BECKHOFF New Automation Technology

Betriebsanleitung | DE

ELX3202 und ELX3204

Zwei- und vierkanalige Analog-Eingangsklemmen, RTD, 16 Bit, Ex i

24.06.2025 | Version: 1.6.0

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 ELX-Klemmen 8
1.5.1 Ex-Kennzeichnung für ATEX, IECEx und cFMus 9
1.5.2 Ex-Kennzeichnung für ANZEx 12

2 Produktübersicht 14
2.1 ELX3202 - Einführung 14
2.2 ELX3204 - Einführung 15
2.3 Technische Daten 16
2.4 Bestimmungsgemäße Verwendung 18

3 Montage und Verdrahtung 19
3.1 Besondere Bedingungen für ELX-Klemmen 19
3.2 Installationshinweise für ELX-Klemmen 19
3.3 Anordnung von ELX-Klemmen im Busklemmenblock 21
3.4 Einbaulage und Mindestabstände 24
3.5 Tragschienenmontage von ELX-Klemmen 25
3.6 Entsorgung 26
3.7 Anschluss 27
3.7.1 Anschlusstechnik 27
3.7.2 Verdrahtung 28
3.7.3 Ordnungsgemäßer Leitungsanschluss 29
3.7.4 Schirmung und Potentialtrennung 29
3.7.5 ELX3202 - Anschlussbelegung 30
3.7.6 ELX3204 - Anschlussbelegung 32

4 Grundlagen zur Funktion 34
4.1 EtherCAT-Grundlagen 34
4.2 Hinweise zu analogen Spezifikationen 34
4.2.1 Messbereichsendwert (MBE) 34
4.2.2 Messfehler / Messabweichung 35
4.2.3 Temperaturkoeffizient tK [ppm/K] 35
4.2.4 Typisierung SingleEnded / Differentiell 37
4.2.5 Gleichtaktspannung und Bezugsmasse (bezogen auf Differenzeingänge) 40
4.2.6 Spannungsfestigkeit 40
4.2.7 Zeitliche Aspekte der analog/digital Wandlung 41

5 Parametrierung und Programmierung 45
5.1 Einstellungen und Anwendungshinweise 45
5.1.1 Default-Einstellung 45
5.1.2 Veränderung der Slave-Parameter im CoE-Verzeichnis 45
5.1.3 Abschalten von Kanälen 46
5.1.4 Einprogrammierte Sensorkennlinien 47

5.2 Prozessdaten und Betriebsmodi ... 48
5.2.1 Datenfluss ... 48
5.2.2 Sync Manager (SM) ... 48
5.2.3 Betriebsmodi und Einstellungen ... 48
5.2.4 Beeinflussung durch störende Geräte ... 52
5.3 TwinSAFE SC ... 52
5.3.1 TwinSAFE SC - Funktionsprinzip ... 52
5.3.2 TwinSAFE SC - Konfiguration ... 53
5.3.3 TwinSAFE-SC-Prozessdaten der ELX320x-0090 ... 57
5.4 ELX320x - Objektbeschreibung ... 58
5.4.1 Objekte für die Inbetriebnahme ... 58
5.4.2 Standardobjekte (Index 0x1000 … 0x1FFF) ... 60
5.4.3 Profilspezifische Objekte (Index 0x6000 … 0xFFFF) ... 66
5.5 Status-Wort ... 68

6 Schnellinbetriebnahme für erfahrene Anwender ... 69
6.1 Festlegen der Zykluszeit ... 69
6.2 Inbetriebnahme anhand der CoE-Objekte ... 70
6.3 Basisinformationen zur Inbetriebnahme ... 70
6.4 Widerstandsmessung (R/RTD) ... 71

7 Anhang ... 73
7.1 EtherCAT AL Status Codes ... 73
7.2 UL-Hinweise ... 73
7.3 FM-Hinweise ... 74
7.4 Support und Service ... 75

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®, ATRO®, EtherCAT®, EtherCAT G®, EtherCAT G10®, EtherCAT P®, MX-System®, Safety over EtherCAT®, TC/BSD®, TwinCAT®, TwinCAT/BSD®, TwinSAFE®, XFC®, XPlanar® und XTS® sind eingetragene und lizenzierte Marken der Beckhoff Automation GmbH.

Die Verwendung anderer in dieser Dokumentation enthaltenen Marken oder Kennzeichen durch Dritte kann zu einer Verletzung von Rechten der Inhaber der entsprechenden Bezeichnungen führen.

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

Copyright

© Beckhoff Automation GmbH & Co. KG, Deutschland.
Weitergabe sowie Vervielfältigung dieses Dokuments, Verwertung und Mitteilung seines Inhalts sind verboten, soweit nicht ausdrücklich gestattet.
Zuwiderhandlungen verpflichten zu Schadenersatz. Alle Rechte für den Fall der Patent-, Gebrauchsmuster- oder Geschmacksmustereintragung vorbehalten.

Fremdmarken

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

1.2 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
1.6.0	• ANZEx hinzugefügt: ◦ Kapitel *Kennzeichnung von ELX-Klemmen* aktualisiert ◦ Kapitel *Technische Daten* aktualisiert ◦ Kapitel *Besondere Bedingungen für ELX-Klemmen* aktualisiert • Kapitel *Anordnung von ELX-Klemmen im Busklemmenblock* erweitert
1.5.0	• Kapitel *Entsorgung* hinzugefügt • Beschreibung der Ex-Kennzeichnung erweitert • Gestaltung der Sicherheitshinweise an IEC 82079-1 angepasst • Neue Titelseite
1.4.0	• FM-Hinweise bezüglich ANSI/ISA EX hinzugefügt • Kapitel *Kennzeichnung von ELX-Klemmen* aktualisiert
1.3.0	• Kapitel *Grundlagen zur Funktion* hinzugefügt • Kapitel *Parametrierung und Programmierung* hinzugefügt • Kapitel *Schnellinbetriebnahme für erfahrene Anwender* hinzugefügt
1.2.0	• Anschlussbelegung um Darstellung der Sensoren erweitert • Kapitel *Anordnung von ELX-Klemmen im Busklemmenblock* aktualisiert • Kapitel *Kennzeichnung von ELX-Klemmen* aktualisiert • Technische Daten aktualisiert
1.1.0	• Kapitel *Anordnung von ELX-Klemmen im Busklemmenblock* aktualisiert
1.0.1	• Layout aktualisiert
1.0	• Kapitel *Montage und Verdrahtung* aktualisiert
0.3	• Technische Daten aktualisiert • Kapitel *Montage und Verdrahtung* aktualisiert
0.2	• Kapitel *Kennzeichnung von ELX-Klemmen* aktualisiert • Kapitel *Bestimmungsgemäße Verwendung* hinzugefügt
0.1	• Erste vorläufige Version

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 ELX-Klemmen

Bezeichnung

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

- Familienschlüssel
- Typ
- Software-Variante
- Revision

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

Hinweise

- die oben genannten Elemente ergeben die **technische Bezeichnung**, im Folgenden wird das Beispiel ELX1052-0000-0001 verwendet.
- Davon ist ELX1052-0000 die Bestellbezeichnung, umgangssprachlich bei „-0000“ dann oft nur ELX1052 genannt. „-0001“ ist die EtherCAT-Revision.
- Die **Bestellbezeichnung** setzt sich zusammen aus
  - Familienschlüssel (ELX)
  - Typ (1052)
  - Software-Variante (-0000)
- Die **Revision** -0001 gibt den technischen Fortschritt wie z. B. Feature-Erweiterung in Bezug auf die EtherCAT-Kommunikation wieder und wird von Beckhoff verwaltet.
  Prinzipiell kann ein Gerät mit höherer Revision ein Gerät mit niedrigerer Revision ersetzen, wenn nicht anders z. B. in der Dokumentation angegeben.
  Jeder Revision zugehörig und gleichbedeutend ist üblicherweise eine Beschreibung (ESI, EtherCAT Slave Information) in Form einer XML-Datei, die zum Download auf der Beckhoff Webseite bereitsteht.
  Die Revision wird außen auf den Klemmen aufgebracht, siehe Abb. *ELX1052 mit Date-Code 3218FMFM, BTN 10000100 und Ex-Kennzeichnung*.
- Bei der Beschriftung auf der Seite der Klemmen entfallen die Bindestriche. Beispiel:
  Bezeichnung: ELX1052-0000
  Beschriftung: ELX1052 $_{0000}$
- Typ, Software-Variante und Revision werden als dezimale Zahlen gelesen, auch wenn sie technisch hexadezimal gespeichert werden.

Identifizierungsnummern

ELX-Klemmen verfügen über zwei verschiedene Identifizierungsnummern:

- Date-Code (Chargen-Nummer)
- **B**eckhoff **T**racebillity **N**umber, kurz BTN (identifiziert als Seriennummer jede Klemme eindeutig)

Date Code

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

Aufbau des Date Codes: **WW YY FF HH**	Beispiel mit Date Code 02180100:
WW - Produktionswoche (Kalenderwoche)	02 - Produktionswoche 02
YY - Produktionsjahr	18 - Produktionsjahr 2018
FF - Firmware-Stand	01 - Firmware-Stand 01
HH - Hardware-Stand	00 - Hardware-Stand 00

Beckhoff Tracebillity Number (BTN)

Darüber hinaus verfügt jede ELX-Klemme über eine eindeutige **B**eckhoff **T**racebillity **N**umber (BTN).

1.5.1 Ex-Kennzeichnung für ATEX, IECEx und cFMus

Kennzeichnung

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

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

Beispiele

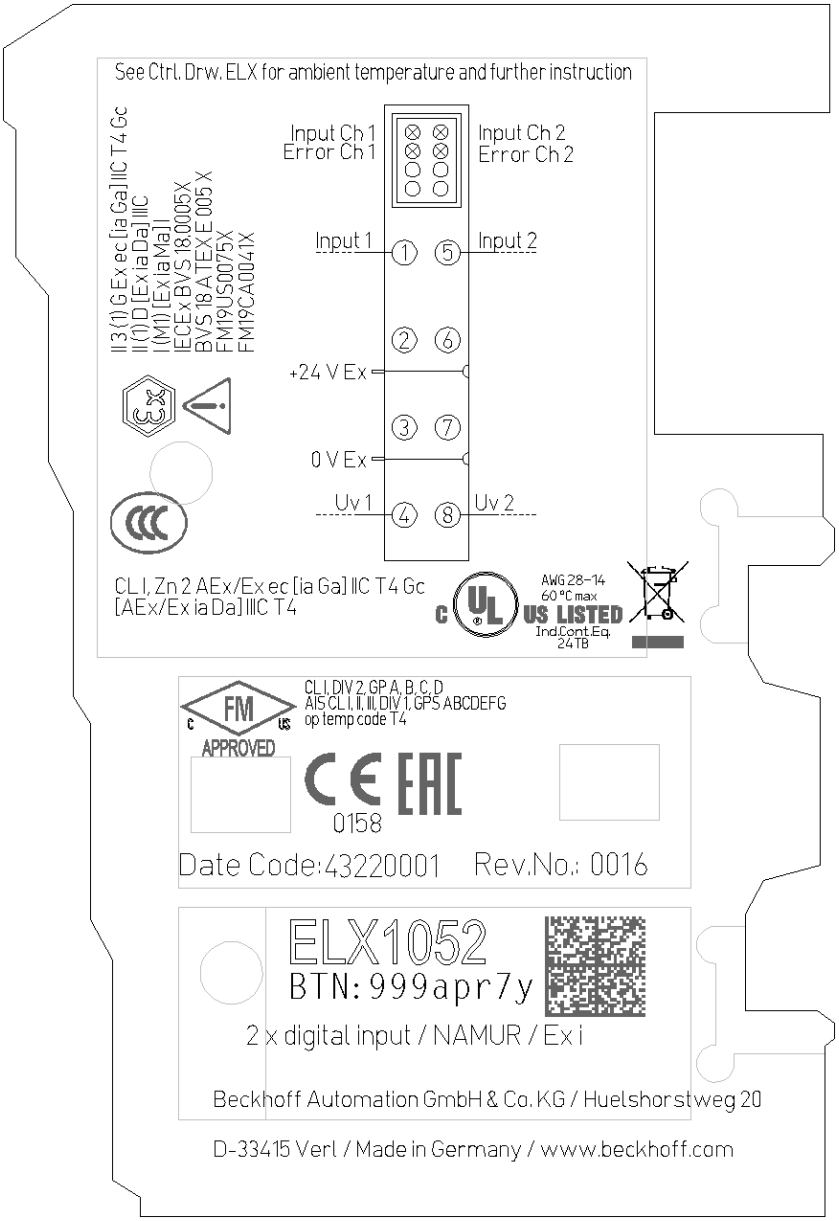


Abb. 1: ELX1052 mit Date Code 43220001, BTN 999apr7y und Kennzeichnung für ATEX, IECEx und cFMus

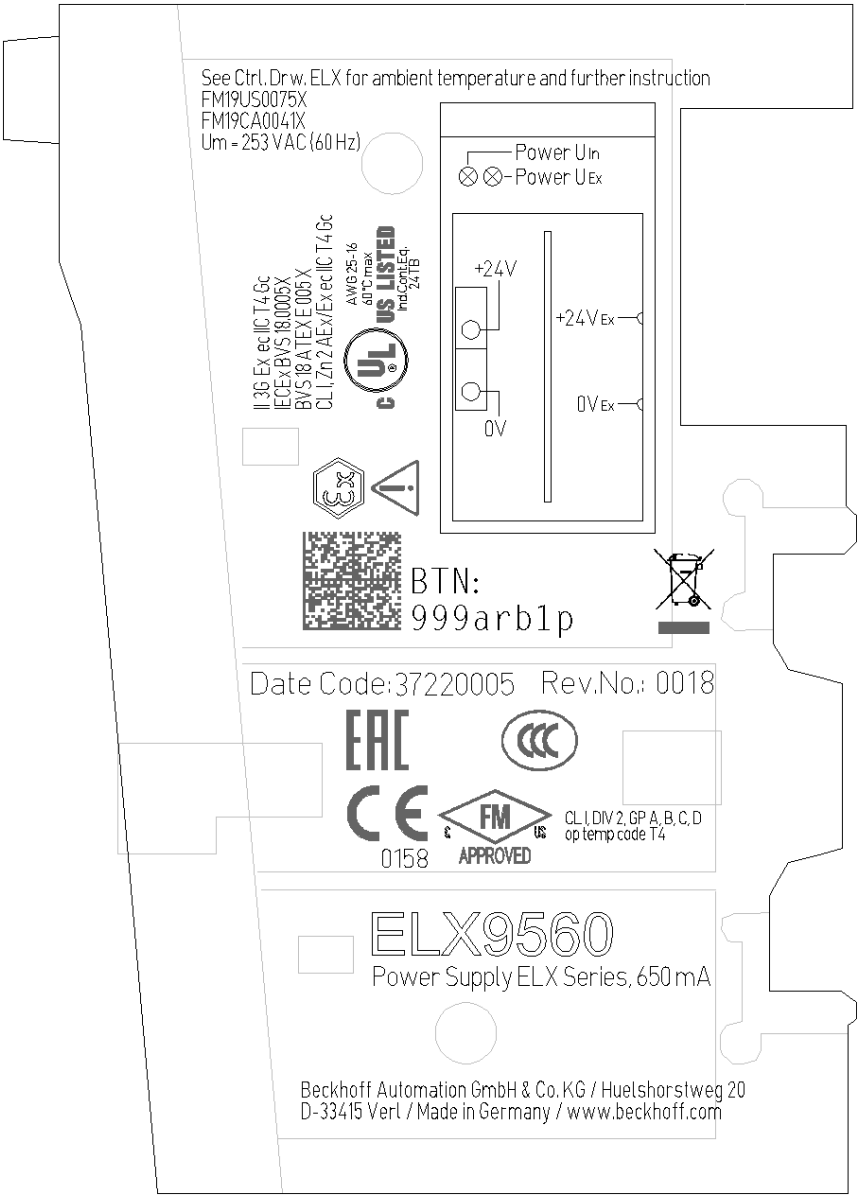


Abb. 2: ELX9560 mit Date Code 37220005, BTN 999arb1p Kennzeichnung für ATEX, IECEx und cFMus

Abb. 3: ELX9012 mit Date Code 36230000, BTN 000bh4yr Kennzeichnung für ATEX, IECEx und cFMus

1.5.2 Ex-Kennzeichnung für ANZEx

Die ANZEx-Kennzeichnung wird für den Australischen und Neuseeländischen Markt aufgebracht.

Kennzeichnung ELX-Signalklemmen

Links unten auf der linken Seite der Klemme finden Sie die Ex-Kennzeichnung:

Beckhoff Automation
ANZEx 20.3004X
Ex ec [ia Ga] IIC T4 Gc
[Ex ia Da] IIIC
[Ex ia Ma] I

Beispiel

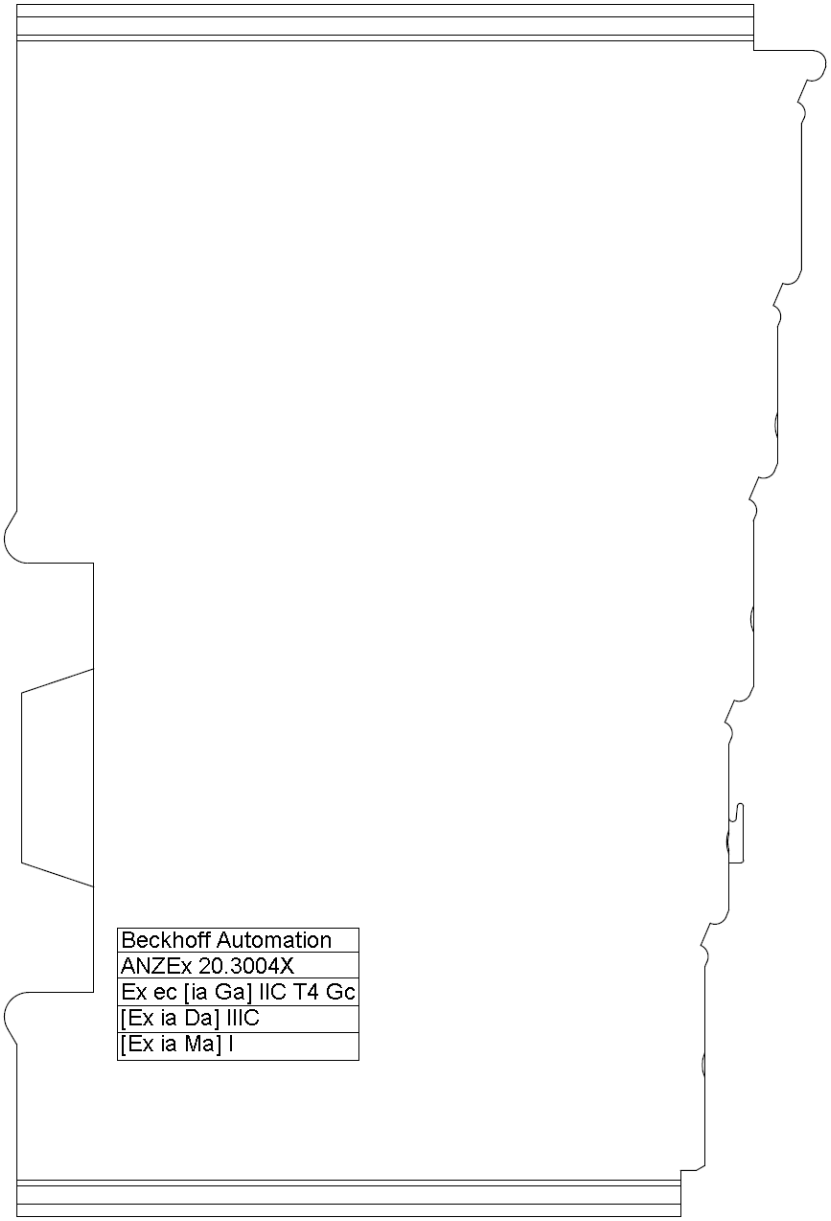


Abb. 4: ELX2002 mit Kennzeichnung für ANZEx

Kennzeichnung ELX9410 und ELX9560

Links unten auf der linken Seite der Klemme finden Sie die Ex-Kennzeichnung:

