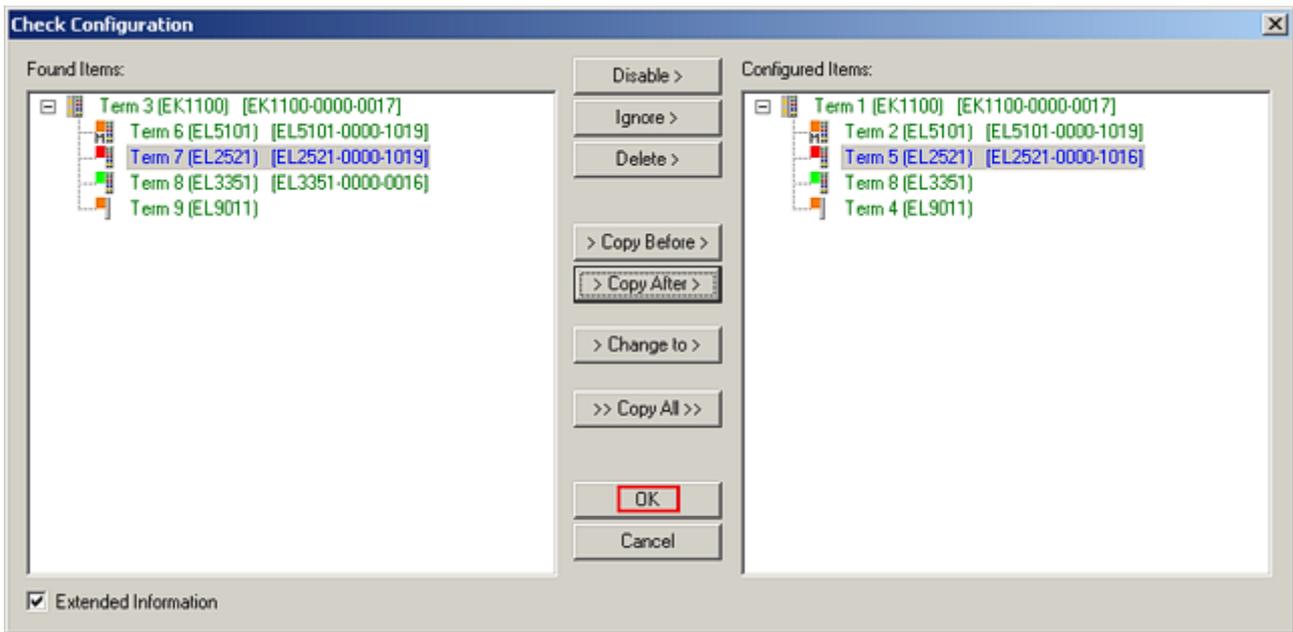


Abb. 118: Korrekturdialog mit Änderungen

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.

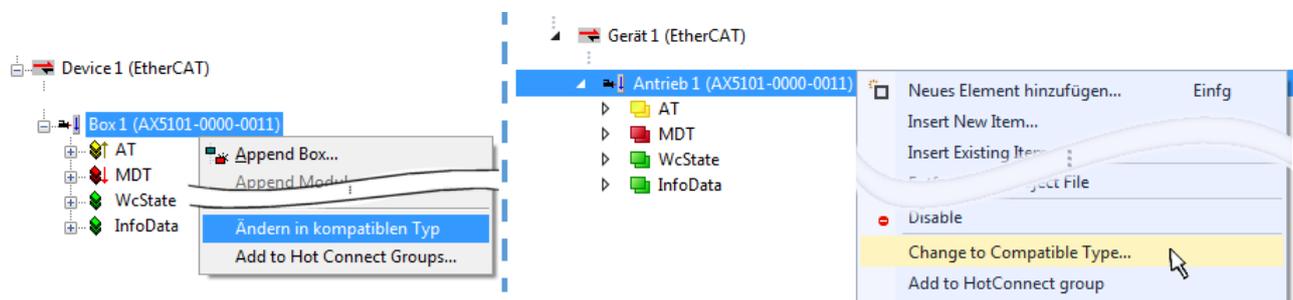


Abb. 119: Dialog „Change to Compatible Type...“ (links: TwinCAT 2; rechts TwinCAT 3)

Diese Funktion ist vorzugsweise auf die AX5000-Geräte anzuwenden.

### Change to Alternative Type

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

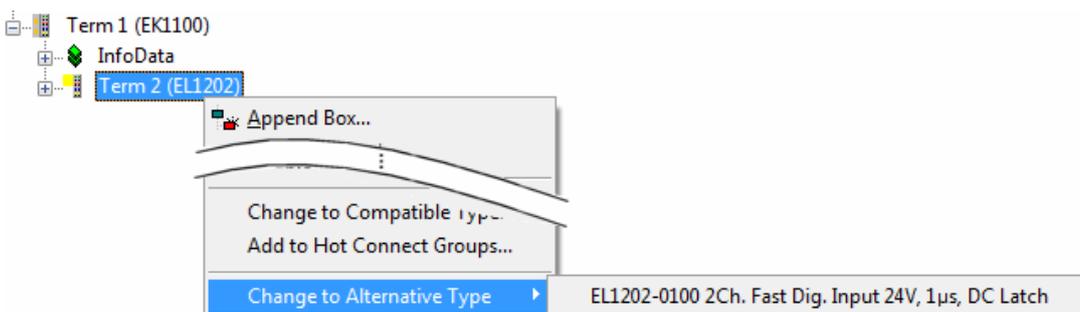


Abb. 120: TwinCAT 2 Dialog Change to Alternative Type

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).

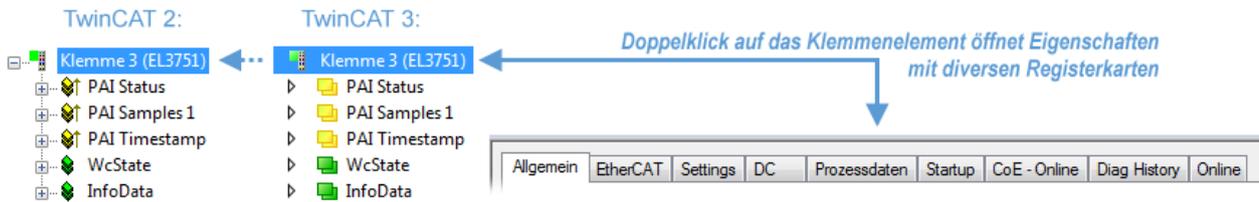


Abb. 121: „Baumzweig“ Element als Klemme EL3751

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“

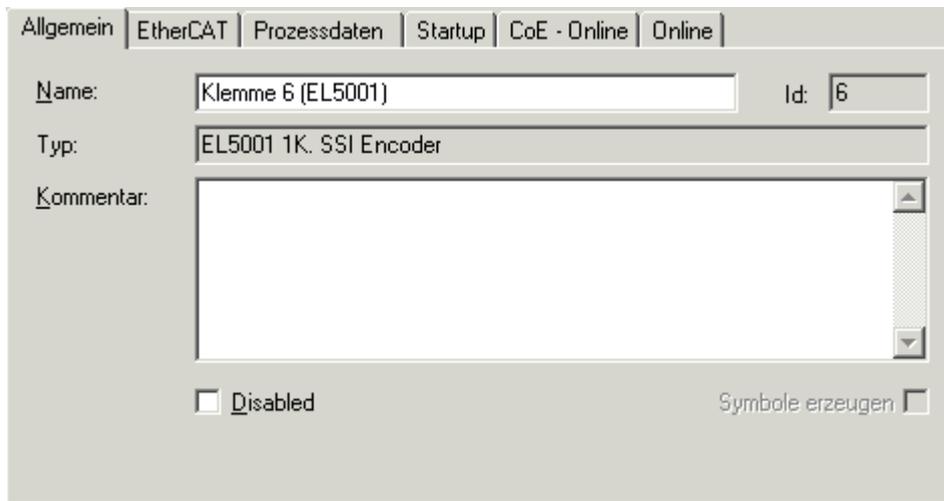


Abb. 122: Karteireiter „Allgemein“

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

**Karteireiter „EtherCAT“**

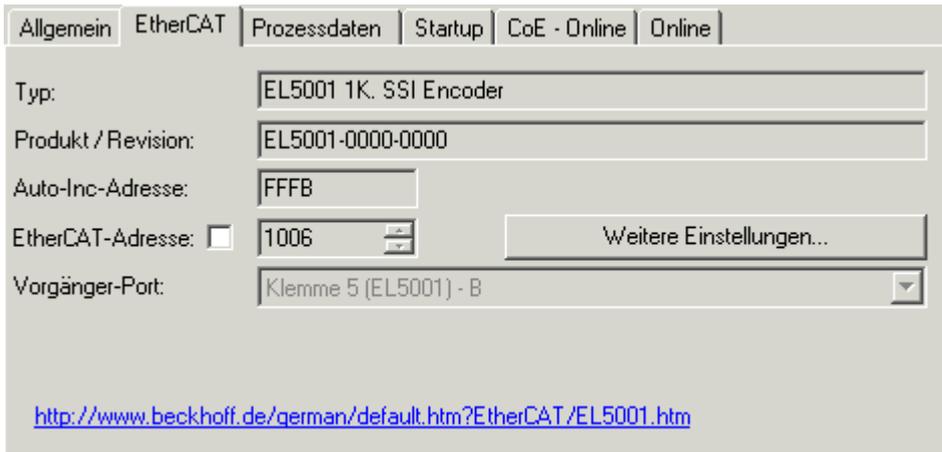


Abb. 123: Karteireiter „EtherCAT“

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

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

**Karteireiter „Prozessdaten“**

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

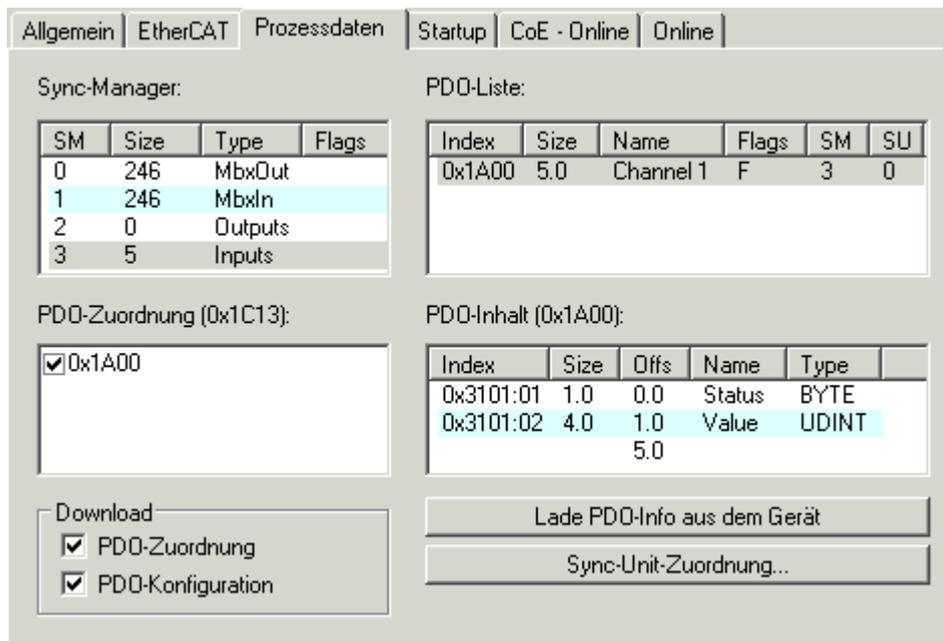


Abb. 124: Karteireiter „Prozessdaten“

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

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

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

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

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

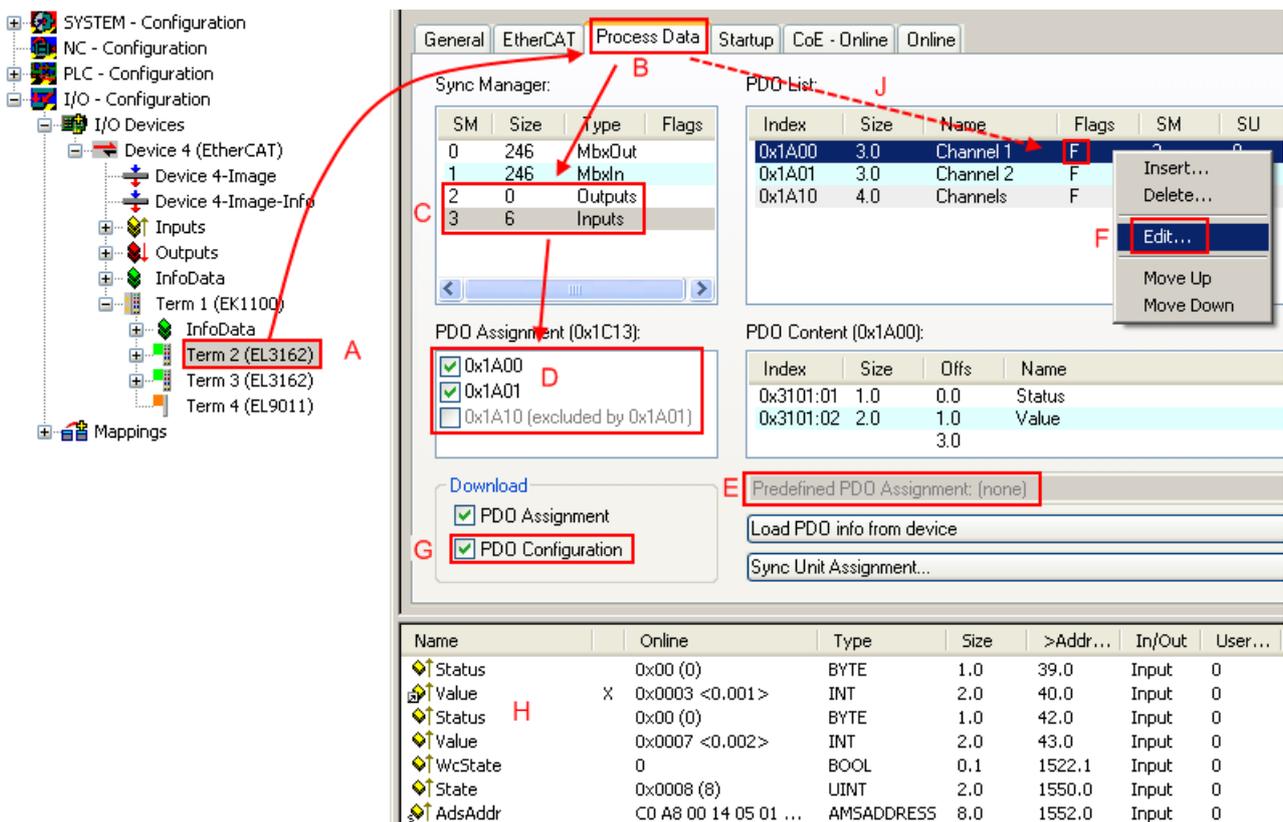


Abb. 125: Konfigurieren der Prozessdaten

**i Manuelle Veränderung der Prozessdaten**

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

Eine detaillierte Beschreibung [► 104] 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.

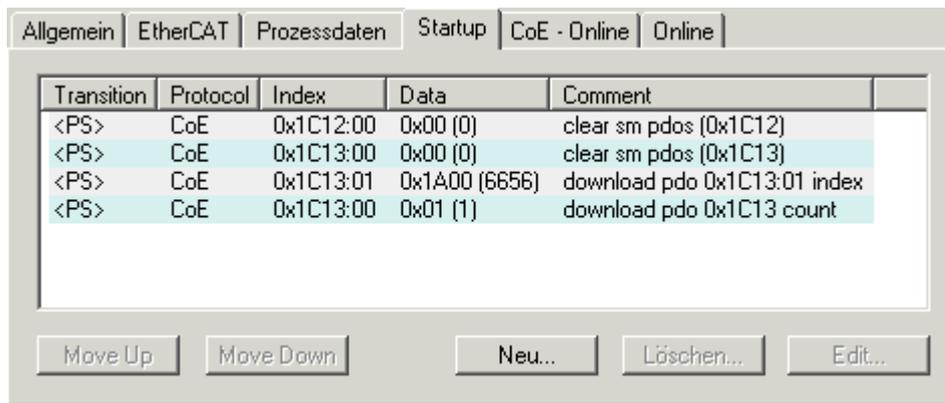


Abb. 126: Karteireiter „Startup“

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.

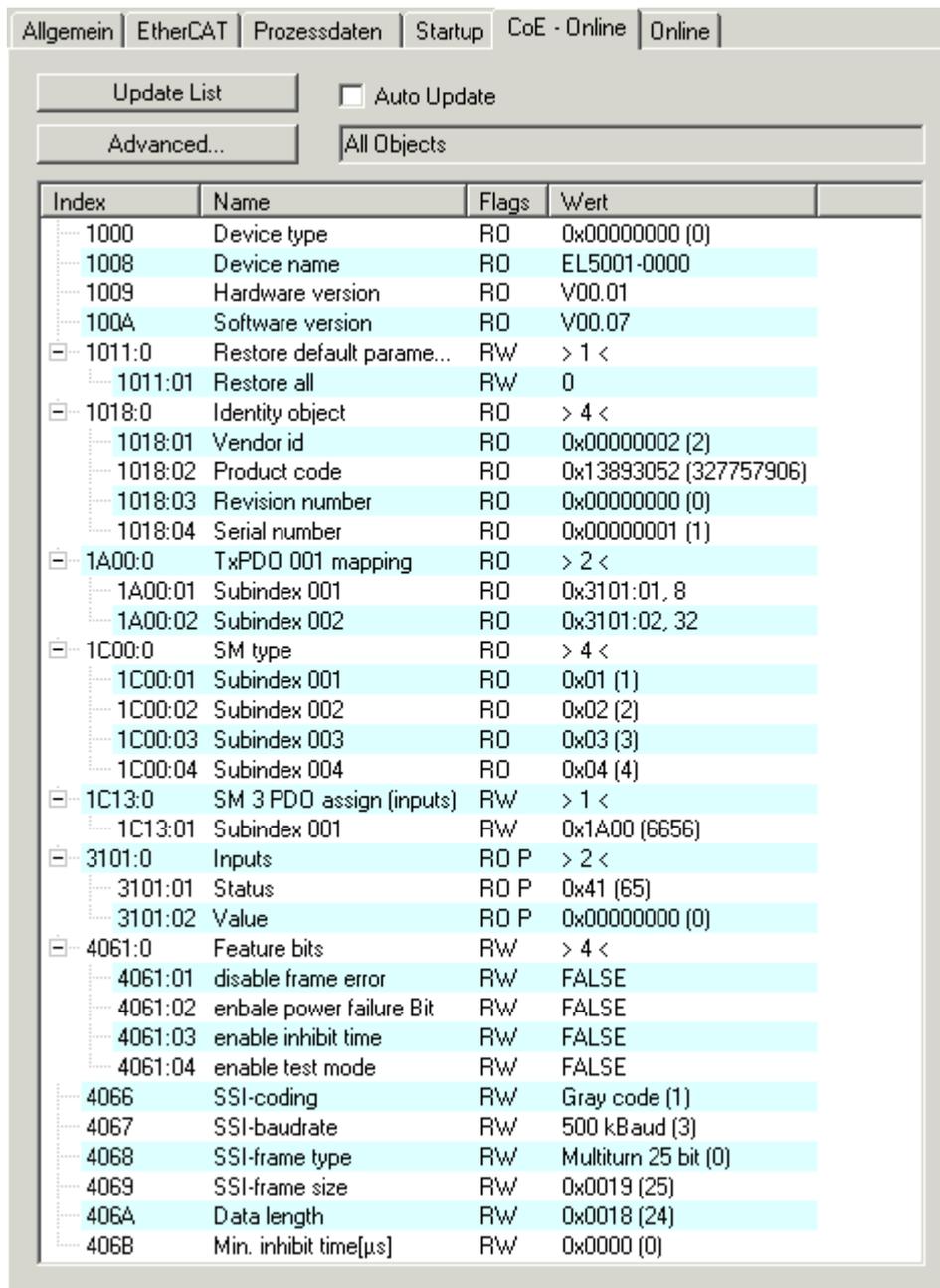


Abb. 127: Karteireiter „CoE - Online“

**Darstellung der Objekt-Liste**

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

- Update List** Die Schaltfläche *Update List* aktualisiert alle Objekte in der Listenanzeige
- Auto Update** Wenn dieses Kontrollkästchen angewählt ist, wird der Inhalt der Objekte automatisch aktualisiert.
- Advanced** Die Schaltfläche *Advanced* öffnet den Dialog *Advanced Settings*. Hier können Sie festlegen, welche Objekte in der Liste angezeigt werden.

