

Betriebsanleitung | DE

EPX3158-0022

Achtkanalige, analoge EtherCAT Box, 4...20 mA, single-ended, 16 Bit, Ex i



Inhaltsverzeichnis

1	Vorwort.....	5
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 EPX-Modulen	8
2	Produktübersicht	10
2.1	EPX3158-0022 - Einführung	10
2.2	EPX3158-0022 - Technische Daten.....	11
2.3	Bestimmungsgemäße Verwendung	13
3	Montage und Anschluss.....	14
3.1	Besondere Bedingungen für EPX-EtherCAT-Box-Module.....	14
3.2	Installationshinweise für EPX-EtherCAT-Box-Module	14
3.3	Montage	16
3.3.1	Abmessungen	16
3.3.2	Befestigung	17
3.3.3	Funktionserdung (FE)	17
3.3.4	Entsorgung.....	17
3.4	Anschluss.....	18
3.4.1	Steckverbinder	18
3.4.2	EtherCAT	19
3.4.3	Spannungsversorgung	21
3.4.4	Schirmung und Potentialtrennung.....	22
3.4.5	Signal-Eingänge.....	23
4	Grundlagen zur Funktion.....	25
4.1	EtherCAT-Grundlagen	25
4.2	Hinweise zu analogen Spezifikationen.....	25
4.2.1	Messbereichsendwert (MBE).....	25
4.2.2	Messfehler / Messabweichung.....	26
4.2.3	Temperaturkoeffizient tK [ppm/K].....	26
4.2.4	Typisierung SingleEnded / Differentiell	28
4.2.5	Gleichtaktspannung und Bezugsmasse (bezogen auf Differenzeingänge)	31
4.2.6	Spannungsfestigkeit.....	31
4.2.7	Zeitliche Aspekte der analog/digital Wandlung	32
4.3	Grundlagen NAMUR	35
5	Parametrierung und Programmierung	36
5.1	Einbinden in ein TwinCAT-Projekt	36
5.2	TwinCAT Entwicklungsumgebung	36
5.2.1	Installation TwinCAT Realtime Treiber.....	37
5.2.2	Hinweise zur ESI-Gerätebeschreibung	42
5.2.3	TwinCAT ESI Updater	46
5.2.4	Unterscheidung Online/Offline	46
5.2.5	OFFLINE Konfigurationserstellung	47

5.2.6	ONLINE Konfigurationserstellung	52
5.2.7	EtherCAT Teilnehmerkonfiguration.....	60
5.3	Prozessdaten und Betriebsmodi	69
5.3.1	Parametrierung	69
5.3.2	Einstellungen und Betriebsmodi.....	70
5.3.3	Prozessdaten	76
5.3.4	Datenstrom und Messbereiche	81
5.4	CoE - Objektbeschreibung	85
5.4.1	Restore-Objekt	85
5.4.2	Konfigurationsdaten	86
5.4.3	Eingangsdaten	87
5.4.4	Ausgangsdaten	87
5.4.5	Standardobjekte	87
6	Anhang	92
6.1	EtherCAT AL Status Codes	92
6.2	UL-Hinweise	92
6.3	Support und Service.....	93

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
1.2.0	<ul style="list-style-type: none"> • Produktbilder aktualisiert • Kapitel <i>Technische Daten</i> aktualisiert • Kapitel <i>Montage</i> aktualisiert • Kapitel <i>EtherCAT</i> aktualisiert • Kapitel <i>Spannungsversorgung</i> aktualisiert • Kapitel <i>Signaleingänge</i> aktualisiert
1.1.0	<ul style="list-style-type: none"> • Kapitel <i>Grundlagen zur Funktion</i> hinzugefügt • Kapitel <i>Parametrierung und Programmierung</i> hinzugefügt
1.0.0	<ul style="list-style-type: none"> • Ex-Kennzeichnung und Typenschilder aktualisiert • Zertifikatsnummern aktualisiert • Kapitel <i>Besondere Bedingungen für EPX-EtherCAT-Box-Module</i> aktualisiert
0.3	<ul style="list-style-type: none"> • Kapitel <i>Kennzeichnung von EPX-Modulen</i> aktualisiert • Technische Daten aktualisiert • Kapitel <i>Montage und Anschluss</i> aktualisiert
0.2	<ul style="list-style-type: none"> • Produktbilder aktualisiert • Kapitel <i>Kennzeichnung von EPX-Modulen</i> aktualisiert • Technische Daten aktualisiert • Neue Titelseite
0.1	<ul style="list-style-type: none"> • Erster Entwurf

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

1.5 Kennzeichnung von EPX-Modulen

Bezeichnung

Eine EPX EtherCAT Box verfügt über eine 15-stellige technische Bezeichnung, die sich zusammensetzt aus:

- Familienschlüssel
- Typ
- Version
- Revision

Beispiel	Familie	Typ	Version	Revision
EPX1058-0022-0001	EPX EtherCAT Box	1058: Achtkanalige, digitale EtherCAT-Box für NAMUR-Sensoren, Ex i	0022: 60 mm Breite, M12	0001

Hinweise

- die oben genannten Elemente ergeben die **technische Bezeichnung**, im Folgenden wird das Beispiel EPX1058-0022-0001 verwendet.
- Davon ist „EPX1058-0022“ die Bestellbezeichnung, „0001“ ist die EtherCAT-Revision.
- Die **Bestellbezeichnung** setzt sich zusammen aus
 - Familienschlüssel (EPX)
 - Typ (1058)
 - Version (0022)
- 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 Modulen aufgebracht, siehe Abb. *EPX1058 mit Date-Code 3218FMFM, BTN 10000100 und Ex-Kennzeichnung*.
- Typ, Version und Revision werden als dezimale Zahlen gelesen, auch wenn sie technisch hexadezimal gespeichert werden.

Identifizierungsnummern

EPX-Module verfügen über zwei verschiedene Identifizierungsnummern:

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

Date Code

Als Date Code bezeichnet Beckhoff eine achtstellige Nummer, die auf das EPX-Modul aufgedruckt ist. Der Date-Code gibt den Bauzustand im Auslieferungszustand an und kennzeichnet somit eine ganze Produktions-Charge, unterscheidet aber nicht die Module 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 EPX EtherCAT Box über eine eindeutige **Beckhoff Traceability Number (BTN)**.

Ex-Kennzeichnung

In der Mitte der Beschriftung finden Sie die Ex-Kennzeichnung:

II 3 (1) G Ex ec [ia Ga] IIC T4 Gc
 II 3 (1) D Ex tc [ia Da] IIIC T135°C Dc
 I (M1) [Ex ia Ma] I
 IECEx BVS 22.0043X
 BVS 22 ATEX E 047 X
 Ta: -25 ... +70°C

Beispiele



Abb. 1: Seitliches Typenschild von EPX1058-0022, EPX3158-0022 und EPX3184-0022

2 Produktübersicht

2.1 EPX3158-0022 - Einführung

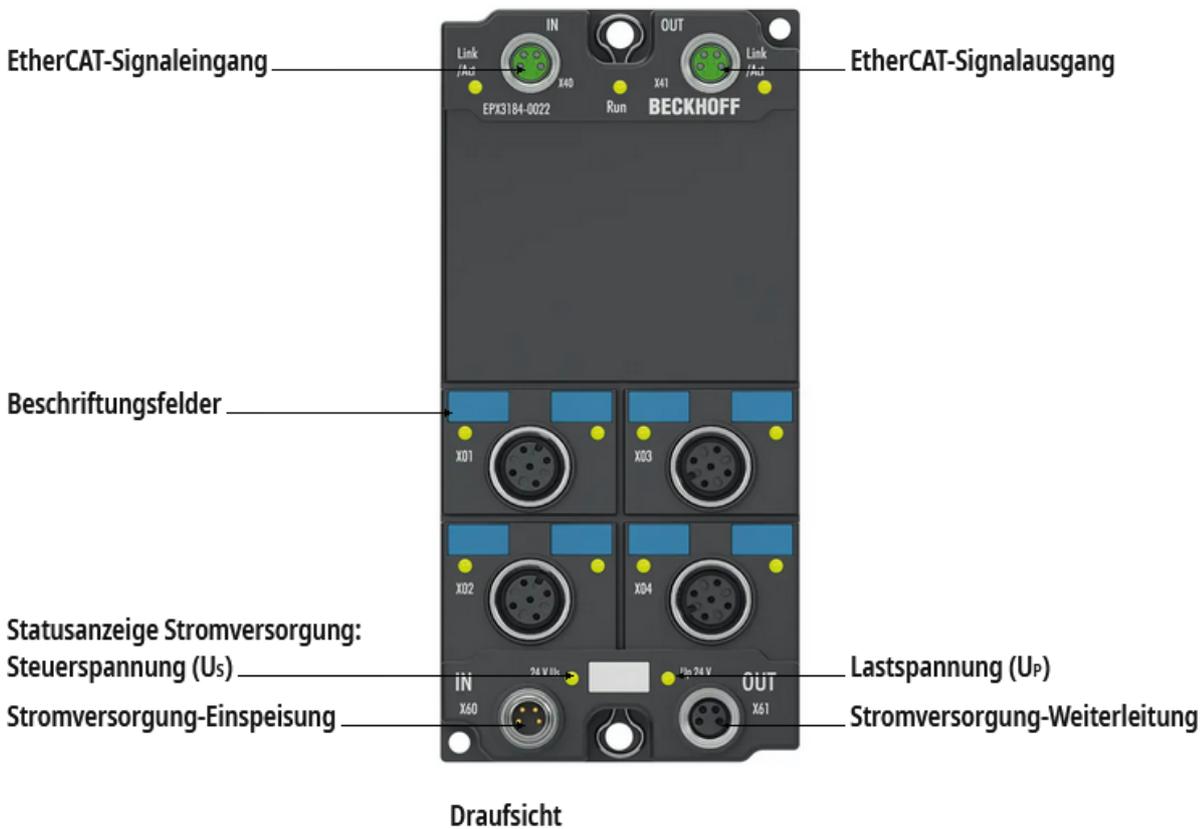


Abb. 2: EPX3158-0022 - Achtkanalige, analoge EtherCAT Box, 4...20 mA, single-ended, 16 Bit, Ex i

Die analoge EtherCAT Box EPX3158-0022 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. Mit einem technischen Messbereich von 107 % vom Nennbereich unterstützt die EtherCAT Box außerdem die Inbetriebnahmen mit Sensorwerten im Grenzbereich und die Auswertung nach NAMUR NE43. Überlastung und Drahtbruch signalisieren die Error-LEDs.

2.2 EPX3158-0022 - Technische Daten

EtherCAT		EPX3158-0022
Anschluss		2 x M8-Buchse, 4-polig, grün

Versorgungsspannung		EPX3158-0022
Anschluss	Eingang	M8-Stecker, 4-polig, schwarz
	Weiterleitung	M8-Buchse, 4-polig, schwarz
U _S Nennspannung		24 V _{DC} (-15 % / +20 %)
U _S Stromaufnahme		typisch 50 mA
U _S Summenstrom: I _{S,SUM}		max. 4 A bei 55°C, max. 2,5 A bei 70°C, dazwischen linear
U _P Nennspannung		24 V _{DC} (-15 % / +20 %)
U _P Stromaufnahme		typisch 15 mA + Last
U _P Summenstrom: I _{P,SUM}		max. 4 A bei 55°C, max. 2,5 A bei 70°C, dazwischen linear

Analoge Eingänge		EPX3158-0022
Technik		eigensichere Sensorik
Anzahl Eingänge		8 (single-ended)
Anschluss		8 x M12-Buchse, 2-/3-Leiter
Leitungslänge		maximal 30 m
Nennspannung		24 V _{DC}
Signalstrom		4 ... 20 mA
Technischer Messbereich		107 %*
Innenwiderstand		typ. 100 Ω
Grenzfrequenz Eingangsfiler		5 kHz
Wandlungszeit		typ. 1 ms
Auflösung		16 Bit (inkl. Vorzeichen)
Messfehler		< ±0,3 % (bezogen auf den Messbereichsendwert)
Distributed Clocks		ja
Bit-Breite im Prozessabbild	Standard-PDO	8 x 4 Byte (default)
	Kompakt-PDO	8 x 2 Byte
Konfiguration		Keine Adress- oder Konfigurationseinstellungen erforderlich
Besondere Eigenschaften		- Standard- und Kompakt-Prozessabbild - FIR-/IIR-Filter aktivierbar - Grenzwertüberwachung - NE43 NAMUR

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

Gehäusedaten		EPX3158-0022
Abmessungen (B x H x T)		60 mm x 150 mm x 26,5 mm
Gewicht		ca. 250 g
Material		PA6 (Polyamid)

Umgebungsbedingungen	EPX3158-0022
Zulässiger Umgebungstemperaturbereich im Betrieb	-25°C ... +70°C
Zulässiger Umgebungstemperaturbereich bei Lagerung	-40°C ... +85°C
Montage	Alleinstehend / auf optionaler Tragschiene
Einbaulage	beliebig
Vibrations- / Schockfestigkeit	gemäß EN 60068-2-6 / EN 60068-2-27
EMV-Festigkeit / Aussendung	gemäß EN 61000-6-2 / EN 61000-6-4
Schutzart	IP65, IP66, IP67 (gemäß EN 60529)

Zulassungen	EPX3158-0022
Zulassungen / Kennzeichnungen*	CE, cULus, ATEX, IECEx

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

Technische Daten zum Explosionsschutz		EPX3158-0022	
Ex-Kennzeichnung	II 3 (1) G Ex ec [ia Ga] IIC T4 Gc II 3 (1) D Ex tc [ia Da] IIIC T135°C Dc I (M1) [Ex ia Ma] I		
Zertifikatsnummern	IECEx BVS 22.0043X BVS 22 ATEX E 047 X		
Spannungsversorgung	Über U_s und U_p $U_m = 60 V_{DC}$		
Feldschnittstellen	$U_o = 27 V$ $I_o = 80 mA$ $P_o = 540 mW$ Kennlinie: linear		
Reaktanzen (ohne Berücksichtigung der Gleichzeitigkeit)		L_o	C_o
	Ex ia I	49 mH	3,75 μF
	Ex ia IIA	35 mH	2,33 μF
	Ex ia IIB	21 mH	705 nF
	Ex ia IIC	2,8 mH	90 nF
	Ex ia IIIC	21 mH	705 nF

2.3 Bestimmungsgemäße Verwendung

⚠️ WARNUNG

Gefährdung der Sicherheit von Personen und Anlagen!

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

⚠️ VORSICHT

ATEX und IECEx beachten!

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

Die EPX-EtherCAT-Box-Module erweitern das Einsatzfeld des EtherCAT-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 EPX-EtherCAT-Box-Module sind durch die Zündschutzart "Erhöhte Sicherheit" (Ex e) gemäß IEC 60079-7 sowie „Schutz durch Gehäuse“ (Ex t) gemäß IEC60079-31 geschützt und ausschließlich in explosionsgefährdeten Bereichen der Zone 2/22 oder in nicht-explosionsgefährdeten Bereichen zu betreiben.

Die Feldschnittstellen der EPX-EtherCAT-Box-Module erreichen den Explosionsschutz durch die Zündschutzart „Eigensicherheit“ (Ex i) gemäß IEC 60079-11. An die EPX-EtherCAT-Box-Module 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 EPX-EtherCAT-Box-Module und damit zur Aufhebung des Explosionsschutzes führen.

⚠️ VORSICHT

Rückverfolgbarkeit sicherstellen!

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

3 Montage und Anschluss

3.1 Besondere Bedingungen für EPX-EtherCAT-Box-Module

⚠️ WARNUNG

Beachten Sie die besonderen Bedingungen für die bestimmungsgemäße Verwendung von Beckhoff EPX-EtherCAT-Box-Modulen in explosionsgefährdeten Bereichen (ATEX-Richtlinie 2014/34/EU)!

- Die Anschlussstellen sind durch eine Umbauung so zu schützen, dass ein Schutz gegen mechanische Gefahr gewährleistet wird!
- Wenn die Temperaturen bei Nennbetrieb an den Einführungsstellen der Kabel, Leitungen oder Rohrleitungen höher als 70°C oder an den Aderverzweigungsstellen höher als 80°C ist, so müssen Kabel ausgewählt werden, deren Temperaturdaten den tatsächlich gemessenen Temperaturwerten entsprechen!
- Beachten Sie beim Einsatz von EPX-EtherCAT-Box-Modulen in explosionsgefährdeten Bereichen den zulässigen Umgebungstemperaturbereich von -25 bis +70°C!
- Es müssen Maßnahmen zum Schutz gegen Überschreitung der Nennbetriebsspannung durch kurzzeitige Störspannungen um mehr als 40% getroffen werden! Die Spannungsversorgung der EPX-EtherCAT-Box muss der Überspannungskategorie II gemäß EN 60664-1 entsprechen.
- Zur Versorgung der EPX-EtherCAT-Box-Module müssen SELV/PELV-Stromkreise (Schutzkleinspannung, Sicherheitskleinspannung) mit einer Fehlerspannung von maximal 60 V_{DC} verwendet werden!
- Die Power- und EtherCAT-Steckverbinder der zertifizierten Komponenten dürfen nur verbunden oder unterbrochen werden, wenn die Versorgungsspannung abgeschaltet wurde bzw. bei Sicherstellung einer nicht-explosionsfähigen Atmosphäre!
- Die EPX-EtherCAT-Box-Module sind vor direktem Sonnenlicht zu schützen.

3.2 Installationshinweise für EPX-EtherCAT-Box-Module

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 zertifikatgültige EPX-EtherCAT-Box wird nur im versiegelten Karton ausgeliefert. Prüfen Sie daher vor Entnahme die Unversehrtheit von Karton aller Siegel!
- Verwenden Sie die EPX-EtherCAT-Box nicht, wenn
 - deren Verpackung beschädigt ist
 - die Box sichtbar beschädigt ist oder
 - Sie sich der Herkunft der Box nicht sicher sein können!
- EPX-EtherCAT-Box-Module 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**Handhabung**

- Das Öffnen des Gehäuses, das Entfernen von Teilen oder eine anderweitige, mechanische Verformung oder Bearbeitung einer EPX-EtherCAT-Box ist nicht zulässig!

Bei Defekt oder Beschädigung einer EPX-EtherCAT-Box 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 [Anschluss](#) [► 18] zum eigentlichen Anschlusskontakt kann über die Bezeichnungen am jeweiligen Steckverbinder sowie über das [Typenschild](#) [► 9] erfolgen.

Beachten Sie die gegebenenfalls vorhandene Polaritätsabhängigkeit angeschlossener eigensicherer Stromkreise!

⚠️ 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!

3.3 Montage

⚠️ WARNUNG

Verletzungsgefahr durch Stromschlag und Beschädigung des Gerätes möglich!

Setzen Sie das System in einen sicheren, spannungslosen Zustand, bevor Sie mit der Montage, Demontage oder Verkabelung der EPX-EtherCAT-Box-Module beginnen!

3.3.1 Abmessungen

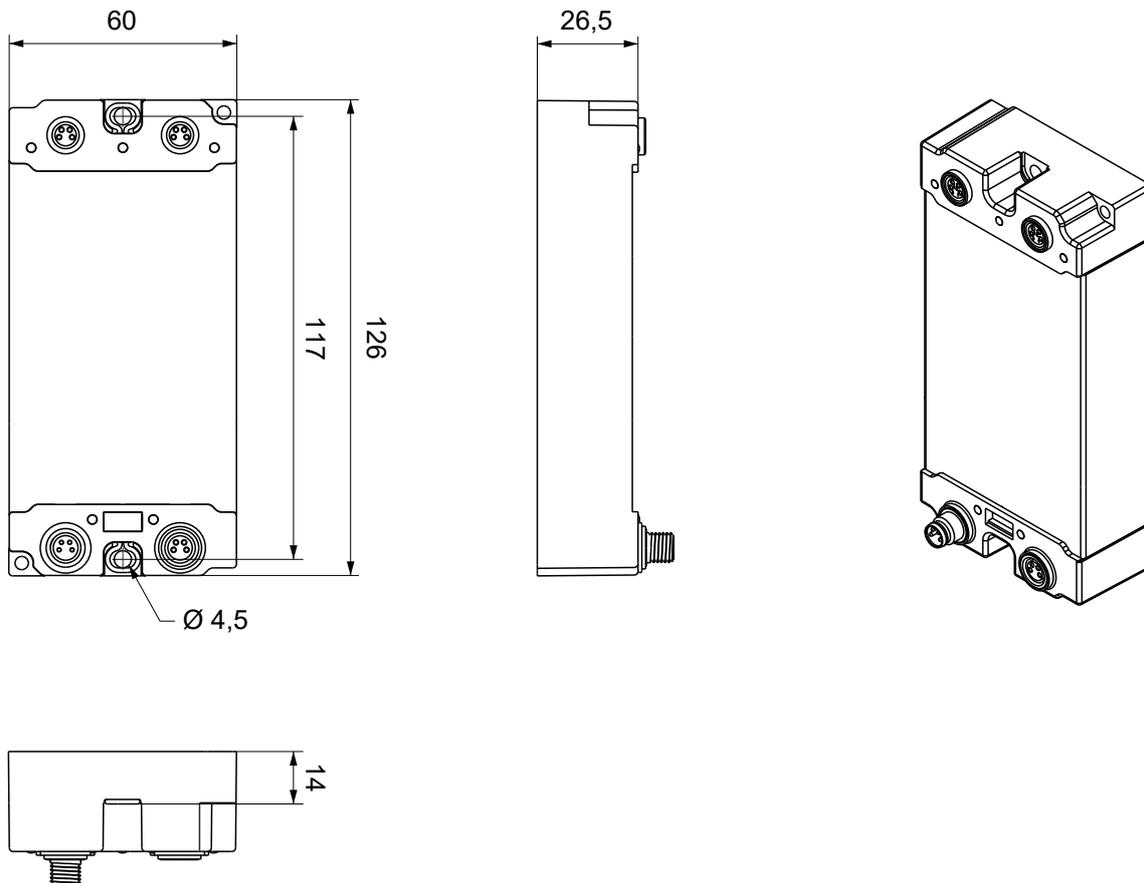


Abb. 3: EPX-EtherCAT-Box - Abmessungen

Alle Maße sind in Millimeter angegeben.
Die Zeichnung ist nicht maßstabsgetreu.

Gehäuseeigenschaften

Gehäusematerial	PA6 (Polyamid)
Vergussmasse	Polyurethan
Montage	zwei Befestigungslöcher Ø 4,5 mm für M4
Metallteile	Messing, vernickelt
Kontakte	CuZn, vergoldet
Einbaulage	beliebig
Schutzart	im verschraubten Zustand IP65, IP66, IP67 (gemäß EN 60529)
Abmessungen (H x B x T)	ca. 126 x 60 x 26,5 mm (ohne Steckverbinder)

3.3.2 Befestigung

HINWEIS

Anschlüsse vor Verschmutzung schützen!

