

Dokumentation | DE

# EL32xx-0xx0

Analoge Eingangsklemmen Pt100 (RTD)



EtherCAT®



# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Produktübersicht Analoge Eingangsklemmen Pt100 (RTD)</b> .....	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>Vorwort</b> .....	<b>6</b>
2.1	Hinweise zur Dokumentation .....	6
2.2	Sicherheitshinweise .....	7
2.3	Ausgabestände der Dokumentation .....	8
2.4	Versionsidentifikation von EtherCAT-Geräten .....	10
2.4.1	Beckhoff Identification Code (BIC).....	13
<b>3</b>	<b>Produktübersicht</b> .....	<b>15</b>
3.1	EL3201, EL3202, EL3204, EL3214, EL3208, EL3218 - Einführung.....	15
3.2	EL3214-0090 - Einführung .....	22
3.3	Technologie RTD-Messung .....	23
3.4	Grundlagen der RTD-Technologie .....	27
3.4.1	Übersicht implementierte RTD Transformationen .....	32
3.5	Technische Daten.....	38
3.6	Hinweis zu Beckhoff Kalibrierzertifikaten.....	45
3.7	Start .....	45
<b>4</b>	<b>Grundlagen der Kommunikation</b> .....	<b>46</b>
4.1	EtherCAT-Grundlagen .....	46
4.2	EtherCAT-Verkabelung - Drahtgebunden .....	46
4.3	Allgemeine Hinweise zur Watchdog-Einstellung .....	47
4.4	EtherCAT State Machine .....	49
4.5	CoE-Interface .....	51
4.6	Distributed Clock .....	56
<b>5</b>	<b>Installation</b> .....	<b>57</b>
5.1	Sicherheitshinweise .....	57
5.2	Umgebungsbedingungen .....	57
5.3	Transportvorgaben / Lagerung .....	57
5.4	Schaltschrank / Klemmenkasten .....	57
5.5	Hinweise zum ESD-Schutz.....	58
5.6	Tragschienenmontage.....	59
5.7	Montagevorschriften für erhöhte mechanische Belastbarkeit.....	62
5.8	Positionierung von passiven Klemmen.....	63
5.9	Einbaulagen.....	64
5.10	Anschluss .....	66
5.10.1	Anschlusstechnik .....	66
5.10.2	Verdrahtung .....	68
5.10.3	Schirmung.....	69
5.11	ATEX - Besondere Bedingungen (Standardtemperaturbereich) .....	70
5.12	ATEX - Besondere Bedingungen (erweiterter Temperaturbereich).....	71
5.13	Weiterführende Dokumentation zu ATEX und IECEx .....	72
5.14	UL-Hinweise .....	72
5.15	LEDs und Anschlussbelegung.....	73
5.16	Anschluss analoger RTD-Signalleitungen .....	84

<b>6</b>	<b>Inbetriebnahme</b>	<b>87</b>
6.1	TwinCAT Quickstart	87
6.1.1	TwinCAT 2	90
6.1.2	TwinCAT 3	100
6.2	TwinCAT Entwicklungsumgebung	113
6.2.1	Installation TwinCAT Realtime Treiber	114
6.2.2	Hinweise ESI-Gerätebeschreibung	119
6.2.3	TwinCAT ESI Updater	123
6.2.4	Unterscheidung Online/Offline	123
6.2.5	OFFLINE Konfigurationserstellung	124
6.2.6	ONLINE Konfigurationserstellung	129
6.2.7	EtherCAT Teilnehmerkonfiguration	137
6.2.8	Import/Export von EtherCAT-Teilnehmern mittels SCI und XTI	147
6.3	Allgemeine Inbetriebnahmehinweise des EtherCAT Slaves	153
6.4	Einstellungen und Anwendungshinweise zur EL32xx-0010/0020	162
6.5	Einstellungen und Anwendungshinweise zur EL3204-0200	165
6.6	Prozessdaten und Betriebsmodi	174
6.7	TwinSAFE SC	181
6.7.1	TwinSAFE SC - Funktionsprinzip	181
6.7.2	TwinSAFE SC - Konfiguration	182
6.8	TwinSAFE SC Prozessdaten EL3214-0090	186
6.9	CoE Objektverzeichnis EL32xx-00xx	186
6.10	CoE Objektverzeichnis EL3204-0200	199
6.11	Status-Wort	207
6.12	Grundlagen zu Signaltrennern, Barrieren	212
6.13	Hinweise zu analogen Spezifikationen	214
6.13.1	Messbereichsendwert (MBE)	214
6.13.2	Messfehler/ Messabweichung	214
6.13.3	Temperaturkoeffizient tK [ppm/K]	215
6.13.4	Langzeiteinsatz	216
6.13.5	Typisierung SingleEnded / Differentiell	216
6.13.6	Gleichtaktspannung und Bezugsmasse (bezogen auf Differenzeingänge)	221
6.13.7	Spannungsfestigkeit	221
6.13.8	Zeitliche Aspekte der analog/digital Wandlung	222
<b>7</b>	<b>Anhang</b>	<b>225</b>
7.1	EtherCAT AL Status Codes	225
7.2	Kalibrierungs-Zertifikat	225
7.3	Firmware Kompatibilität	226
7.4	Firmware Update EL/ES/ELM/EM/EPxxxx	228
7.4.1	Gerätebeschreibung ESI-File/XML	229
7.4.2	Erläuterungen zur Firmware	232
7.4.3	Update Controller-Firmware *.efw	234
7.4.4	FPGA-Firmware *.rbf	235
7.4.5	Gleichzeitiges Update mehrerer EtherCAT-Geräte	239
7.5	Wiederherstellen des Auslieferungszustandes	240
7.6	Support und Service	241