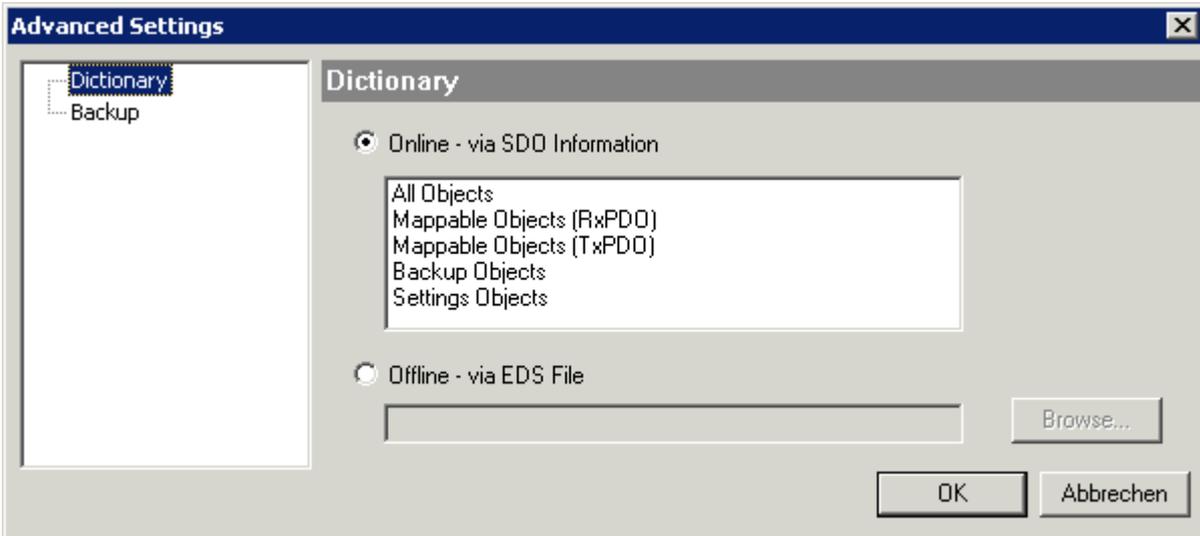


Abb. 128: Dialog „Advanced settings“

- 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“**

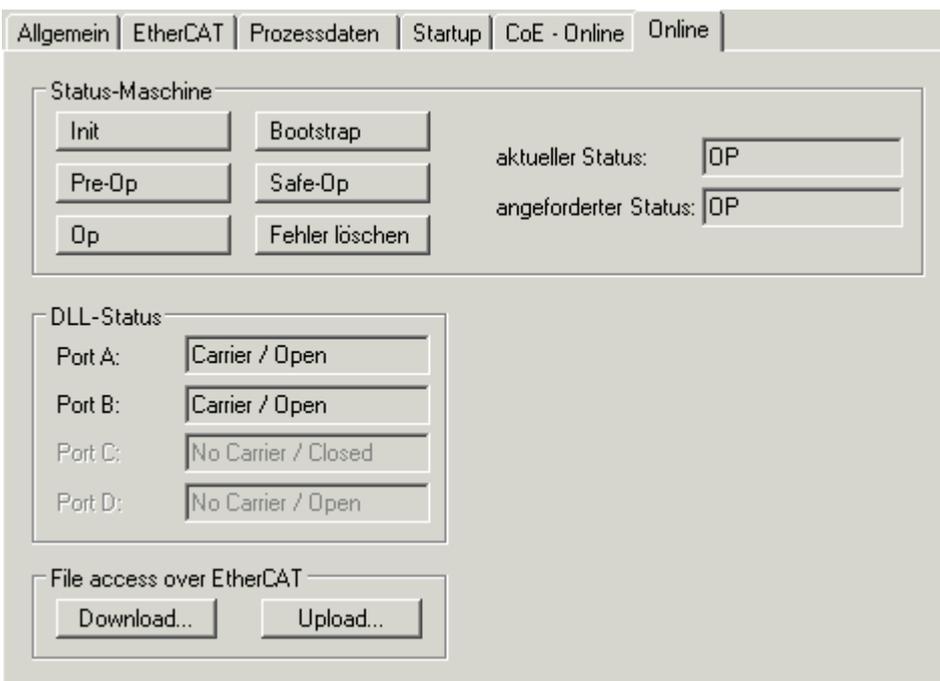


Abb. 129: Karteireiter „Online“

**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. 130: Karteireiter „DC“ (Distributed Clocks)

- Betriebsart** Auswahlmöglichkeiten (optional):
  - FreeRun
  - SM-Synchron
  - DC-Synchron (Input based)
  - DC-Synchron
- Erweiterte Einstellungen...** Erweiterte Einstellungen für die Nachregelung der echtzeitbestimmenden TwinCAT-Uhr

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

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

### 5.2.7.1 Detaillierte Beschreibung des Karteireiters „Prozessdaten“

#### Sync-Manager

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

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

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

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

#### PDO-Zuordnung

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

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

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

#### ● 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 \[► 102\]](#))
- b) der System-Manager die EtherCAT-Slaves neu laden

(Schaltfläche  bei TwinCAT 2 bzw.  bei TwinCAT 3)

#### PDO-Liste

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

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

### PDO-Inhalt

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

### Download

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

### PDO-Zuordnung

Falls dieses Kontrollkästchen angewählt ist, wird die PDO-Zuordnung die in der PDO-Zuordnungsliste konfiguriert ist beim Startup zum Gerät herunter geladen. Die notwendigen, zum Gerät zu sendenden Kommandos können in auf dem Karteireiter [Startup \[► 99\]](#) betrachtet werden.

### PDO-Konfiguration

Falls dieses Kontrollkästchen angewählt ist, wird die Konfiguration des jeweiligen PDOs (wie sie in der PDO-Liste und der Anzeige PDO-Inhalt angezeigt wird) zum EtherCAT-Slave herunter geladen.

## 5.3 Allgemeine Inbetriebnahmehinweise des EtherCAT Slaves

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

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

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

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

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

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

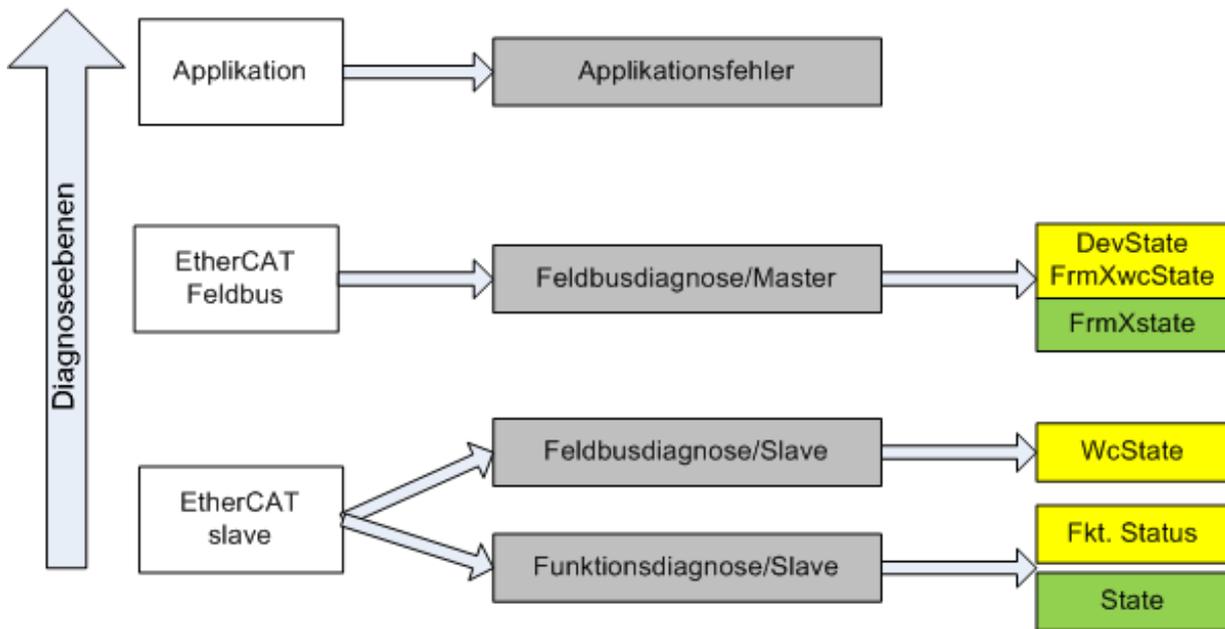


Abb. 131: Auswahl an Diagnoseinformationen eines EtherCAT Slaves

Im Allgemeinen verfügt ein EtherCAT Slave über

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

als auch über

- kanal-typische Funktionsdiagnose (geräteabhängig),  
siehe entsprechende Gerätedokumentation

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

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

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



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 WorkingCounter an, ob der Slave erfolgreich und störungsfrei am zyklischen Prozessdatenverkehr teilnimmt. Diese elementar wichtige Information wird deshalb im System Manager zyklusaktuell  1. am EtherCAT Slave als auch inhaltsidentisch 2. als Sammelvariable am EtherCAT Master (siehe Punkt A) zur Verlinkung bereitgestellt.	WcState (Working Counter) 0: gültige Echtzeitkommunikation im letzten Zyklus 1: ungültige Echtzeitkommunikation ggf. Auswirkung auf die Prozessdaten anderer Slaves, die in der gleichen SyncUnit liegen	Damit sich die übergeordnete PLC-Task (oder entsprechende Steueranwendungen) auf korrekte Daten verlassen kann, muss dort der Kommunikationsstatus des EtherCAT Slaves ausgewertet werden. Deshalb werden solche Informationen zyklusaktuell mit den Prozessdaten bereitgestellt.
D	Diagnoseinformationen des EtherCAT Masters, die zwar am Slave zur Verlinkung dargestellt werden, aber tatsächlich vom Master für den jeweiligen Slave ermittelt und dort dargestellt werden. Diese Informationen haben keinen Echtzeit-Charakter weil sie <ul style="list-style-type: none"> <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*:

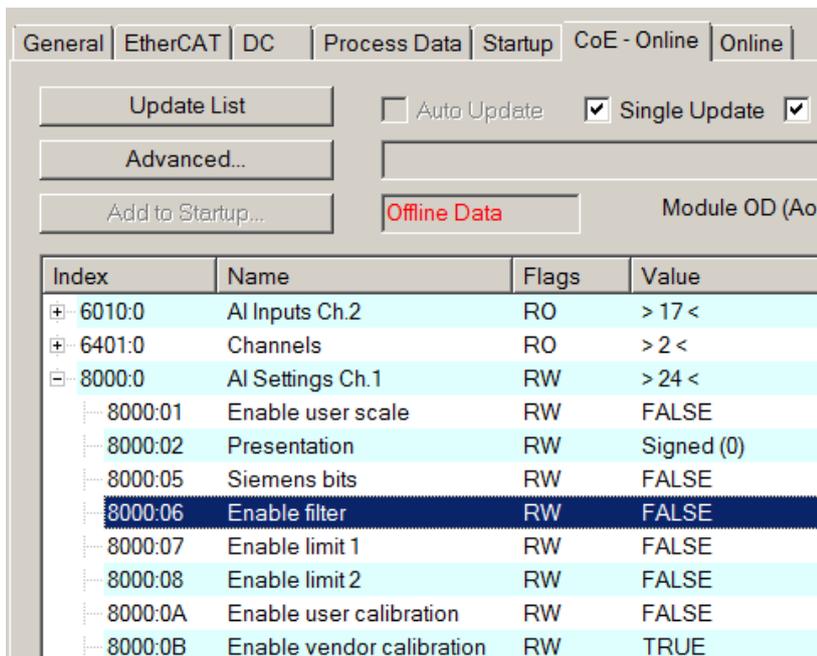


Abb. 133: EL3102, CoE-Verzeichnis

**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.

**Inbetriebnahmhilfe im TwinCAT System Manager**

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

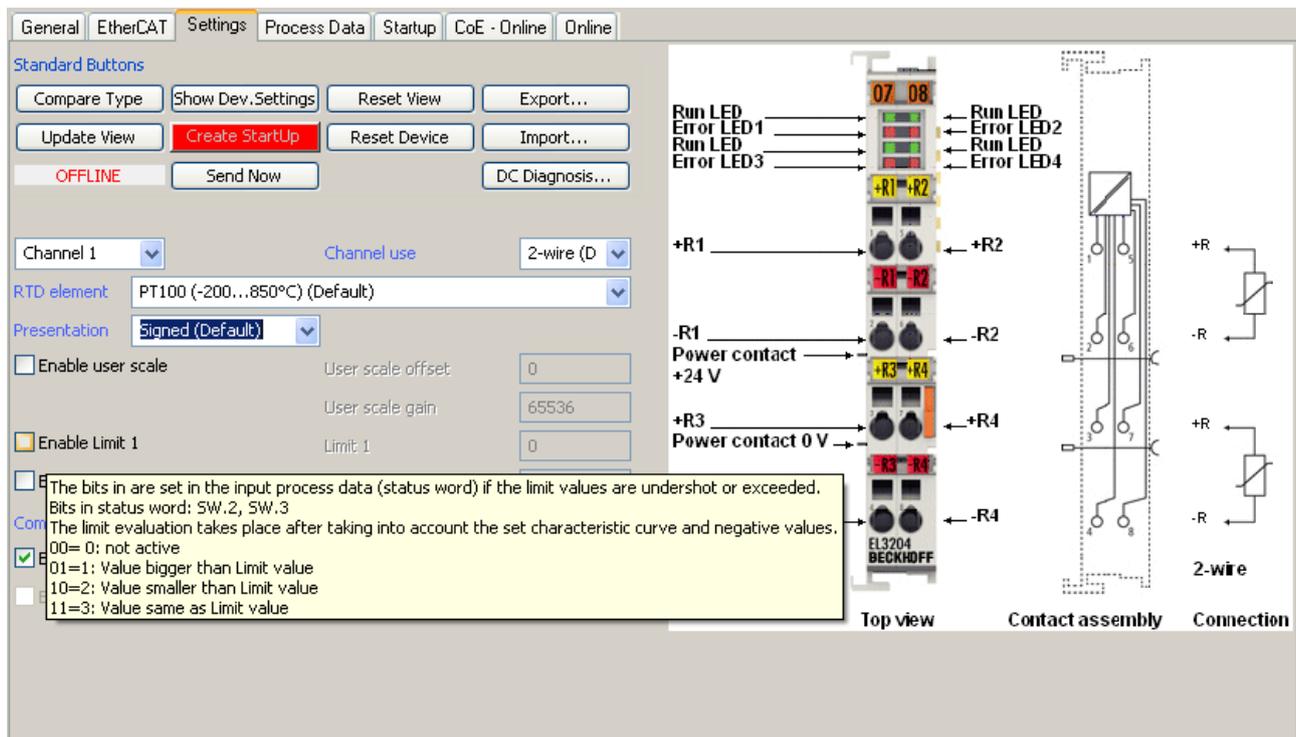


Abb. 134: Beispiel Inbetriebnahmehilfe für eine EL3204

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". 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.