Schützen Sie während der Montage der Module alle Anschlüsse und Steckverbinder vor Verschmutzung!

HINWEIS

Schutzart IP67 gewährleisten!

Die Schutzart IP67 ist nur gewährleistet, wenn alle Kabel und Stecker angeschlossen und nicht genutzte Anschlüsse mit Schutzkappen verschlossen sind!

Montieren Sie das Modul mit zwei M4-Schrauben an den zentrierten angeordneten Befestigungslöchern.

Beachten Sie bei der Montage, dass die Feldbusanschlüsse die Gesamthöhe noch vergrößern. Siehe Kapitel Zubehör.

Montageschiene ZS5300-0011

Die Montageschiene ZS5300-0011 (500 mm x 129 mm) bietet neben den M3- auch vorgefertigte M4-Gewinde zur Befestigung der 60 mm breiten Module über deren mittlere Bohrungen.

Bis zu 14 schmale oder 7 breite Module können gemischt montiert werden.

3.3.3 Funktionserdung (FE)

EPX-EtherCAT-Box-Module müssen geerdet werden.

Die mittleren Befestigungslöcher dienen mit ihren Drahtösen gleichzeitig als Anschlüsse für die Funktionserdung (FE). Diese beiden Drahtösen sind intern nicht miteinander verbunden.

Stellen Sie sicher, dass die EPX-EtherCAT-Box über **beide** Drahtösen niederimpedant geerdet ist! Das erreichen Sie z. B., indem Sie die Box an einem geerdeten Maschinenbett montieren.

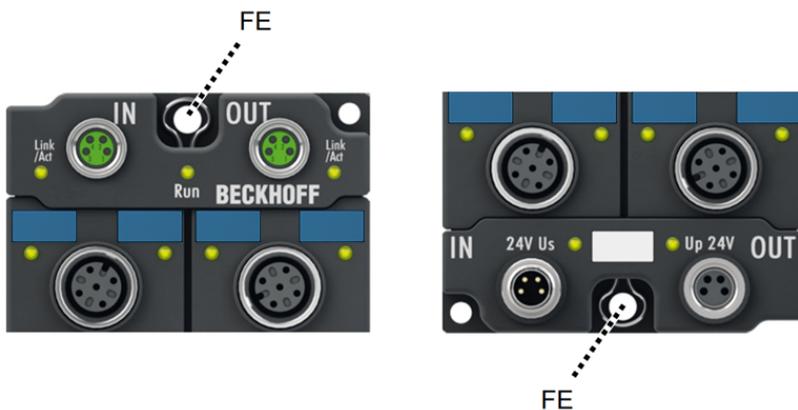


Abb. 4: EPX-EtherCAT-Box - Funktionserdung über die Befestigungslöcher

3.3.4 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.

3.4 Anschluss

⚠️ WARNUNG

Verletzungsgefahr durch Stromschlag und Beschädigung des Gerätes möglich!

Setzen Sie das System in einen sicheren, spannungslosen Zustand, bevor Sie mit der Montage, Demontage oder Verkabelung der EPX-EtherCAT-Box-Module beginnen!

3.4.1 Steckverbinder

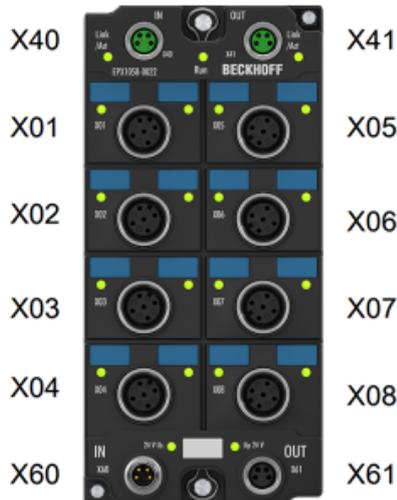


Abb. 5: Steckverbinder am Beispiel der EPX1058-0022

Name	Funktion	Steckverbinder-Typ	Anzugs-Drehmoment*
X01	Signal-Eingänge	M12-Buchse	0,6 Nm
X02			
X03			
X04			
X05			
X06			
X07			
X08			
X40	EtherCAT: Eingang	M8-Buchse	0,4 Nm
X41	EtherCAT: Weiterleitung		
X60	Versorgungsspannung: Eingang		
X61	Versorgungsspannung: Weiterleitung	M8-Buchse	

⚠️ WARNUNG

Drehmomentschlüssel verwenden!

Das angegebene Anzugs-Drehmoment ist unbedingt einzuhalten, um das Produkt im Ex-Bereich einsetzen zu dürfen!

- Montieren Sie Stecker und Schutzkappen an diesen Steckverbindern mit einem Drehmomentschlüssel; z.B. Beckhoff ZB8801.
- Stellen Sie den korrekten Sitz und das korrekte Anzugs-Drehmoment von vormontierten Schutzkappen sicher. Schutzkappen werden werksseitig vormontiert, um Steckverbinder beim Transport zu schützen. Sie sind unter Umständen nicht fest genug angezogen, um die Bedingungen für Ex-Bereich und die Schutzart IP67 zu erfüllen.
- Verschließen Sie auch nicht benutzte Steckverbinder mit Schutzkappen!

3.4.2 EtherCAT

3.4.2.1 EtherCAT - Steckverbinder

HINWEIS
<p>Verwechslungs-Gefahr: EtherCAT und Versorgungsspannungen</p> <p>Defekt durch Fehlstecken der M8-Stecker möglich!</p> <ul style="list-style-type: none"> • grün: EtherCAT • schwarz: Versorgungsspannungen

Für den ankommenden und weiterführenden EtherCAT-Anschluss haben EtherCAT-Box-Module zwei grüne M8-Buchsen (X40, X41).



Abb. 6: EtherCAT - Steckverbinder

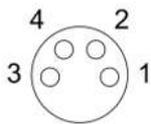


Abb. 7: EtherCAT-Steckverbinder - Kontaktbelegung

EtherCAT	M8-Steckverbinder	Aderfarben		
		Signal	Kontakt	TIA-568B
		ZB9010, ZB9020, ZB9030, ZB9032, ZK1090-6292, ZK1090-3xxx-xxxx	ZB9031 und alte Versionen von ZB9030, ZB9032, ZK1090-3xxx-xxxx	
Tx+	1	gelb*	weiß/orange	weiß/orange
Tx-	4	orange*	orange	orange
Rx+	2	weiß*	weiß/blau	weiß/grün
Rx-	3	blau*	blau	grün
Shield	Gehäuse	Schirm	Schirm	Schirm

*) Aderfarben nach EN 61918

i Anpassung der Aderfarben für die Leitungen ZB9030, ZB9032, ZK1090-3xxxx-xxxx
 Zur Vereinheitlichung wurden die Aderfarben der Leitungen ZB9030, ZB9032 und ZK1090-3xxx-xxxx auf die Aderfarben der EN 61918 umgestellt: gelb, orange, weiß, blau. Es sind also verschiedene Farbkodierungen im Umlauf. Die elektrischen Eigenschaften der Leitungen sind bei der Umstellung der Aderfarben erhalten geblieben

i Kapazitive Kopplung der Metallgewinde von M8-Buchsen für EtherCAT
 Die Metallgewinde der M8-Buchsen für die EtherCAT-Verbindung (X40, X41) sind intern kapazitiv mit Schaltungsteilen gekoppelt.

3.4.2.2 EtherCAT - Status-LEDs



Abb. 8: EtherCAT - Status-LEDs

Link/Act (L/A)

Neben jeder EtherCAT-Buchse befindet sich eine grüne LED, die mit **Link/Act** beschriftet ist. Die LED signalisiert den Kommunikationsstatus der jeweiligen Buchse.

LED Link/Act	Bedeutung
aus	keine Verbindung zum angeschlossenen EtherCAT-Gerät
leuchtet	LINK: Verbindung zum angeschlossenen EtherCAT-Gerät
blinkt	ACT: Kommunikation mit dem angeschlossenen EtherCAT-Gerät

Run

Jedes EtherCAT-Gerät hat eine grüne LED, die mit **Run** beschriftet ist. Diese LED signalisiert den Status des Geräts im EtherCAT-Netzwerk.

LED Run	Bedeutung
aus	Gerät ist im Status „Init“
blinkt gleichmäßig	Gerät ist im Status „Pre-Operational“
blinkt vereinzelt	Gerät ist im Status „Safe-Operational“
leuchtet	Gerät ist im Status „Operational“

HINWEIS



EtherCAT System-Dokumentation

Weitere Informationen zu EtherCAT-Stati usw. entnehmen Sie bitte der [EtherCAT System-Dokumentation](#), die Ihnen auch die Beckhoff-Homepage auf der [Produktseite](#) Ihres EtherCAT-Geräts unter *Dokumentation und Downloads / Technische Dokumentationen* zur Verfügung stellt.

3.4.2.3 EtherCAT - Leitungen

Verwenden Sie zur Verbindung von EtherCAT-Geräten geschirmte Ethernet-Kabel, die mindestens der Kategorie 5 (CAT5) nach EN 50173 bzw. ISO/IEC 11801 entsprechen.

EtherCAT nutzt vier Adern für die Signalübertragung. Aufgrund der automatischen Leitungserkennung „Auto MDI-X“ können Sie zwischen EtherCAT-Geräten von Beckhoff sowohl symmetrisch (1:1) belegte, als auch gekreuzte (Cross-Over) Kabel verwenden.

HINWEIS



Infrastruktur für EtherCAT/Ethernet Technische Empfehlungen und Hinweise zur Auslegung, Ausfertigung und Prüfung

Weitere Informationen zu EtherCAT-Leitungen usw. entnehmen Sie bitte der Dokumentation [Infrastruktur für EtherCAT/Ethernet](#), die Ihnen auch die Beckhoff-Homepage auf der [Produktseite](#) Ihres EtherCAT-Geräts unter *Dokumentation und Downloads / Technische Dokumentationen* zur Verfügung stellt.

3.4.3 Spannungsversorgung

3.4.3.1 Spannungsversorgung - Steckverbinder

HINWEIS

Verwechslungs-Gefahr: EtherCAT und Versorgungsspannungen
 Defekt durch Fehlstecken der M8-Stecker möglich!

- grün: EtherCAT
- schwarz: Versorgungsspannungen

Die EtherCAT Box wird mit zwei Versorgungsspannungen versorgt:

- Steuerspannung U_s
- Peripheriespannung U_p

Die Steuerspannung U_s (Pin 1 und 3) versorgt die EtherCAT-Anschaltung.
 Die Peripheriespannung U_p (Pin 2 und 4) versorgt die Feldseite (angeschlossene Sensorik/Aktorik).



Abb. 9: Steckverbinder der Spannungsversorgung - Eingang (links), Weiterleitung (rechts)



Abb. 10: Steckverbinder der Spannungsversorgung - Kontaktbelegung

Kontakt	Funktion	Beschreibung	Aderfarbe*
1	U_s	Steuerspannung	braun
2	U_p	Peripheriespannung	weiß
3	GND_s	GND zu U_s	blau
4	GND_p	GND zu U_p	schwarz

*) Die Aderfarben gelten für Leitungen des Typs Beckhoff ZK2020-3xxx-xxxx

Die Kontakte für die Versorgungsspannungen Pin 1 (U_s) und Pin 2 (U_p) sind galvanisch voneinander getrennt. Auch die Massepotentiale der Versorgungsspannungen Pin 3 (GND_s) und Pin 4 (GND_p) sind galvanisch voneinander getrennt.

Zur Vereinfachung der Installation können U_s und U_p über die gleiche Stromversorgung gespeist werden.



Keine Verbindung der Metallgewinde von M8-Buchsen für die Spannungsversorgung

Die Metallgewinde der M8-Buchsen für die Spannungsversorgung (X60, X61) sind nicht leitend mit Schaltungsteilen der EPX-EtherCAT-Box verbunden.

3.4.3.2 Spannungsversorgung - Status-LEDs



Abb. 11: Status-LEDs der Versorgungsspannungen

LED	Anzeige	Bedeutung
U _s (Steuerspannung)	aus	Versorgungsspannung U _s nicht vorhanden
	leuchtet grün	Versorgungsspannung U _s vorhanden
U _p (Peripheriespannung)	aus	Versorgungsspannung U _p nicht vorhanden
	leuchtet grün	Versorgungsspannung U _p vorhanden

3.4.3.3 Leitungsverluste

Beachten Sie bei der Planung einer Anlage den Spannungsabfall auf der Versorgungs-Zuleitung. Vermeiden Sie, dass der Spannungsabfall so hoch wird, dass die Versorgungsspannungen an der Box die minimale Nennspannung unterschreiten.

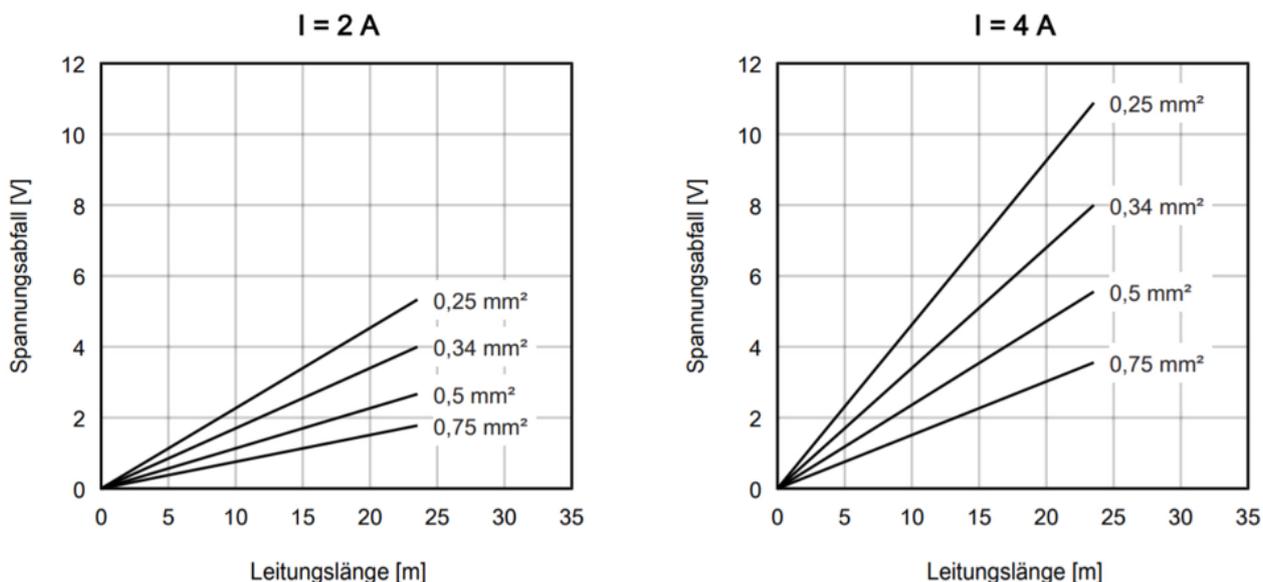


Abb. 12: Spannungsabfall auf der Versorgungs-Zuleitung

Berücksichtigen Sie auch Spannungsschwankungen des Netzteils.

3.4.4 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!

3.4.5 Signal-Eingänge

3.4.5.1 Signal-Eingänge - Steckverbinder

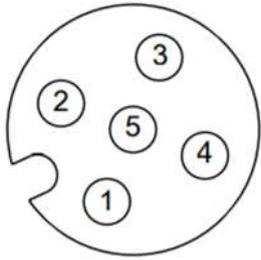


Abb. 13: M12-Steckverbinder der Eingänge - Kontaktbelegung

Kontakt (Pin)	Symbol	Beschreibung
1	$U_V n^*$	Sensorversorgung für Kanal n^*
2	Input n^*	Eingang Kanal n^*
3	GND n^*	Ground für Kanal n^1 (bei 3-Leiteranschluss)
4	-	reserviert
5	-	reserviert

*) n gilt für Kanal 1 ... 8

⚠️ WARNUNG

Die reservierten Kontakte (Pins) der Anschlüsse dürfen nicht angeschlossen oder geerdet werden!

- Schließen Sie keine Signale, keine Spannungen und auch kein Erdpotential an die reservierten Kontakte an!
- Vorkonfektionierte Anschlussleitungen, die den Leitungsschirm auf Pin 5 angeschlossen haben, dürfen nicht mit den EtherCAT-EPX-Box-Modulen verwendet werden!
- Die Länge der angeschlossenen Sensorleitung darf 30 Meter nicht überschreiten!

● EMV-Schirmklammer

i Applikationsbedingt kann es erforderlich sein, den Schirm der Sensorleitung auf der Seite der EtherCAT Box zu erden. Verwenden Sie in diesem Fall die Schirmklammer ZB8513-0002, um den Schirm auf das FE-Potential aufzulegen.

● Keine Verbindung der Metallgewinde von M12-Buchsen für den Sensoranschluss

i Die Metallgewinde der M12-Buchsen für den Sensoranschluss (X01 bis X08) sind nicht leitend mit Schaltungsteilen der EPX-EtherCAT-Box verbunden.

3.4.5.2 LED-Anzeigen

Die EtherCAT Box EPX3158-0022 verfügt für jeden Kanal über eine Signal-LED, die einen Error signalisieren kann. Die folgenden Tabellen sind für die jeweilige LED-Nummer eines Kanals bestimmt.



Abb. 14: EPX3158 - Signal-LEDs

LED-Anzeige

LED	Farbe	Bedeutung
Error	rot	Fehleranzeige bei Drahtbruch oder bei Unter- bzw. Überschreitung des Messbereichs.

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 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.

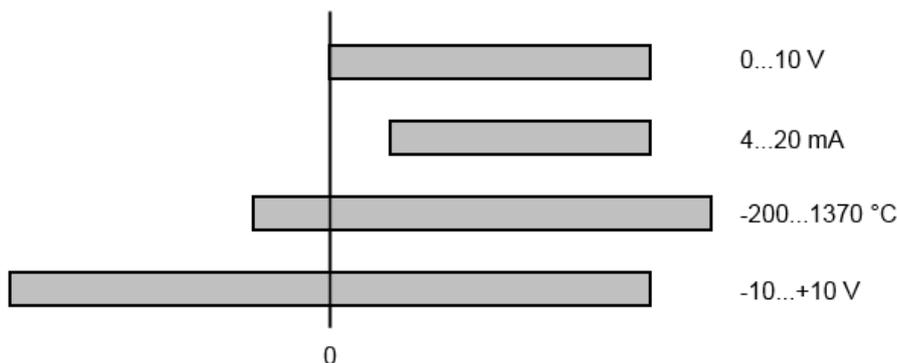


Abb. 15: Messbereichsendwert, Messspanne

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 ± 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.

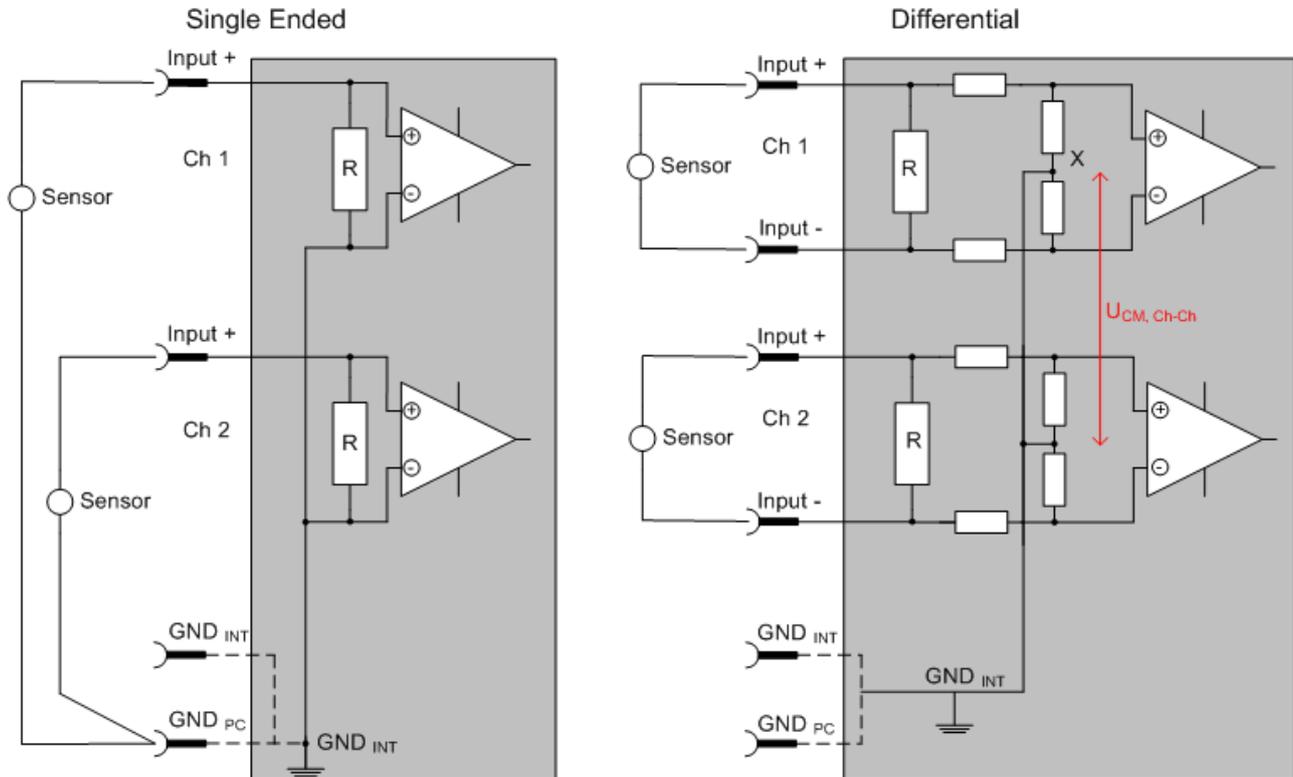


Abb. 16: SE und DIFF-Modul als 2-kanalige Variante

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+/SignalPotential und Input-/BezugsPotential gekennzeichnet.
 - Für die Messung zwischen zwei Potenzialpunkten sind auch zwei Potentiale 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 Potentialen/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.

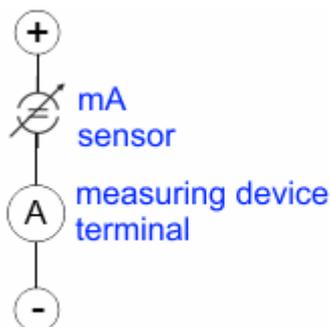


Abb. 17: 2-Leiter-Anschluss

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 [► 12]. 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.