Beckhoff Automation
ANZEx 20.3004X
Ex ec IIC T4 Gc

Beispiel

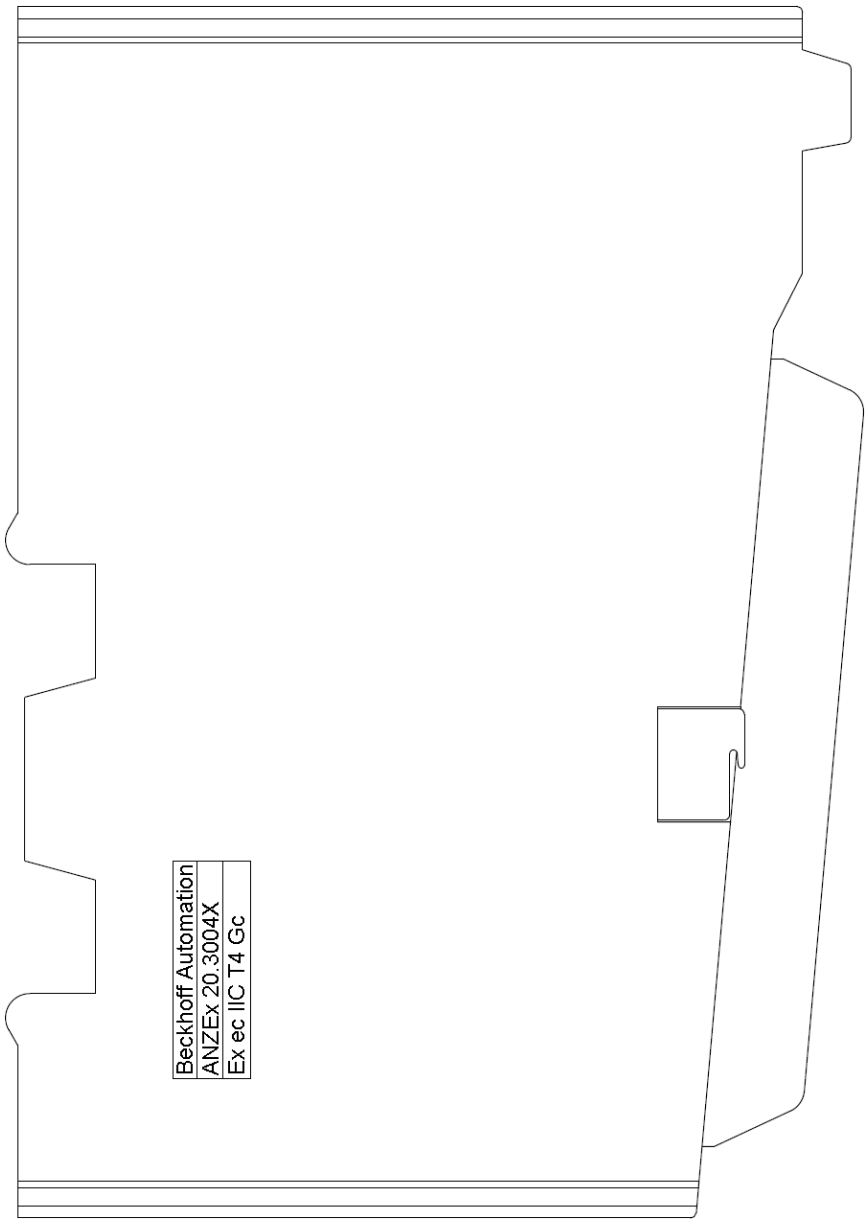


Abb. 5: ELX9560 mit Kennzeichnung für ANZEx

2 Produktübersicht

2.1 ELX3202 - Einführung

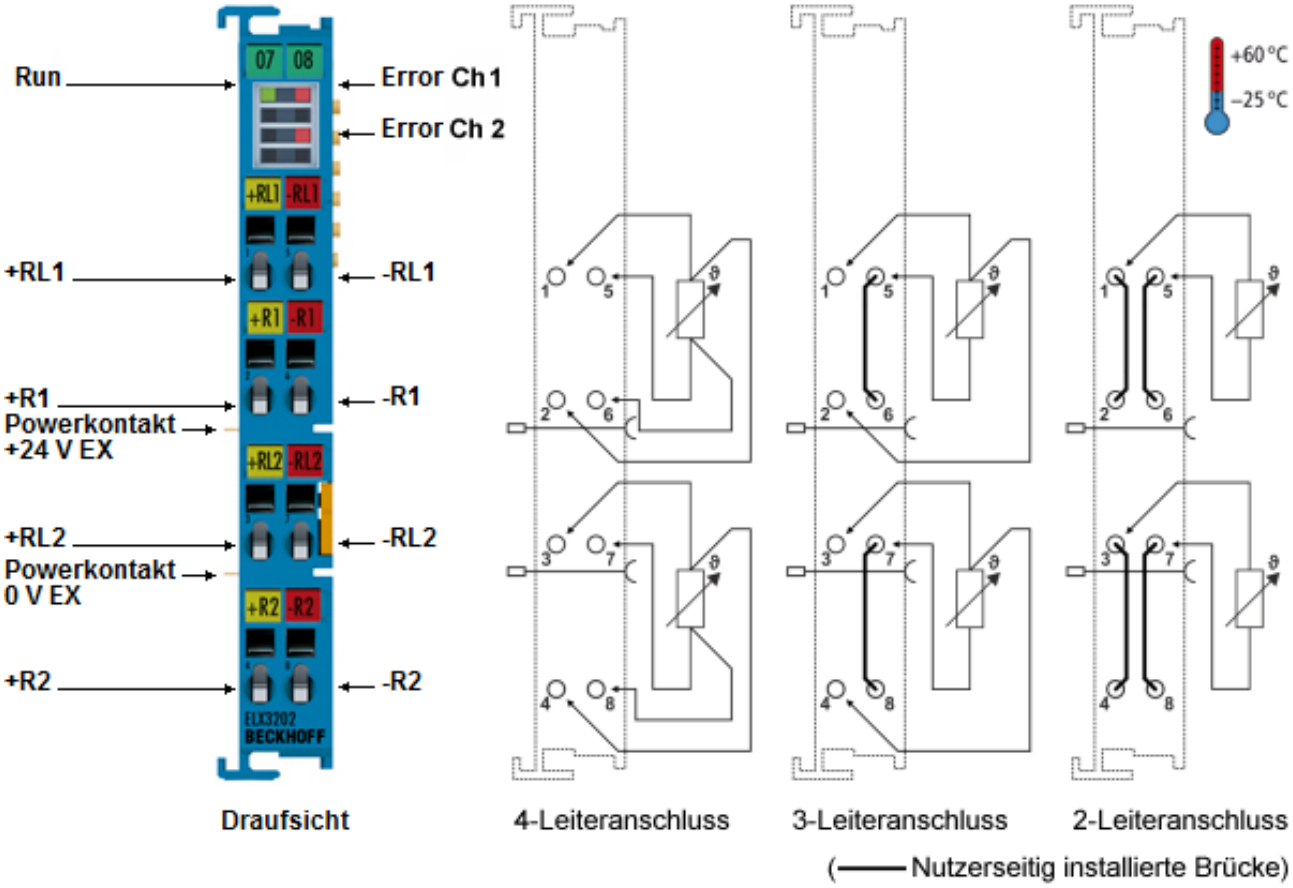


Abb. 6: ELX3202 - Zweikanalige Analog-Eingangsklemme RTD, 2-, 3-, 4-Leitertechnik, 16 Bit, Ex i

Die analoge Eingangsklemme ELX3202 erlaubt den direkten Anschluss von RTDs aus explosionsgefährdeten Bereichen der Zone 0/20 und 1/21. Die Schaltung der ELX3202 kann Sensoren in 2-, 3- und 4-Leitertechnik betreiben. Die Linearisierung erfolgt über den gesamten, frei wählbaren Temperaturbereich. Im Auslieferungszustand ist die Klemme auf PT100-Sensoren in 2-Leitertechnik eingestellt. Die ELX3202 zeigt Signalzustand und Sensorstörungen (z. B. Drahtbruch) durch Leuchtdioden an.

2.2 ELX3204 - Einführung

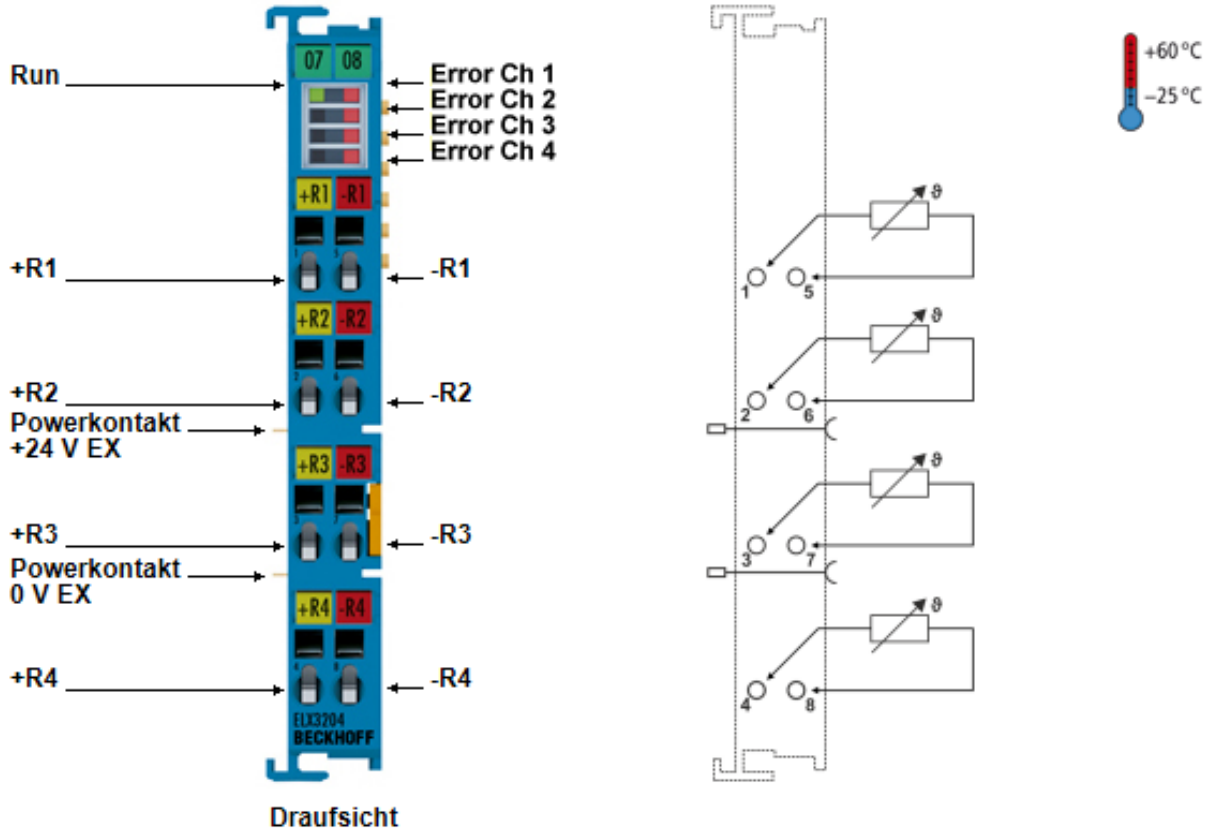


Abb. 7: ELX3204 - Vierkanalige Analog-Eingangsklemme RTD, 2-Leitertechnik, 16 Bit, Ex i

Die analoge Eingangsklemme ELX3204 erlaubt den direkten Anschluss von RTDs aus explosionsgefährdeten Bereichen der Zone 0/20 und 1/21. Die Schaltung der ELX3204 kann Sensoren in 2-Leitertechnik betreiben. Die Linearisierung erfolgt über den gesamten, frei wählbaren Temperaturbereich. Im Auslieferungszustand ist die Klemme auf PT100-Sensoren in 2-Leitertechnik eingestellt. Die ELX3204 zeigen Signalzustand und Sensorstörungen (z. B. Drahtbruch) durch Leuchtdioden an.

2.3 Technische Daten

Technische Daten	ELX3202-0000	ELX3204-0000
Technik	Temperaturmessung	
Sensorarten	Pt100, Pt200, Pt500, Pt1000, Ni100, Ni120, Ni1000, Widerstandsmessung (10 Ω…4 kΩ), KT(Y)-Sensoren	
Anzahl Eingänge	2 (differenziell)	4 (differenziell)
Anschlusstechnik	2-, 3-, 4-Leiter Default: 2-Leiter	2-Leiter
Messbereich	Pt-Sensoren: -200…+850°C Ni-Sensoren: -60…+250°C	
Auflösung	0,1°C pro Digit	
Messstrom	< 1 mA (abhängig von Sensor und Messbereich)	
Messfehler	< ±0,3 % (bezogen auf den Messbereichsendwert)	
Innenwiderstand	≥ 10 kΩ typ. (differenziell)	
Grenzfrequenz Eingangsfilter	typisch 1 kHz	
Wandlungszeit	einstellbar: 10…3300 ms (Default: 170 ms)	einstellbar: 10…3300 ms (Default: 270 ms)
Spannungsversorgung der Elektronik	aus dem E-Bus (5 V_{DC}) und den Powerkontakten (24 V_{DC} Ex, Einspeisung durch ELX9560)	
Stromaufnahme aus dem E-Bus	typisch 70 mA	
Stromaufnahme aus den Powerkontakten	typisch 10 mA (Einspeisung durch ELX9560)	
Besondere Eigenschaften	Grenzwertüberwachung, digitale Filter und Kennlinien-Linearisierung integriert, Anschlusstechnik frei konfigurierbar	
Bitbreite im Prozessabbild	2 x 32 Bit RTD-Input	4 x 32 Bit RTD-Input
Potenzialtrennung	1500 V (E-Bus / Feldspannung)	
Gewicht	ca. 60 g	
zulässiger Umgebungstemperaturbereich im Betrieb	-25°C ... + 60°C	
zulässiger Umgebungstemperaturbereich bei Lagerung	-40°C ... + 85°C	
zulässige relative Luftfeuchtigkeit	95%, keine Betauung	
zulässiger Luftdruck (Betrieb, Lagerung, Transport)	800 hPa bis 1100 hPa (dies entspricht einer Höhe von ca. -690 m bis 2000 m über N.N. bei Annahme einer internationalen Standardatmosphäre)	
Vibrations- / Schockfestigkeit	gemäß EN 60068-2-6 / EN 60068-2-27	
EMV-Festigkeit / Aussendung	gemäß EN 61000-6-2 / EN 61000-6-4	
Schutzart	IP20	
Zulässige Einbaulage	Siehe Kapitel Einbaulage und Mindestabstände [▶ 24]	
Zulassungen / Kennzeichnungen*	CE, cULus, CCC, ATEX, IECEx, ANZEx, cFMus	

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

Gehäusedaten

Technische Daten	ELX3202-0000, ELX3204-0000
Bauform	kompaktes Klemmengehäuse mit Signal-LEDs
Material	Polycarbonat, blau
Abmessungen (B x H x T)	ca. 15 mm x 100 mm x 70 mm (Breite angereiht: 12 mm)
Montage [▶ 25]	auf 35 mm Tragschiene nach EN 60715 mit Verriegelung
Anreihbar durch	doppelte Nut-Feder-Verbindung
Beschriftung	Beschriftung der Serie BZxxx
Powerkontakte	2 Messer-/Federkontakte

Technische Daten zum Explosionsschutz

Technische Daten zum Explosionsschutz		ELX3202-0000, ELX3204-0000	
Ex-Kennzeichnung	ATEX	II 3 (1) G Ex ec [ia Ga] IIC T4 Gc II (1) D [Ex ia Da] IIIC I (M1) [Ex ia Ma] I	
	IECEx, ANZEx	Ex ec [ia Ga] IIC T4 Gc [Ex ia Da] IIIC [Ex ia Ma] I	
	cFMus	AIS Class I, II, III, Division 1, Groups A thru G Class I, Division 2, Groups A, B, C, D Class I, Zone 2, AEx/Ex ec [ia Ga] IIC T4 Gc [AEx/Ex ia Da] IIIC T4	
Zertifikatsnummern		BVS 18 ATEX E 005 X IECEx BVS 18.0005X ANZEx 20.3004X FM19US0075X, FM19CA0041X	
Spannungsversorgung		ausnahmslos in Verbindung mit der ELX9560	
Feldschnittstellen		U_O = 4,94 V I_O = 12 mA P_O = 15 mW Kennlinie: linear	
Reaktanzen (ohne Berücksichtigung der Gleichzeitigkeit)		**L_0**	**C_0**
	Ex ia I	100 mH	1000 µF
	Ex ia IIA	100 mH	1000 µF
	Ex ia IIB	100 mH	1000 µF
	Ex ia IIC	100 mH	100 µF
	Ex ia IIIC	100 mH	1000 µF

2.4 Bestimmungsgemäße Verwendung

⚠ WARNUNG

Gefährdung der Sicherheit von Personen und Anlagen!

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

⚠ VORSICHT

ATEX und IECEx beachten!

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

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

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

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

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

⚠ VORSICHT

Rückverfolgbarkeit sicherstellen!

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

3 Montage und Verdrahtung

3.1 Besondere Bedingungen für ELX-Klemmen

⚠ WARNUNG

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

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

3.2 Installationshinweise für ELX-Klemmen

HINWEIS

Lagerung, Transport und Montage

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

⚠ WARNUNG

Unfallverhütungsvorschriften beachten!

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

⚠ VORSICHT

Errichtungsbestimmungen beachten!

Beachten Sie die geltenden Errichtungsbestimmungen!

HINWEIS

Schützen Sie die Klemmen vor elektrostatischer Entladung (ESD)

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

HINWEIS

Klemmen nicht auf E-Bus-Kontakte legen

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

HINWEIS

Schützen Sie die Klemmen vor Verunreinigungen

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

HINWEIS

Handhabung

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

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

HINWEIS

Kontaktbeschriftung und Anschlussbelegung

Die in den Abbildungen des Einführungskapitels dargestellten farbigen Beschriftungsschilder oberhalb der frontseitigen Anschlusskontakte sind nur beispielhaft und nicht Teil des Lieferumfangs!
Eine eindeutige Zuordnung von Kanal und Anschlussbezeichnung nach dem Kapitel *Anschlussbelegung* zum eigentlichen Anschlusskontakt kann über die aufgelaserten Kanalnummern 1 bis 8 links oberhalb der jeweiligen Klemmstelle sowie über das Laserbild erfolgen.
Beachten Sie die ggf. vorhandene Polaritätsabhängkeit angeschlossener eigensicherer Stromkreise!

3.3 Anordnung von ELX-Klemmen im Busklemmenblock

⚠ WARNUNG

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

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

Beispiele für die Anordnung von ELX-Klemmen

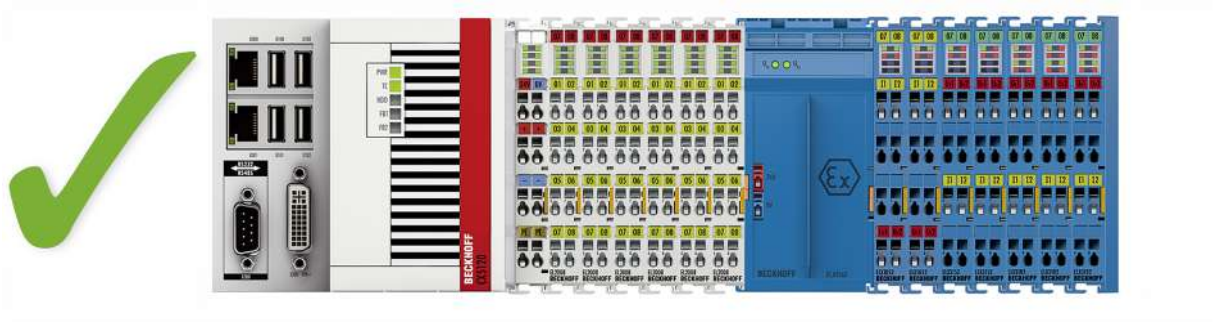


Abb. 8: Zulässige Anordnung der ELX-Klemmen (rechter Klemmenblock).

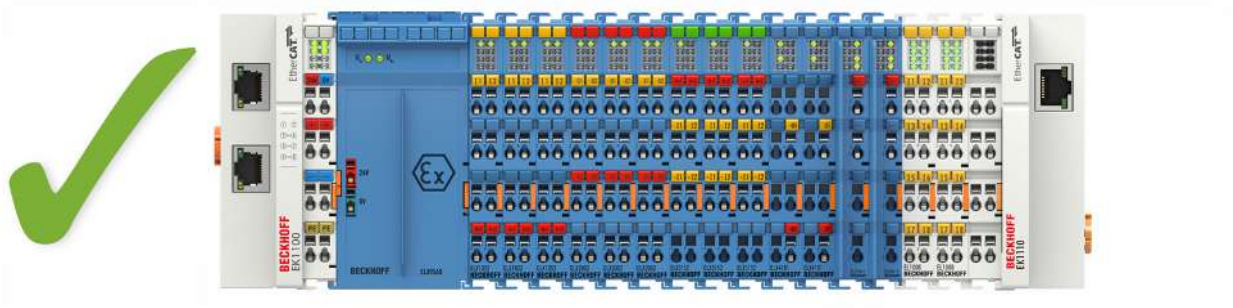


Abb. 9: Zulässige Anordnung - vor und nach dem ELX-Klemmenstrang sind Klemmen gesetzt, die nicht zur ELX-Serie gehören. Die Trennung erfolgt durch die ELX9560 zu Beginn des ELX-Klemmenstranges und zwei ELX9410 zum Ende des ELX-Klemmenstranges.

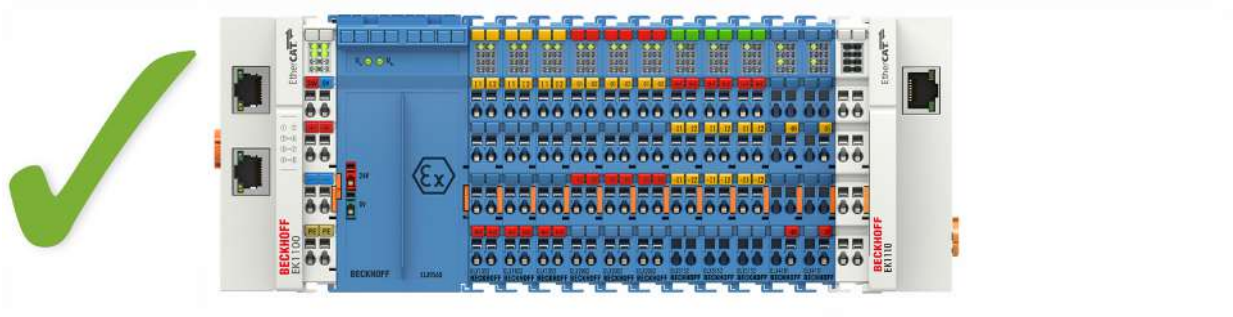


Abb. 10: Zulässige Anordnung - vor und nach dem ELX-Klemmenstrang sind Klemmen gesetzt, die nicht zur ELX-Serie gehören. Die Trennung erfolgt durch die ELX9560 zu Beginn des ELX-Klemmenstranges und den EK1110 zum Ende des ELX-Klemmenstranges.

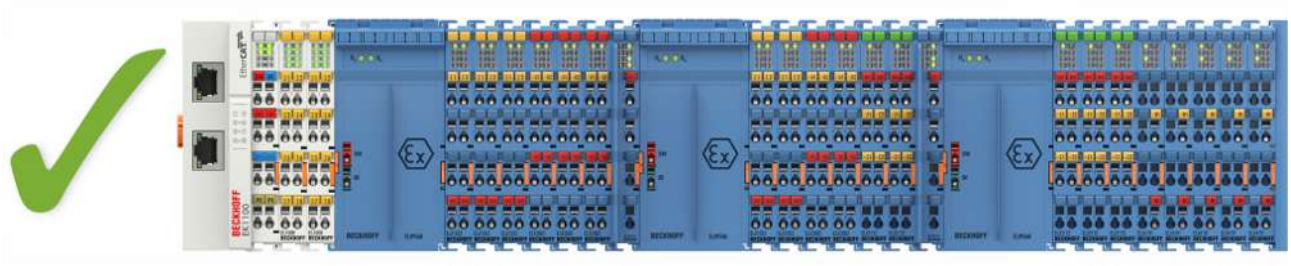


Abb. 11: Zulässige Anordnung - mehrfache Wiedereinspeisungen durch ELX9560 mit jeweils einer vorgeschalteten ELX9410.

Abb. 12: Zulässige Anordnung - ELX9410 vor einer Einspeiseklemme ELX9560.

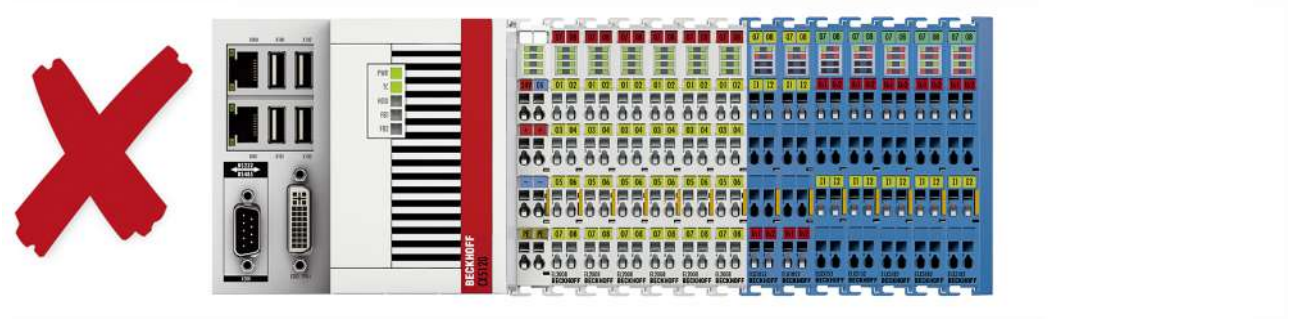


Abb. 13: Unzulässige Anordnung - fehlende Einspeiseklemme ELX9560.