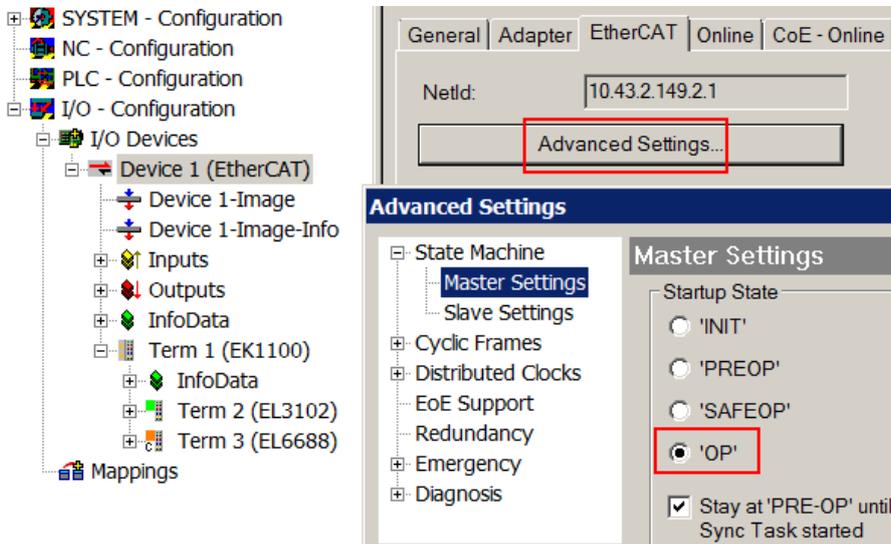


Abb. 135: Default Verhalten System Manager

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

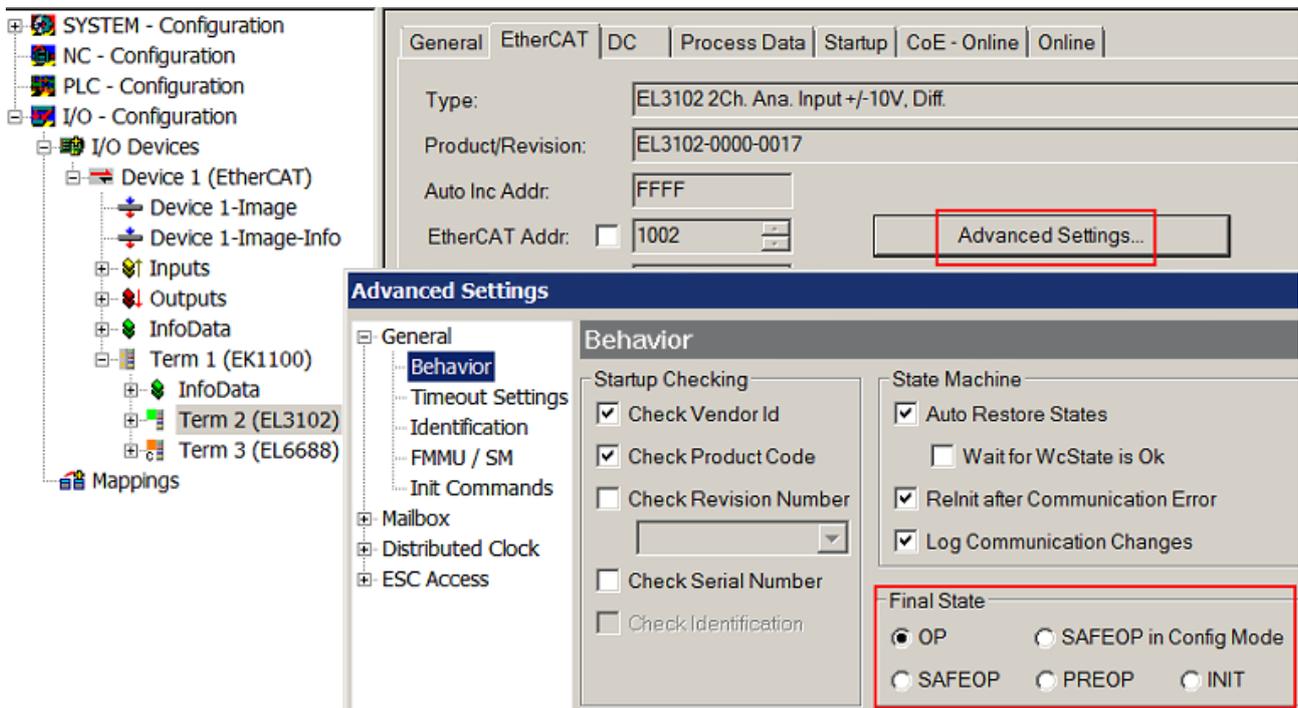


Abb. 136: Default Zielzustand im Slave

**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.

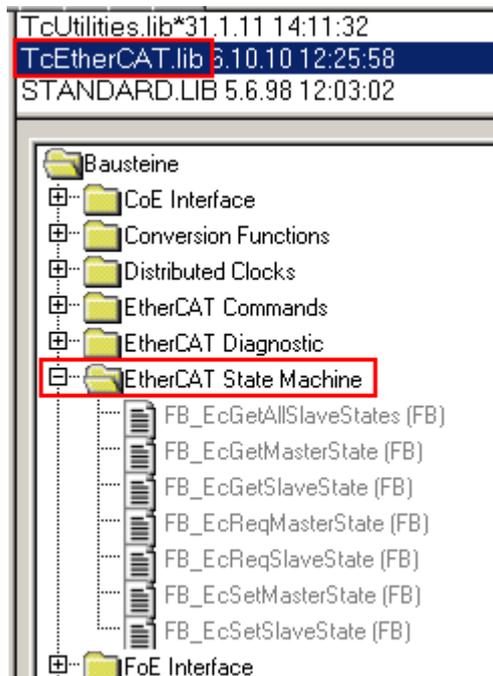


Abb. 137: PLC-Bausteine

**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.

<div style="display: flex; justify-content: space-between; border-bottom: 1px solid black;"> <span>General</span> <span>Adapter</span> <span>EtherCAT</span> <span>Online</span> <span>CoE - Online</span> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; border-bottom: 1px solid black;"> <span>NetId: <input type="text" value="10.43.2.149.2.1"/></span> <span>Advanced Settings...</span> </div>						
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. 138: 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. 139: Warnmeldung E-Bus-Überschreitung

HINWEIS

**Fehlfunktion möglich!**

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

## 5.4 Prozessdaten und Betriebsmodi

### 5.4.1 Parametrierung

Im TwinCAT Systemmanager werden die ELX31xx/EPX31xx über zwei Dialogfenster/Reiter/Tabs parametrierung, der Prozessdatenreiter (A) für die kommunikationsspezifischen Einstellungen und das CoE-Verzeichnis (B) für Einstellungen im Slave.

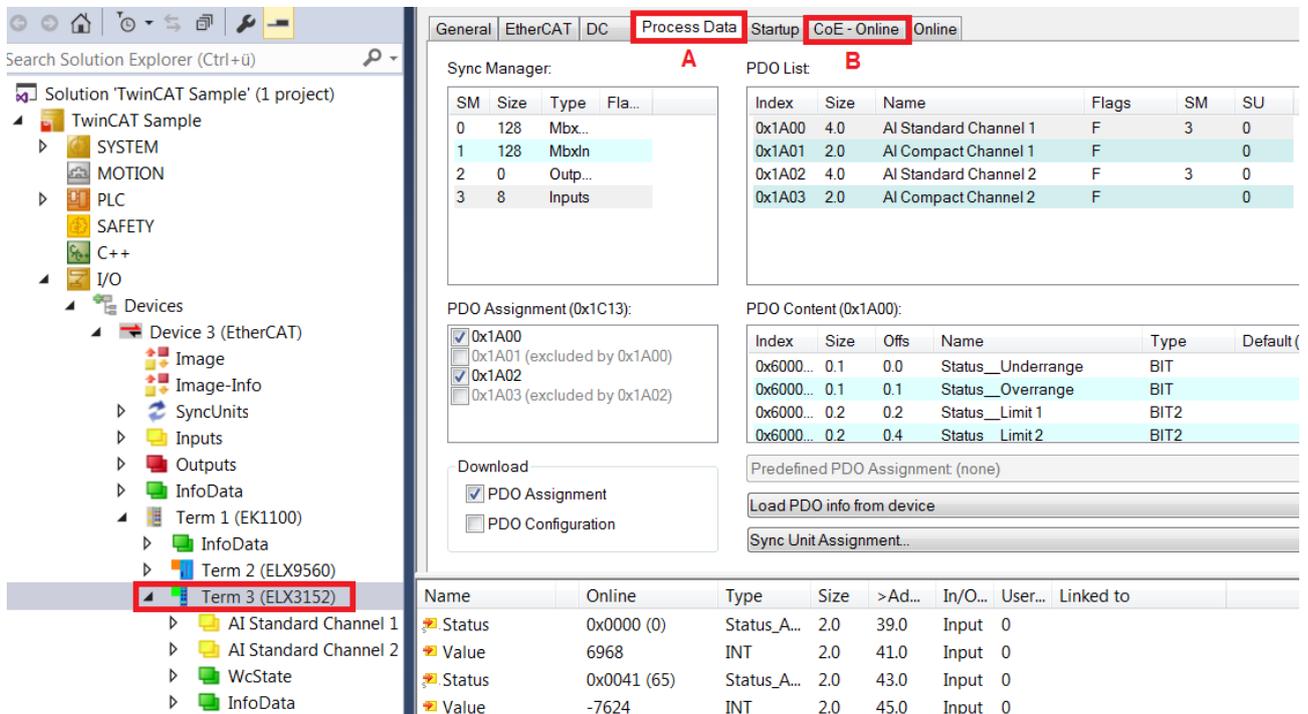


Abb. 140: Parametrierung am Beispiel der ELX3152

- Änderungen in den prozessdatenspezifischen Einstellungen sind generell erst nach einem Neustart des EtherCAT-Masters wirksam:  
Neustart TwinCAT im RUN oder CONFIG Mode; RELOAD im CONFIG Mode
- Änderungen im Online-CoE-Verzeichnis
  - sind im Allgemeinen sofort wirksam
  - werden im Allgemeinen *nur* im Gerät stromausfallsicher gespeichert und sollten deshalb in der CoE-StartUp-Liste eingetragen werden. Diese Liste wird bei jedem EtherCAT Start abgearbeitet und die Einstellungen in das Gerät geladen.

### 5.4.2 Einstellungen und Betriebsmodi

#### 5.4.2.1 Darstellung (Presentation), Index 0x80nD

Die Ausgabe des Messwerts erfolgt in Abhängigkeit der Einstellungen in Index 80nD:0 AI Advanced Settings Ch.n.

Mit Index 80nD:11 (Input Type) kann das Eingangssignal ausgewählt werden:

- 0...20 mA (nur ELX3152)
- 4...20 mA
- 4...20 mA NAMUR

Mit Index 80nD:12 (Scaler) kann der Range umgeschaltet werden:

- Extended Range (Messung über den Messwertendbereich hinaus)
- Legacy Range (Messwertendbereich = Minimal-/Maximalwert)

Die Ausgabewerte in Abhängigkeit dieser Einstellungen sind in folgender Tabelle dargestellt.

Scaler Input Type	Extended Range			Legacy Range		Wert	
	0...20 mA*	4...20 mA	4...20 mA Namur	0...20 mA*	4...20 mA	dez	hex
	21,474 mA	21,179 mA	-	20 mA	20 mA	32767	0x7FFF
	20 mA	20 mA	20 mA	-	-	30518	0x7736
	0 mA	4 mA	4 mA	0 mA	4 mA	0	0x0000
	-	0 mA	-	-	-	-7629	0xE233

\*) nur ELX3152

### 5.4.2.2 Unterschreitung und Überschreitung des Messbereiches (Underrange, Ovrerrange), Index 0x60n0:01, 0x60n0:02

**Unterschreitung und Überschreitung des Messbereiches (Underrange, Ovrerrange), Index 0x60n0:01 [▶ 136], 0x60n0:02 [▶ 136]**

Im Kapitel [Datenstrom und Korrekturberechnung \[▶ 126\]](#) finden Sie eine anschauliche Darstellung der Korrekturberechnung von den Rohwerten zu den Ausgabewerten beim Überschreiten der Grenzbereiche.

### 5.4.2.3 Limit 1 und Limit 2, Swap Limit Bits

**Limit 1 und Limit 2, Index 0x80n0:13 [▶ 135], Index 0x80n0:14 [▶ 135]**

Beim Über- bzw. Unterschreiten der Werte, die in den Indizes [0x80n0:13 \[▶ 135\]](#) und [0x80n0:14 \[▶ 135\]](#) eingegeben werden können, werden die Bits in den Indizes [0x60n0:03 \[▶ 136\]](#) und [0x60n0:05 \[▶ 136\]](#) entsprechen gesetzt (siehe unteres Beispiel). Zur Aktivierung der Grenzwertüberwachung dienen die Indizes [0x80n0:07 \[▶ 135\]](#) bzw. [0x80n0:08 \[▶ 135\]](#).

Ausgabe Limit n (2 Bit):

- 0: nicht aktiv
- 1: Wert ist kleiner als Grenzwert
- 2: Wert ist größer als Grenzwert
- 3: Wert ist gleich dem Grenzwert

#### ● Verlinkung in der PLC mit 2-Bit-Werten

**I** Die Limit-Information besteht aus 2 Bit. Im System Manager kann Limitn mit der PLC oder einer Task verknüpft werden.

- PLC:  
Es gibt in der IEC61131-PLC keinen 2-Bit-Datentyp der mit diesem Prozessdatum 1:1 verlinkt werden kann. Zur Übertragung der Limit-Information definieren Sie deshalb ein Eingangsbyte (z. B. siehe Abb. *Definition Eingangsbyte*), und verlinken Sie den Limit mit dem *VariableSizeMismatch*-Dialog, wie im Kapitel Hinweis zum 1-Byte-Status früherer EtherCAT-Klemmen beschrieben.

```
VAR
    byLimit1 AT %I*:BYTE;
END_VAR
```

Abb. 141: Definition Eingangsbyte

- Zusätzliche Task  
Im System Manager können 2-Bit-Variablen angelegt werden.

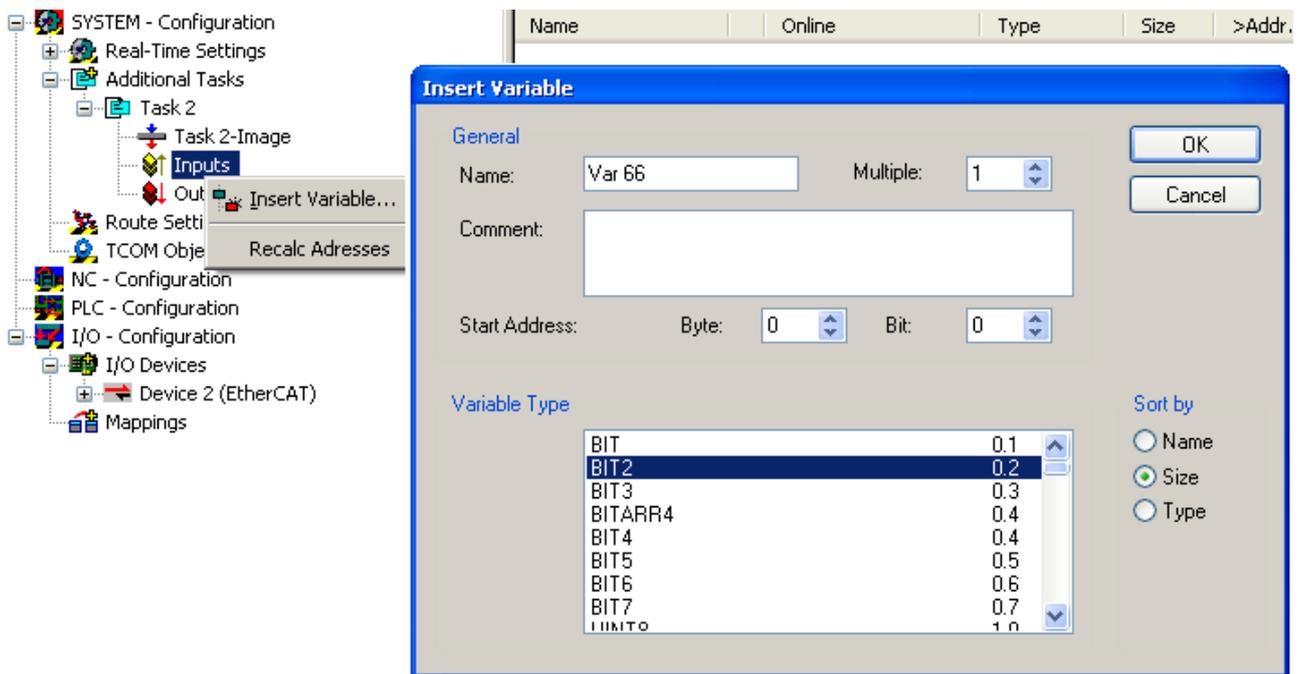


Abb. 142: Verlinkung 2-Bit-Variable mit zusätzlicher Task

**Swap Limit Index 0x80n0:0E [▶ 135]**

Durch *SwapLimitBits* in Index 0x80n0:0E kann die Limit-Funktion invertiert werden.

Ausgabe n (2 Bit):

Einstellung <i>SwapLimitBits</i>	Wert
FALSE (Default-Einstellung)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 0: nicht aktiv</li> <li>• 1: Wert &lt; Grenzwert</li> <li>• 2: Wert &gt; Grenzwert</li> <li>• 3: Wert = Grenzwert</li> </ul>
TRUE	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 0: nicht aktiv</li> <li>• 1: Wert &gt; Grenzwert</li> <li>• 2: Wert &lt; Grenzwert</li> <li>• 3: Wert = Grenzwert</li> </ul>

**5.4.2.4 Betriebsmodi**

Die ELX31xx/EPX31xx unterstützen drei verschiedene Betriebsmodi:

- Freerun (Filter ein, Timer-Interrupt)
- Synchron (Filter aus, SyncManager-Interrupt) und
- DC (DC-Sync-Interrupt)

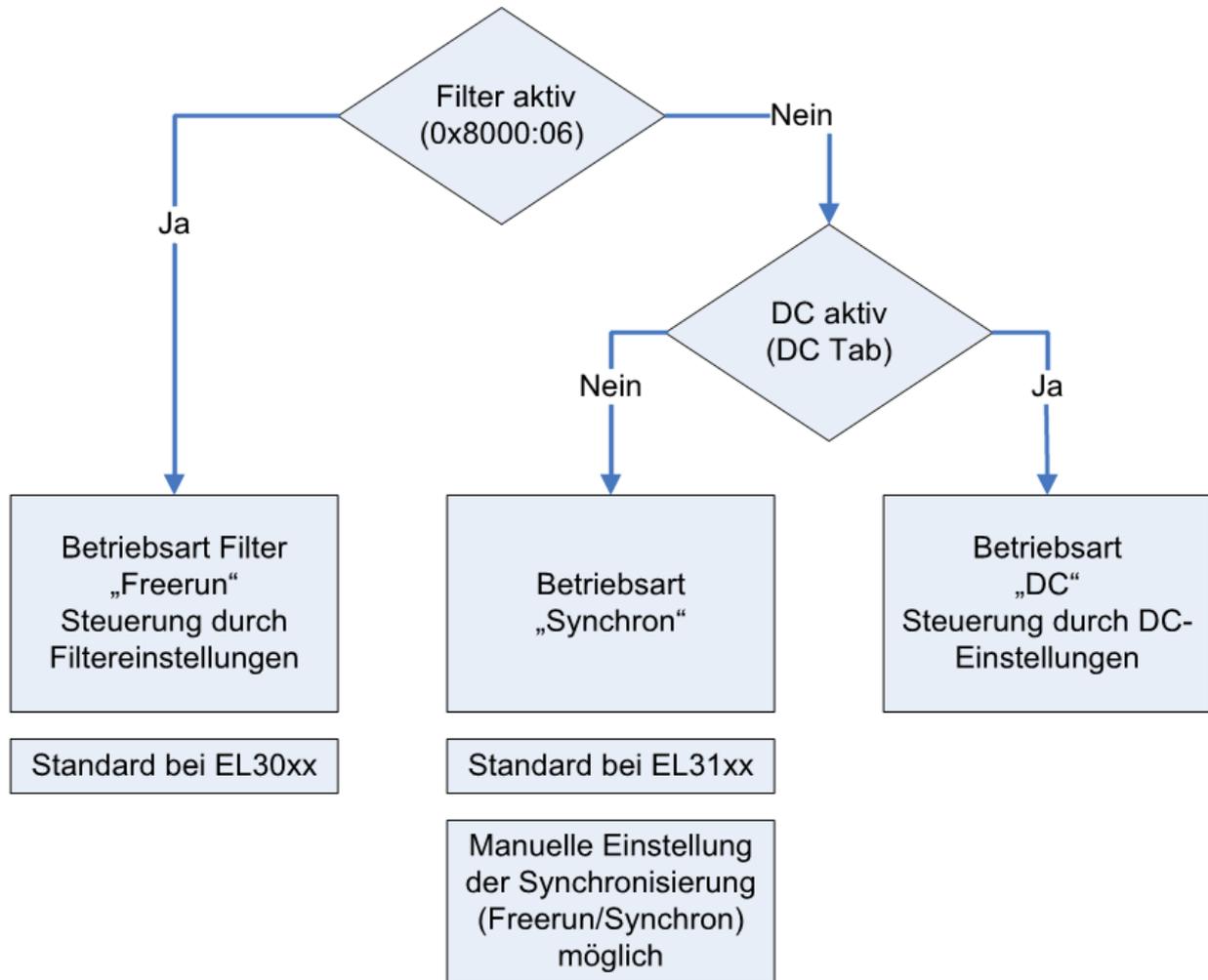


Abb. 143: Abhängigkeit der Betriebsmodi

Durch Aktivieren/Deaktivieren der Filter über den Index wechselt das Gerät zwischen den Betriebsarten Freerun (Filter an) und Synchron. Dies geschieht, während die Klemme im OP-Betrieb bleibt. Durch die Umstellung können verlängerte Abtastzeiten sowie Sprünge in den Prozessdaten auftreten, bis die Filter eingeschwungen sind.