# 1 Produktübersicht Analoge Eingangsklemmen Pt100 (RTD)

<a href="#">EL3201, EL3202, EL3204 [► 15]</a>	1-, 2-, 4 kanalige Eingangsklemmen Pt100 (RTD)
<a href="#">EL3201-0010, EL3202-0010 [► 15]</a>	1-, 2 kanalige Eingangsklemmen Pt100 (RTD), hochpräzise
<a href="#">EL3201-0020, EL3202-0020 [► 15]</a>	1-, 2 kanalige Eingangsklemmen Pt100 (RTD), hochpräzise mit Kalibrierungszertifikat
<a href="#">EL3204-0162</a>	4 kanalige Eingangsklemme für 2x Pt100 (RTD) und 2x -10 ...+10 V, 12 Bit, single ended
<a href="#">EL3204-0200 [► 15]</a>	4 kanalige Eingangsklemme für RTD bis 240 k $\Omega$ , NTC 20 k, 16 Bit
<a href="#">EL3214 [► 19]</a>	4 kanalige HD-Eingangsklemme Pt100 für 3-Leiteranschluss
<a href="#">EL3214-0090 [► 22]</a>	4 kanalige HD-Eingangsklemme für Pt100 (RTD), 3-Leiteranschluss, TwinSAFE Single Channel
<a href="#">EL3208 [► 20]</a>	8 kanalige HD-Eingangsklemme Pt100 (RTD)
<a href="#">EL3208-0010 [► 20]</a>	8 kanalige HD-Eingangsklemme PT1000, Ni1000 (RTD); NTC-Sensoren, Potentiometer
<a href="#">EL3218 [► 21]</a>	8 kanalige analoge HD-Eingangsklemme PT100 (RTD) für 2/3-Leiteranschluss

## 2 Vorwort

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

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

#### Disclaimer

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

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

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

#### Marken

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

#### Patente

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



**EtherCAT®**

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.

## 2.2 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.

### Erklärung der Hinweise

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

#### **GEFAHR**

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

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

#### **WARNUNG**

##### **Verletzungsgefahr!**

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

#### **VORSICHT**

##### **Schädigung von Personen!**

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

#### **HINWEIS**

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

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



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

Dieses Symbol kennzeichnet Informationen, die zum besseren Verständnis beitragen.