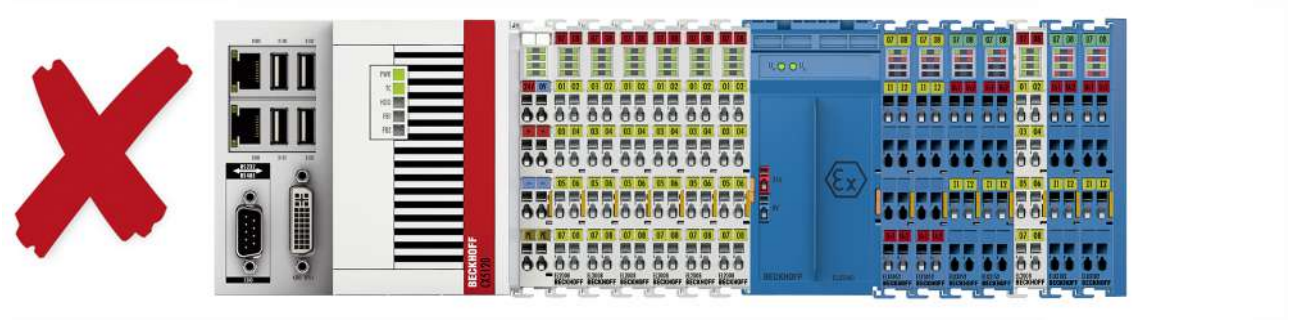


Abb. 14: Unzulässige Anordnung - Klemme im ELX-Klemmenstrang, die nicht zur ELX-Serie gehört

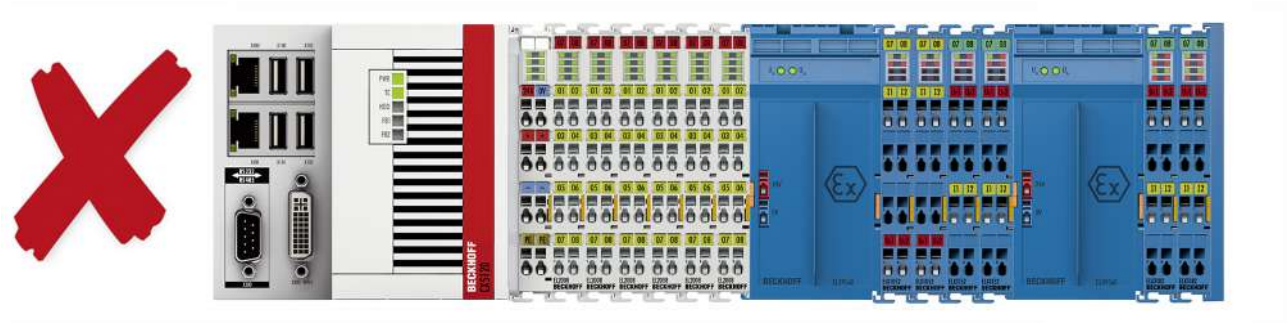


Abb. 15: Unzulässige Anordnung - zweite Einspeiseklemme ELX9560 im ELX-Klemmenstrang ohne vorgeschaltete ELX9410.

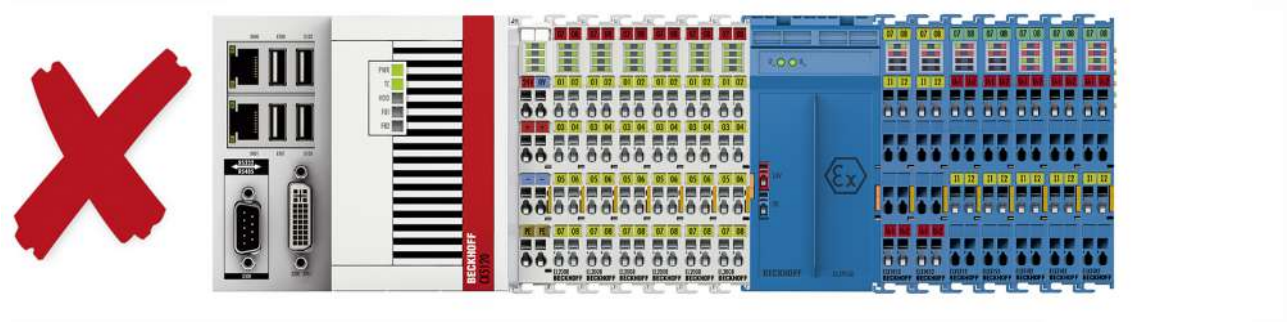


Abb. 16: Unzulässige Anordnung - fehlende Busendkappe ELX9012.

HINWEIS

Beachten Sie den maximalen Ausgangsstrom der ELX9560

Bitte beachten Sie bei der Konfiguration des Klemmenstrangs den maximal verfügbaren Ausgangsstrom der Einspeiseklemme ELX9560 gemäß der angegeben technischen Daten.
Bei Bedarf muss eine zusätzliche Einspeiseklemme ELX9560 mit vorgeschalteter ELX9410 (siehe Montagebeispiele) installiert oder ein vollständig neuer Busklemmenblock aufgebaut werden.

3.4 Einbaulage und Mindestabstände

Einbaulage

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

Mindestabstände

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

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

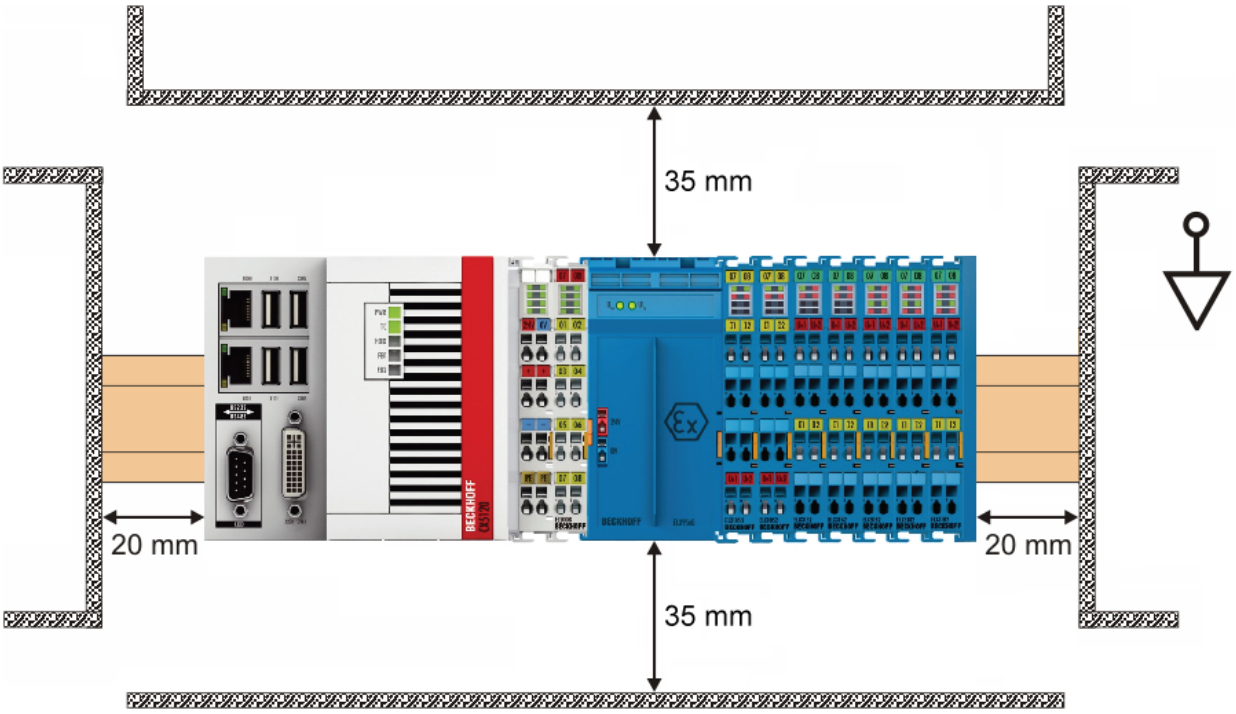


Abb. 17: Einbaulage und Mindestabstände

⚠ WARNUNG

Beachten Sie die Mindestabstände gemäß IEC 60079-14!

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

3.5 Tragschienenmontage von ELX-Klemmen

⚠ WARNUNG

Verletzungsgefahr durch Stromschlag und Beschädigung des Gerätes möglich!

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

⚠ VORSICHT

Verletzungsgefahr durch Powerkontakte!

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

Montage

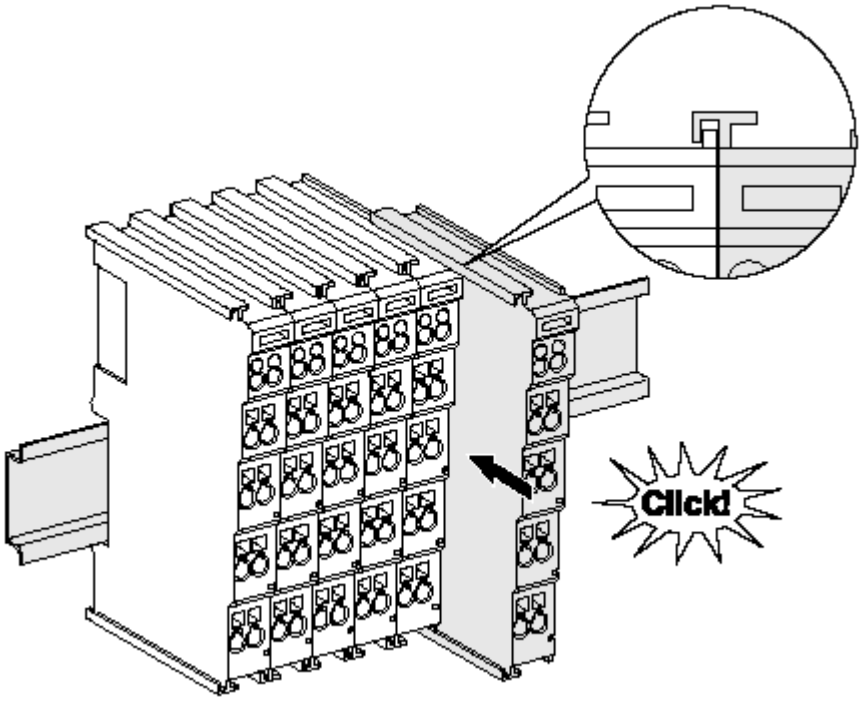


Abb. 18: Montage auf Tragschiene

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

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

Tragschienenbefestigung

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

Verbindungen innerhalb eines Busklemmenblocks

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

- Die sechs Federkontakte des E-Bus übernehmen die Übertragung der Daten und die Versorgung der Busklemmenelektronik.
- Die Powerkontakte übertragen die Versorgung für die Feldelektronik und stellen so innerhalb des Busklemmenblocks eine Versorgungsschiene dar. Die Versorgung der Powerkontakte der ELX-Klemmen erfolgt durch die Einspeiseklemme ELX9560. Diese unterbricht die Powerkontakte und stellt so den Anfang einer neuen Versorgungsschiene dar.

Powerkontakte

Beachten Sie bei der Projektierung eines Busklemmenblocks die Kontaktbelegungen der einzelnen Busklemmen, da einige Typen (z.B. analoge Busklemmen oder digitale 4-Kanal-Busklemmen) die Powerkontakte nicht oder nicht vollständig durchschleifen.

Demontage

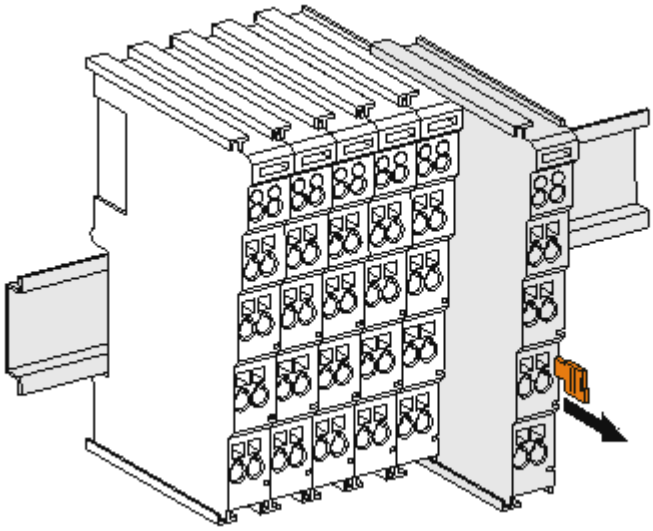


Abb. 19: Demontage von Tragschiene

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

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

3.6 Entsorgung

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

3.7 Anschluss

3.7.1 Anschlusstechnik

⚠ WARNUNG

Verletzungsgefahr durch Stromschlag und Beschädigung des Gerätes möglich!

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

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

Standardverdrahtung

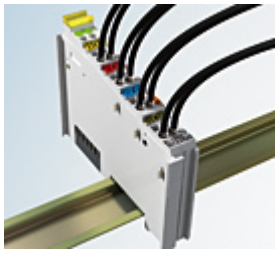


Abb. 20: Standardverdrahtung

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

High-Density-Klemmen (HD-Klemmen)

Abb. 21: High-Density-Klemmen

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

Ultraschall-litzenverdichtete Leiter

Ultraschall-litzenverdichtete Leiter

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

3.7.2 Verdrahtung

⚠ WARNUNG

Verletzungsgefahr durch Stromschlag und Beschädigung des Gerätes möglich!

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

Klemmen für Standardverdrahtung

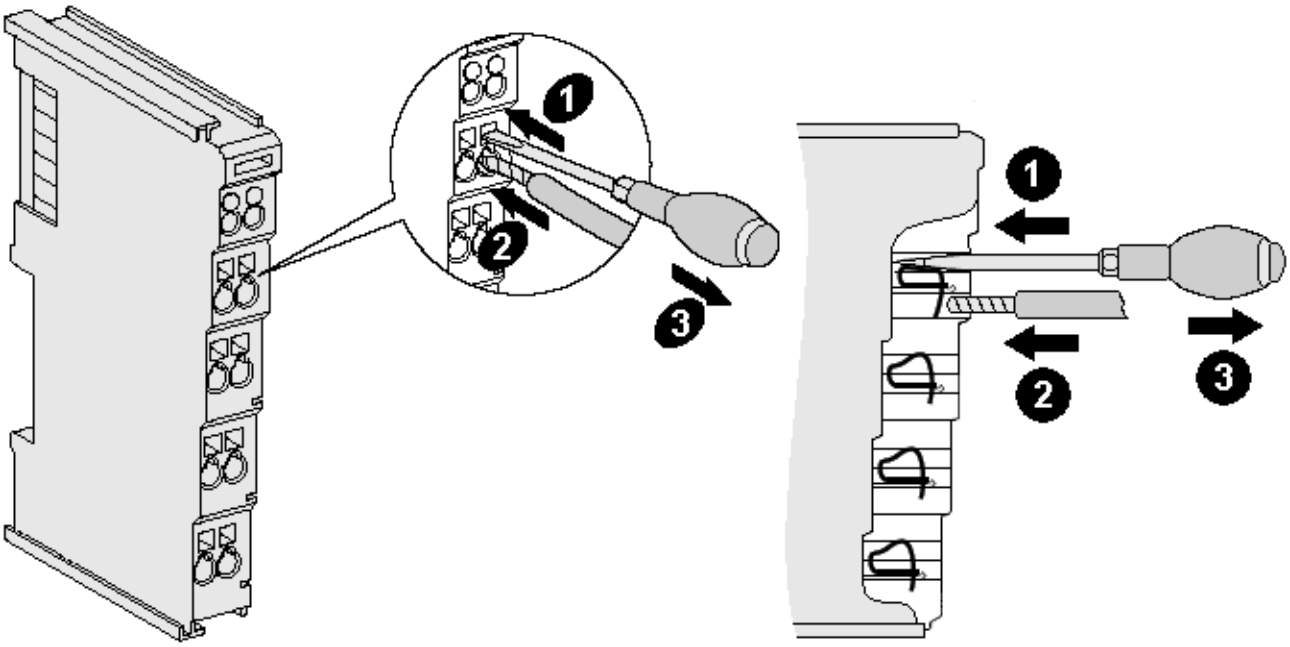


Abb. 22: Anschluss einer Leitung an eine Klemmstelle

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

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

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

Klemmengehäuse	Standardverdrahtung	ELX9560
Leitungsquerschnitt (massiv)	0,08 ... 2,5 mm²	0,14 ... 1,5 mm²
Leitungsquerschnitt (feindrähtig)	0,08 ... 2,5 mm²	0,14 ... 1,5 mm²
Leitungsquerschnitt (Aderleitung mit Aderendhülse)	0,14 ... 1,5 mm²	0,14 ... 1,0 mm²
Abisolierlänge	8 ... 9 mm	8 ... 9 mm

HINWEIS

Maximale Schraubendreherbreite für ELX9560

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

High-Density-Klemmen (HD-Klemmen) mit 16 Klemmstellen

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

Klemmengehäuse	HD-Gehäuse
Leitungsquerschnitt (massiv)	0,08 ... 1,5 mm^2
Leitungsquerschnitt (feindrähtig)	0,25 ... 1,5 mm^2
Leitungsquerschnitt (Aderleitung mit Aderendhülse)	0,14 ... 0,75 mm^2
Leitungsquerschnitt (ultraschall-litzenverdichtet)	nur 1,5 mm^2
Abisolierlänge	8 ... 9 mm

3.7.3 Ordnungsgemäßer Leitungsanschluss

Schließen Sie stets nur eine Leitung pro Klemmstelle an.

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

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

3.7.4 Schirmung und Potentialtrennung

Schirmung

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

⚠ VORSICHT

Installationsanforderungen in Bereichen explosionsfähiger Atmosphäre beachten!

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

⚠ WARNUNG

Potentialtrennung der 24 V Ex-Potentialschiene sicherstellen!

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

3.7.5 ELX3202 - Anschlussbelegung

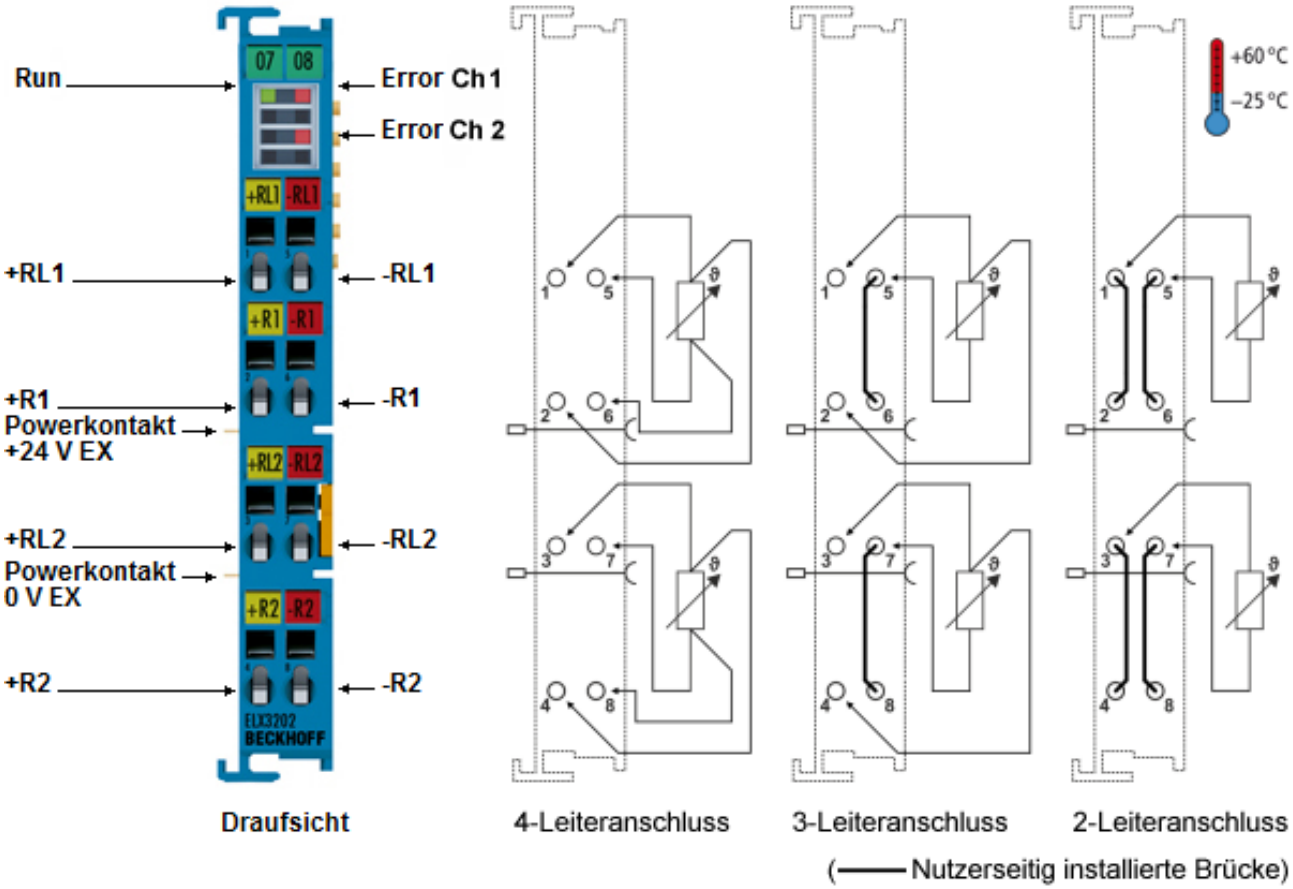


Abb. 23: ELX3202 - Anschlussbelegung

Klemmstelle		Beschreibung
Name	Nr.	
+RL1	1	Kanal 1: Messeingang +RL1 (RTD-Stromquelle)
+R1	2	Kanal 1: Messeingang +R1 (RTD-Spannungsmessung)
+RL2	3	Kanal 2: Messeingang +RL2 (RTD-Stromquelle)
+R2	4	Kanal 2: Messeingang +R2 (RTD-Spannungsmessung)
-RL1	5	Kanal 1: Messeingang -RL1 (RTD-Stromsenke)
-R1	6	Kanal 1: Messeingang -R1 (RTD-Spannungsmessung)
-RL2	7	Kanal 2: Messeingang -RL2 (RTD-Stromsenke)
-R2	8	Kanal 2: Messeingang -R2 (RTD-Spannungsmessung)

LED-Anzeigen

LED	Farbe	Bedeutung	
Run	grün	Diese LED gibt den Betriebszustand der Klemme wieder:	
		aus	Zustand der EtherCAT State Machine: **INIT** = Initialisierung der Klemme oder **BOOTSTRAP** = Funktion für Firmware Updates der Klemme
		blinkend	Zustand der EtherCAT State Machine: **PREOP** = Funktion für Mailbox-Kommunikation und abweichende Standard-Einstellungen gesetzt
		Einzelblitz	Zustand der EtherCAT State Machine: **SAFEOP** = Überprüfung der Kanäle des Sync-Managers und der Distributed Clocks. Ausgänge bleiben im sicheren Zustand
		an	Zustand der EtherCAT State Machine: **OP** = normaler Betriebszustand; Mailbox- und Prozessdatenkommunikation ist möglich
Error Ch 1	rot	Der Messwert von Kanal 1 befindet sich im ungültigen Bereich der eingestellten Kennlinie. Ggf. liegt ein Kurzschluss oder Drahtbruch vor.	
Error Ch 2	rot	Der Messwert von Kanal 2 befindet sich im ungültigen Bereich der eingestellten Kennlinie. Ggf. liegt ein Kurzschluss oder Drahtbruch vor.	