Der DC-Betrieb kann nur bei abgeschalteten Filtern verwendet werden. Ebenso ist es nicht möglich, die Filter im DC-Betrieb einzuschalten. Der DC-Betrieb wird über den Reiter DC im TwinCAT System Manager parametrier.

**Die Betriebsmodi der ELX31xx/EPX31xx**

Modus	1 (default)	2	3	4	5	6
Filter (Index: 0x8000:06)	On (default.: 50 Hz FIR)	Off				
Distributed Clocks-Betrieb	Off					On
Synchronisation Mode (Index: 0x1C33:01, Bit 0+1)	0: FreeRun (default)	0: FreeRun (default)		1: Frame Triggered (SM3 inputs)		3: DC-mode
FastOp-Mode "CoE" (Index: 0x1C33:01, Bit 15)	Off (default)	Off (default)	On	Off (default)	On	Off (default) (FastOp Mode im DC nicht möglich)
StartUp Eintrag Index 0x1C33:01	0x0000	0x0000	0x8000	0x0001	0x8001	
Aktualisierungsrate	abhängig von Filtereinstellung, geräteintern automatisch eingestellt siehe nachfolgende Werte			EtherCAT Zykluszeit, wenn untere einstellungsabhängige Grenze nicht unterschritten wird. Typ. Grenze siehe nachfolgende Werte.  Ein Betrieb mit schnellerem EtherCAT Zyklus ist möglich, allerdings liefert die ELX31xx / EPX31xx dann nicht mehr in jedem Zyklus neue Daten.		EtherCAT Zykluszeit, wenn untere einstellungsabhängige Grenze nicht unterschritten wird.
typ. data update time ELX31xx/ EPX31xx	< 1 s					
Hinweis	Sobald Filtern aktiviert wird, wird unabhängig von anderen Einstellungen "FreeRun" = An und "FastOp-Mode" = Aus in der ELX31xx / EPX31xx eingestellt.					Die Hinweise zur min. EtherCAT Zykluszeit im DC-mode sind zu beachten

**● Kombinationen Filter, FastOp-Mode und Synchronisation Mode**

**I** Andere Kombinationsmöglichkeiten aus Filter, FastOp-Mode und Synchronisation Mode werden ausdrücklich nicht empfohlen.

**Synchron Betrieb**

Im Synchronen Betrieb werden Prozessdaten Frame-getriggert erzeugt, so dass mit jedem PLC-Zyklus ein neuer Wert vorhanden ist. Der synchrone Betrieb wird bei den ELX31xx/EPX31xx automatisch verwendet (Filter aus, kein DC). Minimale Zykluszeit ist 1 ms bei Standard-IPCs.

**DC-Betrieb**

Im DC-Betrieb wird das Analog-Sampling per DC-interrupt ausgelöst. Dadurch spielt der zeitliche Jitter zwischen zwei Frames keine Rolle mehr und der Sampling-Zeitpunkt ist systemweit gleich.

Die ELX31xx/EPX31xx sollen im DC-Input-Based-Modus betrieben werden.

Der Betrieb im Input-Based-Modus verschiebt den Sync-Interrupt automatisch so, dass die Prozessdaten kurz vor dem aktuellen Prozessdatenzyklus abholbereit sind.

Sollte der Frame-Jitter zu groß sein, kann es dennoch sein das doppelte Daten abgeholt werden bzw. es zu Aussetzern kommt in der Übertragung. Dann ist durch Maßnahmen im TwinCAT-System der Jitter zu verringern oder eine langsamere Zykluszeit zu wählen.

**5.4.2.5 Filter Betrieb (FIR- und IIR), Index 0x80n0:06, 0x80n0:15**

**Filter Betrieb (FIR- und IIR), Index 0x80n0:06, 0x80n0:15**

Die ELX31xx/EPX31xx sind mit einem digitalen Filter ausgestattet, das je nach Einstellung die Charakteristik eines Filters mit endlicher Impulsantwort (*Finite Impulse Response filter, FIR-Filter*) oder eines Filters mit unendlicher Impulsantwort (*Infinite Impulse Response filter, IIR-Filter*), annehmen kann. Der Filter ist im Auslieferungszustand deaktiviert. Zur Aktivierung mit Index 0x8000:06 bitte den folgenden Hinweis beachten.

**i Aktivierung des Filters mit Index 0x8000:06 und Einstellung der Filtereigenschaften über Index 0x8000:15**

Die Filterfrequenzen werden für alle Kanäle der ELX31xx/EPX31xx zentral über den Index 0x8000:15 (Kanal 1) eingestellt. Die entsprechenden Indizes 0x80n0:15 der weiteren Kanäle haben keine Parametrierungsfunktion.

**FIR-Filter**

Wird über den Index 0x8000:15 parametriert.

Der Filter arbeitet als Notch-Filter (Kerbfilter) und bestimmt die Wandlungszeit des Geräts. Je höher die Filterfrequenz, desto schneller ist die Wandlungszeit. Es steht ein 50 und ein 60 Hz Filter zur Verfügung. Kerbfilter bedeutet, dass der Filter bei der genannten Filterfrequenz und Vielfachen davon Nullstellen (Kerben) im Frequenzgang hat, diese Frequenzen also in der Amplitude dämpft.

Das FIR-Filter arbeitet als nicht-rekursives Filter.

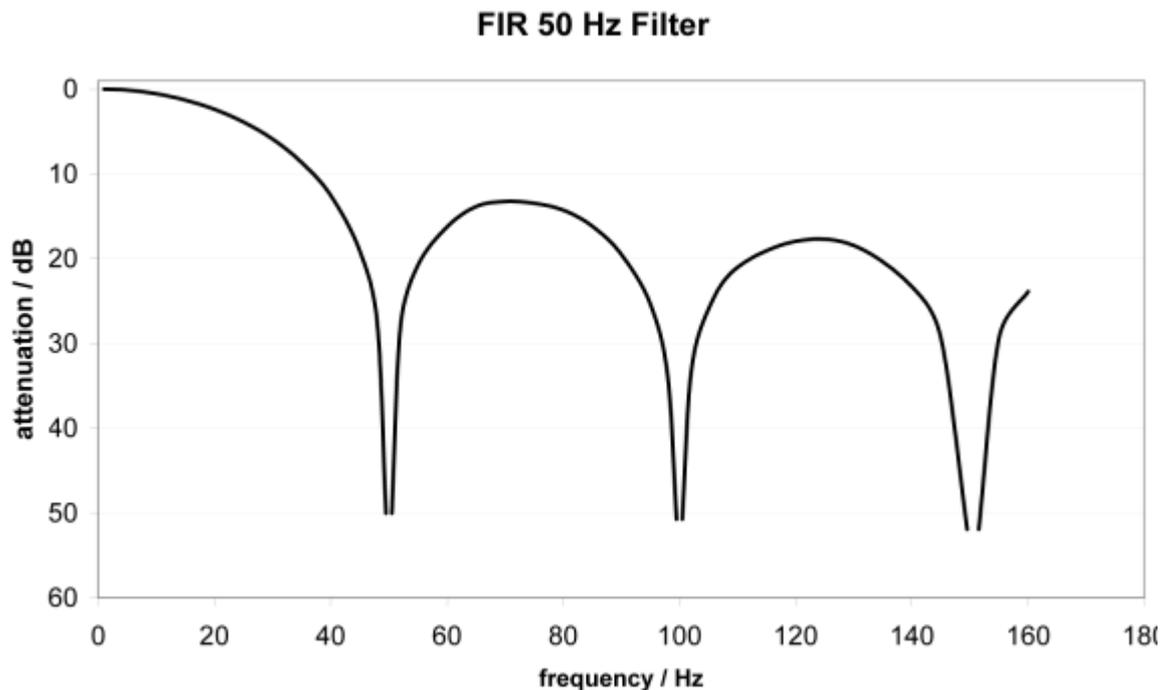


Abb. 144: Dämpfungskurve Notch.Filter bei 50 Hz

Filterdaten FIR - Filter (Ein- bis vierkanalige Geräte)			
Filter	Dämpfung	Grenzfrequenz (-3 dB)	Wandlungszeit
50 Hz FIR	> 50 dB	22 Hz	625 µs
60 Hz FIR	> 45 dB	26 Hz	521 µs

**IIR-Filter**

Das Filter mit IIR-Charakteristik ist ein zeitdiskretes, lineares, zeitinvariantes Tiefpass-Filter 1.Ordnung (-20dB/Dekade), welches in 8 Leveln, also Grenzfrequenzen eingestellt werden kann (Level 1 = schwaches rekursives Filter, bis Level 8 = starkes rekursives Filter)

Der IIR kann als gleitende Mittelwertberechnung nach einem Tiefpass verstanden werden.

Durch den Synchronisierungsmodus *FreeRun* arbeitet der IIR-Filter mit 1 ms interner Zykluszeit.

IIR-Filter	ELX31xx/EPX31xx, Sampling-Zeit 1 ms
	Grenzfrequenz (-3 dB)
IIR 1	168 Hz
IIR 2	88 Hz
IIR 3	43 Hz
IIR 4	21 Hz
IIR 5	10,5 Hz
IIR 6	5,2 Hz
IIR 7	2,5 Hz
IIR 8	1,2 Hz

**5.4.3 Prozessdaten**

Inhaltsverzeichnis
• <a href="#">Interpretation Value- &amp; Status-Variable</a> [▶ 120]
• <a href="#">Status-Wort</a> [▶ 121]
• <a href="#">Umschaltung Prozessdatensätze</a> [▶ 122]
• <a href="#">Hinweis zu TwinCAT 2.10</a> [▶ 122]
• <a href="#">Passwortschutz für Anwenderkalibrierung/User calibration</a> [▶ 123]

Die ELX31xx/EPX31xx bieten je Analogkanal zwei verschiedene Prozessdaten zur Übertragung an: den Analogwert *Value* (16 Bit) und Statusinformationen (16 Bit). Die Übertragung einzelner Statusinformationen wie auch einzelner Kanäle können im Reiter *ProcessData* deaktiviert werden, diese Änderungen sind nach Aktivierung und EtherCAT-Neustart bzw. einem Reload wirksam.

Zwei Prozessdatenarten stehen bei den ELX31xx/EPX31xx zur Auswahl:

- Standard: Standardeinstellung, je Kanal werden *Value* (16 Bit) und Statusinformationen (8 bzw. 16 Bit) übertragen
- Compact: je Kanal wird nur der *Value* (16 Bit) übertragen

**Interpretation Value- und Status-Variable**

Name	Online	Type	Size	>Ad...	In/O...	User...	Linked to
Status	C	Status_A...	2.0	53.0	Input	0	
Value		INT	2.0	55.0	Input	0	
Status		Status_A...	2.0	57.0	Input	0	
Value		INT	2.0	59.0	Input	0	
WcState		BIT	0.1	1522.2	Input	0	
InputToggle		BIT	0.1	1524.2	Input	0	
State		UINT	2.0	1552.0	Input	0	
AdsAddr		AMSAD...	8.0	1554.0	Input	0	

Abb. 145: Default-Prozessdaten der ELX3152

Die Klartextdarstellung der Bitbedeutungen des Status-Word ist insbesondere bei der Inbetriebnahme, aber auch zur Verlinkung mit dem PLC-Programm hilfreich.  
 Durch Rechtsklick auf die Statusvariable im Konfigurationsbaum (A) kann die Struktur zur Verlinkung geöffnet werden (B).

Um in der Online-Anzeige (C) ebenfalls die Bitbedeutungen in Klartext lesen zu können, können mit dem Button

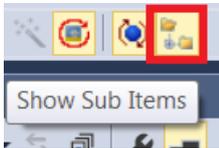


Abb. 146: Show Sub Items

allgemein alle Untervariablen angezeigt werden, so auch die Strukturinhalte des Status-Word, siehe Abb. *Anzeige der Untervariablen am Beispiel der ELX3152.*

Name	Online	Type	Size	>Ad...	In/O...	User...	Linked to
Term 3 (ELX3152)							
AI Standard Channel 1							
Status		Status_A...	2.0	53.0	Input	0	
Underrange		BIT	0.1	53.0	Input	0	
Overrange		BIT	0.1	53.1	Input	0	
Limit 1		BIT2	0.2	53.2	Input	0	
Limit 2		BIT2	0.2	53.4	Input	0	
Error		BIT	0.1	53.6	Input	0	
Sync error		BIT	0.1	54.5	Input	0	
TxPDO State		BIT	0.1	54.6	Input	0	
TxPDO Toggle		BIT	0.1	54.7	Input	0	
Value		INT	2.0	55.0	Input	0	
AI Standard Channel 2							
Status		Status_A...	2.0	57.0	Input	0	
Underrange		BIT	0.1	57.0	Input	0	
Overrange		BIT	0.1	57.1	Input	0	
WcState							
InfoData							

Abb. 147: Anzeige der Untervariablen am Beispiel der ELX3152

**Control- und Status-Word**

**Status-Word**

Das Status-Word (SW) befindet sich im Eingangsprozessabbild und wird vom Gerät zur Steuerung übertragen.

Bit	SW.15	SW.14	SW.13	SW.12	SW.11	SW.10	SW.9	SW.8
Name	TxPDO Toggle	TxPDO State	Sync error	-	-	-	-	-

Bit	SW.7	SW.6	SW.5	SW.4	SW.3	SW.2	SW.1	SW.0
Name	-	ERROR	Limit 2		Limit 1		Overrange	Underrange

**Legende**

Bit	Name	Beschreibung
SW.15	TxPDO Toggle	1 <sub>bin</sub> Toggelt mit jedem neuen analogen Prozesswert
SW.14	TxPDO State	1 <sub>bin</sub> TRUE bei internem Fehler
SW.13	Sync error	1 <sub>bin</sub> TRUE (DC mode): im abgelaufenen Zyklus ist ein Synchronisierungsfehler aufgetreten.
SW.6	ERROR	1 <sub>bin</sub> Allgemeines Fehlerbit, wird zusammen mit Overrange und Underrange gesetzt
SW.5	Limit 2	1 <sub>bin</sub> Siehe Limit
SW.4		1 <sub>bin</sub>
SW.3	Limit 1	1 <sub>bin</sub> Siehe Limit
SW.2		1 <sub>bin</sub>
SW.1	Overrange	1 <sub>bin</sub> Analoges Eingangssignal liegt über der oberen zulässigen. Schwelle für dieses Geräts
SW.0	Underrange	1 <sub>bin</sub> Analoges Eingangssignal liegt unter der oberen zulässigen Schwelle für dieses Geräts

**Control-Wort**

Die ELX31xx/EPX31xx haben kein Control-Wort

**Umschaltung Prozessdatensätze**

Die zu übertragenden Prozessdaten (PDO, ProcessDataObjects) können durch den Benutzer

- komplett für alle Kanäle über den Auswahldialog "Predefined PDO Assignment" (alle TwinCAT Versionen)
- selektiv für einzelne PDO unter Berücksichtigung der ausgeschlossenen Elemente ausgewählt werden.

**Auswahldialog *Predefined PDO Assignment***

Die ELX31xx/EPX31xx verfügen über keine Predefined PDO Assignments.

**Selektive PDO-Auswahl**

Alle TwinCAT-Versionen unterstützen die selektive Auswahl einzelner PDOs, wie in der XML-Beschreibung definiert. Ausschlusskriterien verhindern irreguläre Kombinationen.

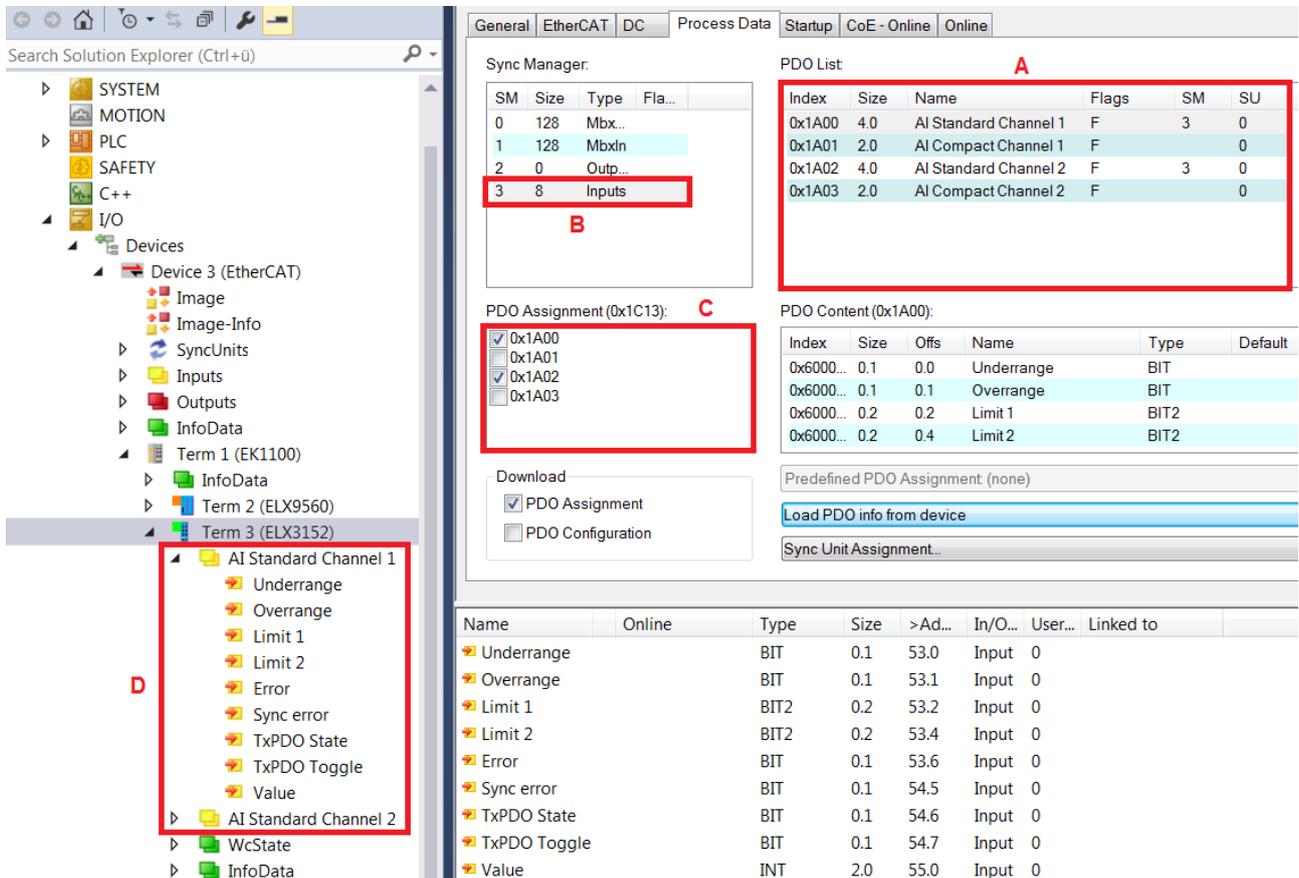


Abb. 148: Selektive PDO-Auswahl am Beispiel der ELX3152

Durch Auswahl des benötigten Input-SyncManager in (B) kann die PDO-Zuordnung/Assignment unter (C) manuell vorgenommen werden. Die Prozessdaten können dann im TwinCAT-Baum (D) verlinkt werden.