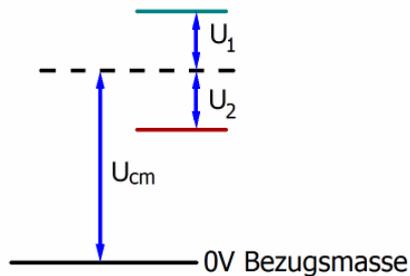


Abb. 18: Gleichtaktspannung (U_{cm})

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

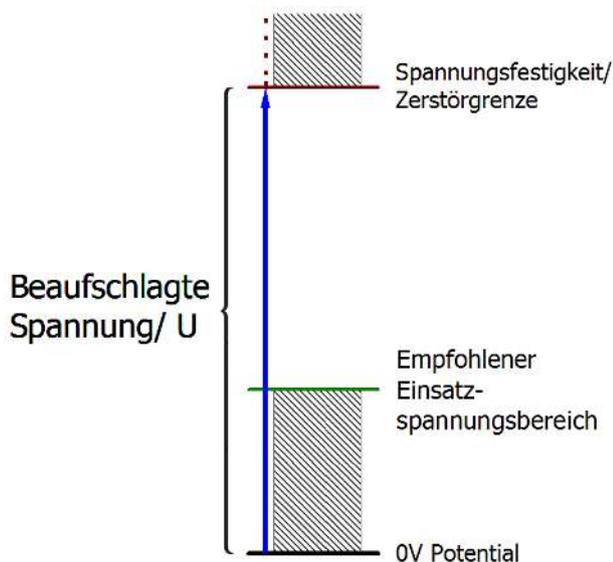


Abb. 19: Empfohlener Einsatzspannungsbereich

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.)

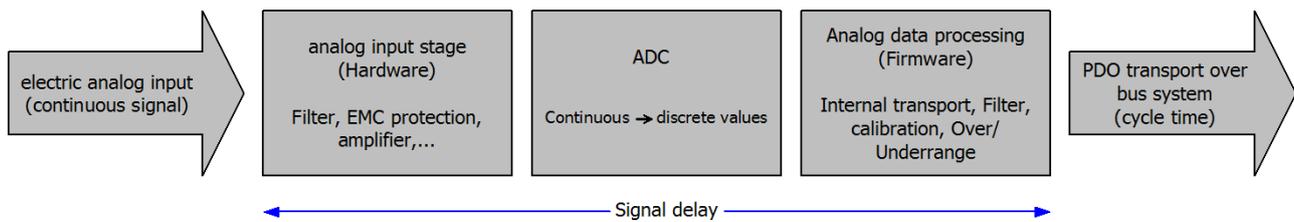


Abb. 20: Signalverarbeitung Analogeingang

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 deziderierter 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.

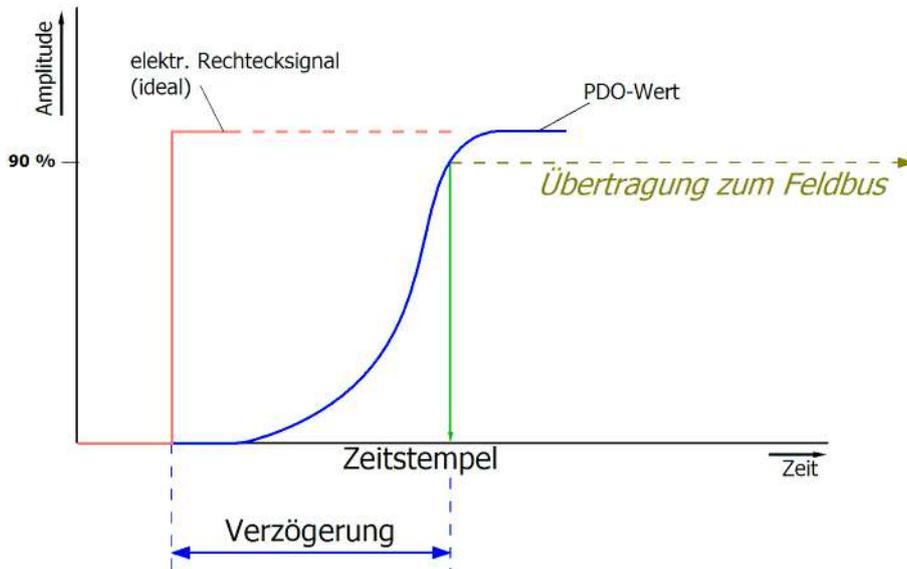


Abb. 21: Diagramm Signalverzögerung (Sprungantwort)

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.

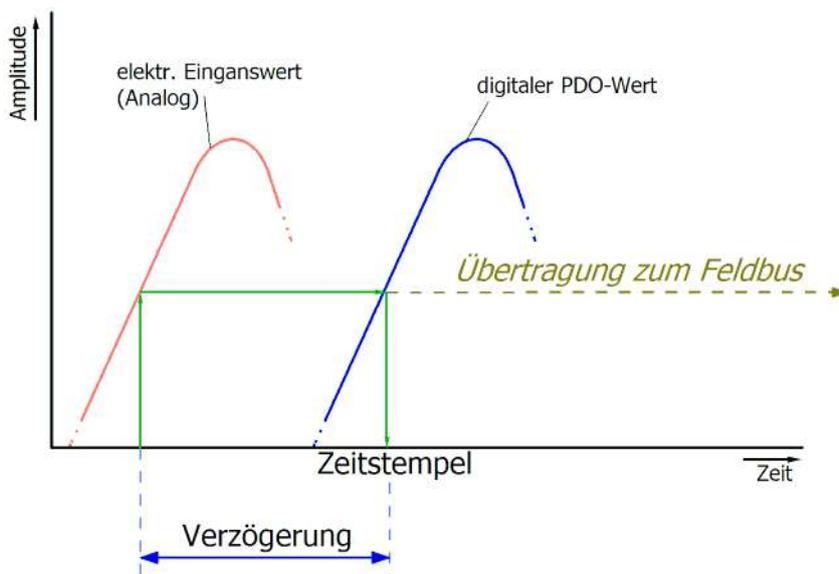


Abb. 22: Diagramm Signalverzögerung (linear)

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:

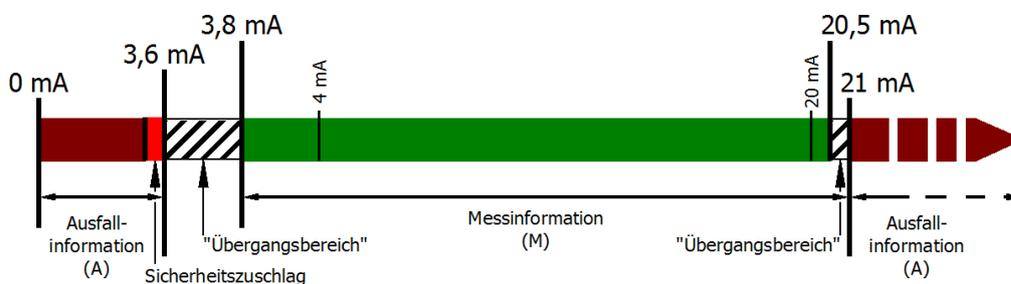


Abb. 23: Darstellung der Grenzbereiche aus der NAMUR-Empfehlung NE43, Version 03.02.2003

5 Parametrierung und Programmierung

5.1 Einbinden in ein TwinCAT-Projekt

Die Vorgehensweise zum Einbinden in ein TwinCAT-Projekt ist in dieser [Schnellstartanleitung](#) beschrieben.

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 Compatible Devices* die TwinCAT-Übersicht über die lokalen Netzwerkschnittstellen aufzurufen.

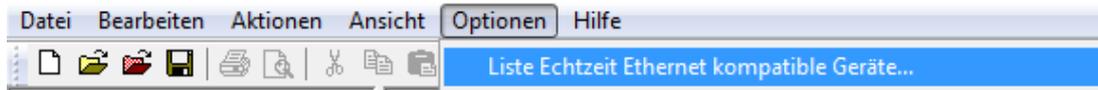


Abb. 24: Aufruf im System Manager (TwinCAT 2)

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

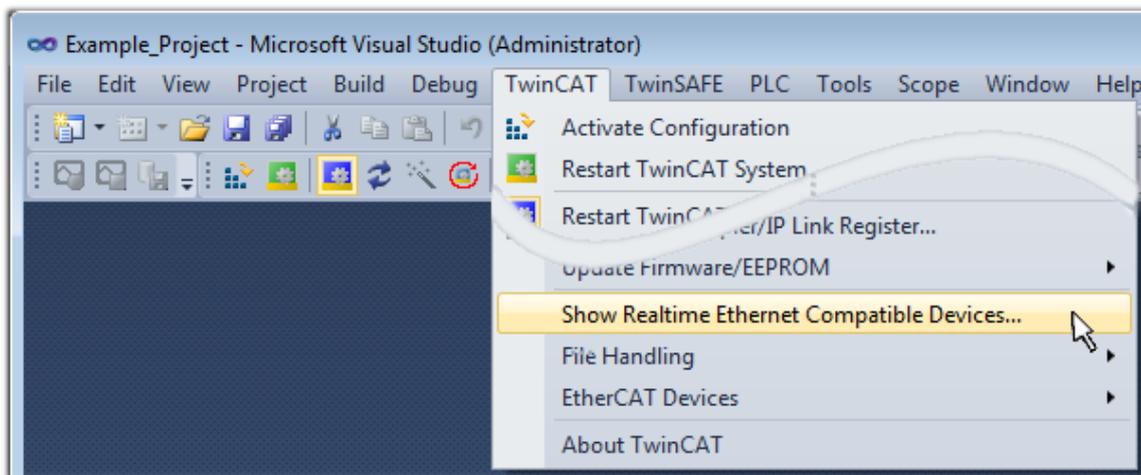


Abb. 25: Aufruf in VS Shell (TwinCAT 3)

Der folgende Dialog erscheint:

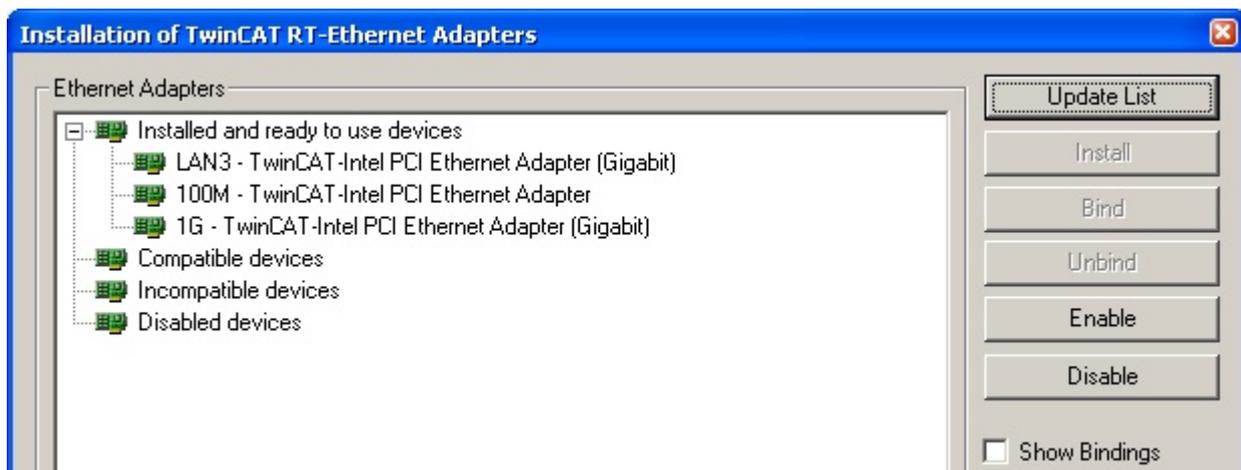


Abb. 26: Übersicht Netzwerkschnittstellen

Hier können nun Schnittstellen, die unter *Compatible Devices* aufgeführt sind, über den Button *Install* 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 [▶ 47] beschrieben, zunächst ein EtherCAT-Gerät eingetragen werden, um dann über dessen Eigenschaften (Karteireiter *Adapter*, Button *Kompatible Geräte...*) die kompatiblen Ethernet Ports einzusehen:

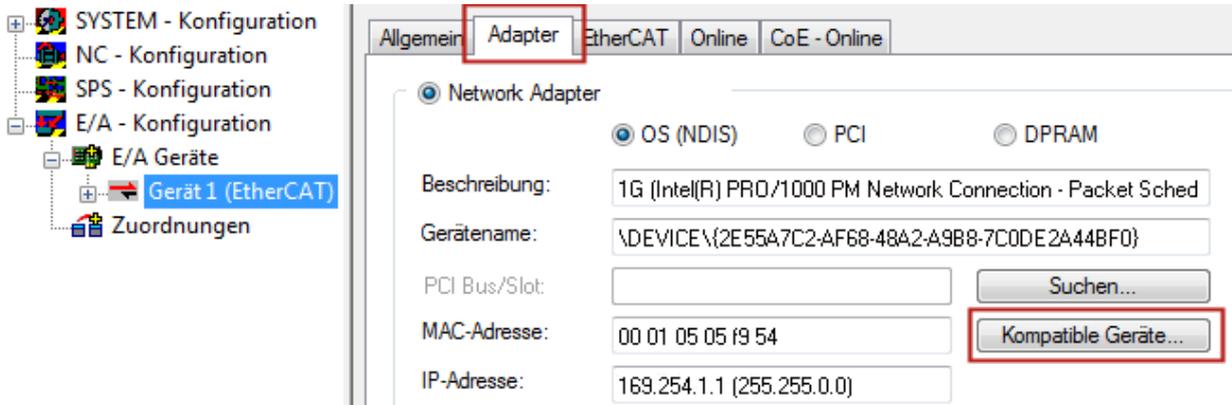
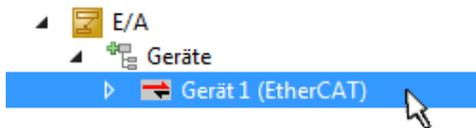


Abb. 27: Eigenschaft von EtherCAT Gerät (TwinCAT 2): Klick auf „Kompatible Geräte...“ von „Adapter“

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)

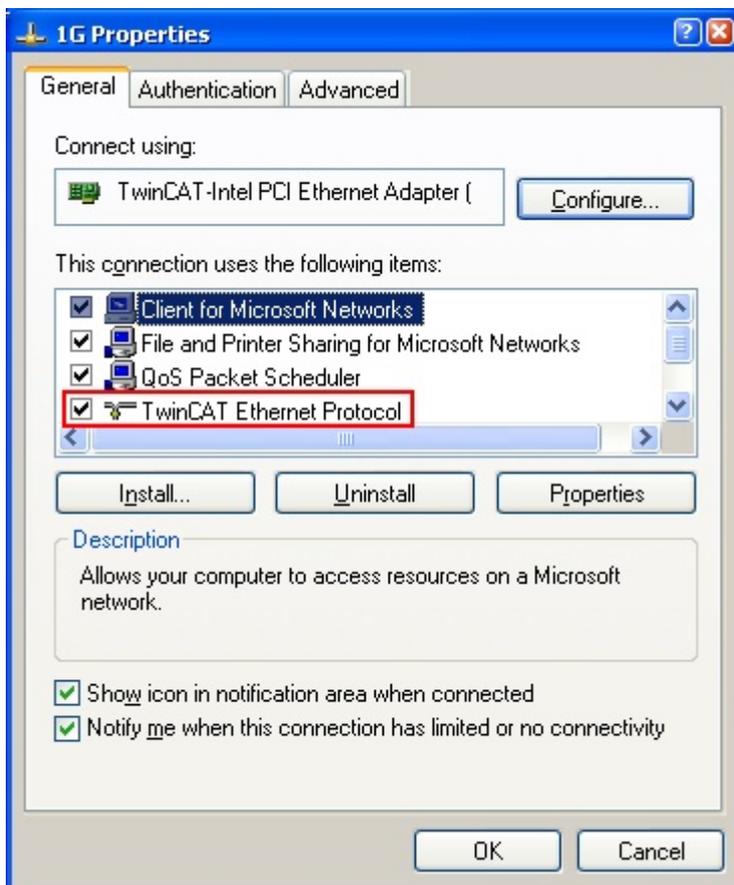


Abb. 28: Windows-Eigenschaften der Netzwerkschnittstelle

Eine korrekte Einstellung des Treibers könnte wie folgt aussehen:

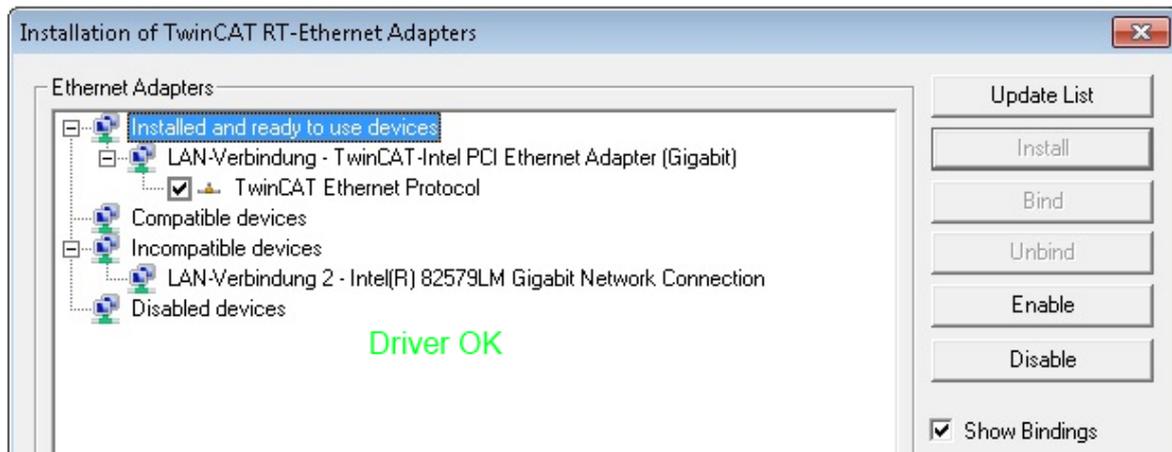


Abb. 29: Beispielhafte korrekte Treiber-Einstellung des Ethernet Ports

Andere mögliche Einstellungen sind zu vermeiden:

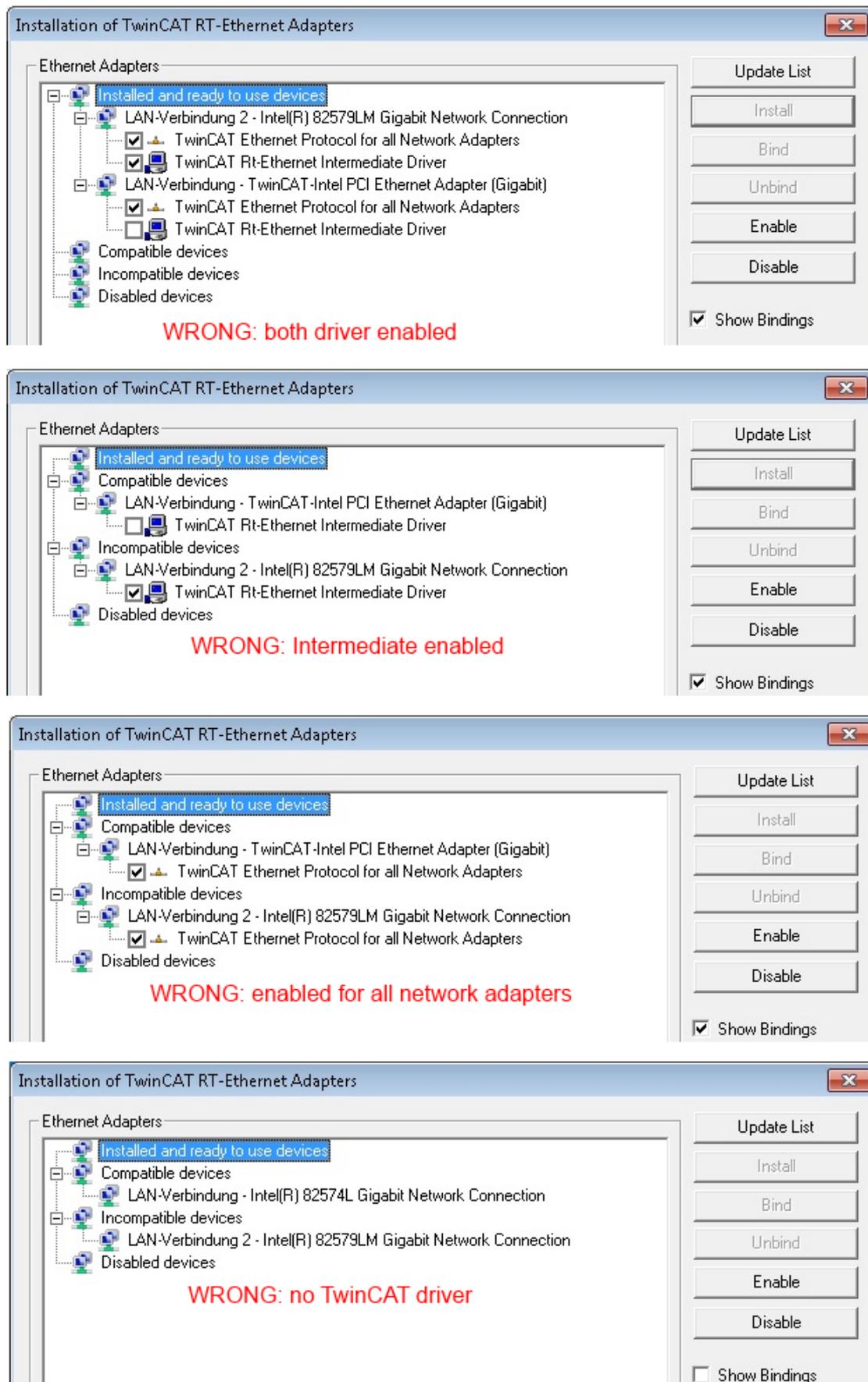


Abb. 30: Fehlerhafte Treiber-Einstellungen des Ethernet Ports

IP-Adresse des verwendeten Ports

i IP-Adresse/DHCP

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

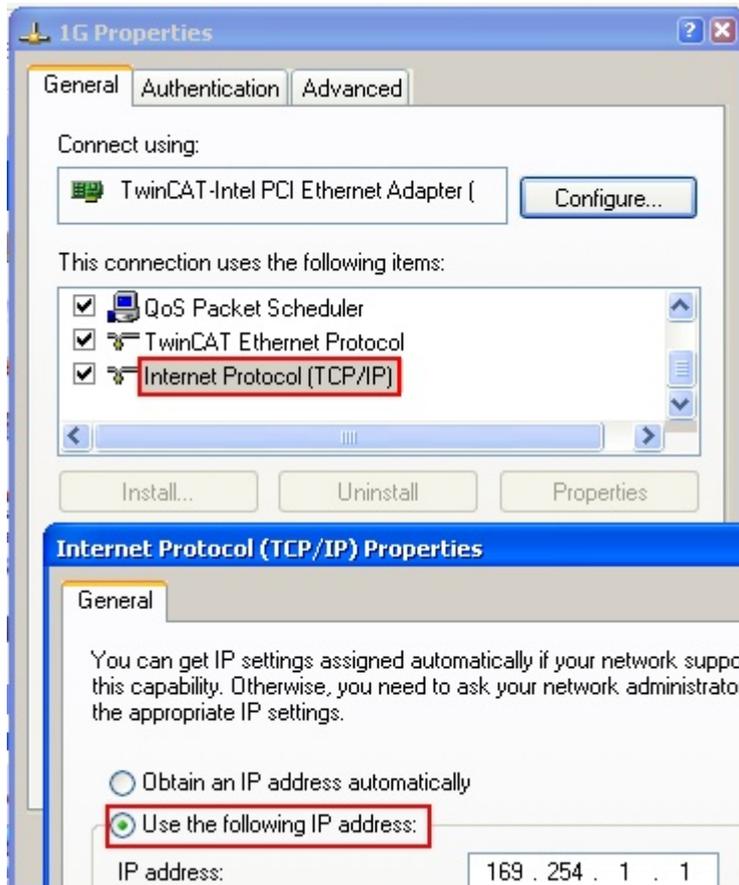


Abb. 31: TCP/IP-Einstellung des Ethernet Ports

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“

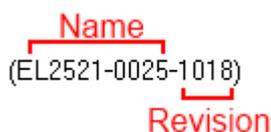


Abb. 32: Gerätebezeichnung: Struktur

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.