## 2.3 Ausgabestände der Dokumentation

Version	Kommentar
6.1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Update Kapitel „Einführung“</li> <li>• Update Kapitel "LEDs und Anschlussbelegung"</li> <li>• Update Kapitel „Ratiometrische Spannungsmessung“</li> <li>• Update Struktur</li> <li>• Update Revisionsstand</li> </ul>
6.0	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Update Kapitel „Einführung“</li> <li>• Kapitel „Inbetriebnahme“: Selbsterwärmung von RTD-Sensoren“ ergänzt</li> </ul>
5.9	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kapitel „Inbetriebnahme“: Unterkapitel „Grundlagen zu Signaltrennern, Barrieren“ eingefügt</li> <li>• Revisionsstand aktualisiert</li> <li>• Kapitel „Objektbeschreibung“ aktualisiert</li> <li>• Update Struktur</li> </ul>
5.8	<ul style="list-style-type: none"> <li>• EL3208-0010 ergänzt</li> <li>• EL3218-0000 ergänzt</li> <li>• Update Kapitel "Technische Daten"</li> <li>• Update Struktur</li> <li>• Update Revisionsstand</li> </ul>
5.7	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Update Kapitel "Technische Daten"</li> <li>• Update Struktur</li> </ul>
5.6	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Update Kapitel "Technische Daten"</li> <li>• Update Struktur</li> </ul>
5.5	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Update Kapitel "Technische Daten"</li> <li>• Update UL - Hinweise</li> </ul>
5.4	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Update Kapitel "Technische Daten"</li> <li>• Update Kapitel "CoE Objektbeschreibung EL32xx-00xx"</li> <li>• Update Struktur</li> <li>• Update Revisionsstand</li> </ul>
5.3	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Update Kapitel "Technische Daten"</li> <li>• Update Kapitel " EL3214-0090 - Einleitung" und Kapitel "CoE Objektbeschreibung EL32xx-00xx"</li> <li>• Update Kapitel "TwinSAFE SC"</li> <li>• Update Struktur</li> <li>• Update Revisionsstand</li> </ul>
5.2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Update Kapitel "Objektverzeichnis", „Funktion“</li> <li>• Update Struktur</li> <li>• Update Revisionsstand</li> </ul>
5.1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Update Kapitel "Technische Daten"</li> <li>• Update Struktur</li> <li>• Update Revisionsstand</li> </ul>
5.0	<ul style="list-style-type: none"> <li>• EL3214-0090 ergänzt</li> <li>• Update Kapitel "Technische Daten"</li> <li>• Update Struktur</li> <li>• Update Revisionsstand</li> </ul>
4.9	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Update Kapitel "Technische Daten" Hinweis zum ESD-Schutz eingefügt</li> <li>• Kapitel "Analogtechnische Hinweise - Spezifikationen" ersetzt durch Kapitel "Hinweise zu analogen Spezifikationen"</li> </ul>
4.8	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Update Kapitel "Technologie RTD-Messung"</li> <li>• Korrektur Revisionsstand</li> </ul>

Version	Kommentar
4.7	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Update Kapitel "Hinweise zur Dokumentation"</li> <li>• Korrektur Technische Daten</li> <li>• Update Kapitel "TwinCAT 2.1x" -&gt; Kapitel "TwinCAT Entwicklungsumgebung" und Kapitel "TwinCAT Quick Start"</li> <li>• Korrektur Revisionsstand</li> </ul>
4.6	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Update Kapitel „Technische Daten“</li> <li>• Revisionsstand aktualisiert</li> </ul>
4.5	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Update Kapitel „Einstellungen und Anwendungshinweise zur EL32xx-0010/0020“</li> <li>• „Hinweis zum Werkskalibrierzertifikat“ in das Kapitel „Produktübersicht“ eingefügt</li> </ul>
4.4	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Update Kapitel "Technische Daten"</li> <li>• Update Struktur</li> <li>• Update Revisionsstand</li> </ul>
4.3	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Update Kapitel "Technologie RTD-Messung"</li> <li>• Update Struktur</li> <li>• Update Revisionsstand</li> </ul>
4.2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Update Kapitel "Technische Daten"</li> <li>• Update Struktur</li> <li>• Update Revisionsstand</li> </ul>
4.1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Update Kapitel "LED's und Anschluss"</li> </ul>
4.0	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Überführung SCHEMA</li> <li>• EL3208 hinzugefügt</li> <li>• EL3214 hinzugefügt</li> <li>• Update Kapitel "Technische Daten"</li> <li>• Update Struktur</li> <li>• Update Revisionsstand</li> </ul>
3.1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Update Kapitel "Technische Daten"</li> <li>• Kapitel "Montagehinweise bei erhöhter mechanischer Belastbarkeit" ergänzt</li> <li>• Update Struktur</li> <li>• Update Revisionsstand</li> </ul>
3.0	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Update Struktur</li> </ul>
2.9	<ul style="list-style-type: none"> <li>• EL3204-0200 ergänzt</li> <li>• Update Struktur</li> </ul>
2.8	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kapitel "Technologie" aktualisiert</li> </ul>
2.7	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kapitel "Technologie RTD-Messung" aktualisiert, EL3204-0200 ergänzt</li> </ul>
2.6	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kapitel "Technologie" aktualisiert</li> </ul>
2.5	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kapitel "RTD-Technologie" hinzugefügt</li> </ul>
2.4	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Update Kapitel "Technologie"</li> </ul>
2.3	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hinweis zum Anschluss analoger Signalleitungen ergänzt</li> </ul>
2.2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hinweis Kalibrierungs-Zertifikat ergänzt</li> <li>• Update Struktur</li> </ul>
2.1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• EL3202-0020 ergänzt</li> </ul>
2.0	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Datenflussschema ergänzt, Technische Hinweise ergänzt</li> </ul>
1.9	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Technische Hinweise ergänzt</li> </ul>
1.8	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Technische Hinweise ergänzt</li> </ul>
1.7	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Technische Daten ergänzt und korrigiert</li> </ul>
1.6	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Technische Korrekturen, Ergänzung EL3202-0010</li> </ul>
1.5	<ul style="list-style-type: none"> <li>• KT/KTY Kennlinien hinzugefügt, Ergänzung Limit</li> </ul>
1.4	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Technische Änderungen hinzugefügt</li> </ul>
1.3	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Technische Änderungen hinzugefügt</li> </ul>
1.2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• EL3201-0010, EL3201-0020 hinzugefügt</li> </ul>
1.1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Technische Daten korrigiert</li> </ul>
1.0	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Technische Daten ergänzt, erste Veröffentlichung</li> </ul>