3.7.6 ELX3204 - Anschlussbelegung

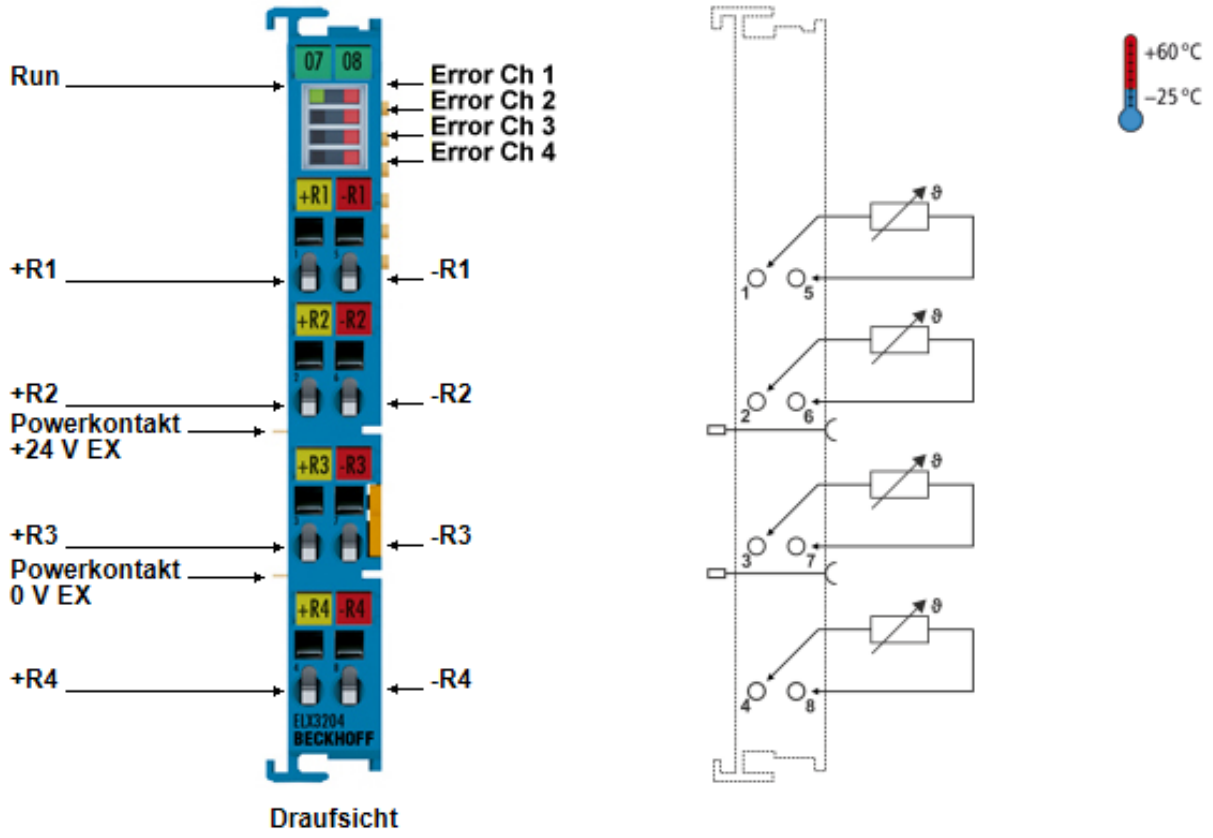


Abb. 24: ELX3204 - Anschlussbelegung

Klemmstelle		Beschreibung
Name	Nr.	
+R1	1	Kanal 1: Messeingang +R1 (RTD-Spannungsmessung, RTD-Stromquelle)
+R2	2	Kanal 2: Messeingang +R2 (RTD-Spannungsmessung, RTD-Stromquelle)
+R3	3	Kanal 3: Messeingang +R3 (RTD-Spannungsmessung, RTD-Stromquelle)
+R4	4	Kanal 4: Messeingang +R4 (RTD-Spannungsmessung, RTD-Stromquelle)
-R1	5	Kanal 1: Messeingang -R1 (RTD-Spannungsmessung, RTD-Stromsenke)
-R2	6	Kanal 2: Messeingang -R2 (RTD-Spannungsmessung, RTD-Stromsenke)
-R3	7	Kanal 3: Messeingang -R3 (RTD-Spannungsmessung, RTD-Stromsenke)
-R4	8	Kanal 4: Messeingang -R4 (RTD-Spannungsmessung, RTD-Stromsenke)

LED-Anzeigen

LED	Farbe	Bedeutung	
Run	grün	Diese LED gibt den Betriebszustand der Klemme wieder:	
		aus	Zustand der EtherCAT State Machine: **INIT** = Initialisierung der Klemme oder **BOOTSTRAP** = Funktion für Firmware Updates der Klemme
		blinkend	Zustand der EtherCAT State Machine: **PREOP** = Funktion für Mailbox-Kommunikation und abweichende Standard-Einstellungen gesetzt
		Einzelblitz	Zustand der EtherCAT State Machine: **SAFEOP** = Überprüfung der Kanäle des Sync-Managers und der Distributed Clocks. Ausgänge bleiben im sicheren Zustand
		an	Zustand der EtherCAT State Machine: **OP** = normaler Betriebszustand; Mailbox- und Prozessdatenkommunikation ist möglich
Error Ch 1	rot	Der Messwert von Kanal 1 befindet sich im ungültigen Bereich der eingestellten Kennlinie. Ggf. liegt ein Kurzschluss oder Drahtbruch vor.	
Error Ch 2	rot	Der Messwert von Kanal 2 befindet sich im ungültigen Bereich der eingestellten Kennlinie. Ggf. liegt ein Kurzschluss oder Drahtbruch vor.	
Error Ch 3	rot	Der Messwert von Kanal 3 befindet sich im ungültigen Bereich der eingestellten Kennlinie. Ggf. liegt ein Kurzschluss oder Drahtbruch vor.	
Error Ch 4	rot	Der Messwert von Kanal 4 befindet sich im ungültigen Bereich der eingestellten Kennlinie. Ggf. liegt ein Kurzschluss oder Drahtbruch vor.	

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.

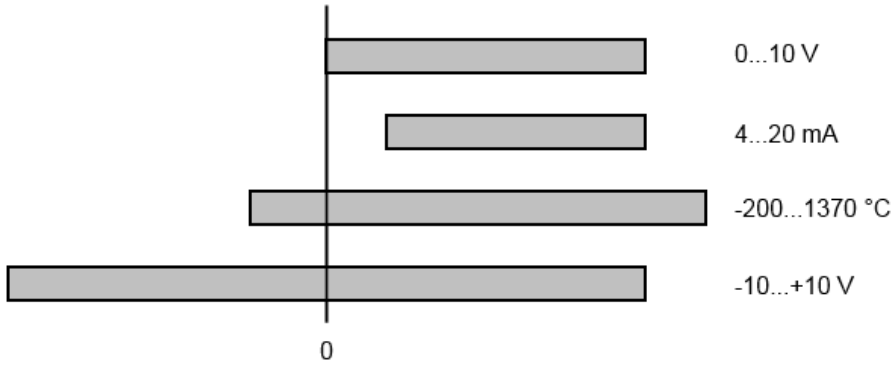


Abb. 25: Messbereichsendwert, Messspanne

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

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

Der relative Messfehler als Spezifikationswert eines Beckhoff-Analoggeräts wird angeben 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):

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

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 < ± 0,3%$_{MBE}$ → die zu erwartende, maximale übliche Abweichung beträgt ± 30 mV im zulässigen Betriebstemperaturbereich.

Geringere Messunsicherheit möglich

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 ±0,01% typ. (MBE), tK = 20 ppm/K typ., bei 23°C, gesucht ist die Genauigkeit G35 bei 35°C, somit ΔT = 12K

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

Anmerkungen: ppm ≙ 10^{-6} % ≙ 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.

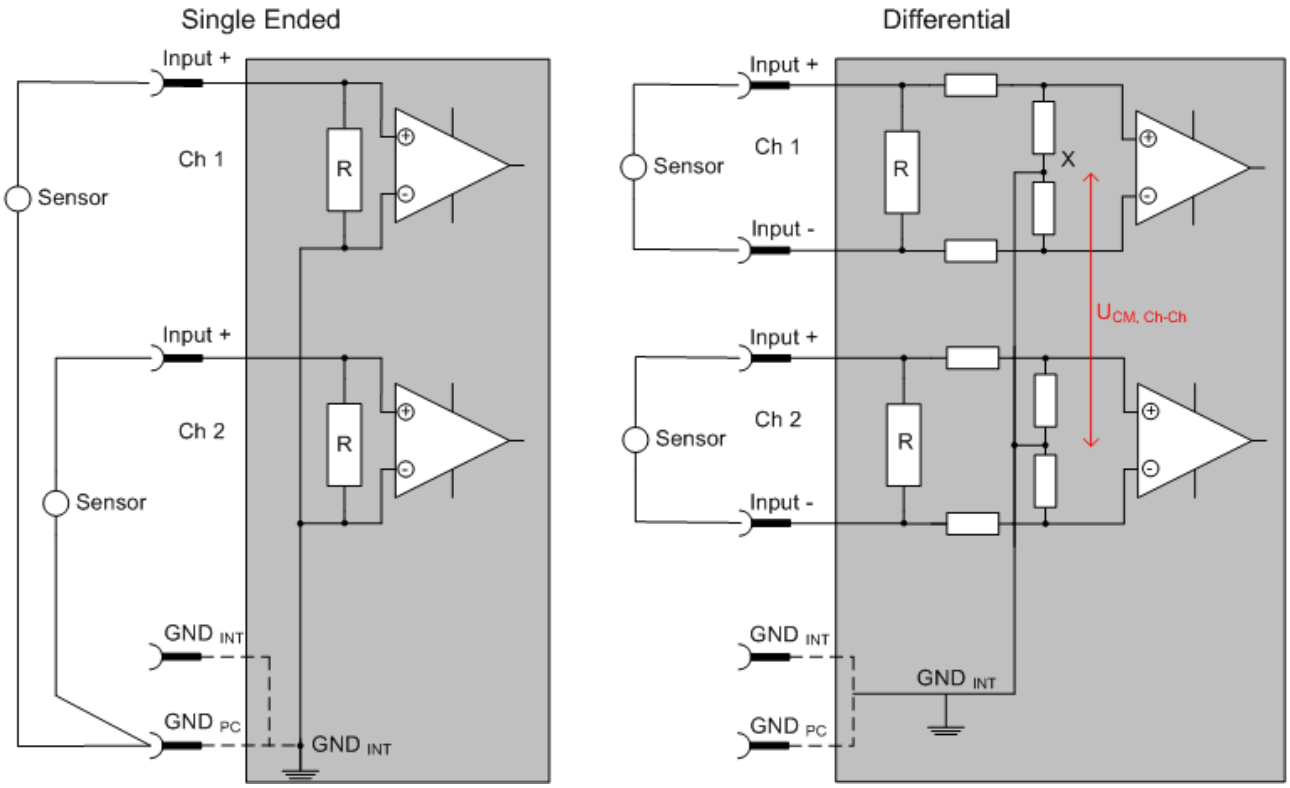


Abb. 26: SE und DIFF-Modul als 2-kanalige Variante

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

Grundsätzlich gilt

- Die analoge Messung erfolgt immer als Spannungsmessung zwischen zwei Potenzialpunkten.
  Bei einer Spannungsmessung ist R groß gewählt, um eine hohe Impedanz zu gewährleisten, bei einer Strommessung ist R als Shunt niedrig gewählt. Ist der Messzweck eine Widerstandsbestimmung, erfolgt die Betrachtung entsprechend.
  - Dabei sind diese beiden Punkte bei Beckhoff üblicherweise als Input+/SignalPotenzial und Input-/BezugsPotenzial gekennzeichnet.
  - Für die Messung zwischen zwei Potenzialpunkten sind auch zwei Potenziale heranzuführen.
  - Bei den Begrifflichkeiten „1-Leiter-Anschluss“ oder „3-Leiter-Anschluss“ ist bezüglich der reinen Analog-Messung zu beachten: 3- oder 4-Leiter können zur Sensorversorgung dienen, haben aber mit der eigentlichen Analog-Messung nichts zu tun, diese findet immer zwischen zwei Potenzialen/Leitungen statt.
    Dies gilt insbesondere auch für SE, auch wenn hier die Benennung suggeriert, dass nur eine Leitung benötigt wird.
- Es ist im Vorfeld der Begriff der "galvanischen Trennung" klarzustellen.
  Beckhoff I/O-Geräte verfügen über 1 bis 8 oder mehr analoge Kanäle; bei Betrachtungen bezüglich des Kanalanschlusses ist zu unterscheiden
  - wie sich die Kanäle INNERHALB eines Moduls zueinander stellen oder

- wie sich die Kanäle MEHRERER Module zueinander stellen.

Ob die Kanäle zueinander direkt in Verbindung stehen, wird u. a. mit der Eigenschaft der galvanischen Trennung spezifiziert.

- Beckhoff I/O-Geräte sind immer mit einer galvanischen Trennung von Feld/Analog-Seite zu Bus/EtherCAT-Seite ausgerüstet. Wenn zwei analoge I/O-Geräte also nicht über die Powerkontakte/Powerleitung miteinander galvanisch verbunden sind, besteht faktisch eine galvanische Trennung zwischen ihnen.
- Falls Kanäle innerhalb eines Geräts galvanisch getrennt sind oder ein einkanaliges Gerät keine Powerkontakte aufweist, handelt es sich faktisch immer um differentielle Kanäle, siehe dazu auch folgende Erläuterungen. Differentielle Kanäle sind nicht zwangsläufig galvanisch getrennt.

- Analoge Messkanäle unterliegen technischen Grenzen sowohl bezüglich des empfohlenen bestimmungsgemäßen Betriebsbereichs (Dauerbetrieb) als auch der Zerstörgrenze. Entsprechende Hinweise in den Dokumentationen der Geräte sind zu beachten.

Erläuterung

- **Differentiell (DIFF)**
  - Die differentielle Messung ist das flexibelste Konzept. Beide Anschlusspunkte Input+/Signalpotenzial und Input-/Bezugspotenzial sind vom Anwender im Potenzial im Rahmen der technischen Spezifikation frei wählbar.
  - Ein differentieller Kanal kann auch als SE betrieben werden, wenn das Bezugspotenzial von mehreren Sensoren verbunden wird. Dieser Verbindungspunkt kann auch Anlagen-GND sein.
  - Da ein differentieller Kanal intern symmetrisch aufgebaut ist (siehe Abb. SE und DIFF-Modul als 2-kanalige Variante) stellt sich in der Mitte zwischen den beiden zugeführten Potenzialen ein Mittel-Potenzial ein (X), das gleichbedeutend mit dem internen Ground/Bezugsmasse dieses Kanals ist. Wenn mehrere DIFF-Kanäle ohne galvanische Trennung in einem Modul verbaut sind, kennzeichnet die technische Eigenschaft „U_{CM} (common mode Spannung)“, wie weit die Kanäle in Ihrer Mittenspannung auseinander liegen dürfen.
  - Die interne Bezugsmasse kann gegebenenfalls als Anschlusspunkt am Gerät zugänglich sein, um ein definiertes GND-Potenzial im Gerät zu stabilisieren. Es ist allerdings dann besonders auf die Qualität dieses Potenzials (Rauschfreiheit, Spannungskonstanz) zu achten. An diesen GND-Punkt kann auch eine Leitung angeschlossen werden die dafür sorgt, dass bei der differentiellen Sensorleitung die $U_{CM,max}$ nicht überschritten wird.
    Sind differentielle Kanäle nicht galvanisch getrennt, ist i. d. R nur eine $U_{CM,max}$ zulässig. Bei galvanischer Trennung sollte dieses Limit nicht vorhanden sein und die Kanäle dürfen nur bis zur spezifizierten Trennungsgrenze auseinander liegen.
  - Differentielle Messung in Kombination mit korrekter Sensorleitungsverlegung hat den besonderen Vorteil, dass Störungen die auf das Sensorkabel wirken (idealerweise sind Hin- und Rückleitung nebeneinander verlegt, so dass beide Leitungen von Störsignalen gleich getroffen werden) sehr wenig effektive Auswirkung auf die Messung haben, weil beide Leitungen gemeinsam (= common) im Potenzial verschoben werden - umgangssprachlich: Gleichtaktstörungen wirken auf beide Leitungen gleichzeitig in Amplitude und Phasenlage.
  - Trotzdem unterliegt die Unterdrückung von Gleichtaktstörungen innerhalb eines Kanals oder zwischen Kanälen technischen Grenzen, die in den technischen Daten spezifiziert sind.
  - Weitere hilfreiche Ergänzungen dazu sind der Dokumentationsseite *Beschaltung von 0/4...20 mA Differenzeingängen* (siehe z. B. Dokumentation zu den Klemmen EL30xx) zu entnehmen.
- **Single-Ended (SE)**
  - Ist die Analog-Schaltung als SE konzipiert, ist die Input-/Bezugsleitung intern fest auf ein bestimmtes nicht änderbares Potenzial gelegt. Dieses Potenzial muss an mindestens einer Stelle des Geräts von außen zum Anschluss des Bezugspotenzials zugänglich sein, z. B. über die Powerkontakte/Powerleitung.
  - SE bietet dem Anwender die Möglichkeit, bei mehreren Kanälen zumindest eine der beiden Sensorleitungen nicht bis zum Gerät zurückführen zu müssen wie bei DIFF, sondern die Bezugsleitung bereits an den Sensoren zusammenzufassen, z. B. im Anlagen-GND.
  - Nachteilig dabei ist, dass es über die getrennte Vor- und Rückleitung zu Spannungs-/Stromveränderungen kommen kann, die von einem SE-Kanal nicht mehr erfasst werden können, siehe Gleichtaktstörung. Ein U_{CM}-Effekt kann nicht auftreten da die interne Schaltung der Kanäle eines Gerätes ja immer durch Input-/Bezugspotenzial hart miteinander verbunden sind.

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

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

Selbstversorgende Sensoren

- Die Energie für den Eigenbetrieb bezieht der Sensor über die Sensor-/Signal-Leitung + und – selbst. Damit immer genug Energie für den Eigenbetrieb zur Verfügung steht und eine Drahtbrucherkennung 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.

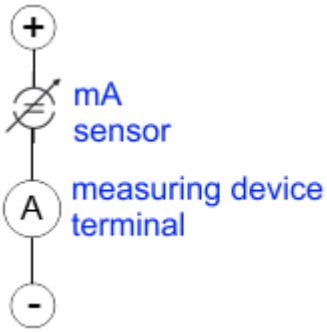


Abb. 27: 2-Leiter-Anschluss

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 angeschlossenen sind ist unzulässig!

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

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

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

4.2.5 Gleichtaktspannung und Bezugsmasse (bezogen auf Differenzeingänge)

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

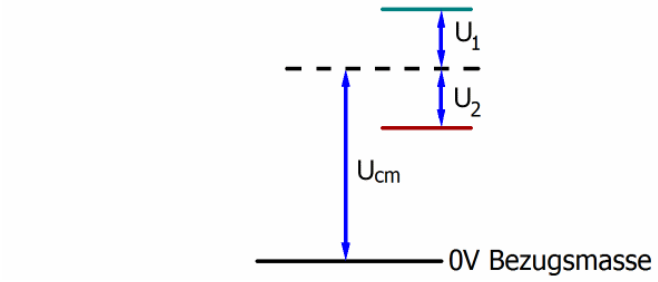


Abb. 28: Gleichtaktspannung (U_{cm})

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

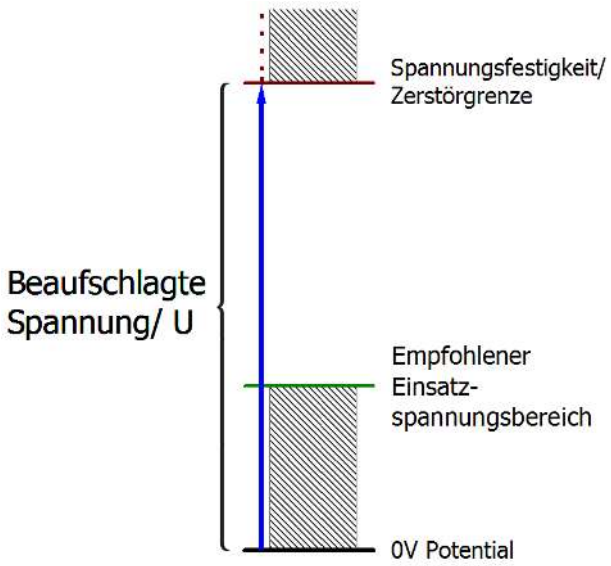


Abb. 29: Empfohlener Einsatzspannungsbereich

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.)

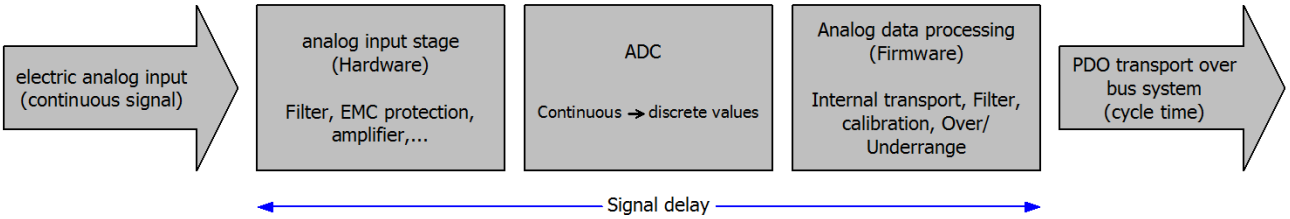


Abb. 30: Signalverarbeitung Analogeingang

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 ein 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 langsame FreeRun läuft) oder langsamer (z.B. bei Oversampling) abholt, ist dann eine Frage der Einstellung des Feldbusses und welche Betriebsmodi das AI Gerät unterstützt.
Bei EtherCAT Geräten zeigt das sog. ToggleBit bei den Diagnose-PDO an (indem es toggelt), dass ein neu ermittelter Analogwert vorliegt.
Entsprechend kann eine maximale Wandlungszeit, also eine minimal vom AI Gerät unterstützte Samplingrate spezifiziert werden.
Entspricht IEC 61131-2 Kap 7.10.2 2) „Abtast-Wiederholzeit“

2. Typ. Signalverzögerung

Entspricht IEC 61131-2 Kap 7.10.2 1) „Abtastdauer“. Sie inkludiert nach dieser Betrachtung alle geräteinternen Hard- und Firmware-Anteile, aber nicht „äußere“ Verzögerungsanteile aus dem Feldbus oder der Steuerung (TwinCAT).
Diese Verzögerung ist insbesondere relevant für absolute Zeitbetrachtungen, wenn AI Kanäle zum Amplitudenwert auch einen zugehörigen Zeitstempel (timestamp) mitliefern – von dem ja angenommen werden darf, dass er in seinem Zeitwert, zu dem außen ehemals physikalisch anliegenden Amplitudenwert passt.
Aufgrund der frequenzabhängigen Laufzeit eines Signals, kann ein dezidierter Wert nur für ein gegebenes Signal spezifiziert werden. Der Wert ist auch abhängig von ggf. veränderlichen Filtereinstellungen des Kanals.
Eine typische Charakterisierung in der Gerätedokumentation kann sein:

2.1 Signalverzögerung (Sprungantwort)

Stichwort Einschwingzeit:
Das Rechtecksignal kann extern mit einem Frequenzgenerator (Impedanz beachten!) erzeugt werden.
Als Erkennungsschwelle wird die 90% Grenze verwendet.
Die Signalverzögerung [ms, µs] ist dann der zeitliche Abstand zwischen dem (idealen) elektrischen Rechtecksignal und der Zeitpunkt wo der analoge Prozesswert die 90% Amplitude erreicht hat.

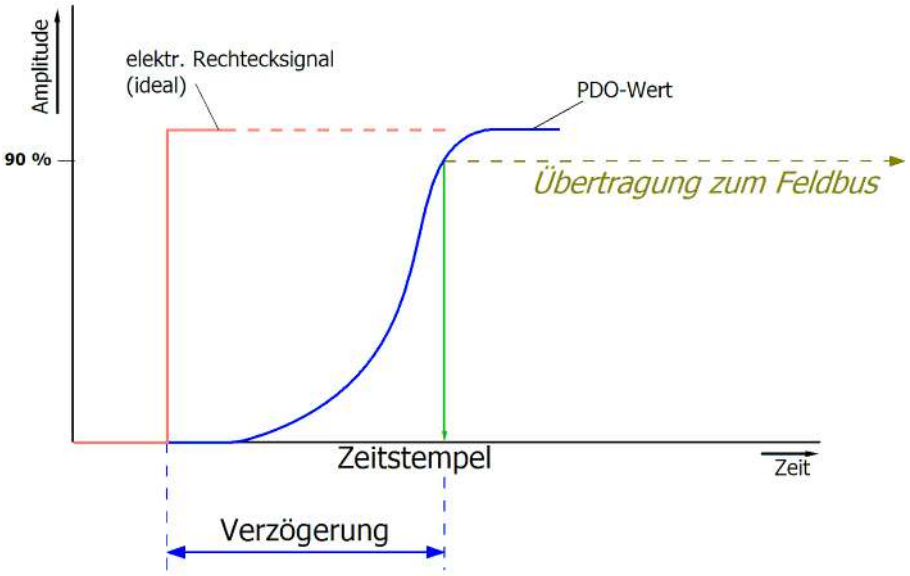


Abb. 31: Diagramm Signalverzögerung (Sprungantwort)

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.