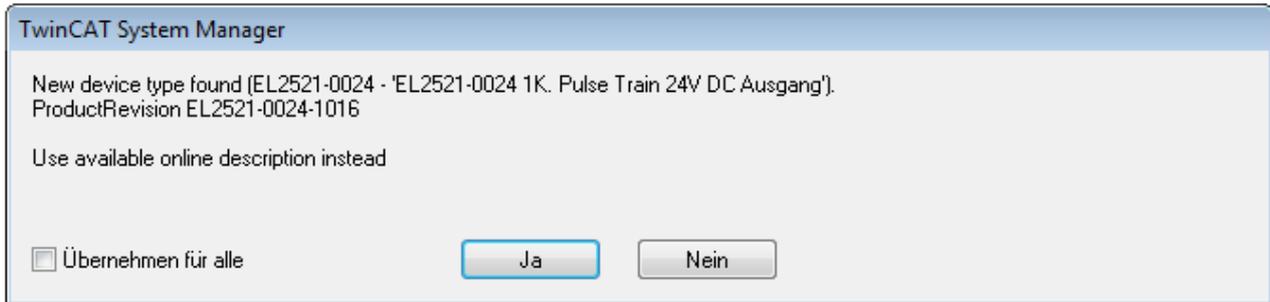


Abb. 33: Hinweisfenster OnlineDescription (TwinCAT 2)

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

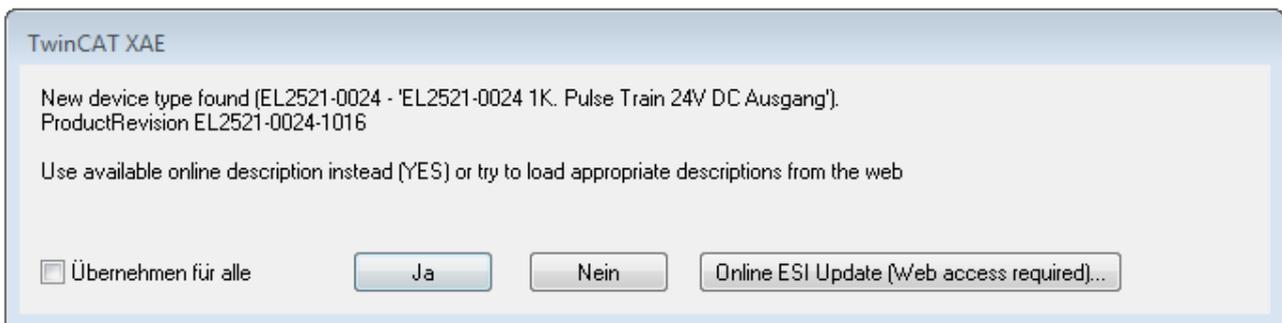


Abb. 34: Hinweisfenster OnlineDescription (TwinCAT 3)

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. 35: 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. 36: 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.

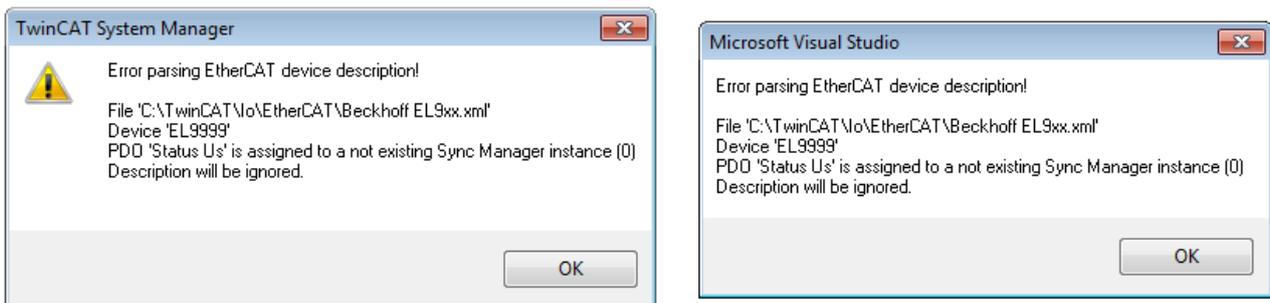


Abb. 37: Hinweisfenster fehlerhafte ESI-Datei (links: TwinCAT 2; rechts: TwinCAT 3)

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:

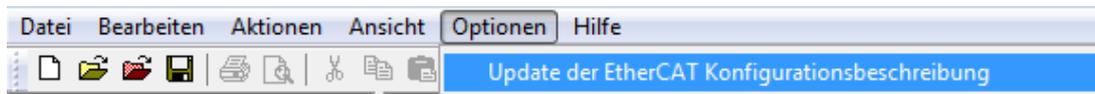


Abb. 38: Anwendung des ESI Updater (>=TwinCAT 2.11)

Der Aufruf erfolgt unter:

„Options“ → „Update EtherCAT Device Descriptions“.

Auswahl bei TwinCAT 3:

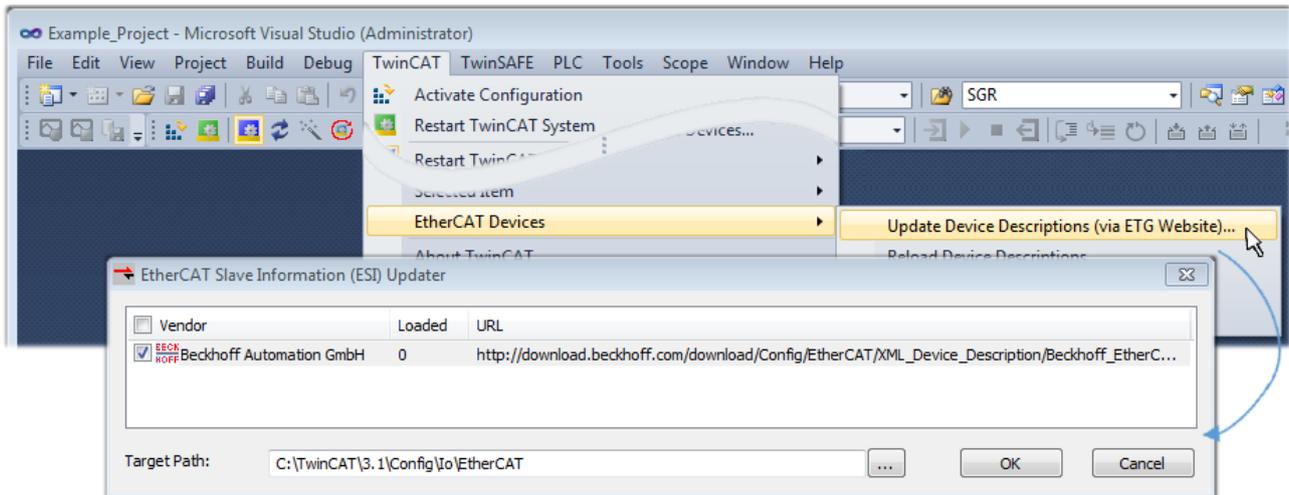


Abb. 39: Anwendung des ESI Updater (TwinCAT 3)

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

Der Aufruf erfolgt unter:

„TwinCAT“ → „EtherCAT Devices“ → „Update Device Description (via ETG Website)...“.

5.2.4 Unterscheidung Online/Offline

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

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

In jedem Fall prüft der EtherCAT Master bei jedem realen Hochlauf, ob die vorgefundenen Slaves der Konfiguration entsprechen. Dieser Test kann in den erweiterten Slave-Einstellungen 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 [▶ 52] (Ethernet-Port am IPC)
- Erkennen der angeschlossenen EtherCAT-Teilnehmer [▶ 53]. Dieser Schritt kann auch unabhängig vom vorangehenden durchgeführt werden.
- Problembehandlung [▶ 56]

Auch kann der Scan bei bestehender Konfiguration [▶ 57] 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. 40: 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.

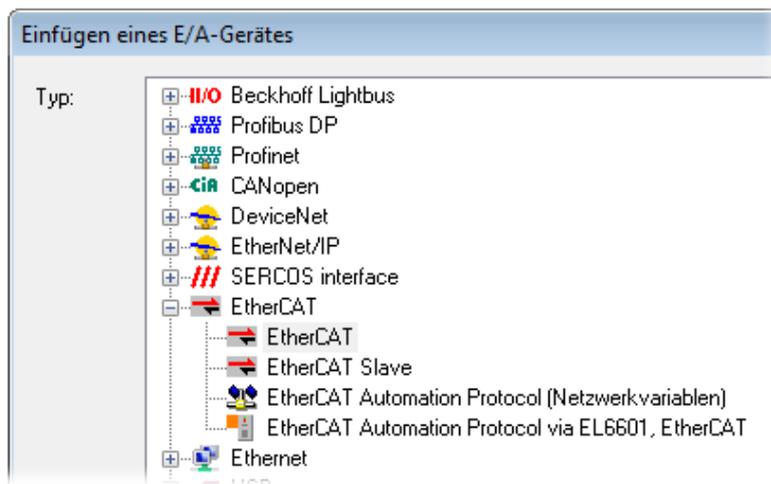


Abb. 41: Auswahl EtherCAT Anschluss (TwinCAT 2.11, TwinCAT 3)

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

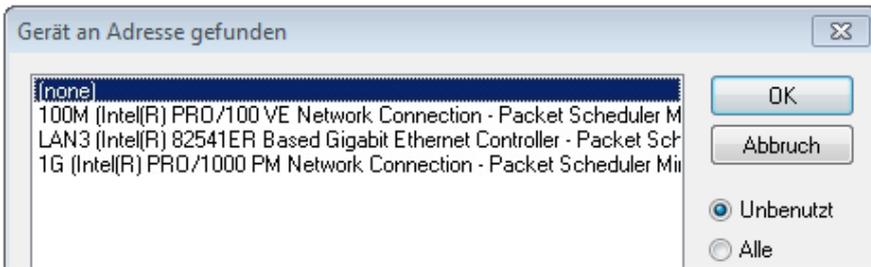


Abb. 42: Auswahl Ethernet Port

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)“.

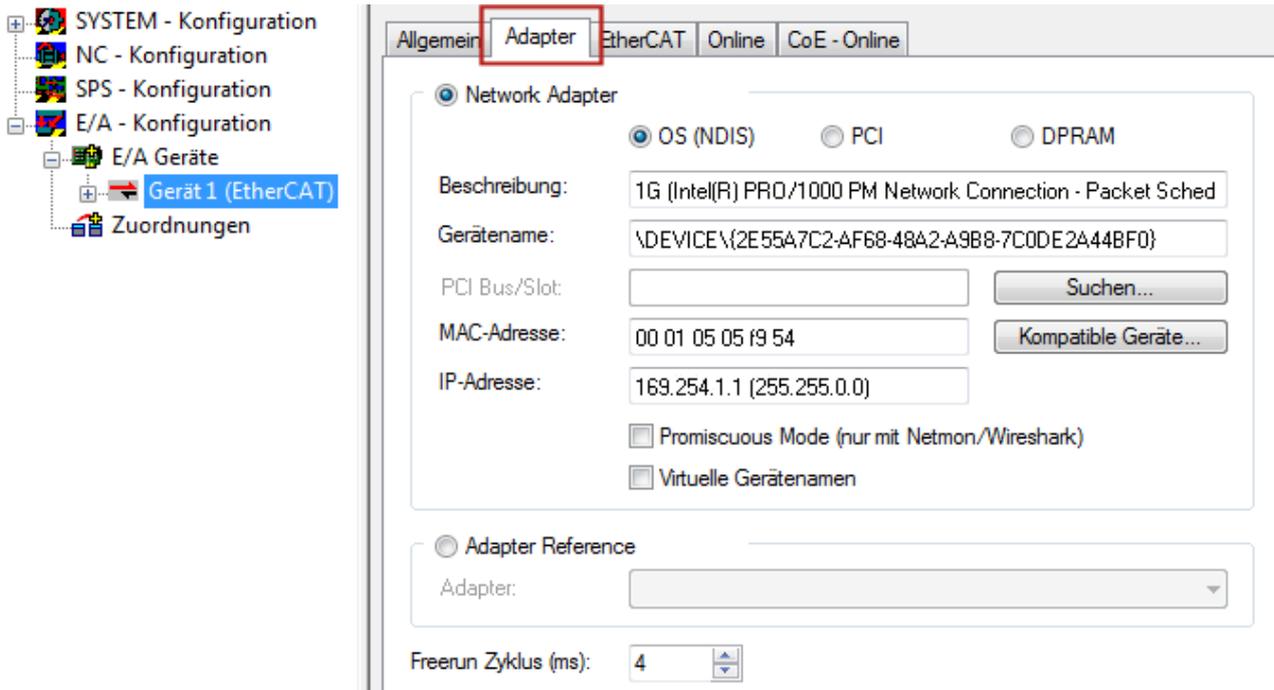
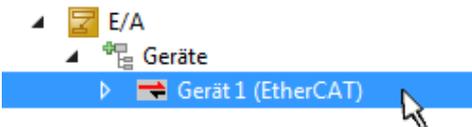


Abb. 43: Eigenschaften EtherCAT Gerät (TwinCAT 2)

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.

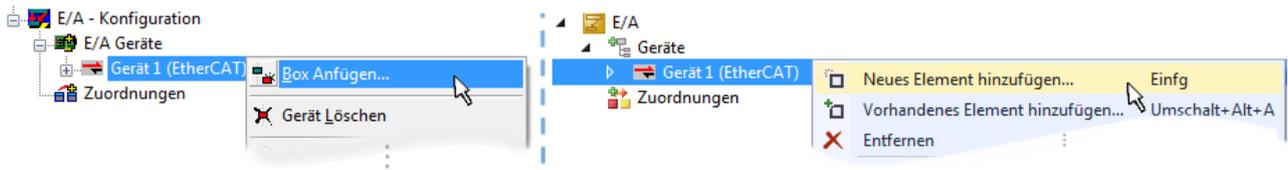


Abb. 44: Anfügen von EtherCAT Geräten (links: TwinCAT 2; rechts: TwinCAT 3)

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).

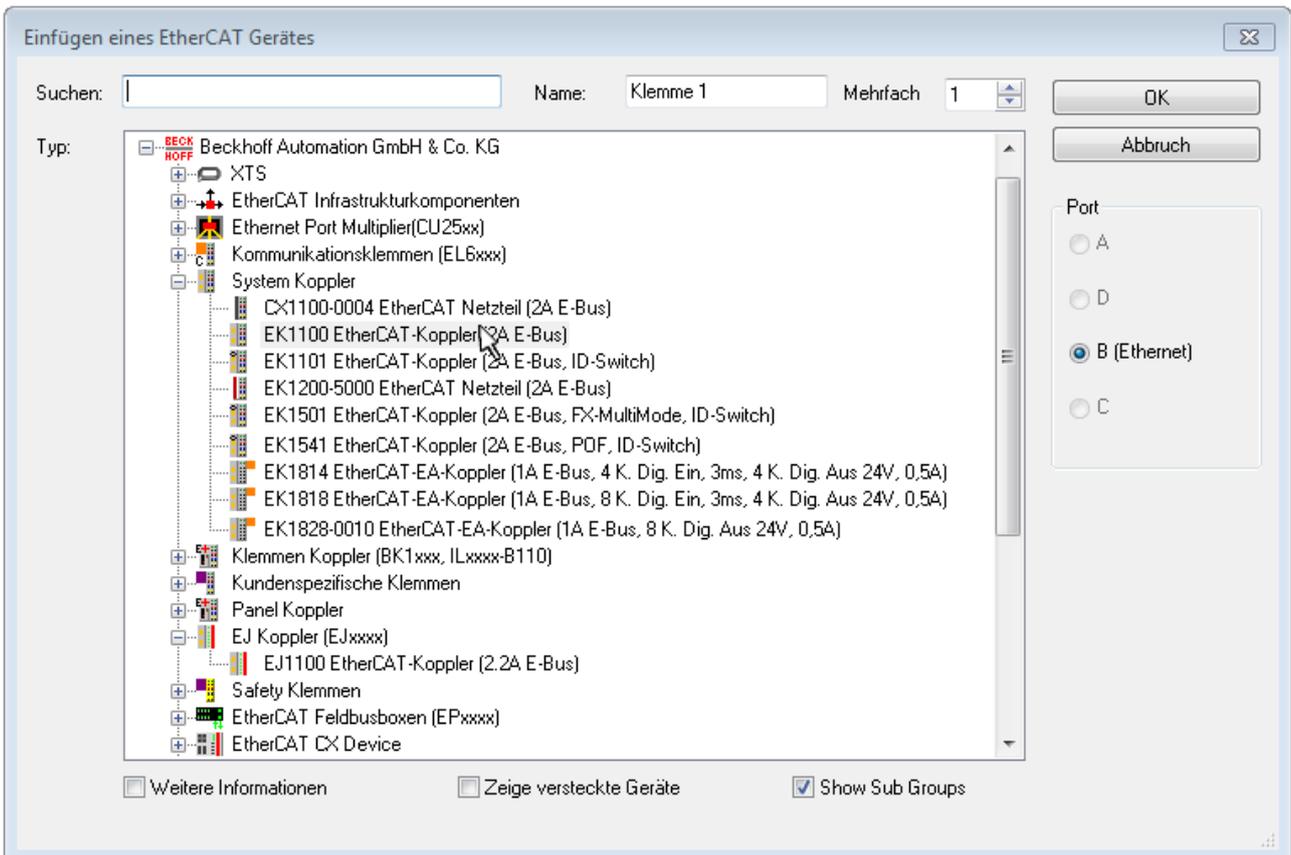


Abb. 45: Auswahldialog neues EtherCAT Gerät

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.

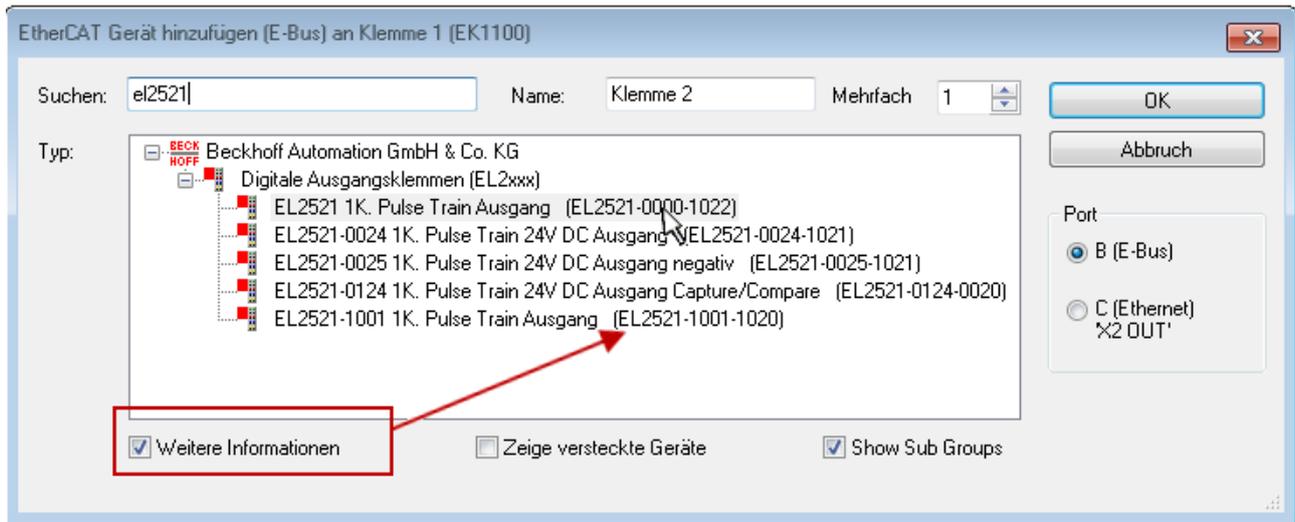


Abb. 46: Anzeige Geräte-Revision

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“.

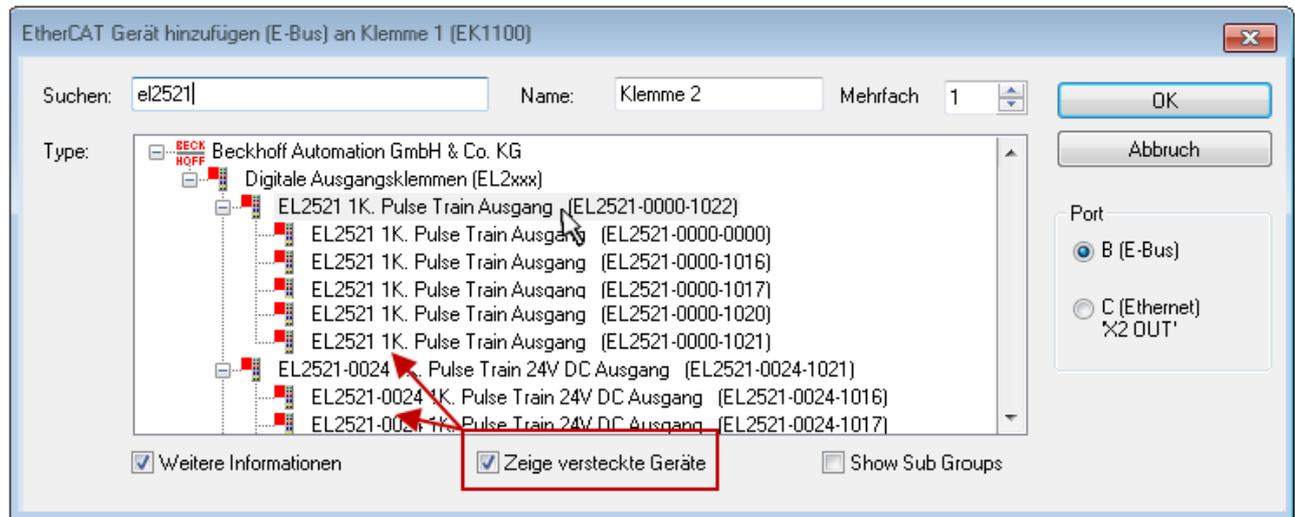


Abb. 47: Anzeige vorhergehender Revisionen

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.