## 2.4 Versionsidentifikation von EtherCAT-Geräten

### Bezeichnung

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

- Familienschlüssel
- Typ
- Version
- Revision

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

### Hinweise

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

### Identifizierungsnummer

Beckhoff EtherCAT Geräte der verschiedenen Linien verfügen über verschiedene Arten von Identifizierungsnummern:

#### Produktionslos/Chargennummer/Batch-Nummer/Seriennummer/Date Code/D-Nummer

Als Seriennummer bezeichnet Beckhoff im IO-Bereich im Allgemeinen die 8-stellige Nummer, die auf dem Gerät aufgedruckt oder auf einem Aufkleber angebracht ist. Diese Seriennummer gibt den Bauzustand im Auslieferungszustand an und kennzeichnet somit eine ganze Produktions-Charge, unterscheidet aber nicht die Module einer Charge.

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

KK - Produktionswoche (Kalenderwoche)  
 YY - Produktionsjahr  
 FF - Firmware-Stand  
 HH - Hardware-Stand

Beispiel mit

Ser. Nr.: 12063A02: 12 - Produktionswoche 12 06 - Produktionsjahr 2006 3A - Firmware-Stand 3A 02 - Hardware-Stand 02

Ausnahmen können im **IP67-Bereich** auftreten, dort kann folgende Syntax verwendet werden (siehe jeweilige Gerätedokumentation):

Syntax: D ww yy x y z u

D - Vorsatzbezeichnung

ww - Kalenderwoche

yy - Jahr

x - Firmware-Stand der Busplatine

y - Hardware-Stand der Busplatine

z - Firmware-Stand der E/A-Platine

u - Hardware-Stand der E/A-Platine

Beispiel: D.22081501 Kalenderwoche 22 des Jahres 2008 Firmware-Stand Busplatine: 1 Hardware Stand Busplatine: 5 Firmware-Stand E/A-Platine: 0 (keine Firmware für diese Platine notwendig) Hardware-Stand E/A-Platine: 1

### Eindeutige Seriennummer/ID, ID-Nummer

Darüber hinaus verfügt in einigen Serien jedes einzelne Modul über eine eindeutige Seriennummer.