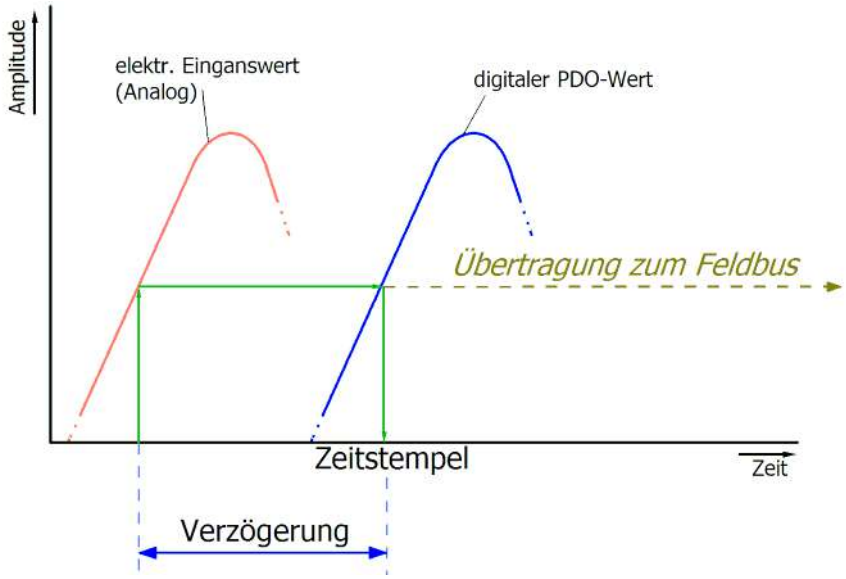


Abb. 32: Diagramm Signalverzögerung (linear)

3. Weitere Angaben

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

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

5 Parametrierung und Programmierung

5.1 Einstellungen und Anwendungshinweise

5.1.1 Default-Einstellung

Die ELX320x kann zur direkten Temperatur- oder Widerstandsmessung eingesetzt werden. Dazu sind entsprechende CoE-Einstellungen vorzunehmen, siehe nachfolgende Tabelle.

Zur Einordnung sei hier der Zusammenhang zwischen der Temperatur und dem Widerstand eines Pt100/ Pt1000-Sensors angegeben:

Temperatur	typ. Widerstand, ca.
850°C	Pt1000: 3.9 kΩ Pt100: 390 Ω
320°C	Pt1000: 2.2 kΩ Pt100: 220 Ω
-200°C	Pt1000: 180 Ω Pt100: 18 Ω

Sensortypische Kennlinien können von den Sensorherstellern bezogen werden.

Weiterführende Hinweise erhalten Sie in den Kapiteln Objektbeschreibung und Parametrierung [▶ 58] und Prozessdaten und Betriebsmodi.

	ELX3202	ELX3204
Default/ Werkseinstellung	• 4-Leiter-Anschluss • Pt100 (CoE 0x80n0:19) • Presentation signed (CoE 0x80n0:02) • Limits disabled • alle Kanäle enabled	• 2-Leiter-Anschluss • Pt100 (CoE 0x80n0:19) • Presentation signed (CoE 0x80n0:02) • Limits disabled • alle Kanäle enabled

Hinweis zur Betriebsart Widerstandsmessung

In der Betriebsart *Widerstandsmessung* wird der Messwert unabhängig von der Einstellung *Presentation* (Objekt 0x80n0:02 [▶ 58]) immer unsigned (vorzeichenlos) 0...xFFFF mit entsprechender Wertigkeit dargestellt.

1/16 Ω -> ~62 mΩ/Digit

1/64 Ω -> ~15 mΩ/Digit

5.1.2 Veränderung der Slave-Parameter im CoE-Verzeichnis

Bei der Inbetriebnahme müssen ggf. die CoE-Parameter verändert werden.

- Beim Online-Zugriff auf die Klemme wird das CoE-Verzeichnis aus dem Slave gelesen und kann verändert werden, siehe. Abb. *Zugriff auf die CoE-Parameter im TwinCAT SystemManager*.
- Beim Offline-Zugriff auf die (dann nicht ansprechbare) Klemme werden die Daten aus der XML-Beschreibung benutzt. Die Parameter können nicht verändert werden.

Im Reiter *CoE-Online* des EtherCAT-Slave können die CoE-Parameter (CAN over EtherCAT) verändert werden.

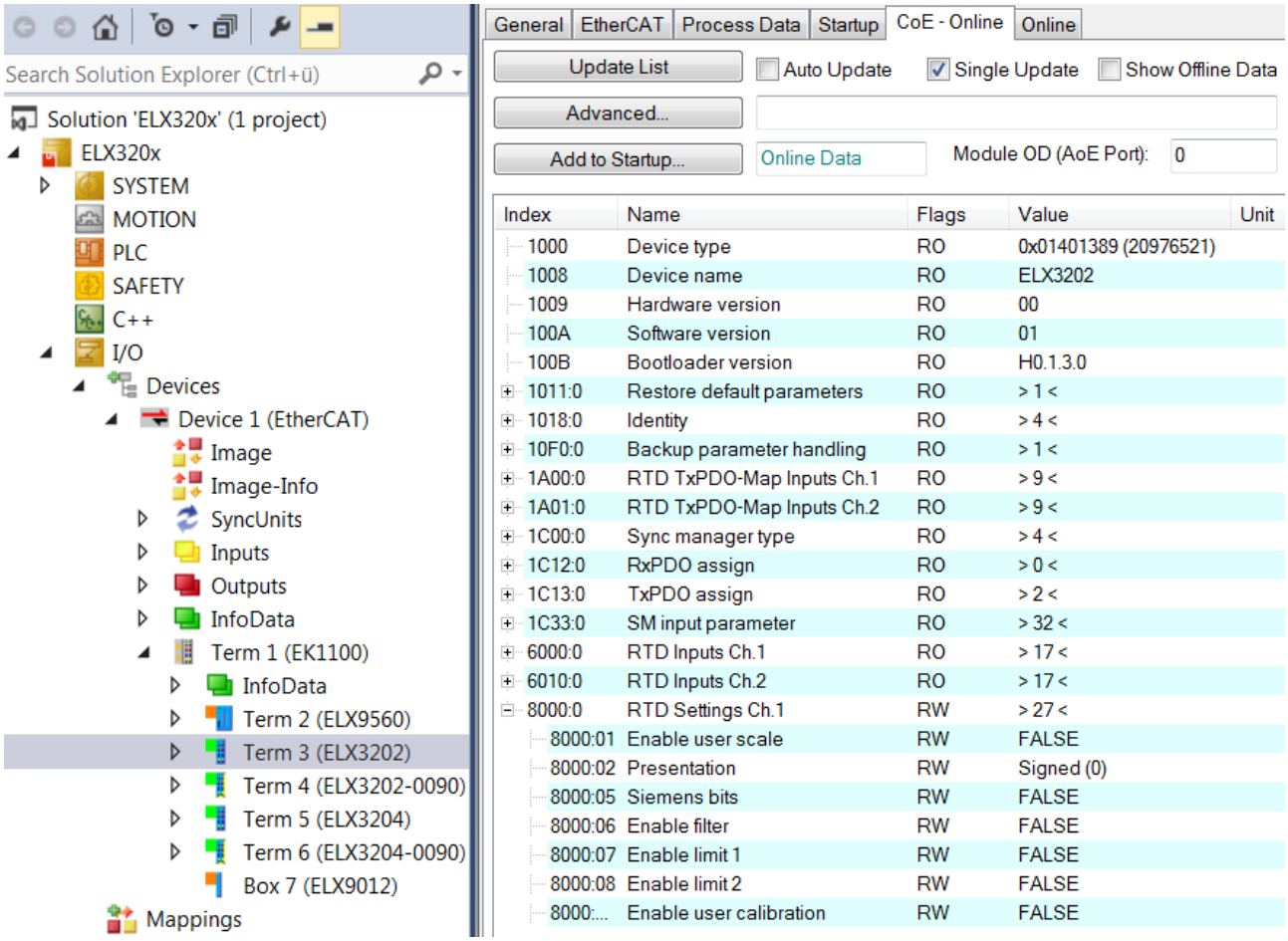


Abb. 33: ELX3202 - Zugriff auf die CoE-Parameter im TwinCAT

HINWEIS

Veränderungen im CoE-Verzeichnis, Austauschfall

Damit auch im Austauschfall eines EtherCAT-Slaves bei dem neu eingesetzten Slave die CoE-Parameter richtig gesetzt werden, sind kundenseitige Veränderungen in der StartUp-Liste einzutragen.

Veränderungen im CoE-Verzeichnis, Programmzugriff

Die CoE-Parameter können auch im Betrieb (soweit sinnvoll) durch die PLC mit entsprechenden Steuerungsbefehlen gelesen und geschrieben werden. Siehe dazu die entsprechenden Einträge z. B. im Beckhoff Information System.

Die CoE-Parameter sollten im Status *PreOperational* oder *SafeOperational* geschrieben werden und dann der Slave in den Staus *Operational* geschaltet werden!

Für detaillierte Informationen zu Einstellungen und Betriebsmodi lesen Sie bitte das Kapitel Prozessdaten und Betriebsmodi.

5.1.3 Abschalten von Kanälen

Einstellung Connection Technology

Außer 2-, 3- und 4-Leiteranschluss* kann hier auch kanalweise *not connected* gewählt werden. Der betreffende Kanal wird vollständig deaktiviert, die Wandlungszeit der ELX320x verkürzt sich entsprechend.

*) 3- und 4-Leiteranschluss nicht gültig für ELX3204

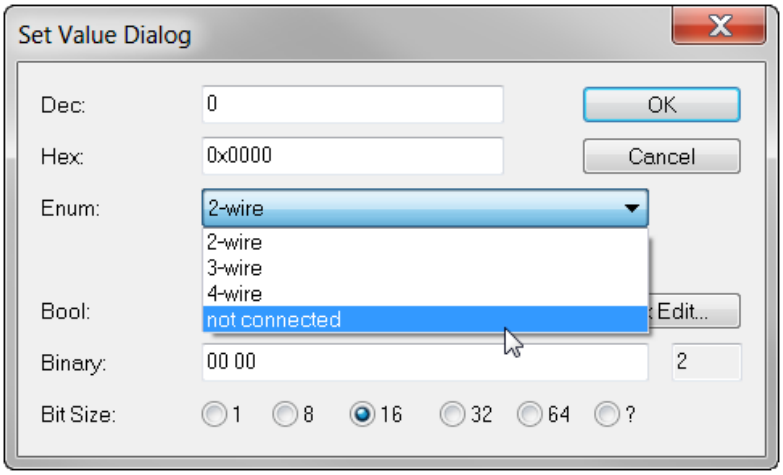


Abb. 34: ELX3202 - Einstellung *not connected*

Durch einen Doppelklick auf das entsprechende Objekt 0x80n0:1A [▶ 58] können die entsprechenden Kanäle im Set Value Dialog abgeschaltet werden, indem der Enum-Wert *not connected* gewählt wird, siehe Abb. *Einstellung not connected.*

5.1.4 Einprogrammierte Sensorkennlinien

Direkte Widerstandsmessung

Die ELX320x kann für direkte Widerstandsmessung in drei Messbereichen (n = Kanal 0...3) verwendet werden

Einstellung CoE 0x80n0:19 [▶ 58]	Messbereich	Auflösung/digit
0x101	0 ... 6.553,5 Ω	0,1 Ω
0x102	0 ... 65.535 Ω	1 Ω
0x103	0 ... 240.000 Ω	10 Ω

Hinweis: die ELX320x misst in diesen drei Einstellungen elektrisch immer gleich, nur die dargestellte Auflösung wird in der Firmware verändert. Messbereichsendwert ist also für alle drei Messungen 240 kΩ.

Fixe Sensorkennlinien

Im definierten Messbereich können für jeden Kanal einzeln weitere einprogrammierte Sensorkennlinien im CoE-Entry 0x80n0:19 [▶ 58] ausgewählt werden (n = Kanal 0...3).

Typ	Widerstandsbereich	Implementierter Temperaturbereich	Auflösung/digit
Pt1000 (0,00385 Ω/Ω/°C, IEC60751 Kennlinie Pt385) (PTC)	~180 ... ~ 3.900 Ω	-200°C…850°C	0,1°C
Ni1000 (PTC)	~700 ... ~2.300 Ω	-60°C…250°C	0,1°C
Ni1000, TK1500 (bei 100°C: 1500 Ω) (PTC)		-30…160°C	0,1°C
NTC 5k (0°C: 16325 Ω)	~167.000 ... ~340 Ω	-40...100°C	0,1°C
NTC 10k (0°C: 32650 Ω)	~176.000 ... ~180 Ω	-30...150°C	0,1°C
NTC 10k (0°C: 29490 Ω)	~135.000 ... ~240 Ω	-30...150°C	0,1°C
NTC 10k (0°C: 27280 Ω, wie KL3204-0030)	~190.000 ... ~760 Ω	-40...110°C	0,1°C
NTC 20k (0°C: 70200 Ω)	~221.000 ... ~270 Ω	-20...150°C	0,1°C
FeT (0°C: 2226 Ω)	~1.900 ... ~ 3.900 Ω	-30...150°C	0,1°C

5.2 Prozessdaten und Betriebsmodi

5.2.1 Datenfluss

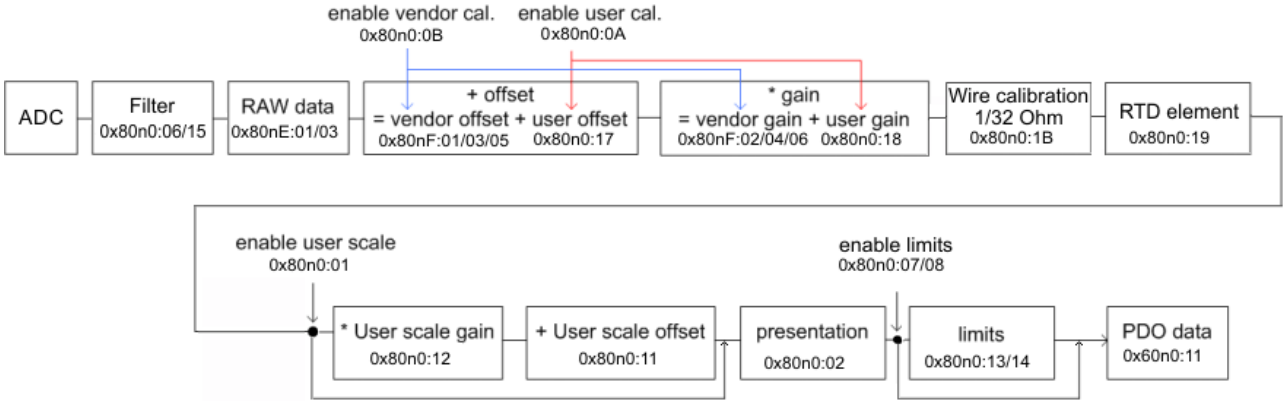


Abb. 35: Datenschema

5.2.2 Sync Manager (SM)

PDO-Zuordnung

SM3, PDO-Zuordnung 0x1C13, für 0 ≤ n ≤ 3 (Ch. 1…4) (abhängig von Anzahl der Kanäle)				
Index	**Index ausgeschlossener PDOs**	**Größe (Byte.Bit)**	**Name**	**PDO Inhalt**
0x1A0n (default)	-	4.0	RTD Inputs Channel 1…4	Index 0x60n0:01 [▶ 66] - Underrange Index 0x60n0:02 [▶ 66] - Overrange Index 0x60n0:03 [▶ 66] - Limit 1 Index 0x60n0:05 [▶ 66] - Limit 2 Index 0x6000:07 [▶ 66] - Error Index 0x60n0:0F - TxPDO Status Index 0x60n0:10 - TxPDO Toggle Index 0x60n0:11 [▶ 66] - Value

5.2.3 Betriebsmodi und Einstellungen

5.2.3.1 Darstellung (Presentation), Index 80n0:02

Die Ausgabe des Messwertes erfolgt im Auslieferungszustand in Schritten von 1/10°C in Zweierkomplement-Darstellung (Signed Integer).
Es wird für jeden Widerstandssensor der komplette Messbereich ausgegeben. Index 0x80n0:02 [▶ 58] bietet die Möglichkeit zur Veränderung der Darstellungsweise des Messwertes.

Messwert	Ausgabe (hexadezimal)	Ausgabe (Signed Integer, dezimal)
-250,0 °C	0xF63C	-2500
-200,0 °C	0xF830	-2000
-100,0 °C	0xFC18	-1000
-0,1 °C	0xFFFF	-1
-0,0 °C	0x0000	0
-0,1 °C	0x0001	1
100,0 °C	0x03E8	1000
200,0 °C	0x07D0	2000
500,0 °C	0x1388	5000
850,0 °C	0x2134	8500

Signed Integer

Der Messwert wird im Zweierkomplement dargestellt.
Maximaler Darstellungsbereich bei 16 Bit = -32768 ... +32767

Beispiel

$1000\ 0000\ 0000\ 0000_{bin} = 8000_{hex} = -\ 32768_{dez}$
$1111\ 1111\ 1111\ 1110_{bin} = FFFE_{hex} = -\ 2_{dez}$
$1111\ 1111\ 1111\ 1111_{bin} = FFFF_{hex} = -\ 1_{dez}$
$0000\ 0000\ 0000\ 0001_{bin} = 0001_{hex} = +1_{dez}$
$0000\ 0000\ 0000\ 0010_{bin} = 0002_{hex} = +2_{dez}$
$0111\ 1111\ 1111\ 1111_{bin} = 7FFF_{hex} = +32767_{dez}$

Absolute value with MSB as sign

Der Messwert wird in der Betrag-Vorzeichendarstellung ausgegeben.
Maximaler Darstellungsbereich bei 16 Bit = -32767 ... +32767

Beispiel

$1111\ 1111\ 1111\ 1111_{bin} = FFFF_{hex} = -\ 32767_{dez}$
$1000\ 0000\ 0000\ 0010_{bin} = 8002_{hex} = -\ 2_{dez}$
$1000\ 0000\ 0000\ 0001_{bin} = 8001_{hex} = -\ 1_{dez}$
$0000\ 0000\ 0000\ 0001_{bin} = 0001_{hex} = +1_{dez}$
$0000\ 0000\ 0000\ 0010_{bin} = 0002_{hex} = +2_{dez}$
$0111\ 1111\ 1111\ 1111_{bin} = 7FFF_{hex} = +32767_{dez}$

High resolution (1/100°C)

Der Messwert wird in Schritten von 1/100°C ausgegeben.
Der maximale Messbereich ist dadurch auf 32767_{dez} * (1/100)°C = 327,67°C begrenzt, kann aber durch die Anwenderskalierung [▶ 51] erweitert werden!

5.2.3.2 Siemens Bits, Index 80n0:05

Mit Setzen dieses Bits (Index 80n0:05 [▶ 58]) werden auf den niedrigsten drei Bits Statusanzeigen eingeblendet. Im Fehlerfall *Overrange* bzw. *Underrange* wird Bit 0 gesetzt.

5.2.3.3 Unterschreitung und Überschreitung des Messbereiches (Underrange, Overrange)

Pt100: T > 850°C (R > 400 Ω): Index 0x60n0:02 [▶ 66] und Index 0x60n0:07 (Overrange- und Error-Bit) werden gesetzt. Die Linearisierung der Kennlinie wird mit den Koeffizienten der oberen Bereichsgrenze bis zum Endanschlag des A/D-Wandlers (ca. 500 Ω bei Pt100) fortgesetzt.

Pt100: T < -200°C (R < 18 Ω): Index 0x60n0:01 [▶ 66] und Index 0x60n0:07 (Underrange- und Error-Bit) werden gesetzt. Es wird die kleinste negativ Zahl ausgegeben (0x8001 entspricht -32767_{dez}).

Bei Overrange bzw. Underrange wird die rote Error LED eingeschaltet.

5.2.3.4 Notch-Filter (Kerbfilter)

Die Klemmen ELX320x sind mit einem digitalen Filter ausgestattet. Das Filter arbeitet als Notch-Filter (Kerbfilter) und bestimmt die Wandlungszeit der Klemme. Es wird über den Index 0x80n0:06 [▶ 58] aktiviert und über den Index 0x8000:15 [▶ 58] parametriert. Je höher die Filterfrequenz ist, desto schneller ist die Wandlungszeit.

Kerbfilter bedeutet, dass der Filter bei der genannten Filterfrequenz und Vielfachen davon Nullstellen (Kerben) im Frequenzgang hat, diese Frequenzen also ausblendet. Um 50 Hz auszufiltern, kann also der 50 oder der 10 Hz-Filter verwendet werden. Da üblicherweise aber alle tieferen Frequenzen als die Sperrfrequenz gemessen werden sollen, ist in diesem Fall die Einstellung 50 Hz zu verwenden.

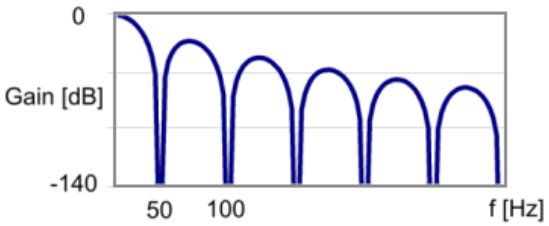


Abb. 36: Typischer Frequenzgang eines Kerbfilters, eingestellt auf 50 Hz

Index 0x80n0:06

Die Filterfunktion ist auch bei nicht gesetztem Bit immer aktiv, da dies für den Messprozess obligatorisch ist!

Angaben zur Wandlungszeit

- die Wandlungszeit ist abhängig von *Anzahl Aktive Kanäle, Anzahl Messungen (2/4-wire), Filterzeit, konst. Rechenzeit*
- die Wandlungszeit ist bei 2-wire-Messung ca. doppelt so große wie bei 4-wire-Messung
- die Widerstandmessung entspricht einer 4-wire-Messung
- das Prozessdatum *TxPDO Toggle* wechselt seinen Zustand, wenn ein neuer Messwert anliegt

Einstellung der Filtereigenschaften über Index 0x8000:15 [▶ 58]

Die Filterfrequenzen werden für alle Kanäle der Klemmen ELX320x zentral über den Index 0x8000:15 (Kanal 1) eingestellt. Die entsprechenden Indizes 0x8010:15 der ELX3202 bzw. 0x8010:15, 0x8020:15, 0x8030:15 der ELX3204 haben keine Parametrierungsfunktion.

Abschalten unbenutzter Kanäle von mehrkanaligen Klemmen

Bei Filterfrequenzen ≥ 1 kHz sollten unbenutzte Kanäle abgeschaltet werden (Optimierung der Wandlungszeiten)!
Der betreffende Kanal wird vollständig deaktiviert, die Wandlungszeit der ELX320x verkürzt sich entsprechend.