**Hinweis zu TwinCAT 2.10**

Die strukturierte Darstellung der ELX31xx/EPX31xx wie in Abb. *Selektive PDO Auswahl am Beispiel der ELX3152* gezeigt ist bedingt durch eine entsprechende Interpretation der Variablenbezeichnungen. Diese Funktion ist unter TwinCAT 2.10 noch nicht gegeben, weshalb dort nur die elementweise Verknüpfung möglich ist.

Name	Type	Size
Status__Underrange	BOOL	0.1
Status__Overrange	BOOL	0.1
Status__Limit 1	BIT2	0.2
Status__Limit 2	BIT2	0.2
Status__Error	BOOL	0.1
Status__Sync error	BOOL	0.1
Status__TxPDO State	BOOL	0.1
Status__TxPDO Tog...	BOOL	0.1
Value	INT	2.0
Status__Underrange	BOOL	0.1
Status__Overrange	BOOL	0.1
Status__Limit 1	BIT2	0.2
Status__Limit 2	BIT2	0.2
Status__Error	BOOL	0.1
Status__Sync error	BOOL	0.1
Status__TxPDO State	BOOL	0.1
Status__TxPDO Tog...	BOOL	0.1
Value	INT	2.0
WcState	BOOL	0.1
State	UINT	2.0
AdsAddr	AMSADDRESS	8.0

Abb. 149: Element-orientiertes Prozessabbild unter TwinCAT 2.10

**Passwortschutz für Anwenderdaten**

Einige Anwenderdaten sind durch ein zusätzliches Passwort, dass in CoE 0xF009 einzutragen ist, vor dem unerwünschten oder irrtümlichen beschreiben geschützt:

- CoE-Schreibzugriffe durch den Anwender, PLC- oder Startup-Einträge im *Single-* oder *CompleteAccess*-Zugriff
- Überschreiben der Werte durch *RestoreDefaultParameter* Zugriff auf 0x80n0 (bzw. 0x80nD, falls vorhanden)

F008	Code word
F009	Password protection

protects →

8000:0	AI Settings	RW	> 24 <
8000:01	Enable user scale	RW	FALSE
8000:02	Presentation	RW	Signed (0)
8000:05	Siemens bits	RW	FALSE
8000:06	Enable filter	RW	TRUE
8000:07	Enable limit 1	RW	FALSE
8000:08	Enable limit 2	RW	FALSE
8000:0A	Enable user calibration	RW	FALSE
8000:0B	Enable vendor calibration	RW	TRUE
8000:11	User scale offset	RW	0
8000:12	User scale gain	RW	65536
8000:13	Limit 1	RW	0
8000:14	Limit 2	RW	0
8000:15	Filter settings	RW	50 Hz FIR (0)
8000:17	User calibration offset	RW	0
8000:18	User calibration gain	RW	16384

Abb. 150: Passwortschutz für die 0x8000:17 und 0x8000:18 Einträge (Beispiel)

**Der Passwortschutz gilt für folgende Anwenderdaten**

Geräte	Schutzfähiges CoE-Objekt
ELX3152, ELX3158, ELX3181, ELX3184, EPX3158, EPX3184	0x80n0:17 (User Calibration Offset) 0x80n0:18 (User Calibration Gain) 0x80nD:17 (Low Range Error) 0x80nD:18 (High Range Error)

**Verwendung von CoE 0xF009**

- Eintragen von 0x12345678 aktiviert den Passwortschutz → Objekt zeigt "1" (eingeschaltet) an  
Geschützte Objekte können nun nicht mehr geändert werden, bei einem Schreibzugriff kommt keine Fehlermeldung!
- Eintragen von 0x11223344 deaktiviert den Passwortschutz → Objekt zeigt "0" (ausgeschaltet) an

---

**● Code word Index 0xF008**

**i** Dieses CoE-Objekt hat lediglich eine herstellerspezifische Funktion und ist nicht für den Anwender vorgesehen.

---

### 5.4.4 Datenstrom und Messbereiche

#### Datenstrom

Im unteren Flussdiagramm (Abb. *Datenstrom der ELX31xx/EPX31xx*) ist der Datenstrom der ELX31xx/EPX31xx (Verarbeitung der Rohdaten) dargestellt.

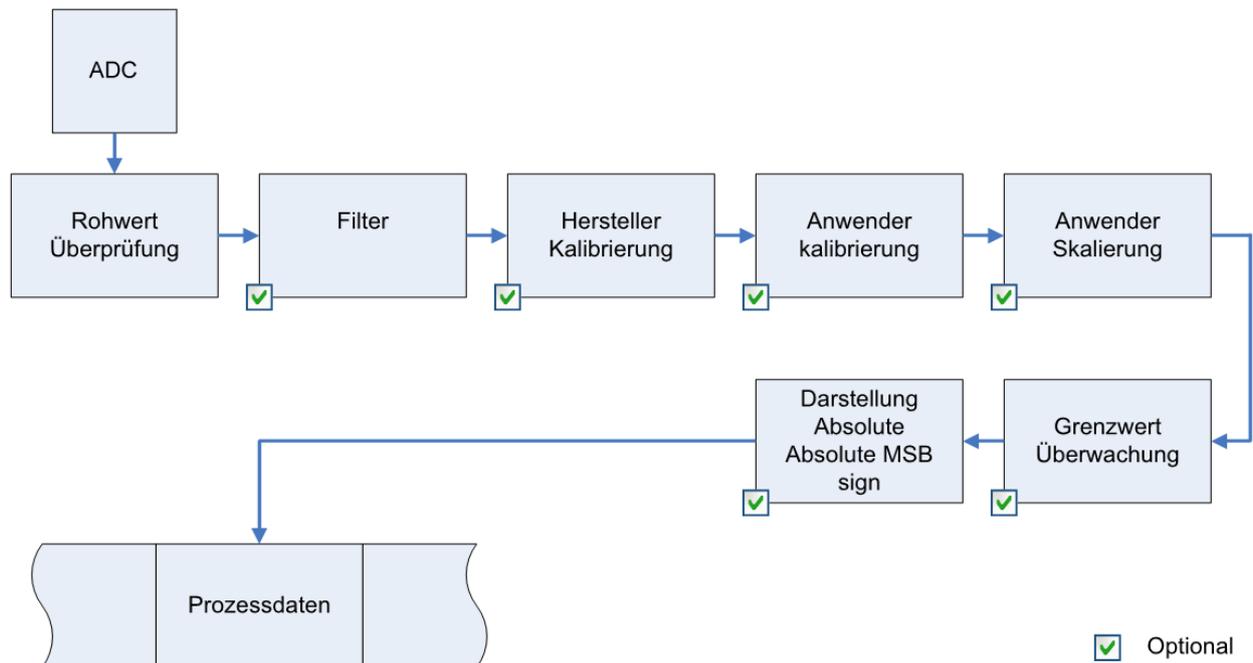


Abb. 151: Datenstrom der ELX31xx/EPX31xx

#### Berechnung der Prozessdaten



#### „Kalibrierung“

Der bei Beckhoff historisch begründete Begriff „Kalibrierung“ wird hier verwendet, auch wenn er nichts mit Abweichungsaussagen eines Kalibrierungszertifikates zu tun hat. Es werden hier faktisch die hersteller- oder kundenseitigen Abgleichdaten/Justagedaten beschrieben die das Gerät im laufenden Betrieb verwendet, um die zugesicherte Messgenauigkeit einzuhalten.

Die ELX31xx/EPX31xx nehmen permanent Messwerte auf und legen die Rohwerte ihres A/D-Wandlers ins ADC raw value-Objekt 0x80nE:01 [► 136]. Nach jeder Erfassung des Analogsignals erfolgt die Korrekturberechnung mit den Hersteller- und Anwender Abgleichdaten sowie der Anwenderskalierung, wenn diese aktiviert sind (siehe Abb. Datenstrom der ELX31xx/EPX31xx).

Berechnung	Bezeichnung
$X_F = f(X_{ADC})$	Ausgabe Wert nach dem Filter
$Y_H = (X_F - B_H) \times A_H \times 2^{-14}$	Messwert nach Hersteller-Abgleich,
$Y_A = (Y_H - B_A) \times A_A \times 2^{-14}$	Messwert nach Hersteller- und Anwender-Abgleich
$Y_S = Y_A \times A_S \times 2^{-16} + B_S$	Messwert nach Anwender-Skalierung

Name	Bezeichnung	Index
X <sub>ADC</sub>	Ausgabe Wert des A/D Wandlers	0x80nE:01 [▶ 136]
X <sub>F</sub>	Ausgabe Wert nach dem Filter	-
B <sub>H</sub>	Offset der Hersteller-Abgleich (nicht veränderbar)	0x80nF:01 [▶ 136]
A <sub>H</sub>	Gain der Hersteller-Abgleich (nicht veränderbar)	0x80nF:02 [▶ 136]
B <sub>A</sub>	Offset der Anwender-Abgleich (aktivierbar über Index 0x80n0:0A [▶ 135])	0x80n0:17 [▶ 135]
A <sub>A</sub>	Gain der Anwender-Abgleich (aktivierbar über Index 0x80n0:0A [▶ 135])	0x80n0:18 [▶ 135]
B <sub>S</sub>	Offset der Anwender-Skalierung (aktivierbar über Index 0x80n0:01 [▶ 135])	0x80n0:11 [▶ 135]
A <sub>S</sub>	Gain der Anwender-Skalierung (aktivierbar über Index 0x80n0:01 [▶ 135])	0x80n0:12 [▶ 135]
Y <sub>S</sub>	Prozessdaten zur Steuerung	-

**i Messergebnis**

Die Genauigkeit des Ergebnisses kann sich verringern, wenn durch eine oder mehrere Multiplikationen der Messwert kleiner als 32767 / 4 beträgt.

**Messbereiche**

Die unteren Diagramme zeigen die Ausgabewerte der Messbereiche sowie das Verhalten beim Überschreiten der Grenzbereiche.

**ELX31xx/EPX31xx Scaler: Extended Range / Legacy Range**

Die ELX31xx/EPX31xx bieten die Skalierungen Extended Range und Legacy Range (Scaler, AI Advanced settings Objekt 0x80nD:12).

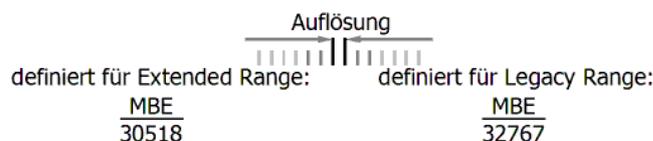
**Extended Range:**

Diese Skalierungsart erlaubt ein Über- bzw. Unterschreiten des eigentlichen Messbereichs um ca. 7%. Der technisch nutzbare Bereich liegt also bei -107% bis +107% vom jeweiligen Messbereichsendwert. Beispiel: Messbereichsendwert = 0...20 mA, dann ist der technische Messbereich ca. 0...21,4 mA.

**Legacy Range:**

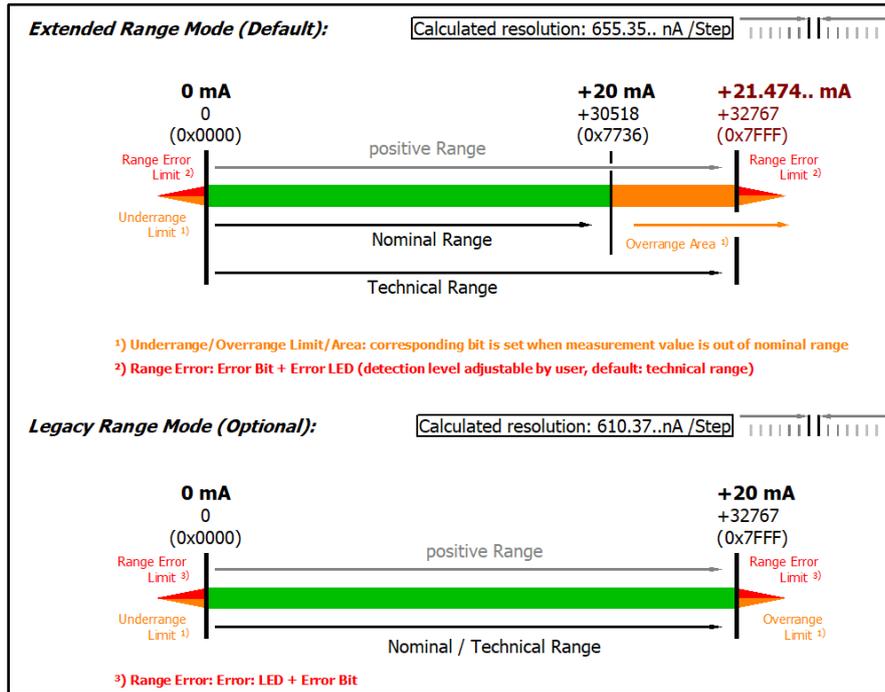
Der Legacy Range hingegen gibt dabei den herkömmlichen Bereich von -100% bis + 100% wieder. +100% entsprechen hierbei +32767  
-100% entsprechen hierbei -32768.

Für den Extended Range ist bei 16 Bit als 100% der PDO-Wert ±30518 (0x7736) festgelegt worden. Daraus resultierend ergibt sich die Bitbedeutung mit dem (vom Anwender ausgewählten Messbereich) Messbereichsendwert (MBE) wie folgt:



Nachfolgend sind die zu allen Messbereichen zugehörigen Diagramme dargestellt:

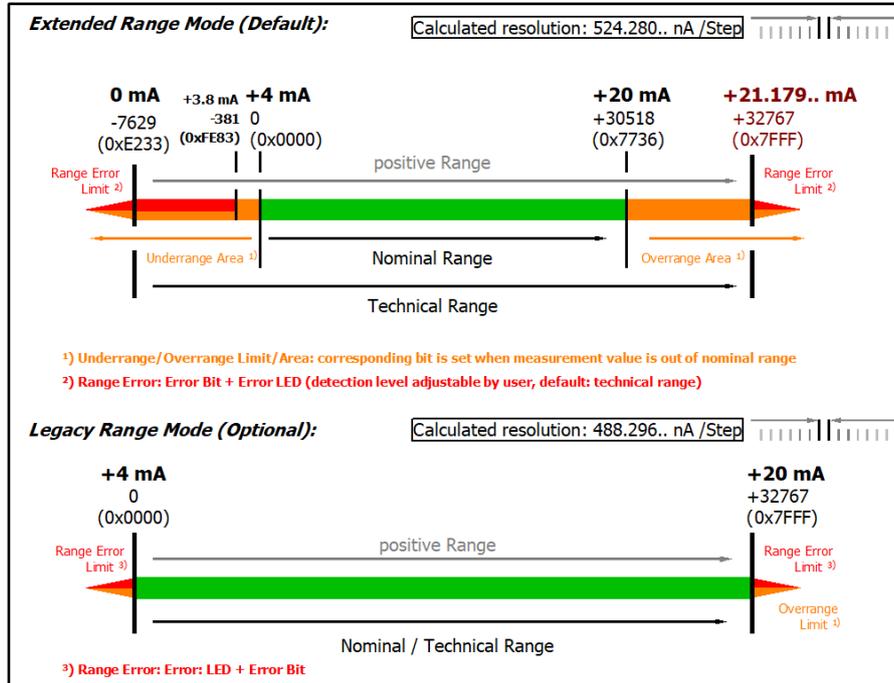
Messbereich 0...20 mA (Stromschleife)



Technical note: The detection level for underrange and range error of 0 value area is located at -0.2 mA (-1% of the full scale value). This has been configured to prevent a misleading setting of the error bit. The process data value don't undercuts 0x0000 then.

Abb. 152: ELX3152 - Messbereich 0...20 mA

Messbereich 4...20 mA (Stromschleife)



Technical note: The detection level for underrange and range error of 0 value area is located at 3.8 mA (-1% of the FSV full scale vale). This has been configured to prevent a misleading setting of the error bit.