Siehe dazu auch weiterführende Dokumentation im Bereich

- IP67: [EtherCAT Box](#)
- Safety: [TwinSafe](#)
- Klemmen mit Werkskalibrierzertifikat und andere Messtechnische Klemmen

### Beispiele für Kennzeichnungen



Abb. 1: EL5021 EL-Klemme, Standard IP20-IO-Gerät mit Seriennummer/ Chargennummer und Revisionskennzeichnung (seit 2014/01)



Abb. 2: EK1100 EtherCAT Koppler, Standard IP20-IO-Gerät mit Seriennummer/ Chargennummer

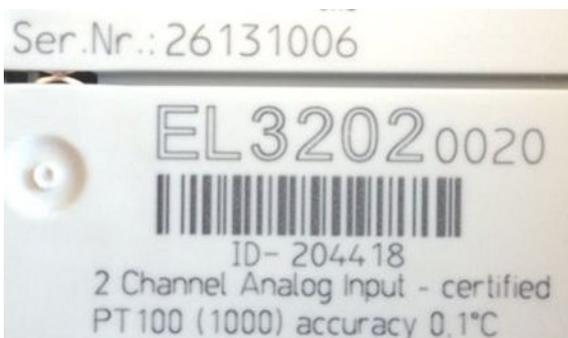


Abb. 3: EL3202-0020 mit Seriennummer/ Chargennummer 26131006 und eindeutiger ID-Nummer 204418

## 2.4.1 Beckhoff Identification Code (BIC)

Der Beckhoff Identification Code (BIC) wird vermehrt auf Beckhoff-Produkten zur eindeutigen Identitätsbestimmung des Produkts aufgebracht. Der BIC ist als Data Matrix Code (DMC, Code-Schema ECC200) dargestellt, der Inhalt orientiert sich am ANSI-Standard MH10.8.2-2016.

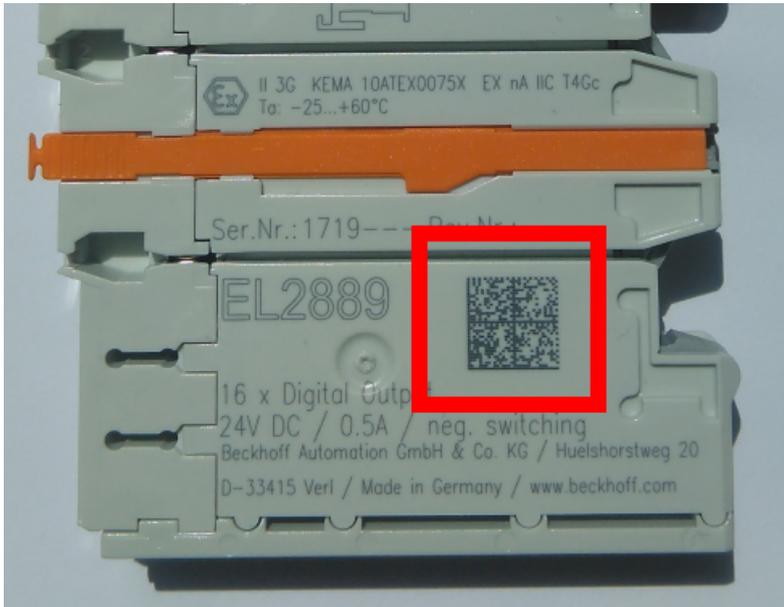


Abb. 4: BIC als Data Matrix Code (DMC, Code-Schema ECC200)

Die Einführung des BIC erfolgt schrittweise über alle Produktgruppen hinweg. Er ist je nach Produkt an folgenden Stellen zu finden:

- auf der Verpackungseinheit
- direkt auf dem Produkt (bei ausreichendem Platz)
- auf Verpackungseinheit und Produkt

Der BIC ist maschinenlesbar und enthält Informationen, die auch kundenseitig für Handling und Produktverwaltung genutzt werden können.

Jede Information ist anhand des so genannten Datenidentifikators (ANSI MH10.8.2-2016) eindeutig identifizierbar. Dem Datenidentifikator folgt eine Zeichenkette. Beide zusammen haben eine maximale Länge gemäß nachstehender Tabelle. Sind die Informationen kürzer, werden sie um Leerzeichen ergänzt. Die Daten unter den Positionen 1 bis 4 sind immer vorhanden.