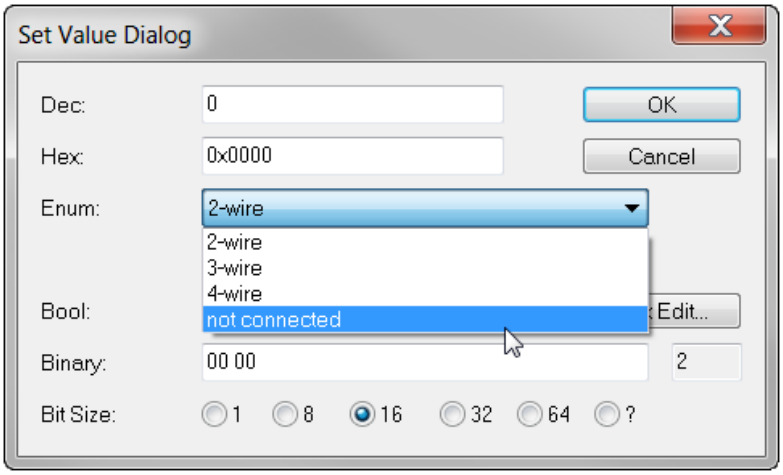


Abb. 37: Set Value Dialog

Durch einen Doppelklick auf das entsprechende Objekt 0x80n0:1A [▶ 58] können die entsprechenden Kanäle im Set Value Dialog abgeschaltet werden, indem der Enum-Wert *not connected* gewählt wird (siehe Abb. *Set Value Dialog)*.

5.2.3.5 Limit 1 und Limit 2, Index 0x80n0:13, Index 0x80n0:14

Es kann ein Temperaturbereich eingestellt werden, der mit den Werten in den Indizes 0x80n0:13 [▶ 58] und 0x80n0:14 [▶ 58] verglichen wird. Beim Unter/Überschreiten der Grenzwerte werden die Bits in den Prozessdaten gesetzt.

Die Limit-Auswertung erfolgt nach Berücksichtigung der eingestellten Kennlinie und negativer Werte.

Limit [2 Bit] Interpretation (default), Index 0x60n0:03 [▶ 66], 0x60n0:05 [▶ 66]:

0x00, 0: nicht aktiv
0x01, 1: Wert ist größer als Grenzwert
0x10, 2: Wert ist kleiner als der Grenzwert
0x11, 3: Wert ist gleich dem Grenzwert

5.2.3.6 Kalibrierung

Anwender-Skalierung, Index 0x80n0:01 [▶ 58]

Die Freigabe der Anwender-Skalierung erfolgt über den Index 0x80n0:01 [▶ 58]. Die Parametrierung erfolgt über die Indizes

- 0x80n0:11 [▶ 58] Offset der Anwender-Skalierung
- 0x80n0:12 [▶ 58] Gain der Anwender-Skalierung

Hersteller-Abgleich, Index 0x80nF [▶ 67]

Die Freigabe des Hersteller-Abgleichs erfolgt über den Index 0x80n0:0B [▶ 58]. Die Parametrierung erfolgt über die Indizes

- 0x80nF:01 [▶ 67] Offset-Abgleich
- 0x80nF:02 [▶ 67] Gain-Abgleich
- 0x80nF:03 [▶ 67] Offset-Abgleich, PT1000
- 0x80nF:04 [▶ 67] Gain-Abgleich, PT1000
- 0x80nF:05 [▶ 67] Offset-Abgleich, Eingang RL
- 0x80nF:06 [▶ 67] Gain-Abgleich, Eingang RL

Anwender-Abgleich, Index 0x80n0:18 [▶ 58], 0x80n0:17 [▶ 58]

Die Freigabe des Anwender-Abgleichs erfolgt über den Index 0x80n0:0A [▶ 58]. Die Parametrierung erfolgt über die Indizes

- 0x80n0:17 [▶ 58] User Offset Abgleich
- 0x80n0:18 [▶ 58] User Gain Abgleich

Grundkalibrierung

Producer Codeword

Der Hersteller behält sich die Grundkalibrierung der Klemmen vor. Das Producer Codeword ist daher z. Zt. reserviert.

5.2.3.7 Berechnung der Prozessdaten

Die Klemme nimmt permanent Messwerte auf und legt die Rohwerte ihres A/D-Wandlers ins ADC raw value-Objekt 0x80nE:01 [▶ 66] bzw. 0x80nE:03 [▶ 66]. Nach jeder Erfassung des Analogsignals erfolgt die Korrekturberechnung mit den Hersteller-Kalibrierwerten. Anschließend folgt (optional) noch die Anwenderskalierung:

$Y_H = (X_{ADC} - B_K) \times A_K$ Messwert nach Hersteller-Kalibrierung (entspricht Y_A , wenn Index 0x80n0:0A [▶ 58] inaktiv)

$Y_A = Y_H \times A_W \times 2^{-16} + B_W$ Messwert nach Anwender-Skalierung

Legende

Name	Bezeichnung	Index
X_{ADC}	Ausgabe Wert des A/D-Wandlers	0x80nE:01 [▶ 66], 0x80nE:03 [▶ 66]
B_K	Offset der Hersteller-Kalibrierung (nur veränderbar, wenn das Objekt Producer codeword [▶ 52] 0xF008 [▶ 67] gesetzt wird)	0x80nF:01 [▶ 67], 0x80nF:05 [▶ 67]
A_K	Gain der Hersteller-Kalibrierung (nur veränderbar, wenn das Objekt Producer codeword [▶ 52] 0xF008 [▶ 67] gesetzt wird)	0x80nF:02 [▶ 67], 0x80nF:06 [▶ 67]
B_W	Offset der Anwender-Skalierung (aktivierbar über Index 0x80n0:0A [▶ 58])	0x80n0:17 [▶ 58]
A_W	Gain der Anwender-Skalierung (aktivierbar über Index 0x80n0:0A [▶ 58])	0x80n0:18 [▶ 58]
Y_A	Prozessdaten zur Steuerung	-

5.2.4 Beeinflussung durch störende Geräte

Beim Betrieb der schnellen analogen EtherCAT-Klemmen ELX320x können hochfrequente, überlagernde Signale von störenden Geräten (z. B. Proportionalventile, Schrittmotor- oder DC-Motor-Endstufen) von der Klemme erfasst werden. Als Maßnahme für einen störungssicheren Betrieb sollte der integrierte Filter der Klemme (siehe Index 0x80n0:06 [▶ 58]) zugeschaltet werden.

5.3 TwinSAFE SC

5.3.1 TwinSAFE SC - Funktionsprinzip

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

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

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

5.3.2 TwinSAFE SC - Konfiguration

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

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

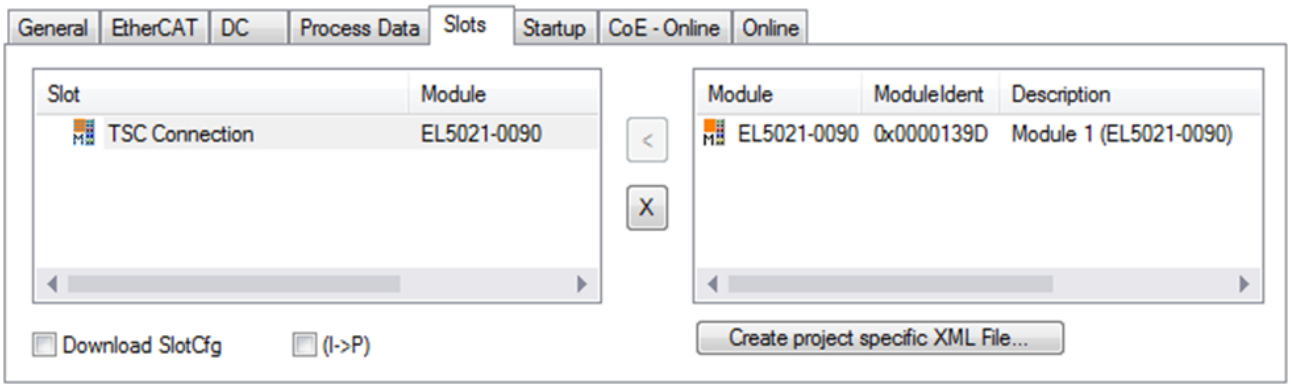


Abb. 38: Hinzufügen der TwinSAFE-SC-Prozessdaten unterhalb der Komponente z.B. EL5021-0090

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

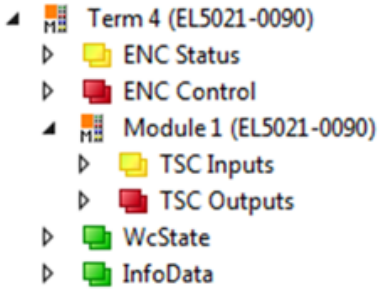


Abb. 39: Prozessdaten TwinSAFE SC Komponente, Beispiel EL5021-0090

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

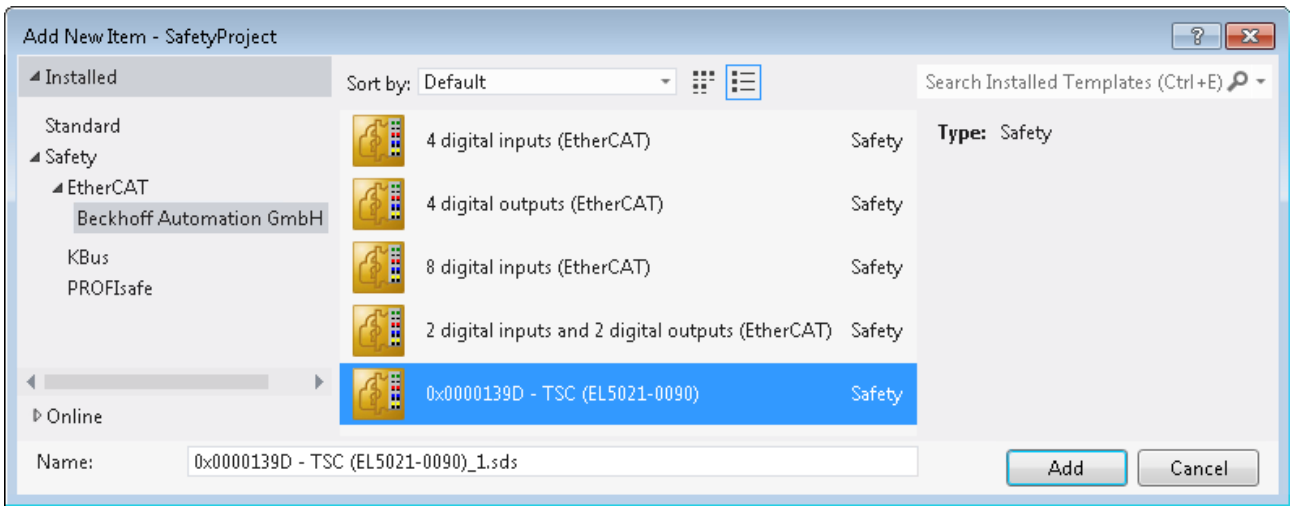


Abb. 40: Hinzufügen einer TwinSAFE-SC-Verbindung

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

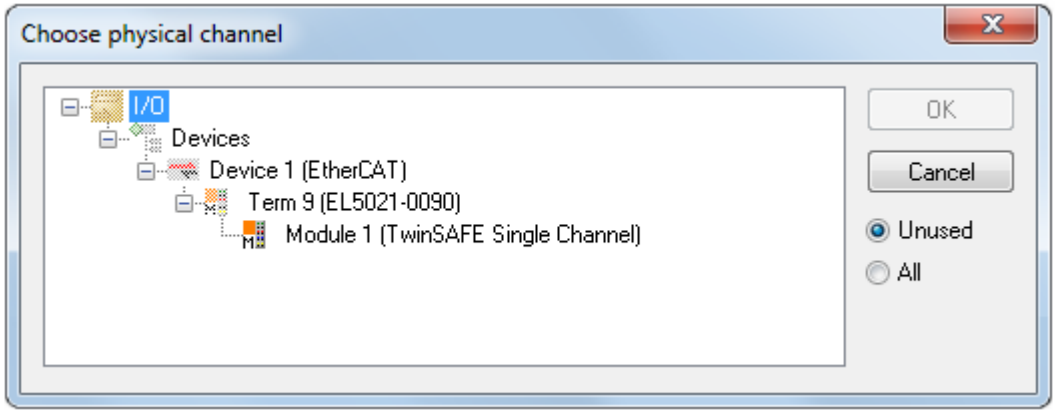


Abb. 41: Erstellen einer Verknüpfung zu einer TwinSAFE-SC-Klemme

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

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

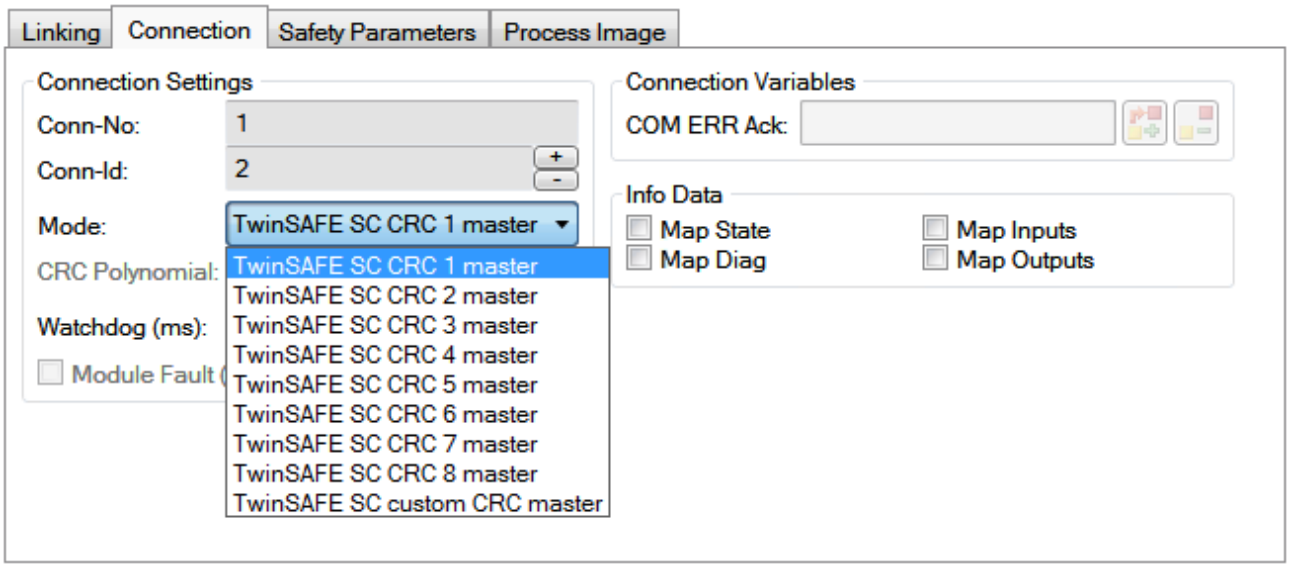


Abb. 42: Auswahl einer freien CRC

Diese Einstellungen müssen zu den Einstellungen passen, die in den CoE-Objekten der TwinSAFE-SC-Komponente eingestellt sind.
Die TwinSAFE-SC-Komponente stellt zunächst alle zur Verfügung stehenden Prozessdaten bereit. Der Reiter *Safety Parameters* enthält typischerweise keine Parameter. Unter dem Reiter *Process Image* kann die Prozessdatengröße bzw. die Prozessdaten selbst ausgewählt werden.

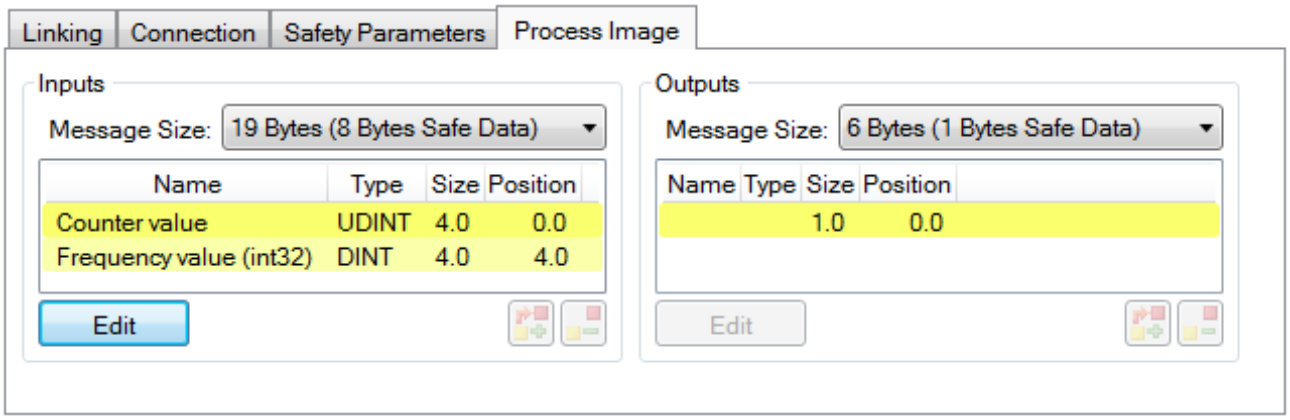


Abb. 43: Auswahl der Prozessdatengröße bzw. der Prozessdaten

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

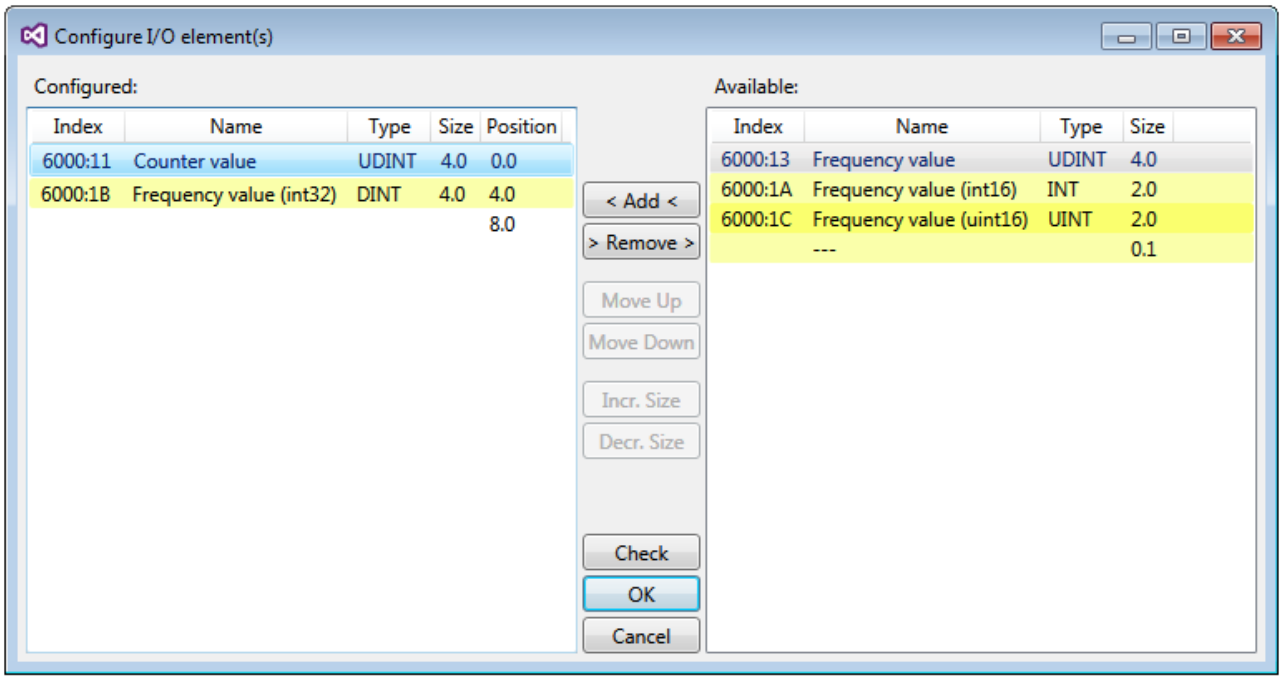


Abb. 44: Auswahl der Prozessdaten

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

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

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

Abb. 45: CoE Objekte 0x8010:01 und 0x8010:02 bei der EL5021-0090

Objekt *TSC Settings*

Die Index-Bezeichnung des Konfigurationsobjekts *TSC Settings* kann je nach Klemme unterschiedlich sein.
Beispiel:
- EL3214-0090 und EL3314-0090, TSC Settings, Index 8040
- EL5021-0090, TSC Settings, Index 8010
- EL6224-0090, TSC Settings, Index 800F

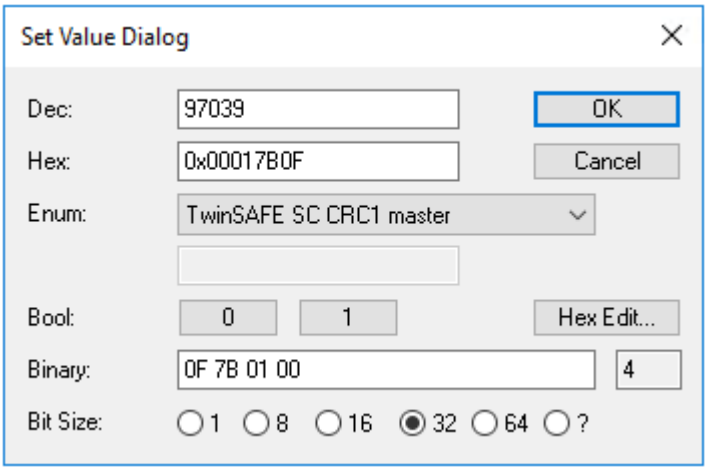


Abb. 46: Eintragen der Safety-Adresse und der CRC

TwinSAFE-SC-Verbindungen

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

5.3.3 TwinSAFE-SC-Prozessdaten der ELX320x-0090

Die ELX320x-0090 übertragen folgende Prozessdaten an die TwinSAFE-Logik:

Index	Name	Type	Größe
6000:11	RTD Module 1.Value	INT	2.0
6010:11	RTD Module 2.Value	INT	2.0
6020:11*	RTD Module 3.Value	INT	2.0
6030:11*	RTD Module 4.Value	INT	2.0

*) Nur gültig für ELX3204-0090

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

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

5.4 ELX320x - Objektbeschreibung

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.

Parametrierung über das CoE-Verzeichnis (CAN over EtherCAT)

Die Parametrierung der Klemme wird über den CoE-Online Reiter (mit Doppelklick auf das entsprechende Objekt) bzw. über den Prozessdatenreiter (Zuordnung der PDOs) vorgenommen. Beachten Sie bei Verwendung/Manipulation der CoE-Parameter die allgemeinen CoE-Hinweise:

- Führen Sie eine StartUp-Liste für den Austauschfall
- Unterscheidung zwischen Online/Offline Dictionary, Vorhandensein aktueller XML-Beschreibung
- Benutzen Sie *CoE-Reload* zum Zurücksetzen der Veränderungen

Relevante Objekte

Die Objektbeschreibung bezieht sich auf die Analogen Eingangsklemmen Pt100 (RTD) in ein- bis vierkanaliger Ausführung. Beachten Sie die Indizes bezüglich der für die jeweilige Klemme relevanten Objekte (kanalabhängig).

Einführung

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

- Objekte die zu Parametrierung und profilspezifische Objekte, die bei der Inbetriebnahme nötig sind
- Objekte die interne Settings anzeigen und ggf. nicht veränderlich sind

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

5.4.1 Objekte für die Inbetriebnahme

Index 1011: Restore default parameters

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
1011:0	Restore default parameters	Herstellen der Defaulteinstellungen	UINT8	RO	0x01 (1_{dez})
1011:01	SubIndex 01	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})

Index 80n0: RTD Settings für 0 ≤ n ≤ 3 (Ch. 1…4)

Einstellung der Filtereigenschaften erfolgt nur über Index 0x8000:15

Die Filterfrequenzen werden für alle Kanäle der Klemmen ELX320x zentral über den Kanal 1 (Index 0x8000:15) eingestellt.