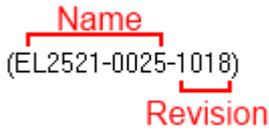


Abb. 48: Name/Revision Klemme

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, ...

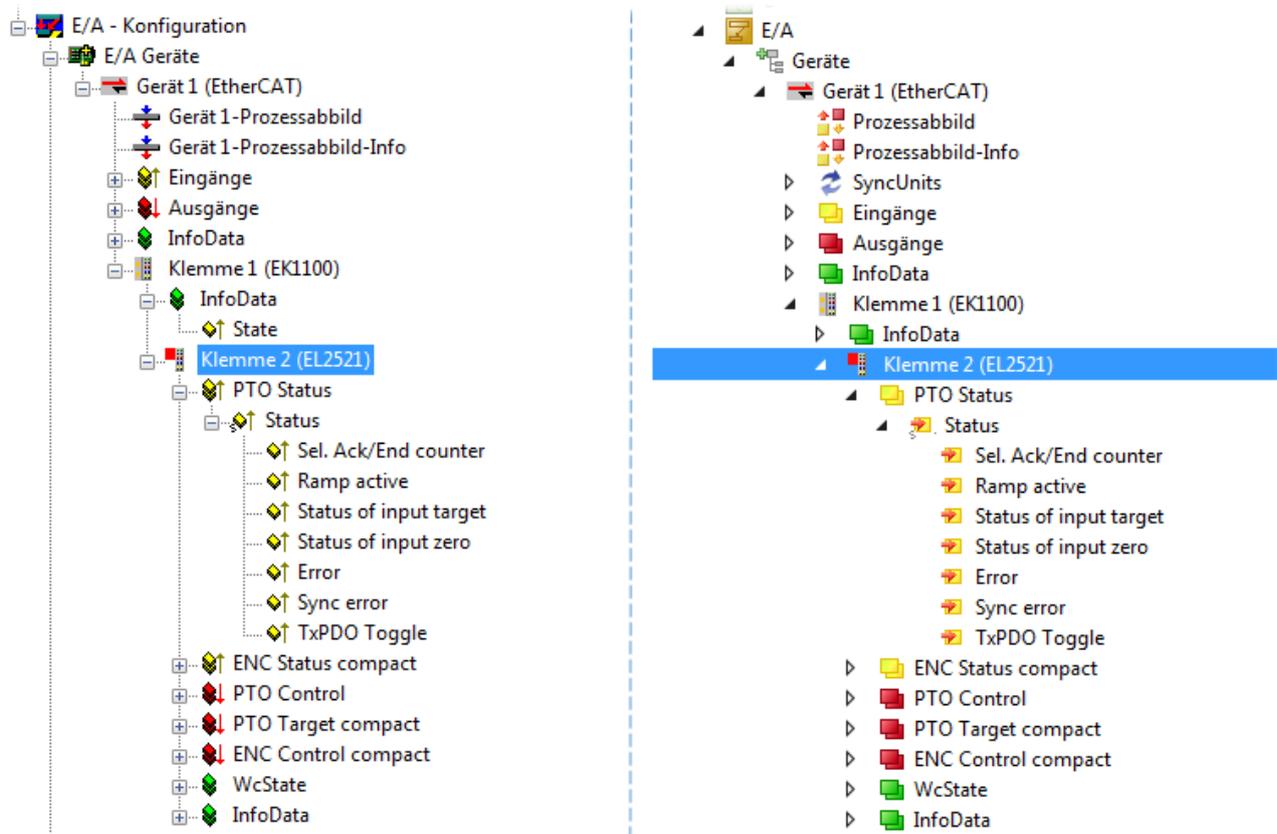


Abb. 49: EtherCAT Klemme im TwinCAT-Baum (links: TwinCAT 2; rechts: TwinCAT 3)

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. 50: 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.

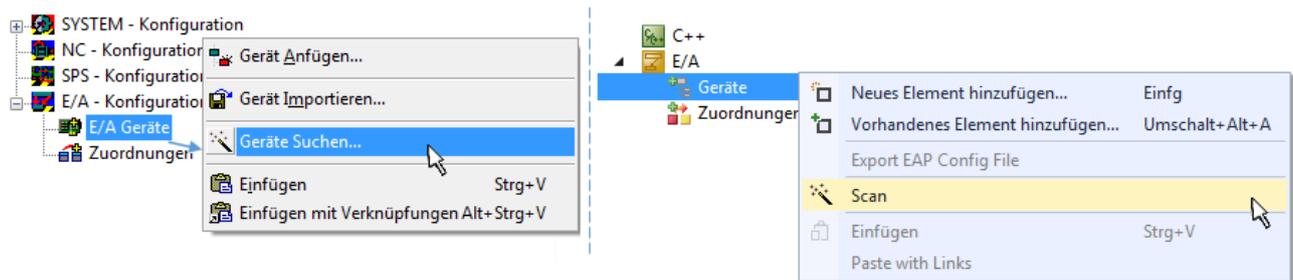


Abb. 51: Scan Devices (links: TwinCAT 2; rechts: TwinCAT 3)

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.

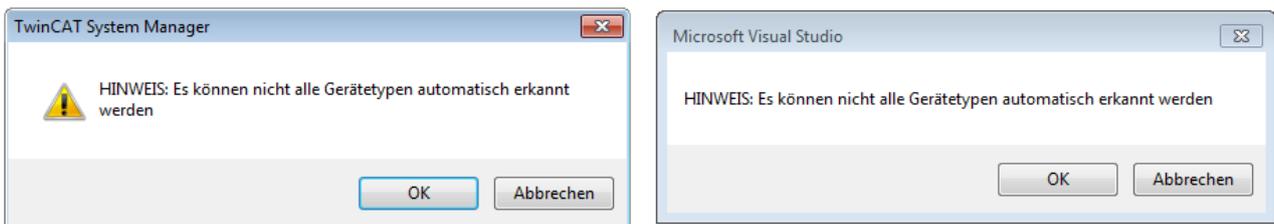


Abb. 52: Hinweis automatischer GeräteScan (links: TwinCAT 2; rechts: TwinCAT 3)

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.

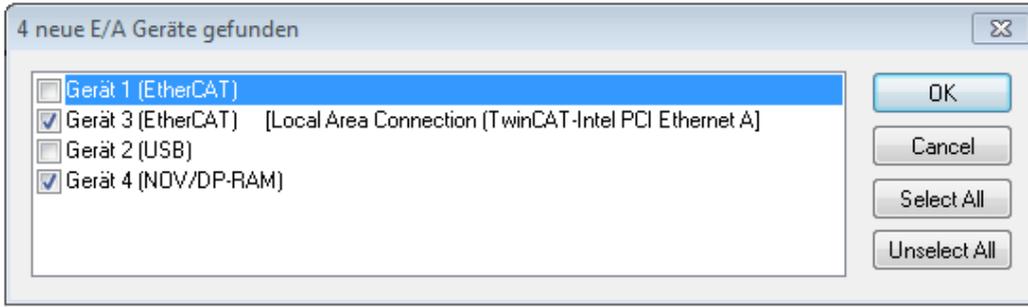


Abb. 53: Erkannte Ethernet-Geräte

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.

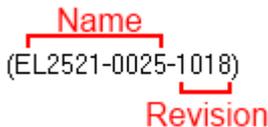


Abb. 54: Beispiel Default-Zustand

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 \[► 57\]](#) 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:

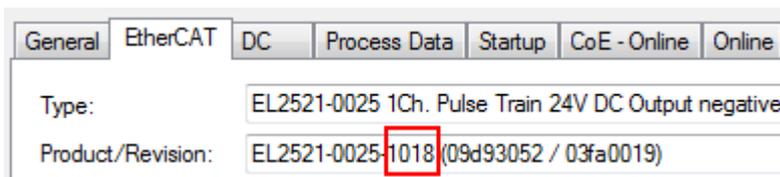


Abb. 55: Einbau EtherCAT-Klemme mit Revision -1018

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

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

Nach einiger Zeit erweitert Beckhoff die EL2521-0025 um ein neues Feature C. Deshalb wird die FW geändert, nach außen hin kenntlich durch einen höheren FW-Stand **und eine neue Revision -1019**. Trotzdem unterstützt das neue Gerät natürlich Funktionen und Schnittstellen der Vorgängerversion(en), eine Anpassung von „B.tsm“ oder gar „B.pro“ ist somit nicht nötig. Die Serienmaschinen können weiterhin mit „B.tsm“ und „B.pro“ gebaut werden, zur Kontrolle der aufgebauten Maschine ist ein vergleichender Scan [► 57] 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:

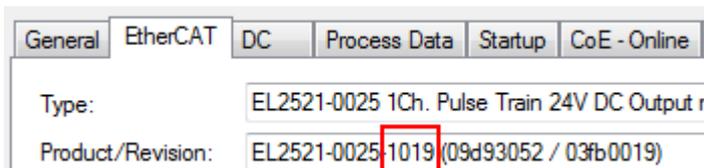


Abb. 56: Erkennen EtherCAT-Klemme mit Revision -1019

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

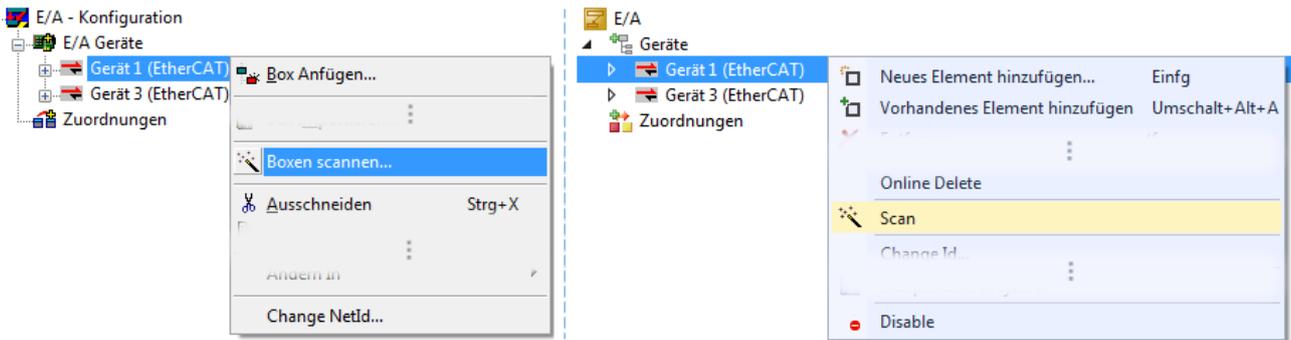


Abb. 58: Manuelles Auslösen des Teilnehmer-Scans auf festgelegtem EtherCAT Device (links: TwinCAT 2; rechts TwinCAT 3)

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

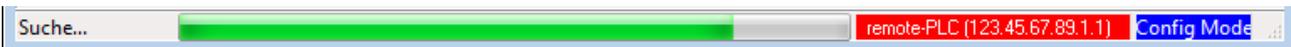


Abb. 59: Scanfortschritt am Beispiel von TwinCAT 2

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



Abb. 60: 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. 61: Anzeige des Wechsels zwischen „Free Run“ und „Config Mode“ unten rechts in der Statusleiste



Abb. 62: 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.

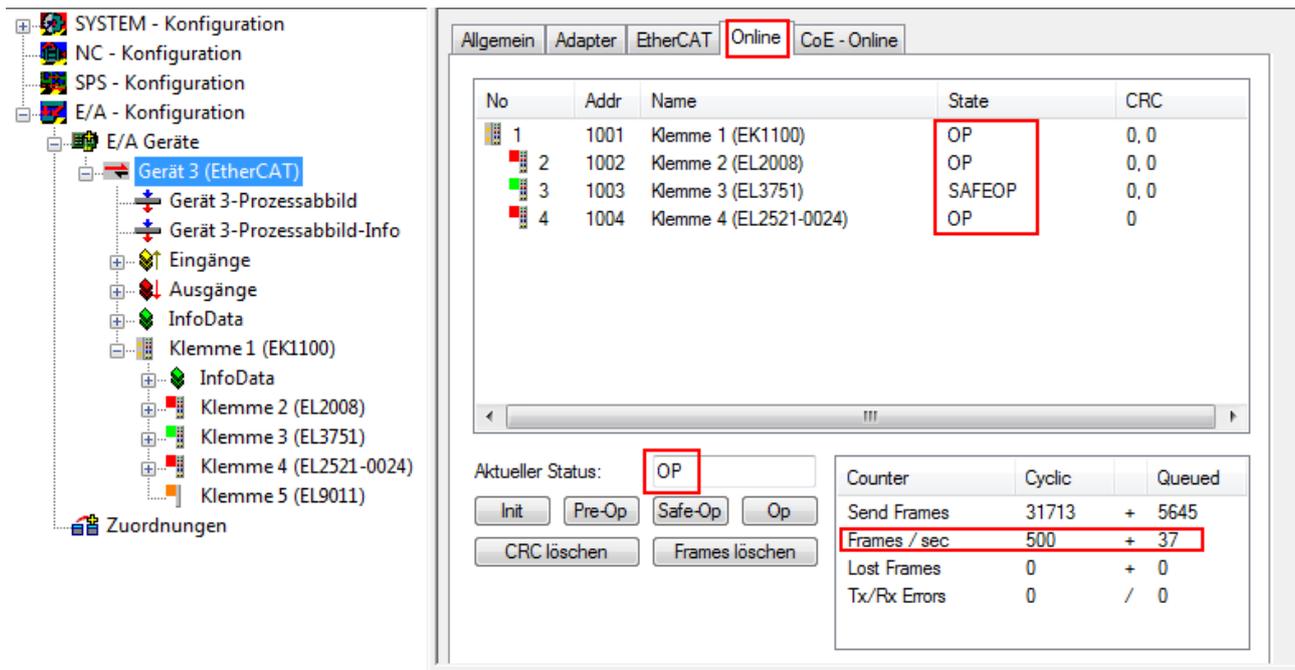


Abb. 63: Beispielhafte Online-Anzeige

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.

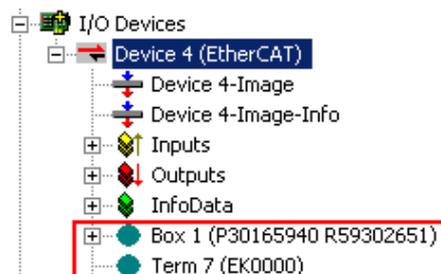


Abb. 64: Fehlerhafte Erkennung

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

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

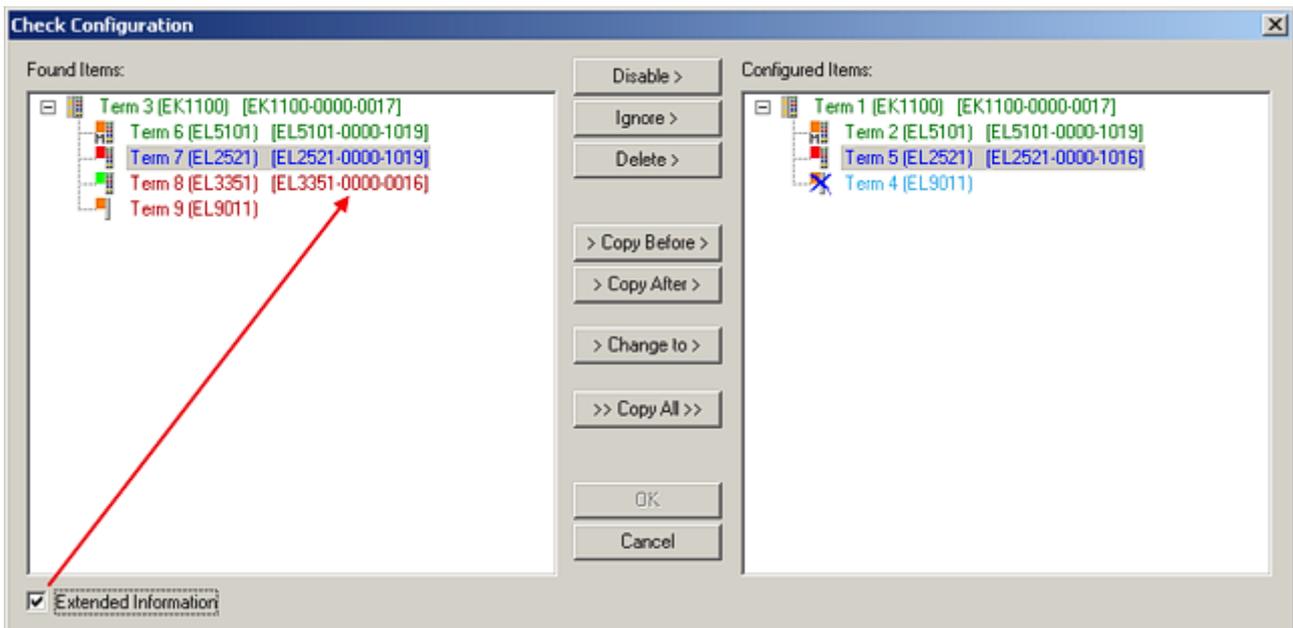


Abb. 66: Korrekturdialog

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

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

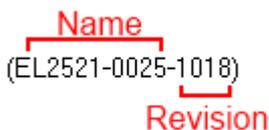


Abb. 67: Name/Revision Klemme

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.

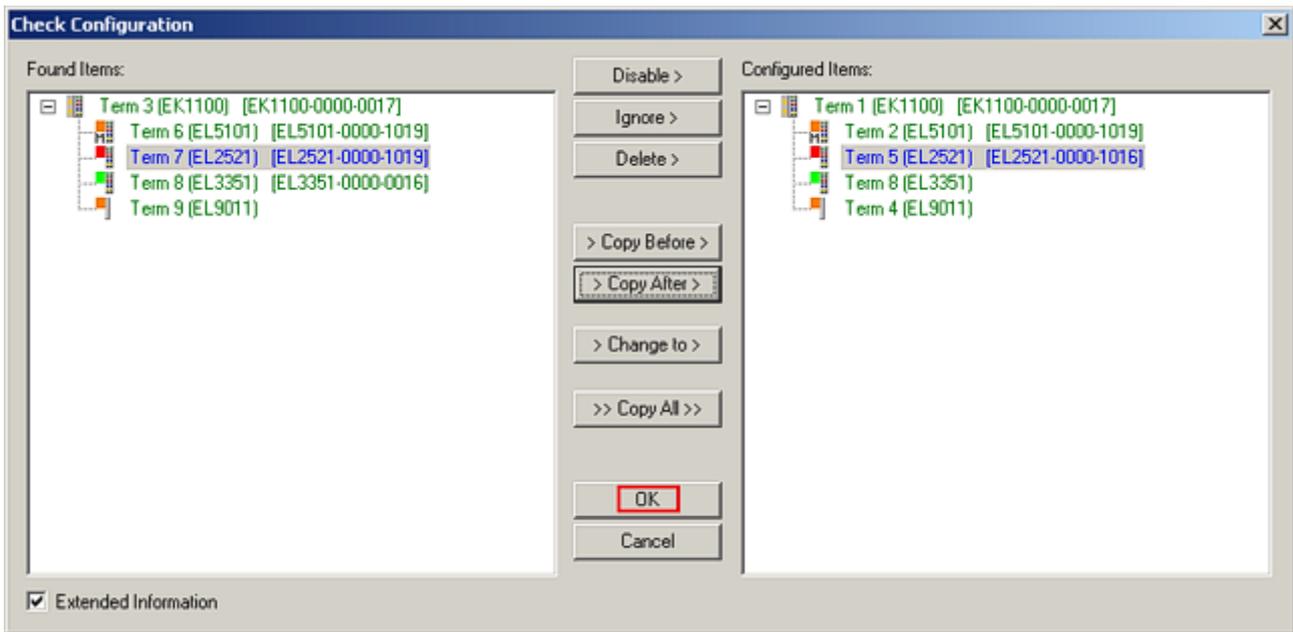


Abb. 68: Korrekturdialog mit Änderungen

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.

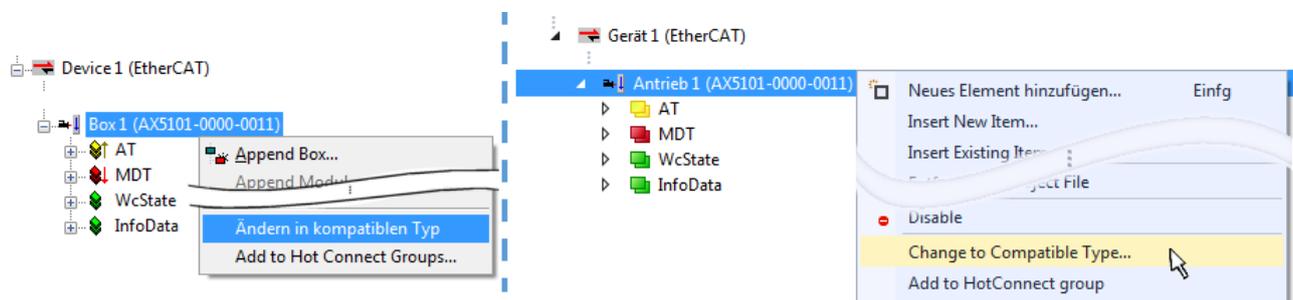


Abb. 69: Dialog „Change to Compatible Type...“ (links: TwinCAT 2; rechts TwinCAT 3)

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

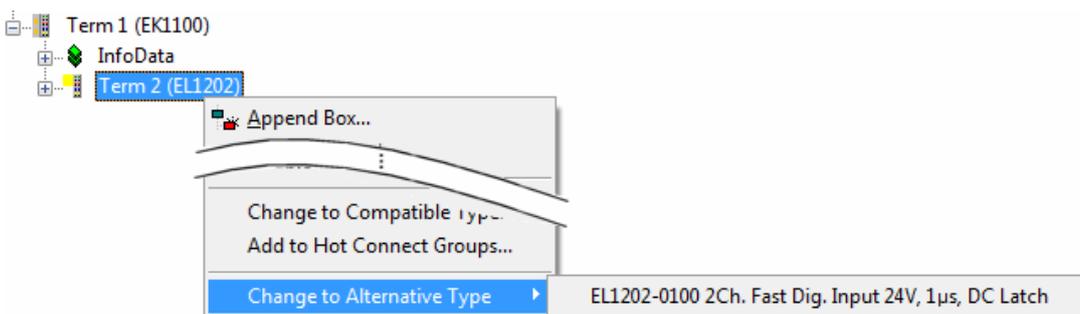


Abb. 70: TwinCAT 2 Dialog Change to Alternative Type

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).