Abb. 153: ELX31xx/EPX31xx - Messbereich 4...20 mA

**Messbereich 4...20 mA, NAMUR NE43 (Stromschleife)**

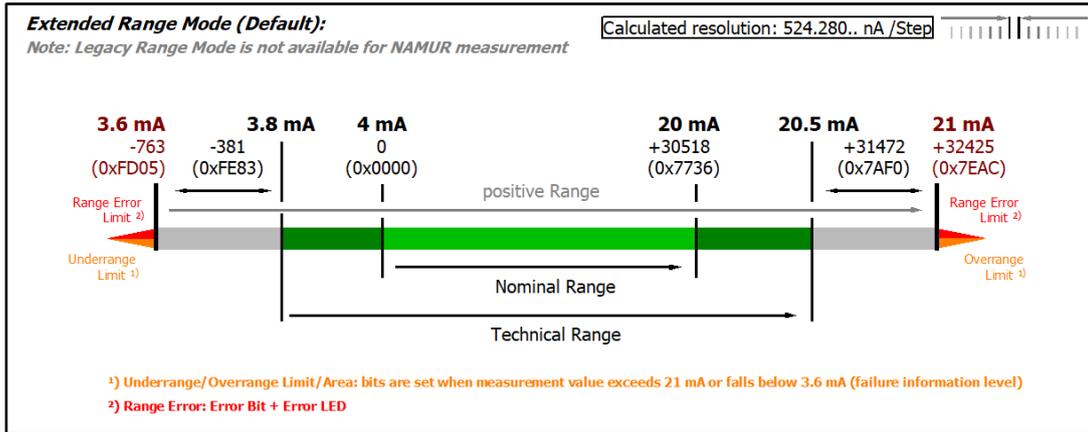


Abb. 154: ELX31xx/EPX31xx - Messbereich 4...20 mA (NAMUR NE43)

**Kalibrierung**

**Hersteller-Abgleich, Index 0x80n0:0B [[▶ 135](#)]**

Die Freigabe des Hersteller-Abgleichs erfolgt über den Index 0x80n0:0B [[▶ 135](#)]. Die Parametrierung erfolgt über die Indizes

- 0x80nF:01 [[▶ 136](#)] Hersteller-Abgleich: Offset
- 0x80nF:02 [[▶ 136](#)] Hersteller-Abgleich: Gain

**Anwender-Abgleich, Index 0x80n0:0A [[▶ 135](#)]**

Die Freigabe des Anwender-Abgleichs erfolgt über den Index 0x80n0:0A [[▶ 135](#)]. Die Parametrierung erfolgt über die Indizes

- 0x80n0:17 [[▶ 135](#)] Anwender-Abgleich: Offset
- 0x80n0:18 [[▶ 135](#)] Anwender-Abgleich: Gain

**Anwender-Skalierung, Index 0x80n0:01 [[▶ 135](#)]**

Die Freigabe der Anwender-Skalierung erfolgt über den Index 0x80n0:01 [[▶ 135](#)]. Die Parametrierung erfolgt über die Indizes

- 0x80n0:11 [[▶ 135](#)] Anwender-Skalierung: Offset
- 0x80n0:12 [[▶ 135](#)] Anwender-Skalierung: Gain

**● Herstellerabgleich**

**i** Der Hersteller behält sich den Abgleich der ELX315x/EPX31xx vor. Der Herstellerabgleich ist daher nicht veränderbar.

**Sehen Sie dazu auch**

- 📄 [Konfigurationsdaten](#) [[▶ 135](#)]

## 5.5 TwinSAFE SC

### 5.5.1 TwinSAFE SC - Funktionsprinzip

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

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

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

### 5.5.2 TwinSAFE SC - Konfiguration

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

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

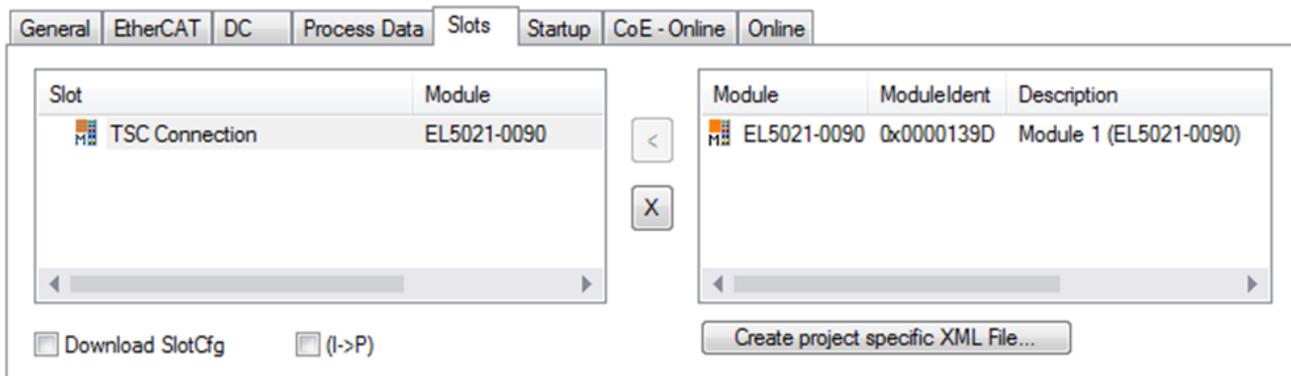


Abb. 155: Hinzufügen der TwinSAFE-SC-Prozessdaten unterhalb der Komponente z.B. EL5021-0090

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

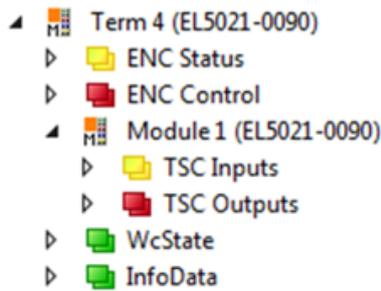


Abb. 156: Prozessdaten TwinSAFE SC Komponente, Beispiel EL5021-0090

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

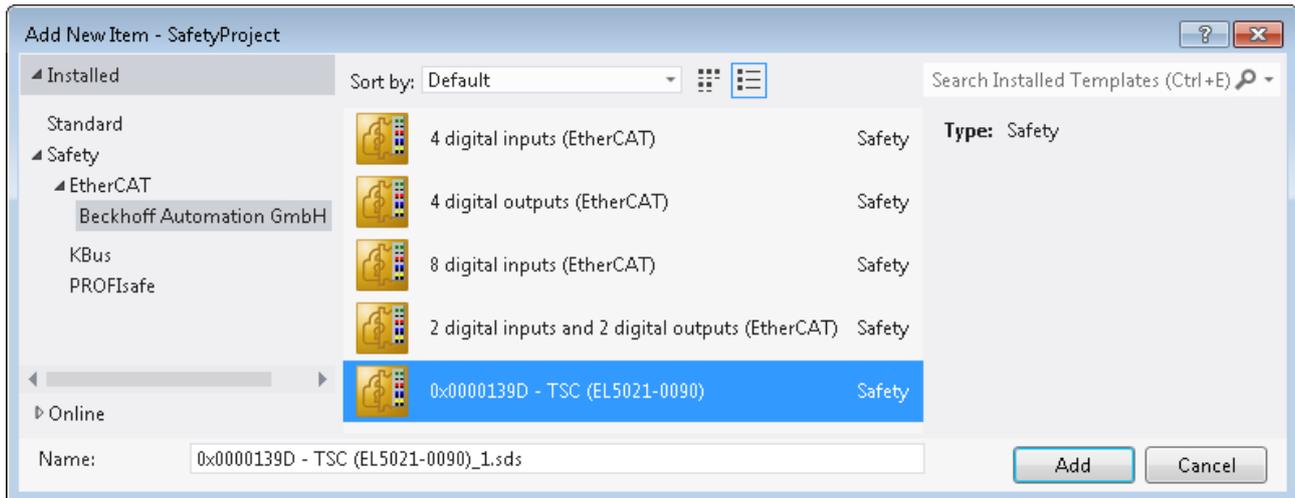


Abb. 157: Hinzufügen einer TwinSAFE-SC-Verbindung

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

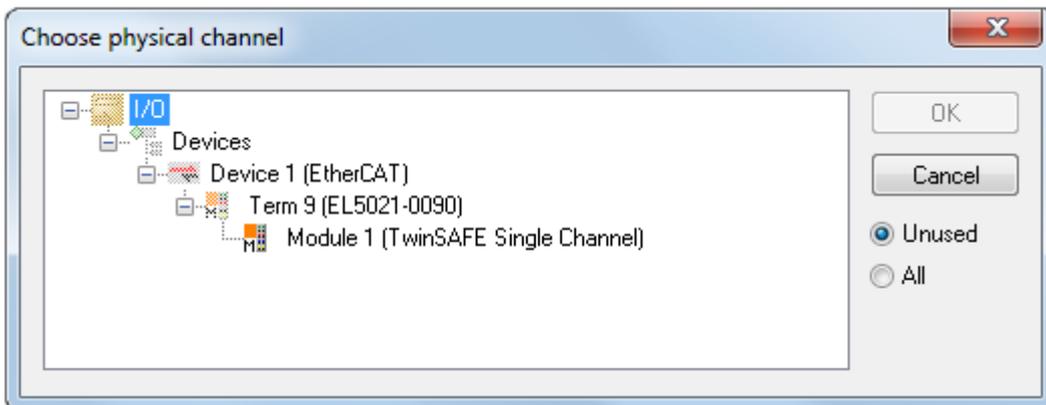


Abb. 158: Erstellen einer Verknüpfung zu einer TwinSAFE-SC-Klemme

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

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

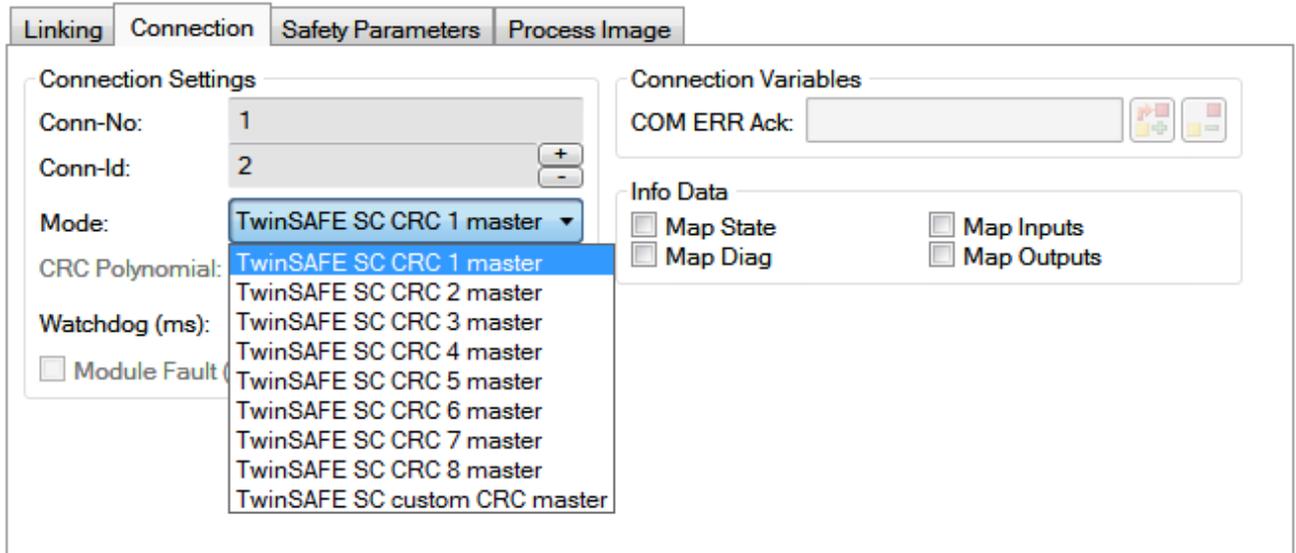


Abb. 159: Auswahl einer freien CRC

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

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

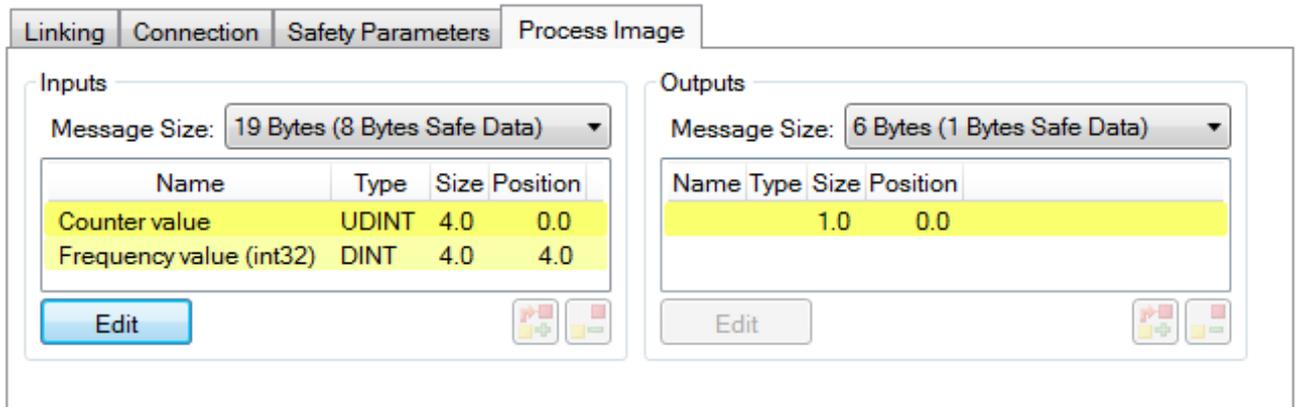


Abb. 160: Auswahl der Prozessdatengröße bzw. der Prozessdaten

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

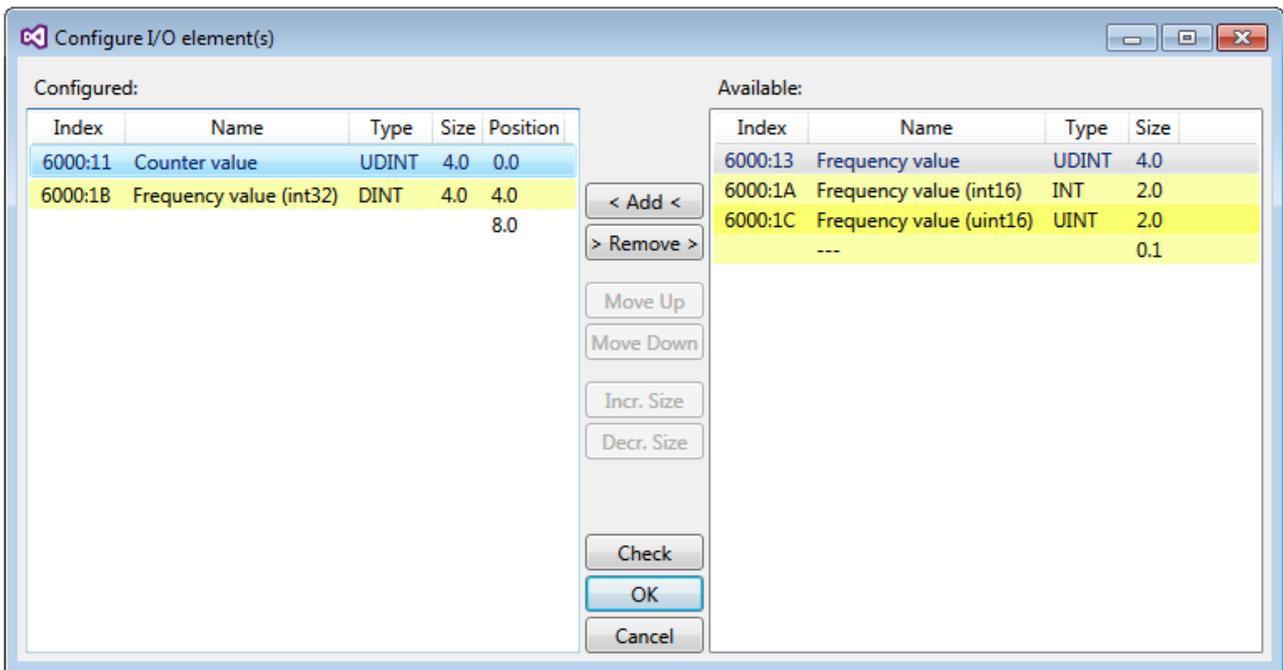


Abb. 161: Auswahl der Prozessdaten

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

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

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

Abb. 162: CoE Objekte 0x8010:01 und 0x8010:02 bei der EL5021-0090

**● Objekt *TSC Settings***

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

Beispiel:

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

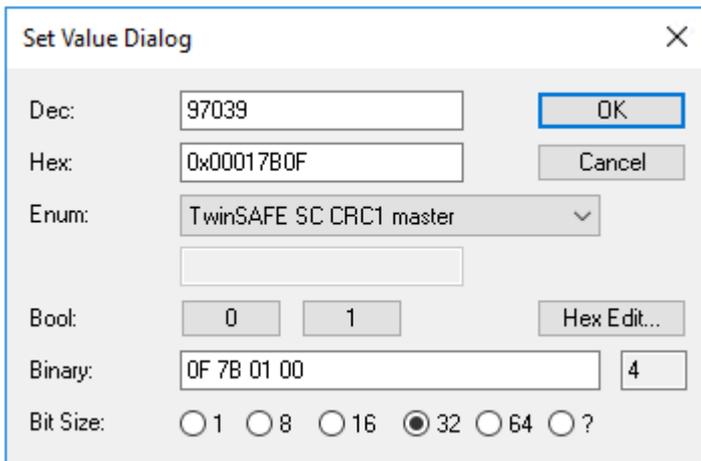


Abb. 163: Eintragen der Safety-Adresse und der CRC

**i TwinSAFE-SC-Verbindungen**

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

**5.5.3 TwinSAFE SC - Prozessdaten ELX3152-0090**

Die ELX3152-0090 überträgt folgende Prozessdaten an die TwinSAFE-Logik:

Index	Name	Type	Size
0x6000:11	AI Module 1.Value	INT	2.0
0x6010:11	AI Module 2.Value	INT	2.0

Dabei werden zunächst die Prozessdaten beider Kanäle übertragen. Über den Reiter *Process Image* können im Safety-Editor einzelne Kanäle ganz abgewählt werden.

Abhängig von der TwinCAT 3.1 Version können Prozessdaten bei der Verlinkung zum Safety-Editor automatisch umbenannt werden.

**i TwinSAFE-SC-Objekte**

Die Übersicht zu TwinSAFE-SC-Objekten finden Sie im Kapitel Objekte TwinSAFE Single Channel (ELX315 [1] 140[2]-0090).