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
80n0:0	RTD Settings	Maximaler Subindex	UINT8	RW	0x1B (27_{dez})
80n0:01	Enable user scale	Die Anwenderskalierung ist aktiv.	BOOLEAN	RW	0x00 (0_{dez})
80n0:02	Presentation	0: Signed presentation 1: Absolute value with MSB as sign Betragsvorzeichendarstellung 2: High resolution (1/100 C°)	BIT3	RW	0x00 (0_{dez})
80n0:05	Siemens bits	Die S5-Bits werden in den drei niederwertigen Bits (Value 0x60n0:11 [▶ 66]) eingeblendet Bit 0 = 1 (Overange oder Underrange) Bit 1 (not used) Bit 2 (not used)	BOOLEAN	RW	0x00 (0_{dez})
80n0:06	Enable filter	Software-Filter aktivieren, dadurch entfällt der SPS-zyklussynchrone Datenaustausch	BOOLEAN	RW	0x00 (0_{dez})
80n0:07	Enable limit 1	Die Statusbits werden abhängig von Limit 1 gesetzt	BOOLEAN	RW	0x00 (0_{dez})
80n0:08	Enable limit 2	Die Statusbits werden abhängig von Limit 2 gesetzt	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})
80n0:11	User scale offset	Offset der Anwenderskalierung	INT16	RW	0x0000 (0_{dez})
80n0:12	User scale gain	Die ist der Gain der Anwenderskalierung. Der Gain besitzt eine Festkommadarstellung mit dem Faktor 2^{-16}. Der Wert 1 entspricht 65535 (0x00010000).	INT32	RW	0x00010000 (65536_{dez})
80n0:13	Limit 1	Erster Grenzwert zum Setzen der Statusbits (Auflösung 0,1°C)	INT16	RW	0x0000 (0_{dez})
80n0:14	Limit 2	Zweiter Grenzwert zum Setzen der Statusbits (Auflösung 0,1°C)	INT16	RW	0x0000 (0_{dez})
80n0:15	Filter settings	Dieses Objekt bestimmt die digitalen Filtereinstellungen, wenn es über Enable filter (Index 0x80n0:06 [▶ 58]) aktiv ist. 0_{dez}: 2,5 Hz SYNC3 1_{dez}: 5 Hz SYNC3 2_{dez}: 10 Hz SYNC3 3_{dez}: 16,6 Hz SYNC3 4_{dez}: 20 Hz SYNC3 5_{dez}: 50 Hz SYNC3 6_{dez}: 60 Hz SYNC3 7_{dez}: 100 Hz SYNC3 8_{dez}: 200 Hz SYNC3 9_{dez}: 400 Hz SYNC3 10_{dez}: 800 Hz SYNC3 11_{dez}: 2 kHz SYNC3 16_{dez}: 2,5 Hz 17_{dez}: 5 Hz 18_{dez}: 10 Hz 19_{dez}: 16,6 Hz **20_{dez}: 50/ 60 Hz (default)** 21_{dez}: 50 Hz 22_{dez}: 60 Hz 23_{dez}: 100 Hz 24_{dez}: 200 Hz 25_{dez}: 400 Hz 26_{dez}: 800 Hz 27_{dez}: 2 kHz	UINT16	RW	0x0014 (20_{dez})
80n0:17	User calibration offset	Anwender Offset Abgleich	INT16	RW	0x0000 (0_{dez})
80n0:18	User calibration gain	Anwender Gain Abgleich	UINT16	RW	0xFFFF (65535_{dez})

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
80n0:19	RTD element	RTD:Element: **0_{dez}: Pt100 (default)** 1_{dez}: Ni100, -60°C bis 250°C 2_{dez}: Pt1000, -200°C bis 850°C 3_{dez}: Pt500, -200°C bis 850°C 4_{dez}: Pt200, -200° C bis 850°C 5_{dez}: Ni1000, -60°C bis 250°C 6_{dez}: Ni1000, 100°C: 1500 Ω (-30 bis 160°C) 7_{dez}: Ni120, -60°C bis 320°C 8_{dez}: Ausgabe in Ohm, Auflösung 1/16 Ω (0...4095 Ω) 9_{dez}: Ausgabe in Ohm, Auflösung 1/64 Ω (0…1047 Ω) 10_{dez}: KT100/110/130/210/230 KTY10/11/13/16/19 11_{dez}: KTY81/82-110,120,150 (-50...150°C) 12_{dez}: KTY81-121 13_{dez}: KTY81-122 14_{dez}: KTY81-151 15_{dez}: KTY81-152 16_{dez}: KTY81/82-210,220,250 17_{dez}: KTY81-221 18_{dez}: KTY81-222 19_{dez}: KTY81-251 20_{dez}: KTY81-252 21_{dez}: KTY83-110,120,150 (-50...175°C) 22_{dez}: KTY83-121 23_{dez}: KTY83-122 24_{dez}: KTY83-151 25_{dez}: KTY83-152 26_{dez}: KTY84-130,150 (-40...300°C) 27_{dez}: KTY84-151 28_{dez}: KTY21/23-6 (-50...150°C) 29_{dez}: KTY1x-5 30_{dez}: KTY1x-7 31_{dez}: KTY21/23-5 32_{dez}: KTY21/23-7	UINT16	RW	0x0000 (0_{dez})
80n0:1A	Connection technology	Anschlusstechnik: 0: Zweileiter-Anschluss 1*: Dreileiter-Anschluss 2*: Vierleiter-Anschluss 3: not connected	UINT16	RW	0x0000 (0_{dez})
80n0:1B	Wire calibration 1/32 Ohm	Abgleich der Zuleitungen	INT16	RW	0x0000 (0_{dez})

*) nicht für ELX3204

Index 8040: TSC Settings (nur ELX320x-0090)

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
8040:0	TSC Settings [▶ 53]	Maximaler Subindex	UINT8	RW	0x02 (2_{dez})
8040:01	Address	TwinSAFE SC Adresse	UINT16	RW	0x0000 (0_{dez})
8040:02	Connection Mode	Auswahl der TwinSAFE SC CRC	UINT32	RO	0x00000000 (0_{dez})

5.4.2 Standardobjekte (Index 0x1000 … 0x1FFF)

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

Index 1000: Device type

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
1000	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	( )

Index 1008: Device name

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

Index 1009: Hardware version

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

Index 100A: Software-Version

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

Index 100B: Bootloader-Vversion

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
100B	Bootloader version	Version des Bootloaders des EtherCAT-Slaves	STRING	RO	()

Index 1018: Identity

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
1018:0	Identity	Informationen, um den Slave zu identifizieren	UINT8	RO	0x04 (4_{dez})
1018:01	Vendor ID	Hersteller-ID des EtherCAT-Slaves	UINT32	RO	0x00000002 (2_{dez})
1018:02	Product code	Produkt-Code des EtherCAT-Slaves	UINT32	RO	( )
1018:03	Revision	Revisionsnummer des EtherCAT-Slaves, das Low-Word (Bit 0…15) kennzeichnet die Sonderklemmennummer, das High-Word (Bit 16…31) verweist auf die Gerätebeschreibung	UINT32	RO	( )
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	0x00000000 (0_{dez})

Index 1600: TSC RxPDO-Map Master Message (nur ELX320x-0090)

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
1600:0	TSC RxPDO-Map Master Message	PDO Mapping RxPDO	UINT8	RO	0x04 (4_{dez})
1600:01	SubIndex 01	1. PDO Mapping entry (object 0x7040 (TSC Master Frame Elements), entry 0x01 (TSC__Master Cmd))	UINT32	RO	0x7040:01, 8
1600:02	SubIndex 02	2. PDO Mapping entry (8 bits align)	UINT32	RO	0x0000:00, 8
1600:03	SubIndex 03	3. PDO Mapping entry (object 0x7040 (TSC Master Frame Elements), entry 0x03 (TSC__Master CRC_0))	UINT32	RO	0x7040:03, 16
1600:04	SubIndex 04	4. PDO Mapping entry (object 0x7040 (TSC Master Frame Elements), entry 0x02 (TSC__Master ConnID))	UINT32	RO	0x7040:02, 16

Index 1A0n: TxPDO-Map für 0 ≤ n ≤ 3 (Ch. 1…4)

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
1A0n:0	TxPDO-Map Ch.1	PDO Mapping TxPDO 1	UINT8	RW	0x09 (9_{dez})
1A0n:01	SubIndex 01	1. PDO Mapping entry (object 0x60n0 (RTD Inputs Ch.1), entry 0x01 (Underrange))	UINT32	RW	0x60n0:01, 1
1A0n:02	SubIndex 02	2. PDO Mapping entry (object 0x60n0 (RTD Inputs Ch.1), entry 0x02 (Overrange))	UINT32	RW	0x60n0:02, 1
1A0n:03	SubIndex 03	3. PDO Mapping entry (object 0x60n0 (RTD Inputs Ch.1), entry 0x03 (Limit 1))	UINT32	RW	0x60n0:03, 2
1A0n:04	SubIndex 04	4. PDO Mapping entry (object 0x60n0 (RTD Inputs Ch.1), entry 0x05 (Limit 2))	UINT32	RW	0x60n0:05, 2
1A0n:05	SubIndex 05	5. PDO Mapping entry (object 0x60n0 (RTD Inputs Ch.1), entry 0x07 (Error))	UINT32	RW	0x60n0:07, 1
1A0n:06	SubIndex 06	6. PDO Mapping entry (7 bits align)	UINT32	RW	0x0000:00, 7
1A0n:07	SubIndex 07	7. PDO Mapping entry (object 0x180n (TxPDO-Par Ch.1), entry 0x07 (TxPDO-State))	UINT32	RW	0x180n:07, 1
1A0n:08	SubIndex 08	8. PDO Mapping entry (object 0x180n (TxPDO-Par Ch.1), entry 0x09 (TxPDO-Toggle))	UINT32	RW	0x180n:09, 1
1A0n:09	SubIndex 00	9. PDO Mapping entry (object 0x60n0 (RTD Inputs Ch.1), entry 0x11 (Value))	UINT32	RW	0x60n0:11, 16

Index 1A02: TSC TxPDO-Map Slave Message (nur ELX3202-0090)

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
1A02:0	TSC TxPDO-Map Slave Message	PDO Mapping TxPDO	UINT8	RW	0x0A (10_{dez})
1A02:01	SubIndex 01	1. PDO Mapping entry (object 0x6040 (TSC Slave Frame Elements), entry 0x01 (TSC__Slave Cmd))	USINT8	RW	0x6040:01, 8
1A02:02	SubIndex 02	2. PDO Mapping entry (object 0x6000 (ENC Inputs), entry 0x11 (Counter value))	INT16	RW	0x6000:11, 16
1A02:03	SubIndex 03	3. PDO Mapping entry (object 0x6040 (TSC Slave Frame Elements), entry 0x03 (TSC__Slave CRC_0))	UINT16	RW	0x6040:03, 16
1A02:04	SubIndex 04	4. PDO Mapping entry (object 0x6010 (ENC Inputs), entry 0x11 (Counter value))	INT16	RW	0x6010:11, 16
1A02:05	SubIndex 05	5. PDO Mapping entry (object 0x6040 (TSC Slave Frame Elements), entry 0x04 (TSC__Slave CRC_1))	UINT16	RW	0x6040:04, 16

Index 1A04: TSC TxPDO-Map Slave Message (nur ELX3204-0090)

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
1A04:0	TSC TxPDO-Map Slave Message	PDO Mapping TxPDO	UINT8	RW	0x0A (10_{dez})
1A04:01	SubIndex 01	1. PDO Mapping entry (object 0x6040 (TSC Slave Frame Elements), entry 0x01 (TSC__Slave Cmd))	USINT8	RW	0x6040:01, 8
1A04:02	SubIndex 02	2. PDO Mapping entry (object 0x6000 (ENC Inputs), entry 0x11 (Counter value))	INT16	RW	0x6000:11, 16
1A04:03	SubIndex 03	3. PDO Mapping entry (object 0x6040 (TSC Slave Frame Elements), entry 0x03 (TSC__Slave CRC_0))	UINT16	RW	0x6040:03, 16
1A04:04	SubIndex 00	4. PDO Mapping entry (object 0x6010 (ENC Inputs), entry 0x11 (Counter value))	INT16	RW	0x6010:11, 16
1A04:05	SubIndex 05	5. PDO Mapping entry (object 0x6040 (TSC Slave Frame Elements), entry 0x04 (TSC__Slave CRC_1))	UINT16	RW	0x6040:04, 16
1A04:06	SubIndex 06	6. PDO Mapping entry (object 0x6020 (ENC Inputs), entry 0x11 (Counter value))	INT16	RW	0x6020:11, 16
1A04:07	SubIndex 07	7. PDO Mapping entry (object 0x6040 (TSC Slave Frame Elements), entry 0x05 (TSC__Slave CRC_2))	UINT16	RW	0x6040:05, 16
1A04:08	SubIndex 08	8. PDO Mapping entry (object 0x6030 (ENC Inputs), entry 0x11 (Counter value))	INT16	RW	0x6030:11, 16
1A04:09	SubIndex 09	9. PDO Mapping entry (object 0x6040 (TSC Slave Frame Elements), entry 0x06 (TSC__Slave CRC_3))	UINT16	RW	0x6040:06, 16
1A04:0A	SubIndex 10	10. PDO Mapping entry (object 0x6040 (TSC Slave Frame Elements), entry 0x02 (TSC__Slave ConnID))	UINT16	RW	0x6040:02, 16

Index 1C00: Sync manager type

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
1C00:0	Sync manager type	Benutzung der Sync Manager	UINT8	RO	0x04 (4_{dez})
1C00:01	SubIndex 01	Sync-Manager Type Channel 1: Mailbox Write	UINT8	RO	0x01 (1_{dez})
1C00:02	SubIndex 02	Sync-Manager Type Channel 2: Mailbox Read	UINT8	RO	0x02 (2_{dez})
1C00:03	SubIndex 00	Sync-Manager Type Channel 3: Process Data Write (Outputs)	UINT8	RO	0x03 (3_{dez})
1C00:04	SubIndex 04	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

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
1C13:0	TxPDO assign	PDO Assign Inputs	UINT8	RW	0x08 (8_{dez})
1C13:01	Subindex 01	1. zugeordnete TxPDO (enthält den Index des zugehörigen TxPDO Mapping Objekts)	UINT16	RW	0x1A00 (6656_{dez})
1C13:02*	Subindex 02	2. zugeordnete TxPDO (enthält den Index des zugehörigen TxPDO Mapping Objekts)	UINT16	RW	0x1A01 (6657_{dez})
1C13:03*	Subindex 03	3. zugeordnete TxPDO (enthält den Index des zugehörigen TxPDO Mapping Objekts)	UINT16	RW	0x1A02 (6658_{dez})
1C13:04	Subindex 04	4. zugeordnete TxPDO (enthält den Index des zugehörigen TxPDO Mapping Objekts)	UINT16	RW	0x1A03 (6659_{dez})

*) nur für ELX3204

Index 1C32: SM output parameter (nur ELX320x-0090)

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
1C32:0	SM output parameter	Synchronisierungsparameter der Outputs	UINT8	RO	0x20 (32_{dez})
1C32:01	Sync mode	Aktuelle Synchronisierungsbetriebsart: • 0: Free Run • 1: Synchron with SM 2 Event • 2: DC-Mode - Synchron with SYNC0 Event • 3: DC-Mode - Synchron with SYNC1 Event	UINT16	RW	0x0001 (1_{dez})
1C32:02	Cycle time	Zykluszeit (in ns): • 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})
1C32:03	Shift time	Zeit zwischen SYNC0 Event und Ausgabe der Outputs (in ns, nur DC-Mode)	UINT32	RO	0x00000000 (0_{dez})
1C32:04	Sync modes supported	Unterstützte Synchronisierungsbetriebsarten: • Bit 0 = 1: Free Run wird unterstützt • Bit 1 = 1: Synchron with SM 2 Event wird unterstützt • Bit 2-3 = 01: DC-Mode wird unterstützt • Bit 4-5 = 10: Output Shift mit SYNC1 Event (nur DC-Mode) • Bit 14 = 1: dynamische Zeiten (Messen durch Beschreiben von 0x1C32:08	UINT16	RO	0xC007 (49159_{dez})
1C32:05	Minimum cycle time	Minimale Zykluszeit (in ns)	UINT32	RO	0x0003D090 (250000_{dez})
1C32:06	Calc and copy time	Minimale Zeit zwischen SYNC0 und SYNC1 Event (in ns, nur DC-Mode)	UINT32	RO	0x00000000 (0_{dez})
1C32:07	Minimum delay time		UINT32	RO	0x00000000 (0_{dez})
1C32:08	Command	• 0: Messung der lokalen Zykluszeit wird gestoppt • 1: Messung der lokalen Zykluszeit wird gestartet Die Entries 0x1C32:03, 0x1C32:05, 0x1C32:06, 0x1C32:09, 0x1C33:03, 0x1C33:06, 0x1C33:09 [▶ 64] werden mit den maximal gemessenen Werten aktualisiert. Wenn erneut gemessen wird, werden die Messwerte zurückgesetzt	UINT16	RW	0x0000 (0_{dez})
1C32:09	Maximum Delay time	Zeit zwischen SYNC1 Event und Ausgabe der Outputs (in ns, nur DC-Mode)	UINT32	RO	0x00000000 (0_{dez})
1C32:0B	SM event missed counter	Anzahl der ausgefallenen SM-Events im OPERATIONAL (nur im DC Mode)	UINT16	RO	0x0000 (0_{dez})
1C32:0C	Cycle exceeded counter	Anzahl der Zykluszeitverletzungen im OPERATIONAL (Zyklus wurde nicht rechtzeitig fertig bzw. der nächste Zyklus kam zu früh)	UINT16	RO	0x0000 (0_{dez})
1C32:0D	Shift too short counter	Anzahl der zu kurzen Abstände zwischen SYNC0 und SYNC1 Event (nur im DC Mode)	UINT16	RO	0x0000 (0_{dez})
1C32:20	Sync error	Im letzten Zyklus war die Synchronisierung nicht korrekt (Ausgänge wurden zu spät ausgegeben, nur im DC Mode)	BOOLEAN	RO	0x00 (0_{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: • 0: Free Run • 1: Synchron with SM 3 Event (keine Outputs vorhanden) • 2: DC - Synchron with SYNC0 Event • 3: DC - Synchron with SYNC1 Event • 34: Synchron with SM 2 Event (Outputs vorhanden)	UINT16	RW	0x0022 (34_{dez})
1C33:02	Cycle time	Zykluszeit (in ns): • 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	RW	0x00000000 (0_{dez})
1C33:04	Sync modes supported	Unterstützte Synchronisierungsbetriebsarten: • Bit 0: Free Run wird unterstützt • Bit 1: Synchron with SM 2 Event wird unterstützt (Outputs vorhanden) • Bit 1: Synchron with SM 3 Event wird unterstützt (keine Outputs vorhanden) • Bit 2-3 = 01: DC-Mode wird unterstützt • Bit 4-5 = 01: Input Shift durch lokales Ereignis (Outputs vorhanden) • Bit 4-5 = 10: Input Shift mit SYNC1 Event (keine Outputs vorhanden) • Bit 14 = 1: dynamische Zeiten (Messen durch Beschreiben von 0x1C33:08)	UINT16	RO	0xC007 (49159_{dez})
1C33:05	Minimum cycle time	Minimale Zykluszeit (in ns)	UINT32	RO	0x0003D090 (250000_{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	0x00000000 (0_{dez})
1C33:07	Minimum delay time	Minimale Zeit zwischen SYNC1 Event und Ausgabe der Outputs (in ns, nur DC-Mode)	UINT32	RO	0x00000000 (0_{dez})
1C33:08	Command	• 0: Messung der lokalen Zykluszeit wird gestoppt • 1: Messung der lokalen Zykluszeit wird gestartet Die Entries 0x1C32:03, 0x1C32:05, 0x1C32:06, 0x1C32:07, 0x1C32:09, 0x1C33:03, 0x1C33:06, 0x1C33:07, 0x1C33:09 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})

5.4.3 Profilspezifische Objekte (Index 0x6000 … 0xFFFF)

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

Index 60n0: RTD Inputs für 0 ≤ n ≤ 3 (Ch. 1…4)

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
60n0:0	RTD Inputs	Maximaler Subindex	UINT8	RO	0x11 (17_{dez})
60n0:01	Underrange	Der Messbereich wird unterschritten.	BOOLEAN	RO P	0x00 (0_{dez})
60n0:02	Overrange	Der Messbereich wird überschritten. ("open circuit" Erkennung wenn "Error" [Index 0x60n0:07 [▶ 66]]) gesetzt ist	BOOLEAN	RO P	0x00 (0_{dez})
60n0:03	Limit 1	Grenzwertüberwachung 0: nicht aktiv 1: Wert ist größer als Grenzwert 2: Wert ist kleiner als Grenzwert 3: Wert ist gleich dem Grenzwert	BIT2	RO P	0x00 (0_{dez})
60n0:05	Limit 2	Grenzwertüberwachung 0: nicht aktiv 1: Wert ist größer als Grenzwert 2: Wert ist kleiner als Grenzwert 3: Wert ist gleich dem Grenzwert	BIT2	RO P	0x00 (0_{dez})
60n0:07	Error	Das Fehlerbit wird gesetzt, wenn das Datum ungültig ist.	BOOLEAN	RO P	0x00 (0_{dez})
60n0:0F	TxPDO State	Gültigkeit der Daten der zugehörigen TxPDO (0=valid, 1=invalid).	BOOLEAN	RO P	0x00 (0_{dez})
60n0:10	TxPDO Toggle	Der TxPDO Toggle wird vom Slave getoggelt, wenn die Daten der zugehörigen TxPDO aktualisiert wurden.	BOOLEAN	RO P	0x00 (0_{dez})
60n0:11	Value	Das analoge Eingangsdatum	INT16	RO P	0x0000 (0_{dez})

Index 6040: TSC Slave Frame Elements (nur ELX320x-0090)

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
6040:0	TSC Slave Frame Elements [▶ 53]	Maximaler Subindex	UINT8	RO	0x06 (6_{dez})
6040:01	TSC__Slave Cmd	reserviert	UINT8	RO P	0x00 (0_{dez})
6040:02	TSC__Slave ConnID	reserviert	UINT16	RO P	0x0000 (0_{dez})
6040:03	TSC__Slave CRC_0	reserviert	UINT16	RO P	0x0000 (0_{dez})
6040:04	TSC__Slave CRC_1	reserviert	UINT16	RO P	0x0000 (0_{dez})
6040:05	TSC__Slave CRC_2	reserviert	UINT16	RO P	0x0000 (0_{dez})
6040:06	TSC__Slave CRC_3	reserviert	UINT16	RO P	0x0000 (0_{dez})

Index 7040: TSC Master Frame Elements (nur ELX320x-0090)

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
7040:0	TSC Master Frame Elements	Maximaler Subindex	UINT8	RO	0x03 (3_{dez})
7040:01	TSC__Master Cmd	reserviert	UINT8	RO P	0x00 (0_{dez})
7040:02	TSC__Master ConnID	reserviert	UINT16	RO P	0x0000 (0_{dez})
7040:03	TSC__Master CRC_0	reserviert	UINT16	RO P	0x0000 (0_{dez})

Index 80nE: RTD Internal data für 0 ≤ n ≤ 3 (Ch. 1…4)

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
80nE:0	RTD Internal data	Maximaler Subindex	UINT8	RO	0x04 (4_{dez})
80nE:01	ADC raw value 1	ADC Rohwert 1	INT32	RO	0x00000000 (0_{dez})
80nE:02	Resistor 1	Widerstand 1 (Messwert Widerstandssensor, Auflösung 1/32 Ohm)	UINT16	RO	0x0000 (0_{dez})
80nE:03	ADC raw value 2 (RL)	ADC Rohwert 2 (RL)	INT32	RO	0x00000000 (0_{dez})
80nE:04	Resistor 2 (RL)	Widerstand 2 (RL) (Messwert der Zuleitung, Auflösung 1/32 Ohm)	UINT16	RO	0x0000 (0_{dez})

Index 80nF: RTD Vendor data für 0 ≤ n ≤ 3 (Ch. 1…4)

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
80nF:0	RTD Vendor data	Maximaler Subindex	UINT8	RO	0x06 (6_{dez})
80nF:01	Calibration offset	Hersteller Offset Abgleich	INT16	RW	0x0000 (0_{dez})
80nF:02	Calibration gain	Hersteller Gain Abgleich	UINT16	RW	0x9E50 (40528_{dez})
80nF:03	Calibration offset Pt1000	Hersteller Offset Abgleich, Pt1000	UINT32	RW	()
80nF:04	Calibration gain Pt1000	Hersteller Gain Abgleich, Pt1000	UINT32	RW	()
80nF:05	Calibration offset RL	Hersteller Offset Abgleich (Eingang RL)	INT16	RW	0x0000 (0_{dez})
80nF:06	Calibration gain RL	Hersteller Gain Abgleich (Eingang RL)	UINT16	RW	0x9E50 (40528_{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	()

Index F008: Code word

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

Index F010: Module list

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
F010:0	Module list	Anzahl Kanäle	UINT8	RO	()
F010:0n	Subindex 0n	Profil 320	INT32	RO	0x00000140 (320_{dez})

5.5 Status-Wort

Die Statusinformationen für jeden Kanal der ELX320x werden als Prozessdaten (PDO) zyklisch von der Klemme zum EtherCAT-Master übertragen.