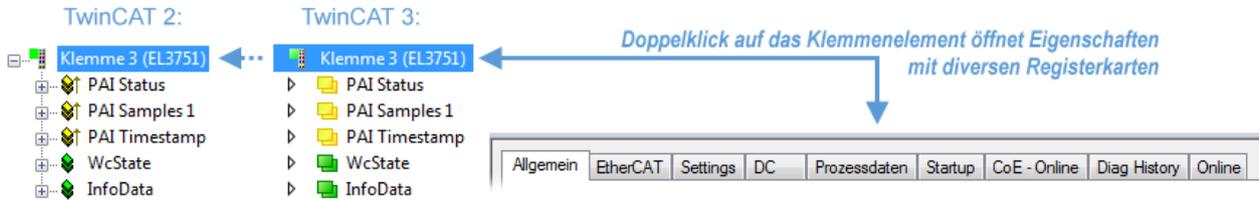


Abb. 71: „Baumzweig“ Element als Klemme EL3751

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“

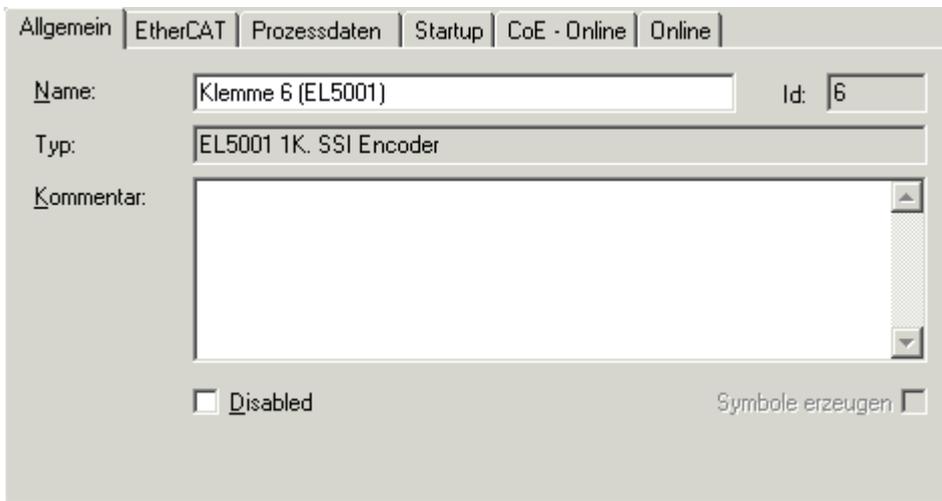


Abb. 72: Karteireiter „Allgemein“

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

Karteireiter „EtherCAT“



Abb. 73: Karteireiter „EtherCAT“

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

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

Karteireiter „Prozessdaten“

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

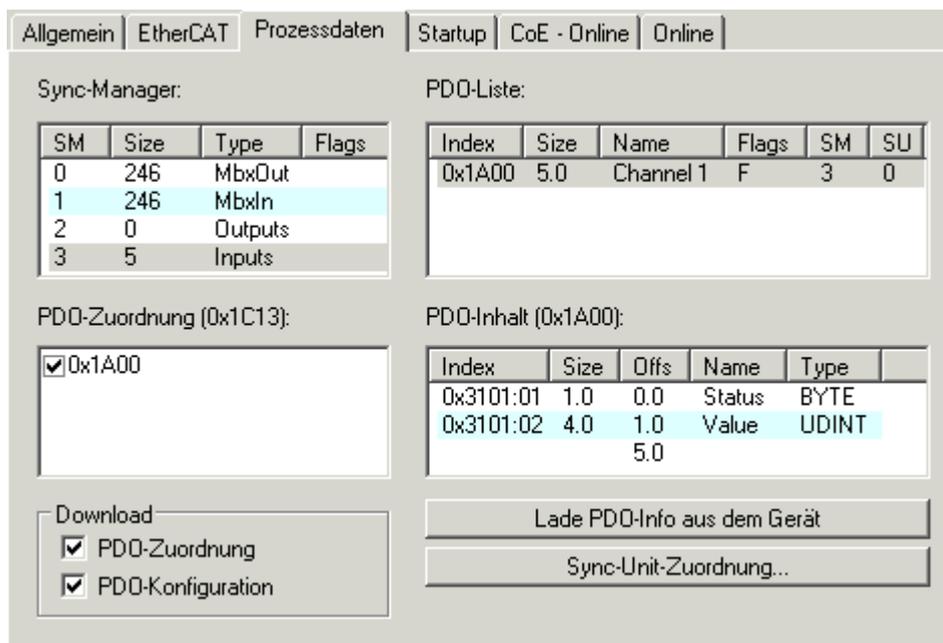


Abb. 74: Karteireiter „Prozessdaten“

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.

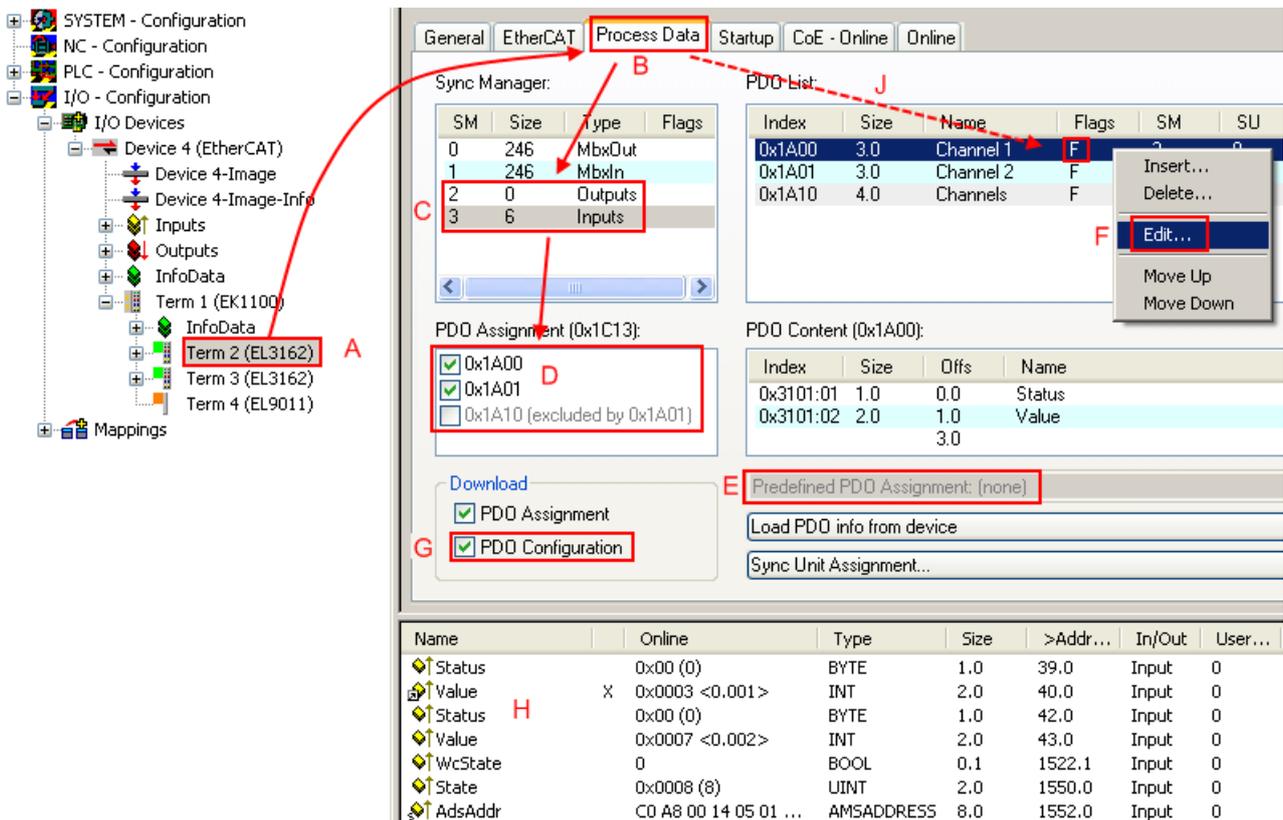


Abb. 75: Konfigurieren der Prozessdaten

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 [▶ 68] 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.

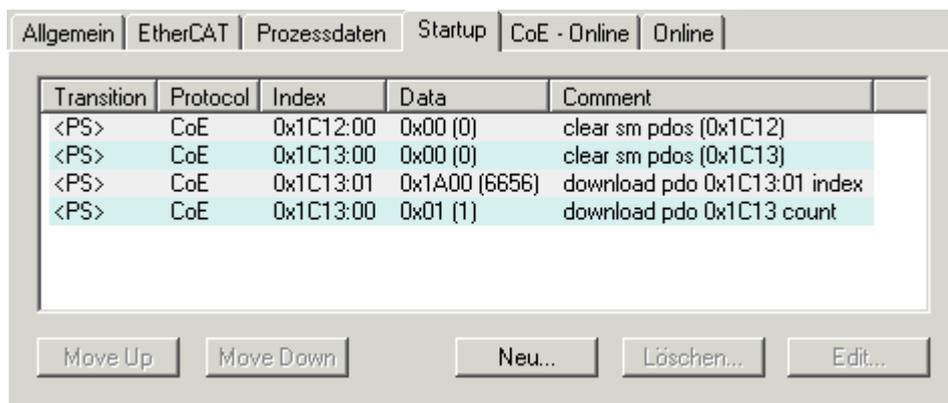


Abb. 76: Karteireiter „Startup“

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

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

Karteireiter „CoE - Online“

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

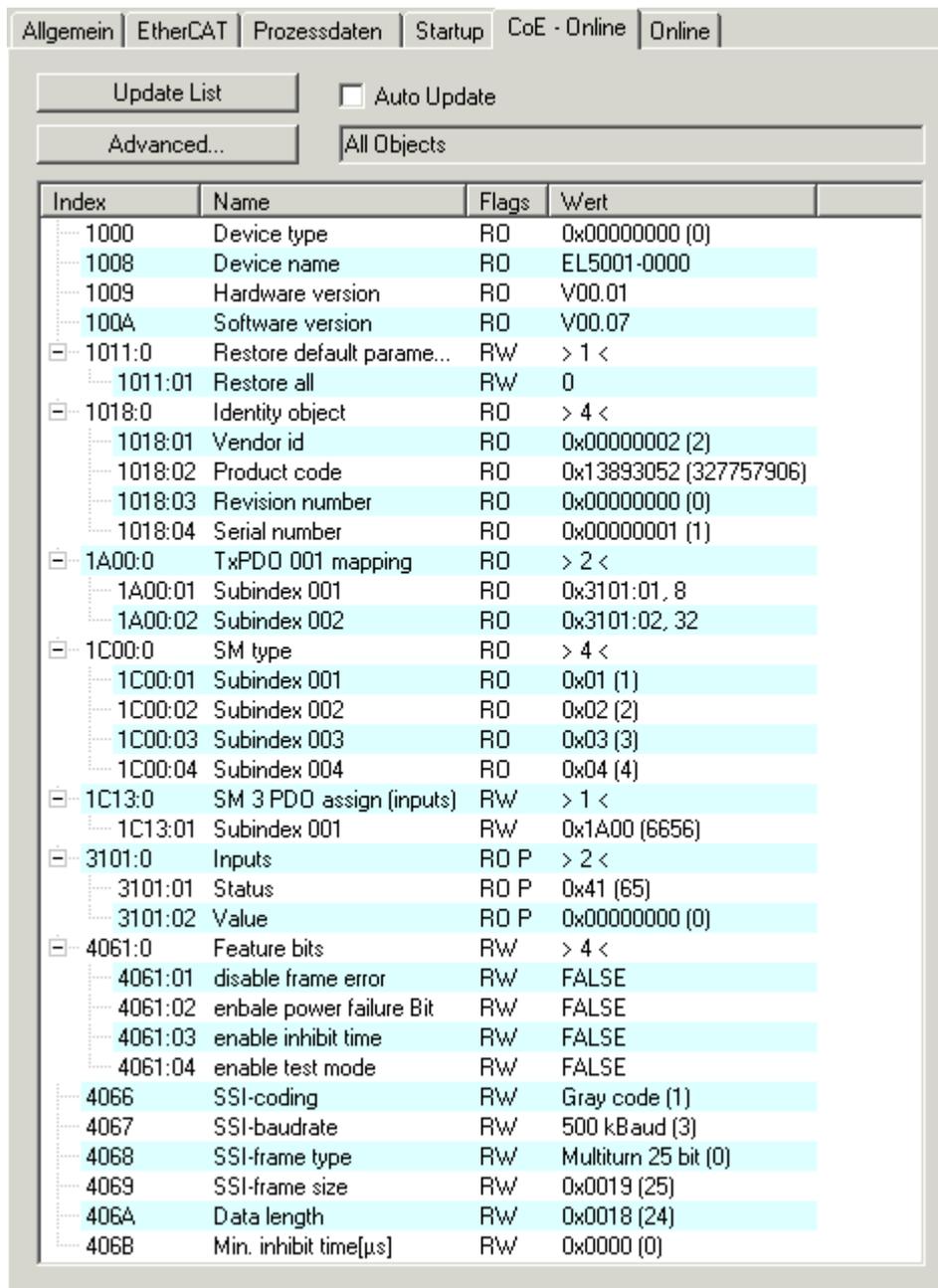


Abb. 77: Karteireiter „CoE - Online“

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.

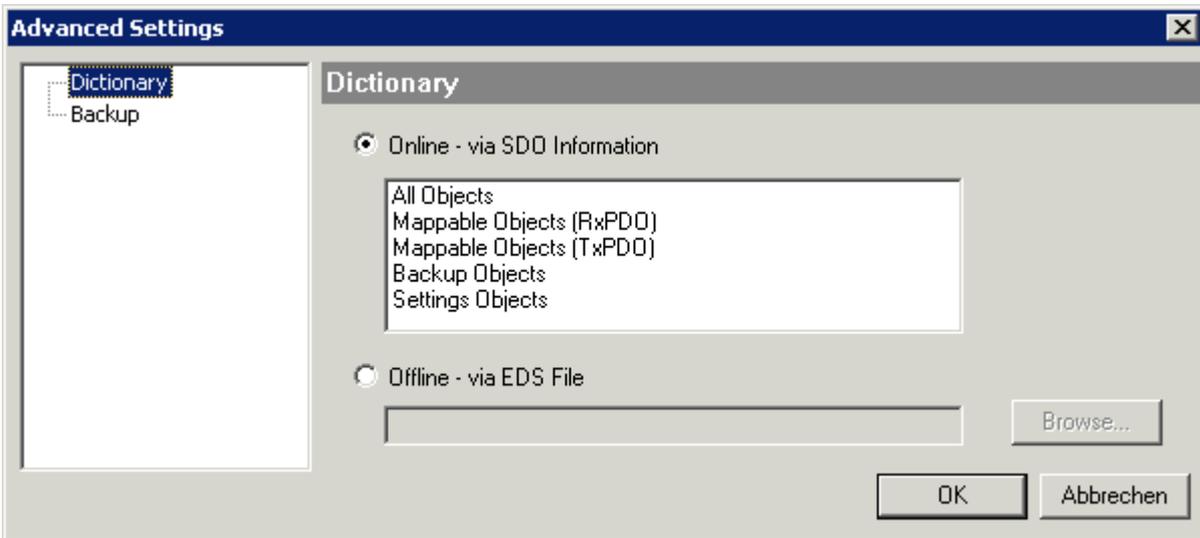


Abb. 78: Dialog „Advanced settings“

- 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“

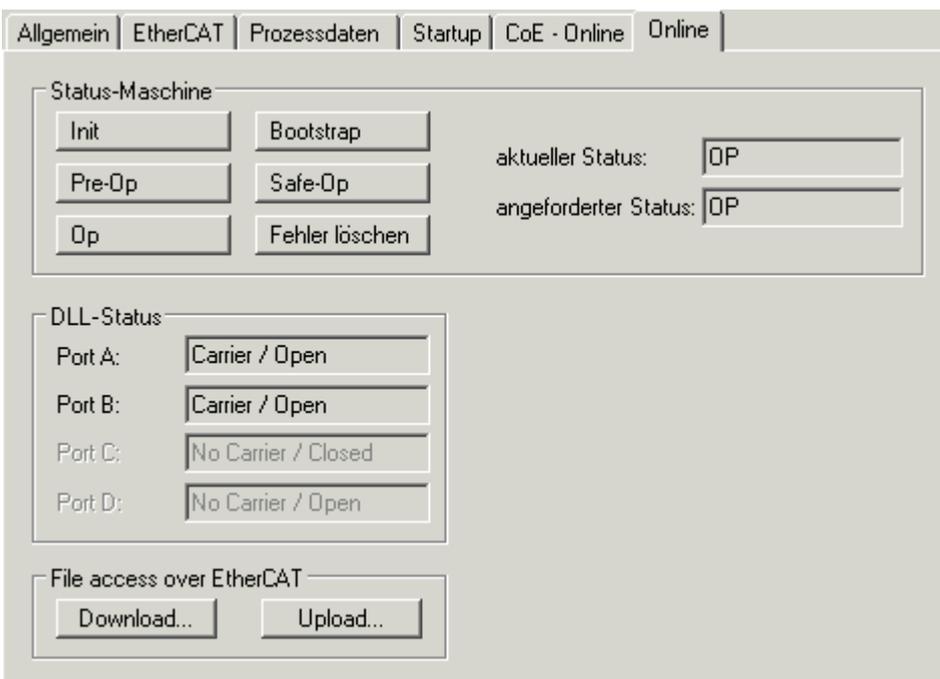


Abb. 79: Karteireiter „Online“

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. 80: 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](#) [► 66])
- 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 \[► 63\]](#) 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 Prozessdaten und Betriebsmodi

5.3.1 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.

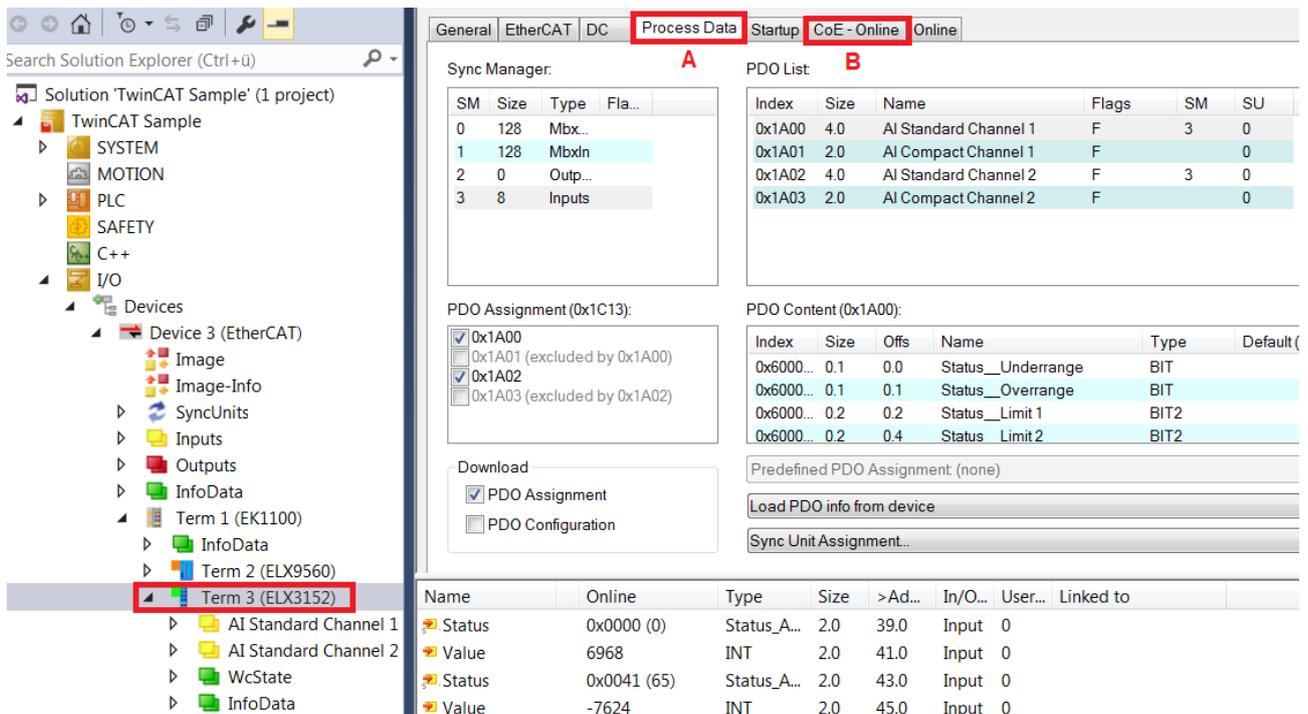


Abb. 81: Parametrierung am Beispiel der ELX3152

- 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.

5.3.2 Einstellungen und Betriebsmodi

5.3.2.1 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	Extended Range			Legacy Range		Wert	
Input Type	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

5.3.2.2 Unterschreitung und Überschreitung des Messbereiches (Underrange, Overage), Index 0x60n0:01, 0x60n0:02

Unterschreitung und Überschreitung des Messbereiches (Underrange, Overage), Index [0x60n0:01](#) [[▶ 87](#)], [0x60n0:02](#) [[▶ 87](#)]

Im Kapitel [Datenstrom und Korrekturberechnung](#) [[▶ 82](#)] finden Sie eine anschauliche Darstellung der Korrekturberechnung von den Rohwerten zu den Ausgabewerten beim Überschreiten der Grenzbereiche.

5.3.2.3 Limit 1 und Limit 2, Swap Limit Bits

Limit 1 und Limit 2, Index [0x80n0:13](#) [[▶ 86](#)], Index [0x80n0:14](#) [[▶ 86](#)]

Beim Über- bzw. Unterschreiten der Werte, die in den Indizes [0x80n0:13](#) [[▶ 86](#)] und [0x80n0:14](#) [[▶ 86](#)] eingegeben werden können, werden die Bits in den Indizes [0x60n0:03](#) [[▶ 87](#)] und [0x60n0:05](#) [[▶ 87](#)] entsprechen gesetzt (siehe unteres Beispiel). Zur Aktivierung der Grenzwertüberwachung dienen die Indizes [0x80n0:07](#) [[▶ 86](#)] bzw. [0x80n0:08](#) [[▶ 86](#)].