## 5.6 CoE - Objektbeschreibung und Parametrierung

### **i** EtherCAT XML Device Description

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

#### Übersicht

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

Objektübersicht
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">Restore-Objekt [► 134]</a></li> <li>• <a href="#">Konfigurationsdaten [► 135]</a></li> <li>• <a href="#">Eingangsdaten [► 136]</a></li> <li>• <a href="#">Ausgangsdaten [► 136]</a></li> <li>• <a href="#">Standardobjekte [► 136]</a></li> </ul>

### 5.6.1 Restore-Objekt

#### Index 1011 Restore default parameters

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
1011:0	Restore default parameters	Herstellen der Default-Einstellungen	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> )

## 5.6.2 Konfigurationsdaten

### Index 80n0 AI Settings (für $0 \leq n \leq 7$ )

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
80n0:0	AI Settings	Maximaler Subindex	UINT8	RO	0x18 (24 <sub>dez</sub> )
80n0:01	Enable user scale	Die Anwender Skalierung ist aktiv.	BOOLEAN	RW	0x00 (0 <sub>dez</sub> )
80n0:06	Enable filter	Filter aktivieren, dadurch entfällt der SPS-zyklussynchrone Datenaustausch	BOOLEAN	RW	0x00 (0 <sub>dez</sub> )
80n0:07	Enable limit 1	Limit 1 aktiviert	BOOLEAN	RW	0x00 (0 <sub>dez</sub> )
80n0:08	Enable limit 2	Limit 2 aktiviert	BOOLEAN	RW	0x00 (0 <sub>dez</sub> )
80n0:0A	Enable user calibration	Freigabe des Anwender Abgleichs	BOOLEAN	RW	0x00 (0 <sub>dez</sub> )
80n0:0B	Enable vendor calibration	Freigabe des Hersteller Abgleichs	BOOLEAN	RW	0x01 (1 <sub>dez</sub> )
80n0:0E	Swap limit bits	Tauschen der Limit-Bits	BOOLEAN	RW	0x00 (0 <sub>dez</sub> )
80n0:11	User scale offset	Offset der Anwenderskalierung	INT16	RW	0x0000 (0 <sub>dez</sub> )
80n0:12	User scale gain	Gain der Anwenderskalierung. Der Gain besitzt eine Festkommadarstellung mit dem Faktor $2^{-16}$ . Der Wert 1 entspricht 65536 <sub>dez</sub> (0x00010000) und wird auf $\pm 0x7FFFF$ begrenzt	INT32	RW	0x00010000 (65536 <sub>dez</sub> )
80n0:13	Limit 1	Erster Grenzwert zum Setzen der Statusbits	INT16	RW	0x0000 (0 <sub>dez</sub> )
80n0:14	Limit 2	Zweiter Grenzwert zum Setzen der Statusbits	INT16	RW	0x0000 (0 <sub>dez</sub> )
80n0:15	Filter settings	Dieses Objekt bestimmt die digitalen Filtereinstellungen, wenn es über Enable filter (Index 0x80n0:06 <a href="#">▶ 135</a> ) aktiv ist. Die möglichen Einstellungen sind fortlaufend nummeriert. 0: 50 Hz FIR 1: 60 Hz FIR 2: IIR 1 3: IIR 2 4: IIR 3 5: IIR 4 6: IIR 5 7: IIR 6 8: IIR 7 9: IIR 8	UINT16	RW	0x0000 (0 <sub>dez</sub> )
80n0:17	User calibration offset	Anwender Offset Abgleich	INT16	RW	0x0000 (0 <sub>dez</sub> )
80n0:18	User calibration gain	Anwender Gain Abgleich	INT16	RW	0x4000 (16384 <sub>dez</sub> )

### **i** Einstellung der Filtereigenschaften über Index 0x8000:15 [▶ 135](#)

Die Filterfrequenzen werden für alle Kanäle der ELX315x/EPX31xx zentral über den Index 0x8000:15 [▶ 135](#) (Kanal 1) eingestellt. Alle anderen entsprechenden Indizes 0x80n0:15 haben keine Parametrierungsfunktion!

### Index 80nD AI Advanced settings (für $0 \leq n \leq 7$ )

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default	
80nD:0	AI Advanced Settings	AI erweiterte Einstellungen	UINT8	RW	0x12 (18 <sub>dez</sub> )	
80nD:11	Input Type	Messungs Modus, zulässige Werte:	UINT16	RW	0x0002 (2 <sub>dez</sub> )	
		0x12				0..20 mA (nicht bei ELX3158)
		0x13				4..20 mA
80nD:12	Scaler	Skalierung, zulässige Werte:	UINT16	RW	0x0000 (0 <sub>dez</sub> )	
		0x00				Extended Range
		0x03				Legacy Range (Nicht bei Input Type 4..20 mA NAMUR.)
80nD:17	Low Range Error	Unterer Schwellwert für Error Bit und Error Led	INT32	RW	Abhängig von 80nD:11	
80nD:18	High Range Error	Oberer Schwellwert für Error Bit und Error Led	INT32	RW	Abhängig von 80nD:11	

**Index 80nE AI Internal data (für  $0 \leq n \leq 7$ )**

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
80nE:0	AI Internal data	Maximaler Subindex	UINT8	RO	0x01 (1 <sub>dez</sub> )
80nE:01	ADC raw value	ADC Rohwert	UINT16	RO	-

**Index 80nF AI Vendor data (für  $0 \leq n \leq 7$ )**

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
80nF:0	AI Vendor data	Maximaler Subindex	UINT8	RW	0x02 (2 <sub>dez</sub> )
80nF:01	Calibration offset	Offset (Herstellerabgleich)	INT16	RW	0x0000 (0 <sub>dez</sub> )
80nF:02	Calibration gain	Gain (Herstellerabgleich)	INT16	RW	0x4000 (16384 <sub>dez</sub> )

## 5.6.3 Eingangsdaten

**Index 60n0 AI Inputs (für  $0 \leq n \leq 7$ )**

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
60n0:0	AI Inputs	Maximaler Subindex	INT16	RO	0x11 (17 <sub>dez</sub> )
60n0:01	Underrange	Messbereich unterschritten.	BOOLEAN	RO	0x00 (0 <sub>dez</sub> )
60n0:02	Ovrrange	Messbereich überschritten.	BOOLEAN	RO	0x00 (0 <sub>dez</sub> )
60n0:03	Limit 1	Grenzwertüberwachung Limit 1 0: nicht aktiv 1: Wert ist kleiner als Grenzwert 1 2: Wert ist größer als Grenzwert 1 3: Wert ist gleich dem Grenzwert 1	BIT2	RO	0x00 (0 <sub>dez</sub> )
60n0:05	Limit 2	Grenzwertüberwachung Limit 2 0: nicht aktiv 1: Wert ist kleiner als Grenzwert 2 2: Wert ist größer als Grenzwert 2 3: Wert ist gleich dem Grenzwert 2	BIT2	RO	0x00 (0 <sub>dez</sub> )
60n0:07	Error	Das Fehlerbit wird gesetzt, wenn das Datum ungültig ist (Ovrrange, Underrange)	BOOLEAN	RO	0x00 (0 <sub>dez</sub> )
60n0:0E	Sync error	Das Sync error Bit wird nur für den DC Mode benötigt und zeigt an, ob in dem abgelaufenen Zyklus ein Synchronisierungsfehler aufgetreten ist. Das bedeutet, ein SYNC-Signal wurde im I/O-Gerät ausgelöst, es lagen aber keine neuen Prozessdaten vor (0=ok, 1=nok).	BOOLEAN	RO	0x00 (0 <sub>dez</sub> )
60n0:0F	TxPDO State	Gültigkeit der Daten der zugehörigen TxPDO (0=valid, 1=invalid).	BOOLEAN	RO	0x00 (0 <sub>dez</sub> )
60n0:10	TxPDO Toggle	Der TxPDO Toggle wird vom Slave getoggelt, wenn die Daten der zugehörigen TxPDO aktualisiert wurden.	BOOLEAN	RO	0x00 (0 <sub>dez</sub> )
60n0:11	Value	Analoges Eingangsdatum	INT16	RO	0x0000 (0 <sub>dez</sub> )

## 5.6.4 Ausgangsdaten

Die EPX3184 hat keine Ausgangsobjekte.

## 5.6.5 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 CoE Profil (5001). Das Hi-Word enthält das Modul Profil entsprechend des Modular Device Profile.	UINT32	RO	0x00001389 (5001 <sub>dez</sub> )

**Index 1008 Device name**

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

**Index 1009 Hardware version**

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

**Index 100A Software version**

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
100A:0	Software version	Firmware-Version des EtherCAT-Slaves	STRING	RO	01

**Index 1018 Identity**

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
1018:0	Identity	Informationen, um den Slave zu identifizieren	UINT8	RO	0x04 (4 <sub>dez</sub> )
1018:01	Vendor ID	Hersteller-ID des EtherCAT-Slaves	UINT32	RO	-
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 Sondergerätenummer, das High-Word (Bit 16-31) verweist auf die Gerätebeschreibung	UINT32	RO	-
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 handling**

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

**Index 180n (AI) TxPDO-Par (für 0 ≤ n ≤ F)**

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default																																		
180n:0	AI TxPDO-Par Standard	PDO Parameter TxPDO	UINT8	RO	0x06 (6 <sub>dez</sub> )																																		
180n:06	Exclude TxPDOs	Hier sind die TxPDOs (Index der TxPDO Mapping Objekte) angegeben, die nicht zusammen mit diesem PDO übertragen werden dürfen	OCTET-STRING[2]	RO	<table border="1"> <thead> <tr> <th>n=</th> <th>Wert:</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0</td><td>0x011A</td></tr> <tr><td>1</td><td>0x001A</td></tr> <tr><td>2</td><td>0x031A</td></tr> <tr><td>3</td><td>0x021A</td></tr> <tr><td>4</td><td>0x051A</td></tr> <tr><td>5</td><td>0x041A</td></tr> <tr><td>6</td><td>0x071A</td></tr> <tr><td>7</td><td>0x061A</td></tr> <tr><td>8</td><td>0x091A</td></tr> <tr><td>9</td><td>0x081A</td></tr> <tr><td>A</td><td>0x0B1A</td></tr> <tr><td>B</td><td>0x0A1A</td></tr> <tr><td>C</td><td>0x0D1A</td></tr> <tr><td>D</td><td>0x0C1A</td></tr> <tr><td>E</td><td>0x0F1A</td></tr> <tr><td>F</td><td>0x0E1A</td></tr> </tbody> </table>	n=	Wert:	0	0x011A	1	0x001A	2	0x031A	3	0x021A	4	0x051A	5	0x041A	6	0x071A	7	0x061A	8	0x091A	9	0x081A	A	0x0B1A	B	0x0A1A	C	0x0D1A	D	0x0C1A	E	0x0F1A	F	0x0E1A
n=	Wert:																																						
0	0x011A																																						
1	0x001A																																						
2	0x031A																																						
3	0x021A																																						
4	0x051A																																						
5	0x041A																																						
6	0x071A																																						
7	0x061A																																						
8	0x091A																																						
9	0x081A																																						
A	0x0B1A																																						
B	0x0A1A																																						
C	0x0D1A																																						
D	0x0C1A																																						
E	0x0F1A																																						
F	0x0E1A																																						

**Index 1A0n AI TxPDO-Map Standard (für n = 0, 2, 4 ... E; p = 0, 1, 2 ... 7)**

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
1A0n:0	AI TxPDO-Map Standard	PDO Mapping TxPDO	UINT8	RO	0x0B (11 <sub>dez</sub> )
1A0n:01	SubIndex 001	1. PDO Mapping entry (object 0x60p0 (AI Inputs), entry 0x01 (Underrange))	UINT32	RO	0x60p0:01, 1
1A0n:02	SubIndex 002	2. PDO Mapping entry (object 0x60p0 (AI Inputs), entry 0x02 (Ovrange))	UINT32	RO	0x60p0:02, 1
1A0n:03	SubIndex 003	3. PDO Mapping entry (object 0x60p0 (AI Inputs), entry 0x03 (Limit 1))	UINT32	RO	0x60p0:03, 2
1A0n:04	SubIndex 004	4. PDO Mapping entry (object 0x60p0 (AI Inputs), entry 0x05 (Limit 2))	UINT32	RO	0x60p0:05, 2
1A0n:05	SubIndex 005	5. PDO Mapping entry (object 0x60p0 (AI Inputs), entry 0x07 (Error))	UINT32	RO	0x60p0:07, 1
1A0n:06	SubIndex 006	6. PDO Mapping entry (1 bit align)	UINT32	RO	0x0000:00, 1
1A0n:07	SubIndex 007	7. PDO Mapping entry (5 bits align)	UINT32	RO	0x0000:00, 5
1A0n:08	SubIndex 008	8. PDO Mapping entry (object 0x1C32 (SM input parameter), entry 0x20 (Sync error))	UINT32	RO	0x1C32:20, 1
1A0n:09	SubIndex 009	9. PDO Mapping entry (object 0x180n (AI TxPDO-Par Standard), entry 0x07 (TxPDO State))	UINT32	RO	0x180n:07, 1
1A0n:0A	SubIndex 010	10. PDO Mapping entry (object 0x180n (AI TxPDO-Par Standard), entry 0x09 (TxPDO Toggle))	UINT32	RO	0x180n:09, 1
1A0n:0B	SubIndex 011	11. PDO Mapping entry (object 0x60p0 (AI Inputs), entry 0x11 (Value))	UINT32	RO	0x60p0:11, 16

**Index 1A0n AI TxPDO-Map Compact (für n = 1, 3, 5 ... F; p = 0, 1, 2 ... 7)**

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
1A0n:0	AI TxPDO-Map Compact	PDO Mapping TxPDO	UINT8	RO	0x01 (1 <sub>dez</sub> )
1A0n:01	SubIndex 001	1. PDO Mapping entry (object 0x60p0 (AI Inputs), entry 0x11 (Value))	UINT32	RO	0x60p0:11, 16

**Index 1C00 Sync manager type**

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

**Index 1C12 RxPDO assign**

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
1C12:0	RxPDO assign	PDO Assign Outputs	UINT8	RW	0x00 (0 <sub>dez</sub> )

**Index 1C13 TxPDO assign**

Für den Betrieb an anderen Mastern als TwinCAT muss sichergestellt werden, dass die Einträge der Kanäle in die PDO-Zuordnung ("TxPDO assign", Objekt 0x1C13) aufeinanderfolgend ist.

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
1C13:0	TxPDO assign	PDO Assign Inputs	UINT8	RW	0x02 (2 <sub>dez</sub> )
1C13:01	SubIndex 001	1. zugeordnete TxPDO (enthält den Index des zugehörigen TxPDO Mapping Objekts)	UINT16	RW	0x1A00 (6656 <sub>dez</sub> )
1C13:02	SubIndex 002	2. zugeordnete TxPDO (enthält den Index des zugehörigen TxPDO Mapping Objekts)	UINT16	RW	0x1A02 (6658 <sub>dez</sub> )

**Index 1C33 SM input parameter**

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
1C33:0	SM input parameter	Synchronisierungsparameter der Inputs	UINT8	RO	0x20 (32 <sub>dez</sub> )
1C33:01	Sync mode	Aktuelle Synchronisierungsbetriebsart: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bit 0 = 0: Free Run</li> <li>• Bit 0 = 1: Synchron with SM 3 Event</li> <li>• Bit 0-1 = 11: DC mit SYNC1 event</li> <li>• Bit 15 = 1: Fast Mode</li> </ul>	UINT16	RW	0x0001 (1 <sub>dez</sub> )
1C33:02	Cycle time	Zykluszeit (in ns): <ul style="list-style-type: none"> <li>• Free Run: Zykluszeit des lokalen Timers</li> <li>• Synchron with SM 2 Event: Zykluszeit des Masters</li> <li>• DC-Mode: SYNC0/SYNC1 Cycle Time</li> </ul>	UINT32	RW	0x000F4240 (1000000 <sub>dez</sub> )
1C33:03	Shift time	Zeit zwischen SYNC0-Event und Einlesen der Inputs (in ns, nur DC-Mode)	UINT32	RO	0x00004E20 (20000 <sub>dez</sub> )
1C33:04	Sync modes supported	Unterstützte Synchronisierungsbetriebsarten: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bit 0 = 1: Free Run (wird unterstützt)</li> <li>• Bit 1 = 1: Synchron with SM 3 Event (wird unterstützt)</li> <li>• Bit 2 = 1: DC-Mode (SYNC0)</li> <li>• Bit 3 = 1: DC-Mode (SYNC1)</li> <li>• Bit 4-5 = 01: Input Shift with local event (Outputs available)</li> <li>• Bit 4-5 = 10: Input Shift with SYNC1 Event (no Outputs available)</li> <li>• Bit 12 = 1: Legacy Synchron</li> <li>• Bit 13 = 1: SM event</li> <li>• Bit 14 = 1: Dynamic times (Messen durch Beschreiben von <a href="#">1C33:08</a> [<a href="#">▶ 139</a>])</li> <li>• Bit 15 = 1: Fast Mode</li> </ul>	UINT16	RO	0x440B (17419 <sub>dez</sub> )
1C33:05	Minimum cycle time	Minimale Zykluszeit (in ns)	UINT32	RO	0x000927C0 (600000 <sub>dez</sub> )
1C33:06	Calc and copy time	Zeit zwischen Einlesen der Eingänge und Verfügbarkeit der Eingänge für den Master (in ns, nur DC-Mode)	UINT32	RO	0x0008D9A0 (580000 <sub>dez</sub> )
1C33:08	Command	Mit diesem Eintrag kann eine Messung der real benötigten Prozessdatenbereitstellungszeit durchgeführt werden. <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> Die Entries <a href="#">1C33:03</a> [ <a href="#">▶ 139</a> ], <a href="#">1C33:06</a> [ <a href="#">▶ 139</a> ], <a href="#">1C33:09</a> [ <a href="#">▶ 139</a> ] werden mit den maximal gemessenen Werten aktualisiert. Wenn erneut gemessen wird, werden die Messwerte zurückgesetzt	UINT16	RW	0x0000 (0 <sub>dez</sub> )
1C33:09	Maximum Delay time	Zeit zwischen SYNC1-Event und Einlesen der Eingänge (in ns, nur DC-Mode)	UINT32	RO	0x00000000 (0 <sub>dez</sub> )
1C33:0B	SM event missed counter	Anzahl der ausgefallenen SM-Events im OPERATIONAL (nur im DC Mode)	UINT16	RO	0x0000 (0 <sub>dez</sub> )
1C33:0C	Cycle exceeded counter	Anzahl der Zykluszeitverletzungen im OPERATIONAL (Zyklus wurde nicht rechtzeitig fertig bzw. der nächste Zyklus kam zu früh)	UINT16	RO	0x0000 (0 <sub>dez</sub> )
1C33:0D	Shift too short counter	Anzahl der zu kurzen Abstände zwischen SYNC0 und SYNC1 Event (nur im DC Mode)	UINT16	RO	0x0000 (0 <sub>dez</sub> )
1C33:20	Sync error	Im letzten Zyklus war die Synchronisierung nicht korrekt (Ausgänge wurden zu spät ausgegeben, nur im DC Mode)	BOOLEAN	RO	0x00 (0 <sub>dez</sub> )

**Index F000 Modular device profile**

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

**Index F008 Code word**

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

**Index F009 Password protection**

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
F009:0	Password protection	Passwortschutz user calibration	UINT32	RW	0x00000000 (0 <sub>dez</sub> )

**Index F010 Module list (für 1 ≤ n ≤ 8)**

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
F010:0	Module list	Maximaler Subindex	UINT8	RW	0x02 (2 <sub>dez</sub> )
F010:0n	SubIndex 00n	Analog Input Profil (300)	UINT32	RW	0x0000012C (300 <sub>dez</sub> )

## 5.6.6 Objekte TwinSAFE Single Channel (ELX3152-0090)

**Index 1620 TSC RxPDO-Map Master Message**

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
1620:0	TSC RxPDO-Map Master Message	PDO Mapping RxPDO	UINT8	RW	0x04 (4 <sub>dez</sub> )
1620:01	SubIndex 001	1. PDO Mapping entry (object 0x7040 (TSC Master Frame Elements), entry 0x01 (TSC__Master Cmd))	UINT32	RW	0x7100:01, 8
1620:02	SubIndex 002	2. PDO Mapping entry (8 bits align)	UINT32	RW	0x0000:00, 8
1620:03	SubIndex 003	3. PDO Mapping entry (object 0x7040 (TSC Master Frame Elements), entry 0x03 (TSC__Master CRC_0))	UINT32	RW	0x7100:03, 16
1620:04	SubIndex 004	4. PDO Mapping entry (object 0x7040 (TSC Master Frame Elements), entry 0x02 (TSC__Master ConnID))	UINT32	RW	0x7100:02, 16