Status-Wort

Bit	SW.15	SW.14	SW.13 … SW.7	SW.6	SW.5	SW.4	SW.3	SW.2	SW.1	SW.0
Name	TxPDO Toggle	TxPDO State	-	Error	Limit 2		Limit 1		Overrange	Underrange

Legende

- **TxPDO State:** Gültigkeit der Daten der zugehörigen TxPDO (0=valid, 1=invalid).
- **TxPDO Toggle**: Der TxPDO Toggle wird vom Slave getoggelt, wenn die Daten der zugehörigen TxPDO aktualisiert wurden. Dies lässt einen Rückschluss auf die aktuell benötigte Wandlungszeit zu.
- **Error**: Das Fehlerbit wird gesetzt, wenn das Prozessdatum ungültig ist (Leitungsbruch, Overrange, Underrange).
- **Limit 2:** Grenzwertüberwachung
  0: ok
  1: Grenzbereich überschritten
  2: Grenzbereich unterschritten
- **Limit 1:** Grenzwertüberwachung
  0: ok
  1: Grenzbereich überschritten
  2: Grenzbereich unterschritten
- **Overrange**: Messbereich überschritten (Leitungsbruch zusammen mit Error)
- **Underrange**: Messbereich unterschritten

Die Einstellung der Limit-Auswertung wird im CoE-Verzeichnis im Objek 0x80n0 [▶ 58] vorgenommen.

6 Schnellinbetriebnahme für erfahrene Anwender

⚠ WARNUNG

Beachten Sie die Hinweise zum Explosionsschutz

Insbesondere in den Kapiteln:

- Produktübersicht [▶ 14]
- Montage und Verdrahtung [▶ 19]

Inbetriebsetzung

- Montieren Sie die ELX320x wie im Kapitel Montage und Verdrahtung [▶ 19] beschrieben.
- Zur Dokumentation der Eigensicherheit der an ELX-Klemmen angeschlossenen elektrischen Stromkreise steht auf www.beckhoff.de eine Vorlage für den Eigensicherheitsnachweiß zur Verfügung.
- Konfigurieren Sie die ELX320x in TwinCAT wie in diesem Kapitel beschrieben.

6.1 Festlegen der Zykluszeit

Unter TwinCAT 3 Project → System → Real Time ist die Task-Zykluszeit der Klemme festzulegen.

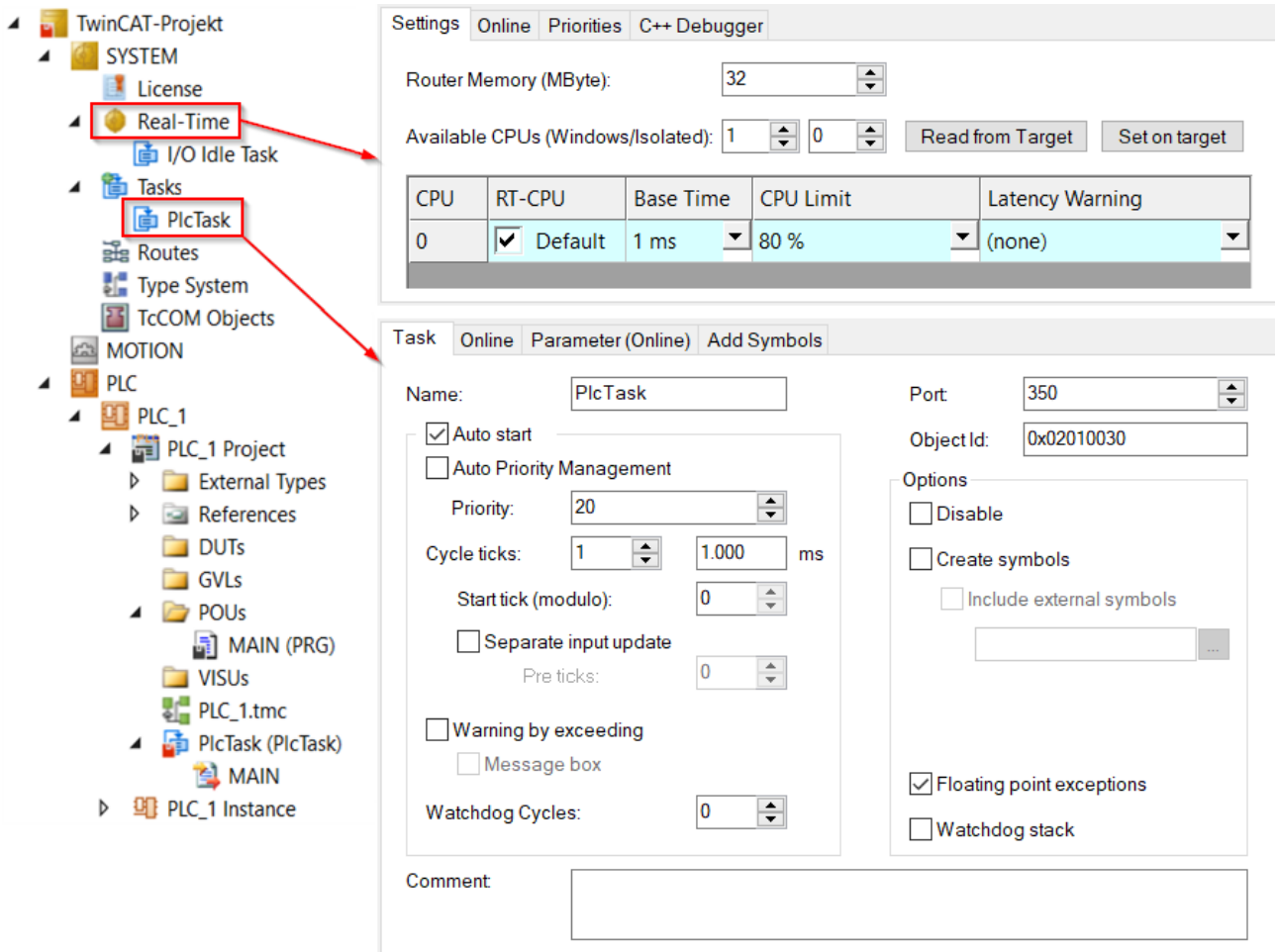


Abb. 47: Zykluszeit der PLC-Task

Gültigkeit der Messwerte

Bevor die Prozessdaten ausgewertet werden, sind immer die Diagnosedaten von Klemme und Kanal zu bewerten ob sie eine Ungültigkeit der Daten anzeigen:
- Kanal Status: Error, TxPDOstate
- Klemmen Status: Wc (WorkingCounter), State in OP

Wiederherstellen in den Auslieferungszustand (CoE-Reset)

Sie können die Klemme komplett in den Auslieferungszustand versetzen. Dabei wird aber auch die Auswahl des Interface im Objekt 0x80n0 wieder gelöscht. Die Vorgehensweise zum Wiederherstellen des Auslieferungszustandes ist im entsprechenden Kapitel beschrieben.

6.2 Inbetriebnahme anhand der CoE-Objekte

Die folgenden Hinweise können über die Inbetriebnahmeoberfläche oder aber auch direkt über CoE-Zugriff und PDO-Einstellung umgesetzt werden.

Der digitale Messwert wird im PDO (Prozessdaten Objekt) *Value* der PLC zur Verfügung stehen. Dabei sind insbesondere die RTD-Settings im CoE-Objekt 0x80n0 [▶ 58] zu beachten:

Einstellungen Analog-Eingang

- Ist die richtige Messkonfiguration Ausgewählt?
  In den Objekten 0x80n0:19 und 0x80n0:1A sind der Sensor und die verwendete Anschlusstechnik einzustellen.
- Sind die richtigen/gewünschten Filter aktiviert?
  Mit Objekt 0x80n0:15 kann Wahlweise ein Filter eingestellt sein, der den Ausgangswert entsprechend beeinflusst.
- Sind Skalierungswerte eingetragen?
  In den Objekten 0x80n0:11 und 0x80n0:12 können Offset- und Gain-Werte für die anwenderseitige Skalierung eingestellt werden. Diese beeinflussen den Messwert nur, wenn das Objekt 0x80n0:10 (Enable User Scale) auf TRUE gesetzt ist.

Anwender-Kalibrierungen über RTD-Settings, Data Objekt 0x80n0 [▶ 58]

In den Objekten 0x80n0:17 bis 0x80n0:18 könnten Koeffizienten zur Anwenderspezifischen Kalibrierung eingetragen sein.

6.3 Basisinformationen zur Inbetriebnahme

Parasitäre thermoelektrische Effekte

Überprüfen Sie die korrekte galvanische Verbindung von der Messstelle bis zu den Klemmeneingängen.

Beachten der Erfassungsgeschwindigkeit

Taktung der Klemme durch Programm-Task

Die Klemme wird von der Taskzykluszeit derjenigen Programm-Task „getaktet“, in der eine mit ihren PDO *Value* verknüpfte Variable durch eine Zuweisung (Lesezugriff) verwendet wird.

Liegt diese Variable zunächst nur als Globale Variable vor, kann sie mit einer Pragma-Anweisung einer Programm-Task zugeordnet werden. Siehe hierzu auch: infosys.beckhoff.com, unter:

TwinCAT 3 → TE1000 XAE → PLC → Referenz Programmierung → Pragmas → Attribut Pragmas → Attribute TcContextName

Startverhalten

Die Nutzung der DistributedClock-Synchronisierungsfunktion bedingt eine Synchronisierungsphase inkl. ADC-Synchronisierung wenn die Klemme in den Status SAFEOP/OP wechseln soll. Diese dauert einige Millisekunden. In dieser Zeit zeigt der Kanal *TxPDO=TRUE* an – das bedeutet der Kanal liefert keine gültigen Werte.

6.4 Widerstandsmessung (R/RTD)

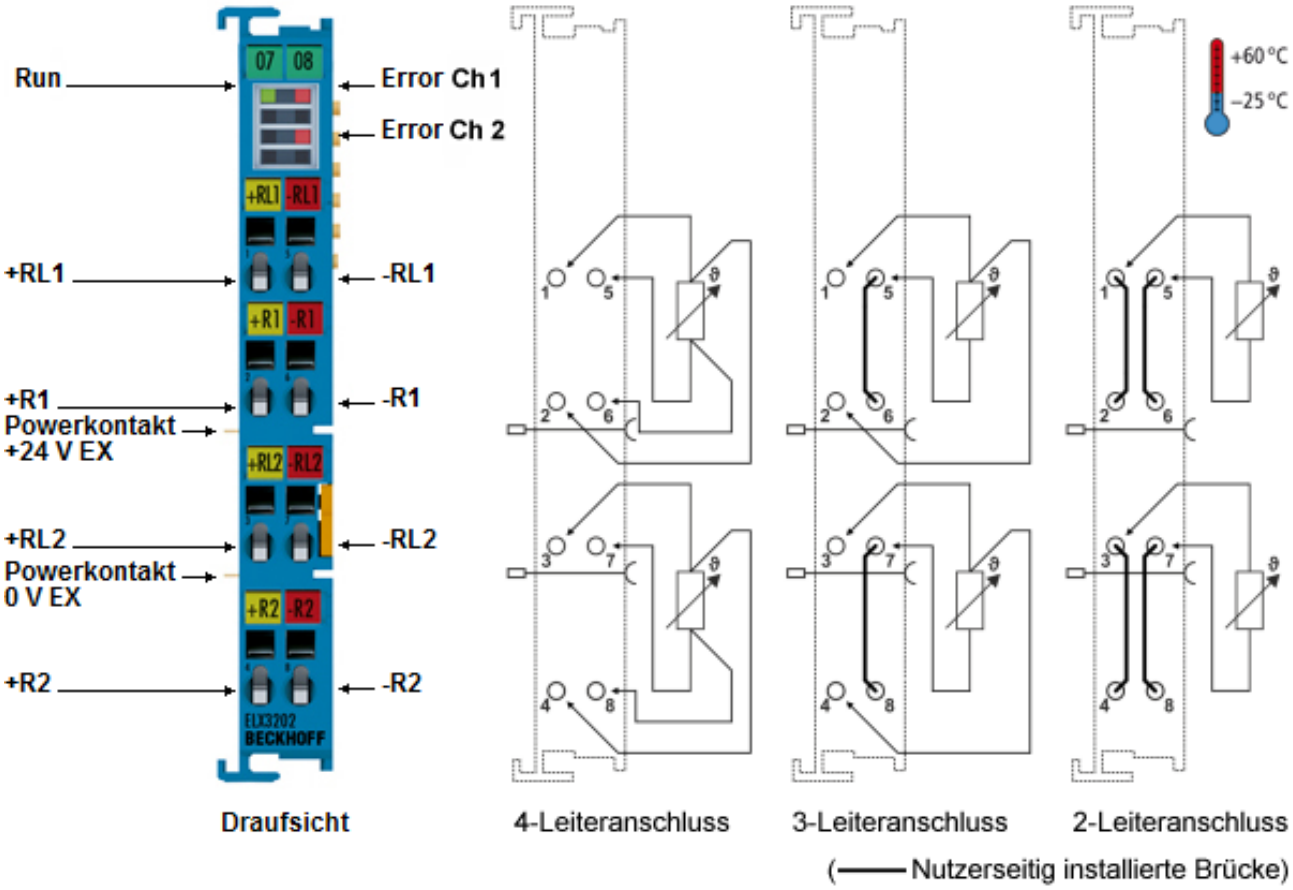


Abb. 48: ELX3202 - Anschlussbelegung

RTD steht für Resistance Temperature Device, also für temperaturabhängigen Widerstand.

Bei Widerstandsmessung

- ist der Messbereich und der 2/3/4-Leiter-Anschluss über das CoE-Objekt 0x80n0 [▶ 58] (RTD Settings Channel n) auszuwählen.

Anschlussmethode

Bei unkorrekter gewählter Anschlussmethode ist die Messung grundsätzlich erfolgreich, erreicht aber nicht die spezifizierte Genauigkeit.

- ist gegebenenfalls die gewünschte Widerstandstransformation (also das RTD-Element) im CoE-Objekt 0x80n0:19 [▶ 58] auszuwählen.
- sind datenbearbeitende Features der ELX320x (Filter und Anwenderskalierung) nutzbar.

Resultat: Der Widerstand bzw. die Temperatur am Sensor kann dann über die variable *Value* oder das CoE-Objekt 0x600n.11 [▶ 66] ausgelesen werden und steht z.B. einem PLC-Programm zur Verfügung.

Siehe auch Kapitel Grundlagen zur Funktion [▶ 34].

Diagnose: Betriebssicherheit

Zur erhöhten Betriebssicherheit und einfachen Diagnose (Stichwort: Drahtbruchdiagnose) lassen sich über das Status-Wort [▶ 68], das Erreichen der Underrange/Overrange-Grenzen auslesen.

Diagnose: Betriebssicherheit

Ist in diesem Modus eine erhöhte Betriebssicherheit gewünscht (Stichwort: Drahtbruchdiagnose) kann ggf. dazu das Feature der verstellbaren Underrange/ Overrange Grenzen der Firmware genutzt werden. Wenn beispielsweise die Messbereichsendwerte 0 und 5 kΩ (oder entsprechend die Temperaturen) durch den echten Sensor nicht auftreten können, kann der Anwender im CoE entsprechend verringerte Werte eintragen. Tritt dann die Messbereichsüberschreitung durch z.B. einsatzwidrige Verdrahtung auf, wird dies durch das Error-Bit/ die Error-LED angezeigt.

7 Anhang

7.1 EtherCAT AL Status Codes

Detaillierte Informationen hierzu entnehmen Sie bitte der vollständigen EtherCAT-Systembeschreibung.

7.2 UL-Hinweise

Application

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

Examination

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

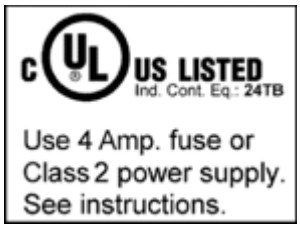
Not for connection to telecommunication circuits.

Grundlagen

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

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

2. UL-Zertifikation 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.

7.3 FM-Hinweise

Besondere Hinweise hinsichtlich ANSI/ISA Ex

⚠ WARNUNG

Beachten Sie den zulässigen Einsatzbereich!

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

⚠ WARNUNG

Berücksichtigen Sie die Dokumentation *Control Drawing ELX*!

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

7.4 Support und Service

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

Beckhoff Niederlassungen und Vertretungen

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

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

Dort finden Sie auch weitere Dokumentationen zu Beckhoff Komponenten.

Support

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

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

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

Service

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

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

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

Unternehmenszentrale Deutschland

Beckhoff Automation GmbH & Co. KG

Hülshorstweg 20
33415 Verl
Deutschland

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

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1 ELX1052 mit Date Code 43220001, BTN 999apr7y und Kennzeichnung für ATEX, IECEx und cFMus ... 9
Abb. 2 ELX9560 mit Date Code 37220005, BTN 999arb1p Kennzeichnung für ATEX, IECEx und cF-Mus ... 10
Abb. 3 ELX9012 mit Date Code 36230000, BTN 000bh4yr Kennzeichnung für ATEX, IECEx und cF-Mus ... 11
Abb. 4 ELX2002 mit Kennzeichnung für ANZEx ... 12
Abb. 5 ELX9560 mit Kennzeichnung für ANZEx ... 13
Abb. 6 ELX3202 - Zweikanalige Analog-Eingangsklemme RTD, 2-, 3-, 4-Leitertechnik, 16 Bit, Ex i ... 14
Abb. 7 ELX3204 - Vierkanalige Analog-Eingangsklemme RTD, 2-Leitertechnik, 16 Bit, Ex i ... 15
Abb. 8 Zulässige Anordnung der ELX-Klemmen (rechter Klemmenblock) ... 21
Abb. 9 Zulässige Anordnung - vor und nach dem ELX-Klemmenstrang sind Klemmen gesetzt, die nicht zur ELX-Serie gehören. Die Trennung erfolgt durch die ELX9560 zu Beginn des ELX-Klemmenstranges und zwei ELX9410 zum Ende des ELX-Klemmenstranges. ... 21
Abb. 10 Zulässige Anordnung - vor und nach dem ELX-Klemmenstrang sind Klemmen gesetzt, die nicht zur ELX-Serie gehören. Die Trennung erfolgt durch die ELX9560 zu Beginn des ELX-Klemmenstranges und den EK1110 zum Ende des ELX-Klemmenstranges. ... 21
Abb. 11 Zulässige Anordnung - mehrfache Wiedereinspeisungen durch ELX9560 mit jeweils einer vorgeschalteten ELX9410. ... 22
Abb. 12 Zulässige Anordnung - ELX9410 vor einer Einspeiseklemme ELX9560. ... 22
Abb. 13 Unzulässige Anordnung - fehlende Einspeiseklemme ELX9560. ... 22
Abb. 14 Unzulässige Anordnung - Klemme im ELX-Klemmenstrang, die nicht zur ELX-Serie gehört ... 22
Abb. 15 Unzulässige Anordnung - zweite Einspeiseklemme ELX9560 im ELX-Klemmenstrang ohne vorgeschaltete ELX9410. ... 23
Abb. 16 Unzulässige Anordnung - fehlende Busendkappe ELX9012. ... 23
Abb. 17 Einbaulage und Mindestabstände ... 24
Abb. 18 Montage auf Tragschiene ... 25
Abb. 19 Demontage von Tragschiene ... 26
Abb. 20 Standardverdrahtung ... 27
Abb. 21 High-Density-Klemmen ... 27
Abb. 22 Anschluss einer Leitung an eine Klemmstelle ... 28
Abb. 23 ELX3202 - Anschlussbelegung ... 30
Abb. 24 ELX3204 - Anschlussbelegung ... 32
Abb. 25 Messbereichsendwert, Messspanne ... 34
Abb. 26 SE und DIFF-Modul als 2-kanalige Variante ... 37
Abb. 27 2-Leiter-Anschluss ... 39
Abb. 28 Gleichtaktspannung (Ucm) ... 40
Abb. 29 Empfohlener Einsatzspannungsbereich ... 41
Abb. 30 Signalverarbeitung Analogeingang ... 42
Abb. 31 Diagramm Signalverzögerung (Sprungantwort) ... 43
Abb. 32 Diagramm Signalverzögerung (linear) ... 43
Abb. 33 ELX3202 - Zugriff auf die CoE-Parameter im TwinCAT ... 46
Abb. 34 ELX3202 - Einstellung not connected ... 47
Abb. 35 Datenschema ... 48
Abb. 36 Typischer Frequenzgang eines Kerbfilters, eingestellt auf 50 Hz ... 50
Abb. 37 Set Value Dialog ... 51
Abb. 38 Hinzufügen der TwinSAFE-SC-Prozessdaten unterhalb der Komponente z.B. EL5021-0090 ... 53

Abb. 39 Prozessdaten TwinSAFE SC Komponente, Beispiel EL5021-0090 53
Abb. 40 Hinzufügen einer TwinSAFE-SC-Verbindung 54
Abb. 41 Erstellen einer Verknüpfung zu einer TwinSAFE-SC-Klemme 54
Abb. 42 Auswahl einer freien CRC 55
Abb. 43 Auswahl der Prozessdatengröße bzw. der Prozessdaten 55
Abb. 44 Auswahl der Prozessdaten 56
Abb. 45 CoE Objekte 0x8010:01 und 0x8010:02 bei der EL5021-0090 56
Abb. 46 Eintragen der Safety-Adresse und der CRC 57
Abb. 47 Zykluszeit der PLC-Task 69
Abb. 48 ELX3202 - Anschlussbelegung 71

Trademark statements

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

Mehr Informationen:
www.beckhoff.com/ELXxxxx

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