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. 82: Definition Eingangsbyte

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

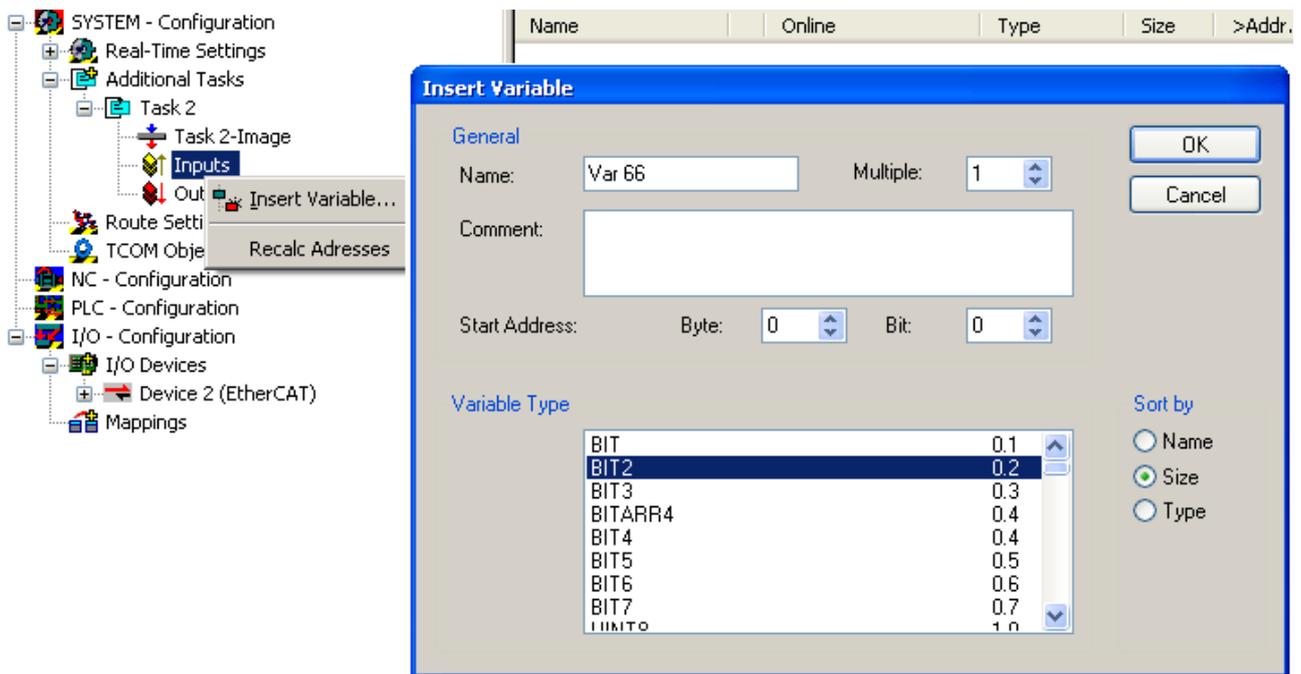


Abb. 83: Verlinkung 2-Bit-Variable mit zusätzlicher Task

Swap Limit Index 0x80n0:0E [► 86]

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"> • 0: nicht aktiv • 1: Wert < Grenzwert • 2: Wert > Grenzwert • 3: Wert = Grenzwert
TRUE	<ul style="list-style-type: none"> • 0: nicht aktiv • 1: Wert > Grenzwert • 2: Wert < Grenzwert • 3: Wert = Grenzwert

5.3.2.4 Betriebsmodi

Die ELX31xx/EPX31xx unterstützen drei verschiedene Betriebsmodi:

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

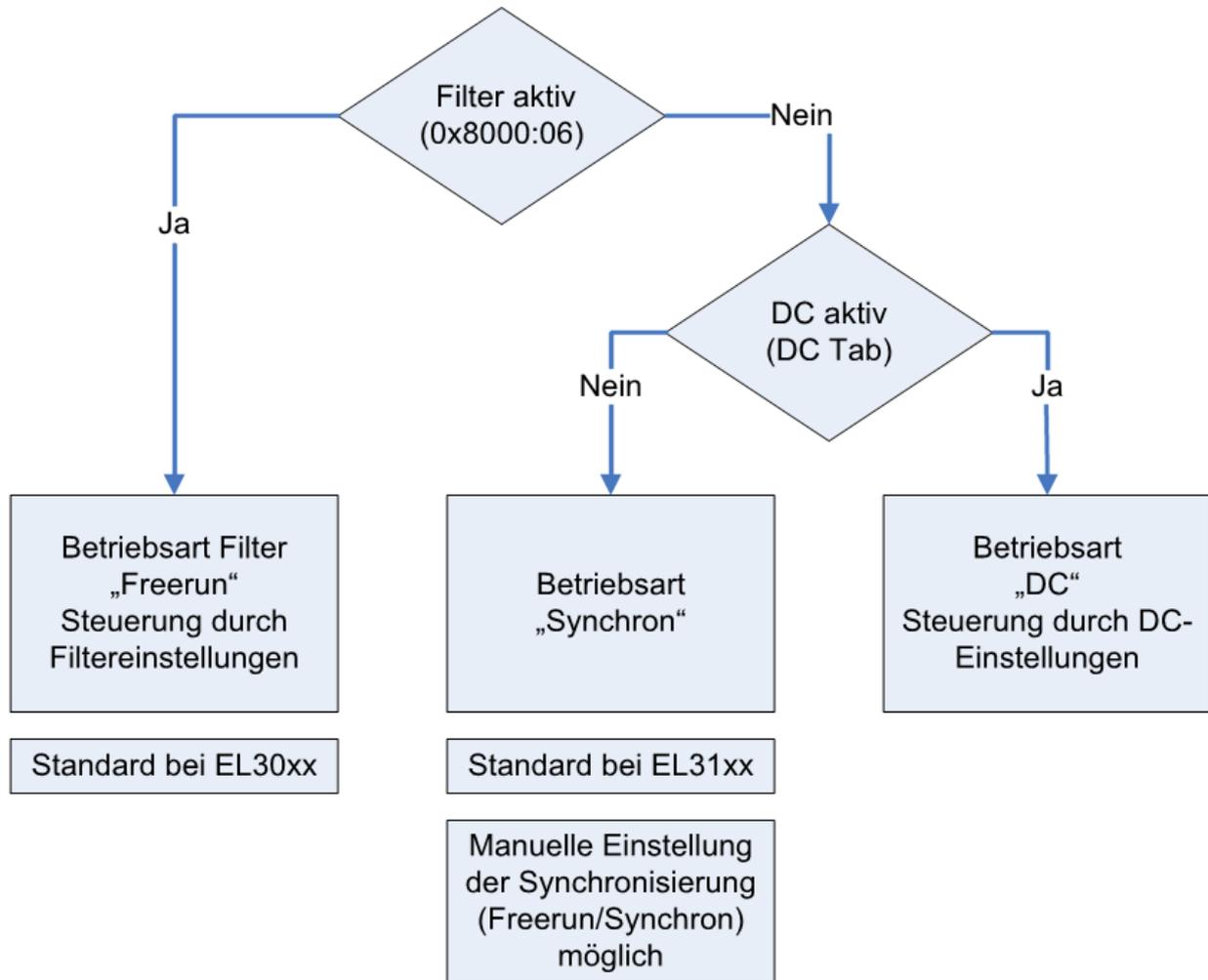


Abb. 84: Abhängigkeit der Betriebsmodi

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 parametrierd.

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 Prozessdatenzklus 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.

5.3.2.5 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.

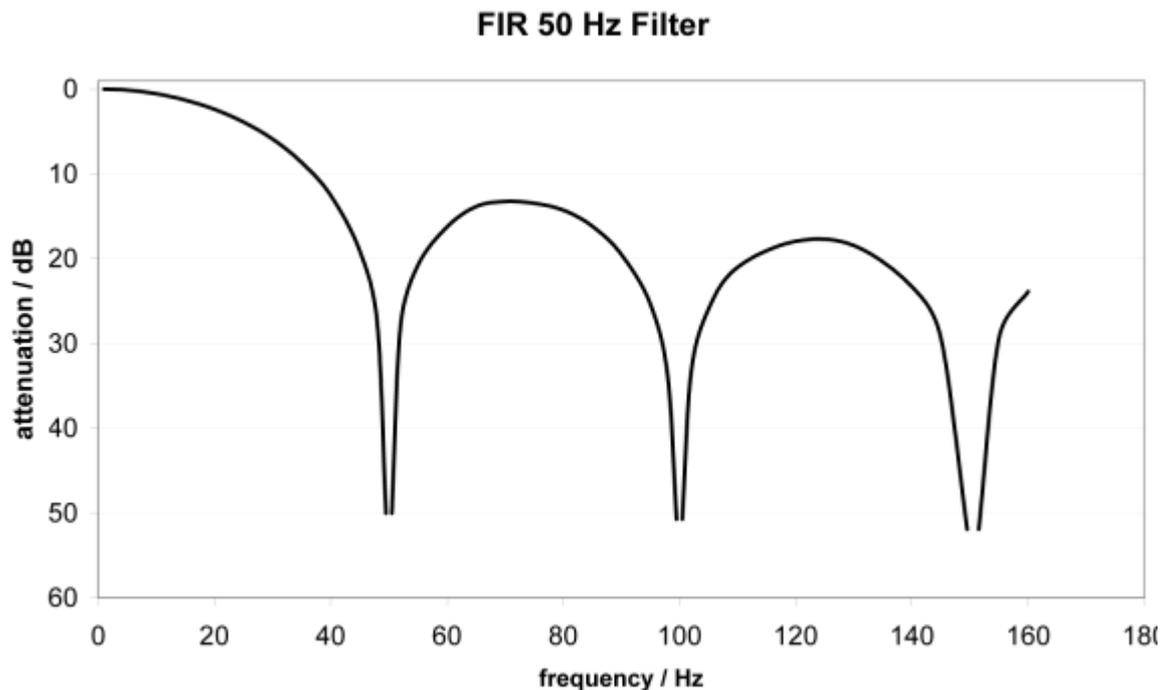


Abb. 85: Dämpfungskurve Notch.Filter bei 50 Hz

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

5.3.3 Prozessdaten

Inhaltsverzeichnis
• Interpretation Value- & Status-Variable [▶ 76]
• Status-Wort [▶ 77]
• Umschaltung Prozessdatensätze [▶ 78]
• Hinweis zu TwinCAT 2.10 [▶ 78]
• Passwortschutz für Anwenderkalibrierung/User calibration [▶ 79]

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. 86: 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

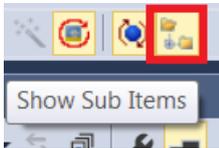


Abb. 87: Show Sub Items

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		Status_A...	2.0	53.0	Input	0	
Underrange	Underrange		BIT	0.1	53.0	Input	0	
Overrange	Overrange		BIT	0.1	53.1	Input	0	
Limit 1	Limit 1		BIT2	0.2	53.2	Input	0	
Limit 2	Limit 2		BIT2	0.2	53.4	Input	0	
Error	Error		BIT	0.1	53.6	Input	0	
Sync error	Sync error		BIT	0.1	54.5	Input	0	
TxPDO State	TxPDO Sta...		BIT	0.1	54.6	Input	0	
TxPDO Toggle	TxPDO To...		BIT	0.1	54.7	Input	0	
Value	Value		INT	2.0	55.0	Input	0	
AI Standard Channel 2								
Status	Status		Status_A...	2.0	57.0	Input	0	
Underrange	Underrange		BIT	0.1	57.0	Input	0	
Overrange	Overrange		BIT	0.1	57.1	Input	0	
WcState								
InfoData								

Abb. 88: 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 _{bin} Toggelt mit jedem neuen analogen Prozesswert
SW.14	TxPDO State	1 _{bin} TRUE bei internem Fehler
SW.13	Sync error	1 _{bin} TRUE (DC mode): im abgelaufenen Zyklus ist ein Synchronisierungsfehler aufgetreten.
SW.6	ERROR	1 _{bin} Allgemeines Fehlerbit, wird zusammen mit Overrange und Underrange gesetzt
SW.5	Limit 2	1 _{bin} Siehe Limit
SW.4		1 _{bin}
SW.3	Limit 1	1 _{bin} Siehe Limit
SW.2		1 _{bin}
SW.1	Overrange	1 _{bin} Analoges Eingangssignal liegt über der oberen zulässigen. Schwelle für dieses Geräts
SW.0	Underrange	1 _{bin} 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.

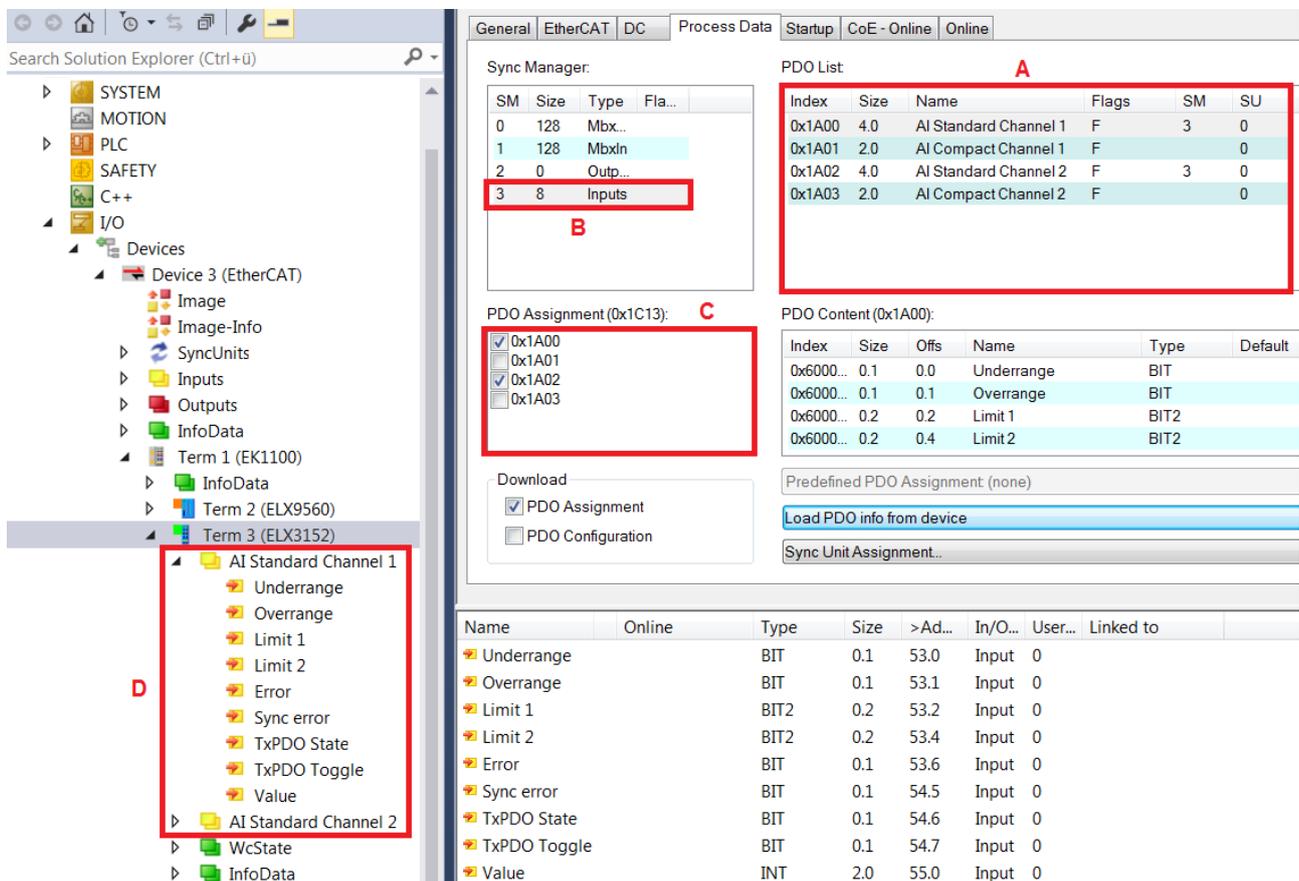


Abb. 89: Selektive PDO-Auswahl am Beispiel der ELX3152

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. 90: 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 →

Address	Object Name	Access	Value
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. 91: 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.

5.3.4 Datenstrom und Messbereiche

Datenstrom

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

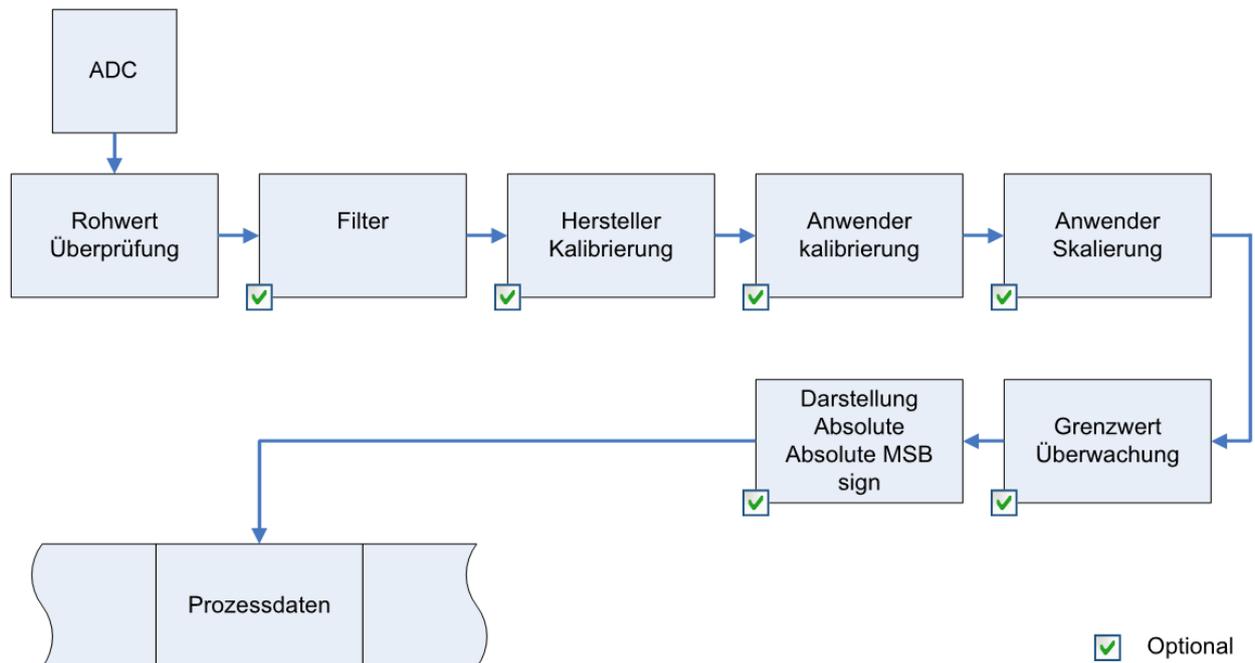


Abb. 92: Datenstrom der ELX31xx/EPX31xx

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 [► 87]. 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 _{ADC}	Ausgabe Wert des A/D Wandlers	0x80nE:01 [▶ 87]
X _F	Ausgabe Wert nach dem Filter	-
B _H	Offset der Hersteller-Abgleich (nicht veränderbar)	0x80nF:01 [▶ 87]
A _H	Gain der Hersteller-Abgleich (nicht veränderbar)	0x80nF:02 [▶ 87]
B _A	Offset der Anwender-Abgleich (aktivierbar über Index 0x80n0:0A [▶ 86])	0x80n0:17 [▶ 86]
A _A	Gain der Anwender-Abgleich (aktivierbar über Index 0x80n0:0A [▶ 86])	0x80n0:18 [▶ 86]
B _S	Offset der Anwender-Skalierung (aktivierbar über Index 0x80n0:01 [▶ 86])	0x80n0:11 [▶ 86]
A _S	Gain der Anwender-Skalierung (aktivierbar über Index 0x80n0:01 [▶ 86])	0x80n0:12 [▶ 86]
Y _S	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).

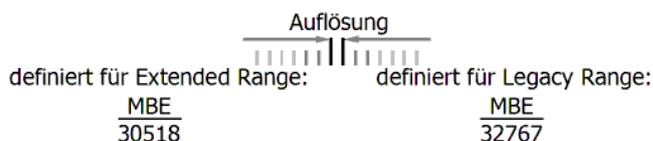
Extended Range:

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:

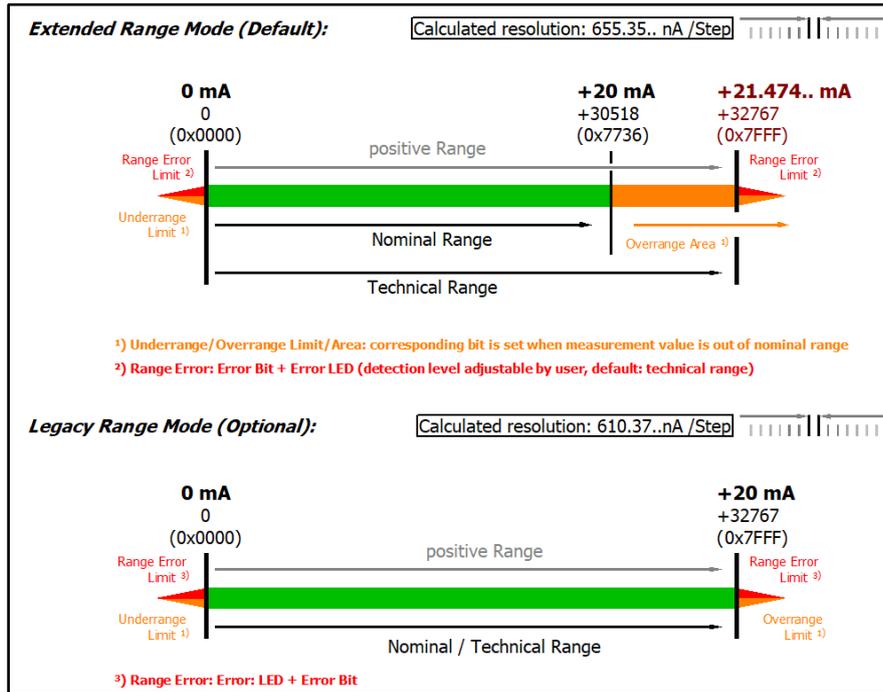
Der Legacy Range hingegen gibt dabei den herkömmlichen Bereich von -100% bis + 100% wieder. +100% entsprechen hierbei +32767
-100% entsprechen hierbei -32768.