**Index 1A20 TSC TxPDO-Map Slave Message**

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
1A20:0	TSC TxPDO-Map Slave Message	PDO Mapping TxPDO	UINT8	RW	0x06 (16 <sub>dez</sub> )
1A20:01	SubIndex 001	1. PDO Mapping entry (object 0x6040 (TSC Slave Frame Elements), entry 0x01 (TSC__Slave Cmd))	UINT32	RW	0x6100:01, 8
1A20:02	SubIndex 002	2. PDO Mapping entry (object 0x6000 (AI Inputs), entry 0x11 (Value))	UINT32	RW	0x6000:11, 16
1A20:03	SubIndex 003	3. PDO Mapping entry (object 0x6040 (TSC Slave Frame Elements), entry 0x03 (TSC__Slave CRC_0))	UINT32	RW	0x6100:03, 16
1A20:04	SubIndex 004	4. PDO Mapping entry (object 0x6010 (AI Inputs), entry 0x11 (Value))	UINT32	RW	0x6010:11, 16
1A20:05	SubIndex 005	5. PDO Mapping entry (object 0x6040 (TSC Slave Frame Elements), entry 0x04 (TSC__Slave CRC_1))	UINT32	RW	0x6100:04, 16
1A20:06	SubIndex 006	6. PDO Mapping entry (object 0x6020 (AI Inputs), entry 0x11 (Value))	UINT32	RW	0x6100:11, 16

**Index 6100 TSC Slave Frame Elements**

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
6100:0	TSC Slave Frame Elements	Maximaler Subindex	UINT8	RO	0x04 (4 <sub>dez</sub> )
6100:01	TSC__Slave Cmd	reserviert	UINT8	RO	0x00 (0 <sub>dez</sub> )
6100:02	TSC__Slave ConnID	reserviert	UINT16	RO	0x0000 (0 <sub>dez</sub> )
6100:03	TSC__Slave CRC_0	reserviert	UINT16	RO	0x0000 (0 <sub>dez</sub> )
6100:04	TSC__Slave CRC_1	reserviert	UINT16	RO	0x0000 (0 <sub>dez</sub> )

**Index 7100 TSC Master Frame Elements**

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
7100:0	TSC Master Frame Elements	Maximaler Subindex	UINT8	RO	0x03 (3 <sub>dez</sub> )
7100:01	TSC__Master Cmd	reserviert	UINT8	RO	0x00 (0 <sub>dez</sub> )
7100:02	TSC__Master ConnID	reserviert	UINT16	RO	0x0000 (0 <sub>dez</sub> )
7100:03	TSC__Master CRC_0	reserviert	UINT16	RO	0x0000 (0 <sub>dez</sub> )

**Index 8100 TSC Settings**

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
8100:0	TSC Settings	Maximaler Subindex	UINT8	RW	0x02 (2 <sub>dez</sub> )
8100:01	Address	TwinSAFE SC Adresse	UINT16	RW	0x0000 (0 <sub>dez</sub> )
8100:02	Connection Mode	Auswahl der TwinSAFE SC CRC	UINT32	RW	0x00000000 (0 <sub>dez</sub> )

## 5.7 Fehlermeldungen und Diagnose

**Beeinflussung durch störende Geräte**

Beim Betrieb der analogen EtherCAT-Klemme ELX31xx können hochfrequente, überlagernde Signale von störenden Geräten (z.B. Proportionalventile, Schrittmotor- oder DC-Motor-Endstufen) von der Klemme erfasst werden. Um einen störungsfreien Betrieb zu gewährleisten, empfehlen wir den Einsatz getrennter Netzteile für die Klemmen und die Störungen verursachenden Geräte.

## 6 Anhang

### 6.1 EtherCAT AL Status Codes

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

### 6.2 UL-Hinweise

#### ● Application

**i** The modules are intended for use with Beckhoff's UL Listed EtherCAT System only.

#### ● Examination

**i** For cULus examination, the Beckhoff I/O System has only been investigated for risk of fire and electrical shock (in accordance with UL508 and CSA C22.2 No. 142).

#### ● For devices with Ethernet connectors

**i** Not for connection to telecommunication circuits.

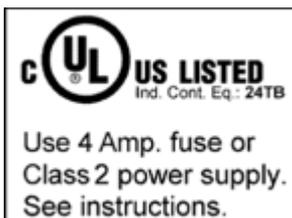
#### Grundlagen

Im Beckhoff EtherCAT-Produktbereich sind je nach Komponente zwei UL-Zertifikate anzutreffen:

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



2. UL-Zertifizierung nach UL508 mit eingeschränkter Leistungsaufnahme. Die Stromaufnahme durch das Gerät wird begrenzt auf eine max. mögliche Stromaufnahme von 4 A. Solcherart zertifizierte Geräte sind gekennzeichnet durch das Zeichen:



Annähernd alle aktuellen EtherCAT-Produkte (Stand 2010/05) sind uneingeschränkt UL zertifiziert.

#### Anwendung

Werden *eingeschränkt* zertifizierte Geräte verwendet, ist die Stromaufnahme bei 24 V<sub>DC</sub> entsprechend zu beschränken durch Versorgung

- von einer isolierten, mit einer Sicherung (entsprechend UL248) von maximal 4 A geschützten Quelle, oder
- von einer Spannungsquelle die *NEC class 2* entspricht.  
Eine Spannungsquelle entsprechend *NEC class 2* darf nicht seriell oder parallel mit einer anderen *NEC class 2* entsprechenden Spannungsquelle verbunden werden!

Diese Anforderungen gelten für die Versorgung aller EtherCAT-Buskoppler, Netzteilklemmen, Busklemmen und deren Power-Kontakte.

## 6.3 FM-Hinweise

### Besondere Hinweise hinsichtlich ANSI/ISA Ex

#### **WARNUNG**

##### **Beachten Sie den zulässigen Einsatzbereich!**

Der Einsatz der ELX-Klemmen darf ausschließlich in explosionsgefährdeten Bereichen der Class I, Division 2, Group A, B, C, D oder in nicht-explosionsgefährdeten Bereichen erfolgen!

#### **WARNUNG**



##### **Berücksichtigen Sie die Dokumentation *Control Drawing ELX!***

Beachten Sie bei der Installation der ELX-Klemmen unbedingt die Dokumentation *Control Drawing ELX*, die Ihnen im Download-Bereich Ihrer ELX-Klemme unter <https://www.beckhoff.de/ELXxxxx> zur Verfügung steht!

## 6.4 Support und Service

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

### Beckhoff Niederlassungen und Vertretungen

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

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

Dort finden Sie auch weitere Dokumentationen zu Beckhoff Komponenten.

### Support

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

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

Hotline: +49 5246 963 157  
E-Mail: [support@beckhoff.com](mailto:support@beckhoff.com)  
Internet: [www.beckhoff.com/support](http://www.beckhoff.com/support)

### Service

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

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

Hotline: +49 5246 963 460  
E-Mail: [service@beckhoff.com](mailto:service@beckhoff.com)  
Internet: [www.beckhoff.com/service](http://www.beckhoff.com/service)

### Unternehmenszentrale Deutschland

Beckhoff Automation GmbH & Co. KG

Hülshorstweg 20  
33415 Verl  
Deutschland

Telefon: +49 5246 963 0  
E-Mail: [info@beckhoff.com](mailto:info@beckhoff.com)  
Internet: [www.beckhoff.com](http://www.beckhoff.com)

# Abbildungsverzeichnis

Abb. 1	ELX1052-0000 mit Date Code 43220001, BTN 999apr7y und Ex-Kennzeichnung.....	9
Abb. 2	ELX9560-0000 mit Date Code 37220005, BTN 999arb1p und Ex-Kennzeichnung.....	10
Abb. 3	ELX9012 mit Date Code 36230000, BTN 000bh4yr und Ex-Kennzeichnung.....	11
Abb. 4	ELX3152 - Zweikanalige Analog-Eingangsklemme, 0/4 ... 20 mA, single-ended, 16 Bit, Ex i ....	12
Abb. 5	ELX3158 - Achtekanalige Analog-Eingangsklemme, 4 ... 20 mA, single-ended, 16 Bit, Ex i.....	13
Abb. 6	Zulässige Anordnung der ELX-Klemmen (rechter Klemmenblock).....	21
Abb. 7	Zulässige Anordnung - vor und nach dem ELX-Klemmenstrang sind Klemmen gesetzt, die nicht zur ELX-Serie gehören. Die Trennung erfolgt durch die ELX9560 zu Beginn des ELX-Klemmenstranges und zwei ELX9410 zum Ende des ELX-Klemmenstranges. ....	21
Abb. 8	Zulässige Anordnung - vor und nach dem ELX-Klemmenstrang sind Klemmen gesetzt, die nicht zur ELX-Serie gehören. Die Trennung erfolgt durch die ELX9560 zu Beginn des ELX-Klemmenstranges und den EK1110 zum Ende des ELX-Klemmenstranges. ....	21
Abb. 9	Zulässige Anordnung - mehrfache Wiedereinspeisungen durch ELX9560 mit jeweils einer vorgeschalteten ELX9410. ....	22
Abb. 10	Zulässige Anordnung - ELX9410 vor einer Einspeiseklemme ELX9560. ....	22
Abb. 11	Unzulässige Anordnung - fehlende Einspeiseklemme ELX9560. ....	22
Abb. 12	Unzulässige Anordnung - Klemme im ELX-Klemmenstrang, die nicht zur ELX-Serie gehört.....	22
Abb. 13	Unzulässige Anordnung - zweite Einspeiseklemme ELX9560 im ELX-Klemmenstrang ohne vorgeschaltete ELX9410. ....	23
Abb. 14	Unzulässige Anordnung - fehlende Busendkappe ELX9012. ....	23
Abb. 15	Einbaulage und Mindestabstände.....	24
Abb. 16	Montage auf Tragschiene .....	25
Abb. 17	Demontage von Tragschiene .....	26
Abb. 18	Standardverdrahtung .....	27
Abb. 19	High-Density-Klemmen .....	27
Abb. 20	Anschluss einer Leitung an eine Klemmstelle.....	28
Abb. 21	ELX3152 - Anschlussbelegung .....	30
Abb. 22	ELX3158 - Anschlussbelegung .....	32
Abb. 23	Messbereichsendwert, Messspanne.....	34
Abb. 24	SE und DIFF-Modul als 2-kanalige Variante.....	37
Abb. 25	2-Leiter-Anschluss .....	39
Abb. 26	Gleichtaktspannung (Ucm).....	40
Abb. 27	Empfohlener Einsatzspannungsbereich.....	41
Abb. 28	Signalverarbeitung Analogeingang .....	42
Abb. 29	Diagramm Signalverzögerung (Sprungantwort).....	43
Abb. 30	Diagramm Signalverzögerung (linear) .....	43
Abb. 31	Darstellung der Grenzbereiche aus der NAMUR-Empfehlung NE43, Version 03.02.2003 .....	44
Abb. 32	Bezug von der Anwender Seite (Inbetriebnahme) zur Installation .....	46
Abb. 33	Aufbau der Steuerung mit Embedded-PC, Eingabe (EL1004) und Ausgabe (EL2008).....	47
Abb. 34	Initiale Benutzeroberfläche TwinCAT 2.....	48
Abb. 35	Wähle Zielsystem.....	49
Abb. 36	PLC für den Zugriff des TwinCAT System Managers festlegen: Auswahl des Zielsystems .....	49
Abb. 37	Auswahl „Gerät Suchen.“ .....	50
Abb. 38	Automatische Erkennung von E/A Geräten: Auswahl der einzubindenden Geräte .....	50
Abb. 39	Abbildung der Konfiguration im TwinCAT 2 System Manager .....	51
Abb. 40	Einlesen von einzelnen an einem Gerät befindlichen Klemmen.....	51

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

Abb. 87	Hinweisfenster fehlerhafte ESI-Datei (links: TwinCAT 2; rechts: TwinCAT 3) .....	80
Abb. 88	Anwendung des ESI Updater (>=TwinCAT 2.11) .....	82
Abb. 89	Anwendung des ESI Updater (TwinCAT 3).....	82
Abb. 90	Anfügen eines EtherCAT Device: links TwinCAT 2; rechts TwinCAT 3 .....	83
Abb. 91	Auswahl EtherCAT Anschluss (TwinCAT 2.11, TwinCAT 3) .....	83
Abb. 92	Auswahl Ethernet Port .....	84
Abb. 93	Eigenschaften EtherCAT Gerät (TwinCAT 2) .....	84
Abb. 94	Anfügen von EtherCAT Geräten (links: TwinCAT 2; rechts: TwinCAT 3) .....	85
Abb. 95	Auswahldialog neues EtherCAT Gerät .....	85
Abb. 96	Anzeige Geräte-Revision .....	86
Abb. 97	Anzeige vorhergehender Revisionen .....	86
Abb. 98	Name/Revision Klemme.....	87
Abb. 99	EtherCAT Klemme im TwinCAT-Baum (links: TwinCAT 2; rechts: TwinCAT 3).....	87
Abb. 100	Unterscheidung Lokalsystem/ Zielsystem (links: TwinCAT 2; rechts: TwinCAT 3).....	88
Abb. 101	Scan Devices (links: TwinCAT 2; rechts: TwinCAT 3) .....	88
Abb. 102	Hinweis automatischer GeräteScan (links: TwinCAT 2; rechts: TwinCAT 3).....	88
Abb. 103	Erkannte Ethernet-Geräte .....	89
Abb. 104	Beispiel Default-Zustand .....	89
Abb. 105	Einbau EtherCAT-Klemme mit Revision -1018.....	90
Abb. 106	Erkennen EtherCAT-Klemme mit Revision -1019.....	90
Abb. 107	Scan-Abfrage nach dem automatischen Anlegen eines EtherCAT Gerätes (links: TwinCAT 2; rechts TwinCAT 3) .....	90
Abb. 108	Manuelles Auslösen des Teilnehmer-Scans auf festgelegtem EtherCAT Device (links: TwinCAT 2; rechts TwinCAT 3).....	91
Abb. 109	Scanfortschritt am Beispiel von TwinCAT 2 .....	91
Abb. 110	Abfrage Config/FreeRun (links: TwinCAT 2; rechts TwinCAT 3) .....	91
Abb. 111	Anzeige des Wechsels zwischen „Free Run“ und „Config Mode“ unten rechts in der Statusleiste.....	91
Abb. 112	TwinCAT kann auch durch einen Button in diesen Zustand versetzt werden (links: TwinCAT 2; rechts TwinCAT 3) .....	91
Abb. 113	Beispielhafte Online-Anzeige .....	92
Abb. 114	Fehlerhafte Erkennung.....	92
Abb. 115	Identische Konfiguration (links: TwinCAT 2; rechts TwinCAT 3).....	93
Abb. 116	Korrekturdialog .....	93
Abb. 117	Name/Revision Klemme.....	94
Abb. 118	Korrekturdialog mit Änderungen .....	95
Abb. 119	Dialog „Change to Compatible Type...“ (links: TwinCAT 2; rechts TwinCAT 3) .....	95
Abb. 120	TwinCAT 2 Dialog Change to Alternative Type.....	95
Abb. 121	„Baumzweig“ Element als Klemme EL3751 .....	96
Abb. 122	Karteireiter „Allgemein“ .....	96
Abb. 123	Karteireiter „EtherCAT“ .....	97
Abb. 124	Karteireiter „Prozessdaten“ .....	98
Abb. 125	Konfigurieren der Prozessdaten .....	99
Abb. 126	Karteireiter „Startup“.....	100
Abb. 127	Karteireiter „CoE - Online“.....	101
Abb. 128	Dialog „Advanced settings“ .....	102
Abb. 129	Karteireiter „Online“ .....	102

Abb. 130 Karteireiter „DC“ (Distributed Clocks).....	103
Abb. 131 Auswahl an Diagnoseinformationen eines EtherCAT Slaves .....	106
Abb. 132 Grundlegende EtherCAT Slave Diagnose in der PLC .....	107
Abb. 133 EL3102, CoE-Verzeichnis .....	109
Abb. 134 Beispiel Inbetriebnahmehilfe für eine EL3204 .....	110
Abb. 135 Default Verhalten System Manager .....	111
Abb. 136 Default Zielzustand im Slave.....	111
Abb. 137 PLC-Bausteine .....	112
Abb. 138 Unzulässige Überschreitung E-Bus Strom.....	113
Abb. 139 Warnmeldung E-Bus-Überschreitung .....	113
Abb. 140 Parametrierung am Beispiel der ELX3152.....	114
Abb. 141 Definition Eingangsbyte .....	115
Abb. 142 Verlinkung 2-Bit-Variable mit zusätzlicher Task.....	116
Abb. 143 Abhängigkeit der Betriebsmodi .....	117
Abb. 144 Dämpfungskurve Notch.Filter bei 50 Hz .....	119
Abb. 145 Default-Prozessdaten der ELX3152.....	120
Abb. 146 Show Sub Items .....	121
Abb. 147 Anzeige der Untervariablen am Beispiel der ELX3152 .....	121
Abb. 148 Selektive PDO-Auswahl am Beispiel der ELX3152 .....	122
Abb. 149 Element-orientiertes Prozessabbild unter TwinCAT 2.10 .....	123
Abb. 150 Passwortschutz für die 0x8000:17 und 0x8000:18 Einträge (Beispiel).....	123
Abb. 151 Datenstrom der ELX31xx/EPX31xx .....	125
Abb. 152 ELX3152 - Messbereich 0...20 mA.....	127
Abb. 153 ELX31xx/EPX31xx - Messbereich 4...20 mA .....	127
Abb. 154 ELX31xx/EPX31xx - Messbereich 4...20 mA (NAMUR NE43).....	128
Abb. 155 Hinzufügen der TwinSAFE-SC-Prozessdaten unterhalb der Komponente z.B. EL5021-0090 ...	129
Abb. 156 Prozessdaten TwinSAFE SC Komponente, Beispiel EL5021-0090.....	130
Abb. 157 Hinzufügen einer TwinSAFE-SC-Verbindung .....	130
Abb. 158 Erstellen einer Verknüpfung zu einer TwinSAFE-SC-Klemme .....	130
Abb. 159 Auswahl einer freien CRC.....	131
Abb. 160 Auswahl der Prozessdatengröße bzw. der Prozessdaten .....	131
Abb. 161 Auswahl der Prozessdaten .....	132
Abb. 162 CoE Objekte 0x8010:01 und 0x8010:02 bei der EL5021-0090.....	132
Abb. 163 Eintragen der Safety-Adresse und der CRC .....	133



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

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