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:

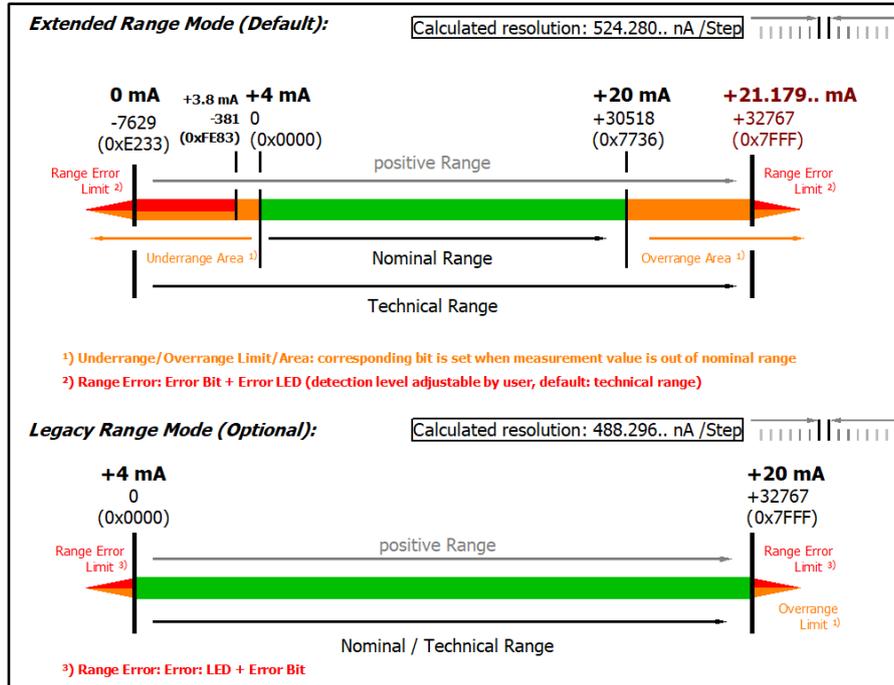
Messbereich 0...20 mA (Stromschleife)



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. 93: 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. 94: ELX31xx/EPX31xx - Messbereich 4...20 mA

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

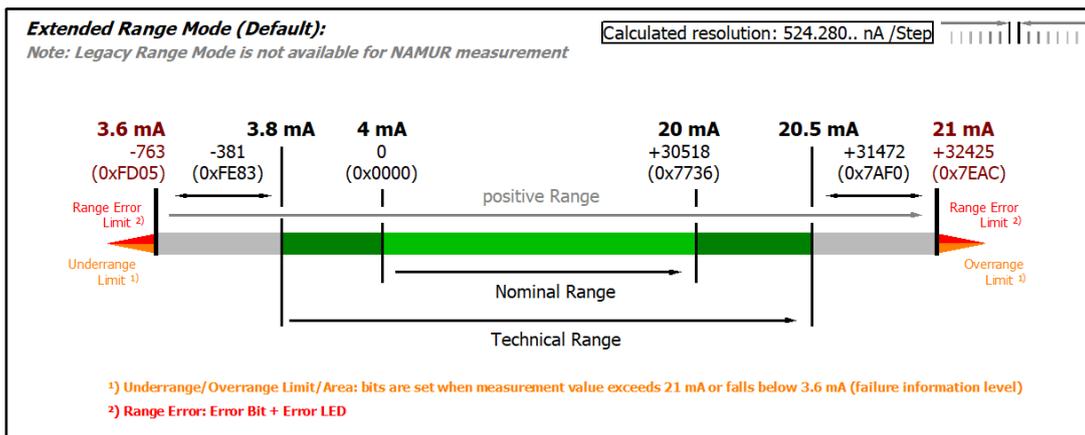


Abb. 95: ELX31xx/EPX31xx - Messbereich 4...20 mA (NAMUR NE43)

Kalibrierung

Hersteller-Abgleich, Index 0x80n0:0B [▶ 86]

Die Freigabe des Hersteller-Abgleichs erfolgt über den Index 0x80n0:0B [▶ 86]. Die Parametrierung erfolgt über die Indizes

- 0x80nF:01 [▶ 87] Hersteller-Abgleich: Offset
- 0x80nF:02 [▶ 87] Hersteller-Abgleich: Gain

Anwender-Abgleich, Index 0x80n0:0A [▶ 86]

Die Freigabe des Anwender-Abgleichs erfolgt über den Index 0x80n0:0A [▶ 86]. Die Parametrierung erfolgt über die Indizes

- 0x80n0:17 [▶ 86] Anwender-Abgleich: Offset
- 0x80n0:18 [▶ 86] Anwender-Abgleich: Gain

Anwender-Skalierung, Index 0x80n0:01 [▶ 86]

Die Freigabe der Anwender-Skalierung erfolgt über den Index 0x80n0:01 [▶ 86]. Die Parametrierung erfolgt über die Indizes

- 0x80n0:11 [▶ 86] Anwender-Skalierung: Offset
- 0x80n0:12 [▶ 86] 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 [▶ 86]

5.4 CoE - Objektbeschreibung

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"> • Restore-Objekt [▶ 85] • Konfigurationsdaten [▶ 86] • Eingangsdaten [▶ 87] • Ausgangsdaten [▶ 87] • Standardobjekte [▶ 87]

5.4.1 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 _{dez})
1011:01	SubIndex 001	Wenn Sie dieses Objekt im Set Value Dialog auf "0x64616F6C" setzen, werden alle Backup Objekte wieder in den Auslieferungszustand gesetzt.	UINT32	RW	0x00000000 (0 _{dez})

5.4.2 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 _{dez})
80n0:01	Enable user scale	Die Anwender Skalierung ist aktiv.	BOOLEAN	RW	0x00 (0 _{dez})
80n0:06	Enable filter	Filter aktivieren, dadurch entfällt der SPS-zyklussynchrone Datenaustausch	BOOLEAN	RW	0x00 (0 _{dez})
80n0:07	Enable limit 1	Limit 1 aktiviert	BOOLEAN	RW	0x00 (0 _{dez})
80n0:08	Enable limit 2	Limit 2 aktiviert	BOOLEAN	RW	0x00 (0 _{dez})
80n0:0A	Enable user calibration	Freigabe des Anwender Abgleichs	BOOLEAN	RW	0x00 (0 _{dez})
80n0:0B	Enable vendor calibration	Freigabe des Hersteller Abgleichs	BOOLEAN	RW	0x01 (1 _{dez})
80n0:0E	Swap limit bits	Tauschen der Limit-Bits	BOOLEAN	RW	0x00 (0 _{dez})
80n0:11	User scale offset	Offset der Anwenderskalierung	INT16	RW	0x0000 (0 _{dez})
80n0:12	User scale gain	Gain der Anwenderskalierung. Der Gain besitzt eine Festkommadarstellung mit dem Faktor 2^{-16} . Der Wert 1 entspricht 65536 _{dez} (0x00010000) und wird auf $\pm 0x7FFFF$ begrenzt	INT32	RW	0x00010000 (65536 _{dez})
80n0:13	Limit 1	Erster Grenzwert zum Setzen der Statusbits	INT16	RW	0x0000 (0 _{dez})
80n0:14	Limit 2	Zweiter Grenzwert zum Setzen der Statusbits	INT16	RW	0x0000 (0 _{dez})
80n0:15	Filter settings	Dieses Objekt bestimmt die digitalen Filtereinstellungen, wenn es über Enable filter (Index 0x80n0:06 [▶ 86]) 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 _{dez})
80n0:17	User calibration offset	Anwender Offset Abgleich	INT16	RW	0x0000 (0 _{dez})
80n0:18	User calibration gain	Anwender Gain Abgleich	INT16	RW	0x4000 (16384 _{dez})

i Einstellung der Filtereigenschaften über Index 0x8000:15 [▶ 86]

Die Filterfrequenzen werden für alle Kanäle der ELX315x/EPX31xx zentral über den Index 0x8000:15 [▶ 86] (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 _{dez})	
80nD:11	Input Type	Messungs Modus, zulässige Werte:	UINT16	RW	0x0002 (2 _{dez})	
		0x12				0..20 mA (nicht bei ELX3158)
		0x13				4..20 mA
	0x14	4..20 mA (NAMUR NE43)				
80nD:12	Scaler	Skalierung, zulässige Werte:	UINT16	RW	0x0000 (0 _{dez})	
		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 _{dez})
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 _{dez})
80nF:01	Calibration offset	Offset (Herstellerabgleich)	INT16	RW	0x0000 (0 _{dez})
80nF:02	Calibration gain	Gain (Herstellerabgleich)	INT16	RW	0x4000 (16384 _{dez})

5.4.3 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 _{dez})
60n0:01	Underrange	Messbereich unterschritten.	BOOLEAN	RO	0x00 (0 _{dez})
60n0:02	Ovrrange	Messbereich überschritten.	BOOLEAN	RO	0x00 (0 _{dez})
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 _{dez})
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 _{dez})
60n0:07	Error	Das Fehlerbit wird gesetzt, wenn das Datum ungültig ist (Ovrrange, Underrange)	BOOLEAN	RO	0x00 (0 _{dez})
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 _{dez})
60n0:0F	TxPDO State	Gültigkeit der Daten der zugehörigen TxPDO (0=valid, 1=invalid).	BOOLEAN	RO	0x00 (0 _{dez})
60n0:10	TxPDO Toggle	Der TxPDO Toggle wird vom Slave getoggelt, wenn die Daten der zugehörigen TxPDO aktualisiert wurden.	BOOLEAN	RO	0x00 (0 _{dez})
60n0:11	Value	Analoges Eingangsdatum	INT16	RO	0x0000 (0 _{dez})

5.4.4 Ausgangsdaten

Die EPX3184 hat keine Ausgangsobjekte.

5.4.5 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 _{dez})

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 _{dez})
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 _{dez})
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 _{dez})																																		
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 _{dez})
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 _{dez})
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 _{dez})
1C00:01	SubIndex 001	Sync-Manager Type Channel 1: Mailbox Write	UINT8	RO	0x01 (1 _{dez})
1C00:02	SubIndex 002	Sync-Manager Type Channel 2: Mailbox Read	UINT8	RO	0x02 (2 _{dez})
1C00:03	SubIndex 003	Sync-Manager Type Channel 3: Process Data Write (Outputs)	UINT8	RO	0x03 (3 _{dez})
1C00:04	SubIndex 004	Sync-Manager Type Channel 4: Process Data Read (Inputs)	UINT8	RO	0x04 (4 _{dez})

Index 1C12 RxPDO assign

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
1C12:0	RxPDO assign	PDO Assign Outputs	UINT8	RW	0x00 (0 _{dez})

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 _{dez})
1C13:01	SubIndex 001	1. zugeordnete TxPDO (enthält den Index des zugehörigen TxPDO Mapping Objekts)	UINT16	RW	0x1A00 (6656 _{dez})
1C13:02	SubIndex 002	2. zugeordnete TxPDO (enthält den Index des zugehörigen TxPDO Mapping Objekts)	UINT16	RW	0x1A02 (6658 _{dez})

Index 1C33 SM input parameter

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
1C33:0	SM input parameter	Synchronisierungsparameter der Inputs	UINT8	RO	0x20 (32 _{dez})
1C33:01	Sync mode	Aktuelle Synchronisierungsbetriebsart: <ul style="list-style-type: none"> • Bit 0 = 0: Free Run • Bit 0 = 1: Synchron with SM 3 Event • Bit 0-1 = 11: DC mit SYNC1 event • Bit 15 = 1: Fast Mode 	UINT16	RW	0x0001 (1 _{dez})
1C33:02	Cycle time	Zykluszeit (in ns): <ul style="list-style-type: none"> • Free Run: Zykluszeit des lokalen Timers • Synchron with SM 2 Event: Zykluszeit des Masters • DC-Mode: SYNC0/SYNC1 Cycle Time 	UINT32	RW	0x000F4240 (1000000 _{dez})
1C33:03	Shift time	Zeit zwischen SYNC0-Event und Einlesen der Inputs (in ns, nur DC-Mode)	UINT32	RO	0x00004E20 (20000 _{dez})
1C33:04	Sync modes supported	Unterstützte Synchronisierungsbetriebsarten: <ul style="list-style-type: none"> • Bit 0 = 1: Free Run (wird unterstützt) • Bit 1 = 1: Synchron with SM 3 Event (wird unterstützt) • Bit 2 = 1: DC-Mode (SYNC0) • Bit 3 = 1: DC-Mode (SYNC1) • Bit 4-5 = 01: Input Shift with local event (Outputs available) • Bit 4-5 = 10: Input Shift with SYNC1 Event (no Outputs available) • Bit 12 = 1: Legacy Synchron • Bit 13 = 1: SM event • Bit 14 = 1: Dynamic times (Messen durch Beschreiben von 1C33:08 [▶ 90]) • Bit 15 = 1: Fast Mode 	UINT16	RO	0x440B (17419 _{dez})
1C33:05	Minimum cycle time	Minimale Zykluszeit (in ns)	UINT32	RO	0x000927C0 (600000 _{dez})
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 _{dez})
1C33:08	Command	Mit diesem Eintrag kann eine Messung der real benötigten Prozessdatenbereitstellungszeit durchgeführt werden. <ul style="list-style-type: none"> • 0: Messung der lokalen Zykluszeit wird gestoppt • 1: Messung der lokalen Zykluszeit wird gestartet Die Entries 1C33:03 [▶ 90], 1C33:06 [▶ 90], 1C33:09 [▶ 90] werden mit den maximal gemessenen Werten aktualisiert. Wenn erneut gemessen wird, werden die Messwerte zurückgesetzt	UINT16	RW	0x0000 (0 _{dez})
1C33:09	Maximum Delay time	Zeit zwischen SYNC1-Event und Einlesen der Eingänge (in ns, nur DC-Mode)	UINT32	RO	0x00000000 (0 _{dez})
1C33:0B	SM event missed counter	Anzahl der ausgefallenen SM-Events im OPERATIONAL (nur im DC Mode)	UINT16	RO	0x0000 (0 _{dez})
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 _{dez})
1C33:0D	Shift too short counter	Anzahl der zu kurzen Abstände zwischen SYNC0 und SYNC1 Event (nur im DC Mode)	UINT16	RO	0x0000 (0 _{dez})
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 _{dez})

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 _{dez})
F000:01	Module index distance	Indexabstand der Objekte der einzelnen Kanäle	UINT16	RO	0x0010 (16 _{dez})
F000:02	Maximum number of modules	Anzahl der Kanäle	UINT16	RO	0x0002 (2 _{dez})

Index F008 Code word

Index	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
F008:0	Code word	reserviert	UINT32	RW	0x00000000 (0 _{dez})

Index F009 Password protection

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
F009:0	Password protection	Passwortschutz user calibration	UINT32	RW	0x00000000 (0 _{dez})

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 _{dez})
F010:0n	SubIndex 00n	Analog Input Profil (300)	UINT32	RW	0x0000012C (300 _{dez})

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.

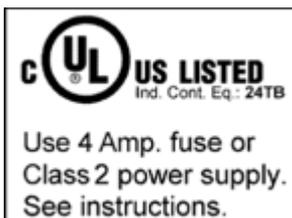
Grundlagen

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_{DC} 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 Support und Service

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

Beckhoff Niederlassungen und Vertretungen

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

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

Dort finden Sie auch weitere Dokumentationen zu Beckhoff Komponenten.

Support

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

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

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

Service

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

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

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

Unternehmenszentrale Deutschland

Beckhoff Automation GmbH & Co. KG

Hülshorstweg 20
33415 Verl
Deutschland

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

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1	Seitliches Typenschild von EPX1058-0022, EPX3158-0022 und EPX3184-0022.....	9
Abb. 2	EPX3158-0022 - Achtkanalige, analoge EtherCAT Box, 4...20 mA, single-ended, 16 Bit, Ex i...	10
Abb. 3	EPX-EtherCAT-Box - Abmessungen	16
Abb. 4	EPX-EtherCAT-Box - Funktionserdung über die Befestigungslöcher	17
Abb. 5	Steckverbinder am Beispiel der EPX1058-0022	18
Abb. 6	EtherCAT - Steckverbinder	19
Abb. 7	EtherCAT-Steckverbinder - Kontaktbelegung	19
Abb. 8	EtherCAT - Status-LEDs	20
Abb. 9	Steckverbinder der Spannungsversorgung - Eingang (links), Weiterleitung (rechts).....	21
Abb. 10	Steckverbinder der Spannungsversorgung - Kontaktbelegung.....	21
Abb. 11	Status-LEDs der Versorgungsspannungen.....	22
Abb. 12	Spannungsabfall auf der Versorgungs-Zuleitung.....	22
Abb. 13	M12-Steckverbinder der Eingänge - Kontaktbelegung	23
Abb. 14	EPX3158 - Signal-LEDs.....	24
Abb. 15	Messbereichsendwert, Messspanne.....	25
Abb. 16	SE und DIFF-Modul als 2-kanalige Variante.....	28
Abb. 17	2-Leiter-Anschluss	30
Abb. 18	Gleichtaktspannung (Ucm).....	31
Abb. 19	Empfohlener Einsatzspannungsbereich.....	32
Abb. 20	Signalverarbeitung Analogeingang	33
Abb. 21	Diagramm Signalverzögerung (Sprungantwort).....	34
Abb. 22	Diagramm Signalverzögerung (linear)	34
Abb. 23	Darstellung der Grenzbereiche aus der NAMUR-Empfehlung NE43, Version 03.02.2003	35
Abb. 24	Aufruf im System Manager (TwinCAT 2)	37
Abb. 25	Aufruf in VS Shell (TwinCAT 3).....	37
Abb. 26	Übersicht Netzwerkschnittstellen	37
Abb. 27	Eigenschaft von EtherCAT Gerät (TwinCAT 2): Klick auf „Kompatible Geräte...“ von „Adapter“	38
Abb. 28	Windows-Eigenschaften der Netzwerkschnittstelle.....	38
Abb. 29	Beispielhafte korrekte Treiber-Einstellung des Ethernet Ports.....	39
Abb. 30	Fehlerhafte Treiber-Einstellungen des Ethernet Ports	40
Abb. 31	TCP/IP-Einstellung des Ethernet Ports	41
Abb. 32	Gerätebezeichnung: Struktur	42
Abb. 33	Hinweisfenster OnlineDescription (TwinCAT 2).....	43
Abb. 34	Hinweisfenster OnlineDescription (TwinCAT 3).....	43
Abb. 35	Vom System Manager angelegt OnlineDescription.xml.....	44
Abb. 36	Kennzeichnung einer online erfassten ESI am Beispiel EL2521	44
Abb. 37	Hinweisfenster fehlerhafte ESI-Datei (links: TwinCAT 2; rechts: TwinCAT 3).....	44
Abb. 38	Anwendung des ESI Updater (>=TwinCAT 2.11)	46
Abb. 39	Anwendung des ESI Updater (TwinCAT 3).....	46
Abb. 40	Anfügen eines EtherCAT Device: links TwinCAT 2; rechts TwinCAT 3	47
Abb. 41	Auswahl EtherCAT Anschluss (TwinCAT 2.11, TwinCAT 3)	47
Abb. 42	Auswahl Ethernet Port	48
Abb. 43	Eigenschaften EtherCAT Gerät (TwinCAT 2)	48
Abb. 44	Anfügen von EtherCAT Geräten (links: TwinCAT 2; rechts: TwinCAT 3).....	49

Abb. 45	Auswahldialog neues EtherCAT Gerät	49
Abb. 46	Anzeige Geräte-Revision	50
Abb. 47	Anzeige vorhergehender Revisionen	50
Abb. 48	Name/Revision Klemme.....	51
Abb. 49	EtherCAT Klemme im TwinCAT-Baum (links: TwinCAT 2; rechts: TwinCAT 3).....	51
Abb. 50	Unterscheidung Lokalsystem/ Zielsystem (links: TwinCAT 2; rechts: TwinCAT 3).....	52
Abb. 51	Scan Devices (links: TwinCAT 2; rechts: TwinCAT 3)	52
Abb. 52	Hinweis automatischer GeräteScan (links: TwinCAT 2; rechts: TwinCAT 3).....	52
Abb. 53	Erkannte Ethernet-Geräte	53
Abb. 54	Beispiel Default-Zustand	53
Abb. 55	Einbau EtherCAT-Klemme mit Revision -1018.....	54
Abb. 56	Erkennen EtherCAT-Klemme mit Revision -1019.....	54
Abb. 57	Scan-Abfrage nach dem automatischen Anlegen eines EtherCAT Gerätes (links: TwinCAT 2; rechts TwinCAT 3)	54
Abb. 58	Manuelles Auslösen des Teilnehmer-Scans auf festgelegtem EtherCAT Device (links: TwinCAT 2; rechts TwinCAT 3).....	55
Abb. 59	Scanfortschritt am Beispiel von TwinCAT 2	55
Abb. 60	Abfrage Config/FreeRun (links: TwinCAT 2; rechts TwinCAT 3)	55
Abb. 61	Anzeige des Wechsels zwischen „Free Run“ und „Config Mode“ unten rechts in der Statusleiste.....	55
Abb. 62	TwinCAT kann auch durch einen Button in diesen Zustand versetzt werden (links: TwinCAT 2; rechts TwinCAT 3)	55
Abb. 63	Beispielhafte Online-Anzeige	56
Abb. 64	Fehlerhafte Erkennung.....	56
Abb. 65	Identische Konfiguration (links: TwinCAT 2; rechts TwinCAT 3).....	57
Abb. 66	Korrekturdialog	57
Abb. 67	Name/Revision Klemme.....	58
Abb. 68	Korrekturdialog mit Änderungen	59
Abb. 69	Dialog „Change to Compatible Type...“ (links: TwinCAT 2; rechts TwinCAT 3)	59
Abb. 70	TwinCAT 2 Dialog Change to Alternative Type.....	59
Abb. 71	„Baumzweig“ Element als Klemme EL3751.....	60
Abb. 72	Karteireiter „Allgemein“	60
Abb. 73	Karteireiter „EtherCAT“	61
Abb. 74	Karteireiter „Prozessdaten“	62
Abb. 75	Konfigurieren der Prozessdaten	63
Abb. 76	Karteireiter „Startup“.....	64
Abb. 77	Karteireiter „CoE - Online“.....	65
Abb. 78	Dialog „Advanced settings“	66
Abb. 79	Karteireiter „Online“	66
Abb. 80	Karteireiter „DC“ (Distributed Clocks).....	67
Abb. 81	Parametrierung am Beispiel der ELX3152.....	70
Abb. 82	Definition Eingangsbyte	71
Abb. 83	Verlinkung 2-Bit-Variable mit zusätzlicher Task.....	72
Abb. 84	Abhängigkeit der Betriebsmodi	73
Abb. 85	Dämpfungskurve Notch.Filter bei 50 Hz	75
Abb. 86	Default-Prozessdaten der ELX3152.....	76
Abb. 87	Show Sub Items	77

Abb. 88	Anzeige der Untervariablen am Beispiel der ELX3152	77
Abb. 89	Selektive PDO-Auswahl am Beispiel der ELX3152	78
Abb. 90	Element-orientiertes Prozessabbild unter TwinCAT 2.10	79
Abb. 91	Passwortschutz für die 0x8000:17 und 0x8000:18 Einträge (Beispiel)	79
Abb. 92	Datenstrom der ELX31xx/EPX31xx	81
Abb. 93	ELX3152 - Messbereich 0...20 mA	83
Abb. 94	ELX31xx/EPX31xx - Messbereich 4...20 mA	83
Abb. 95	ELX31xx/EPX31xx - Messbereich 4...20 mA (NAMUR NE43)	84

Mehr Informationen:
www.beckhoff.com/EPX3158-0022

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