Folgende Informationen sind enthalten:

Pos-Nr.	Art der Information	Erklärung	Datenidentifikator	Anzahl Stellen inkl. Datenidentifikator	Beispiel
1	Beckhoff-Artikelnummer	<b>Beckhoff - Artikelnummer</b>	1P	8	<b>1</b> P072222
2	Beckhoff Traceability Number (BTN)	<b>Eindeutige Seriennummer, Hinweis s. u.</b>	S	12	<b>S</b> BTNk4p562d7
3	Artikelbezeichnung	<b>Beckhoff Artikelbezeichnung, z. B. EL1008</b>	1K	32	<b>1</b> KEL1809
4	Menge	<b>Menge in Verpackungseinheit, z. B. 1, 10...</b>	Q	6	<b>Q</b> 1
5	Chargennummer	Optional: Produktionsjahr und -woche	2P	14	<b>2</b> P401503180016
6	ID-/Seriennummer	Optional: vorheriges Seriennummer-System, z. B. bei Safety-Produkten oder kalibrierten Klemmen	51S	12	<b>51</b> S678294104
7	Variante	Optional: Produktvarianten-Nummer auf Basis von Standardprodukten	30P	32	<b>30</b> PF971, 2*K183
...					

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

### Aufbau des BIC

Beispiel einer zusammengesetzten Information aus den Positionen 1 bis 4 und 6. Die Datenidentifikatoren sind zur besseren Darstellung jeweils rot markiert:

### BTN

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

### HINWEIS

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

### 3 Produktübersicht

#### 3.1 EL3201, EL3202, EL3204, EL3214, EL3208, EL3218 - Einführung

Ein-, zwei- und vierkanalige analoge Eingangsklemmen Pt100 (RTD)

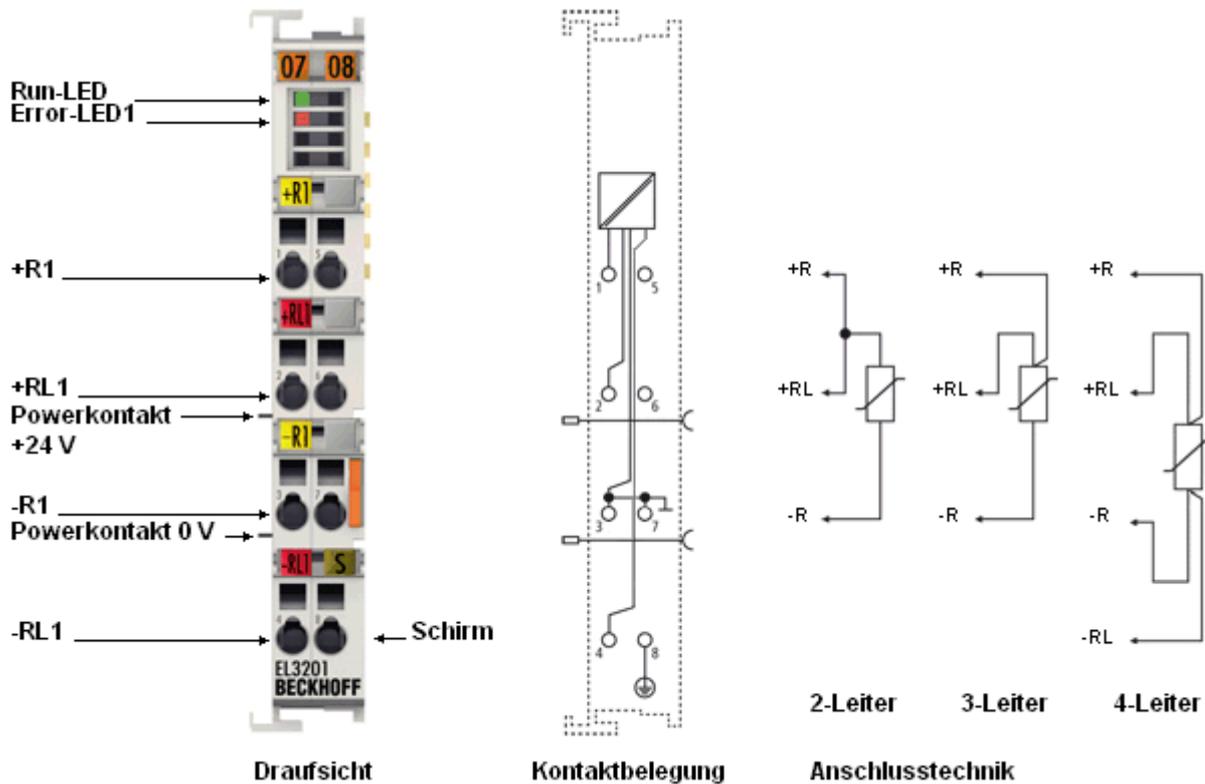


Abb. 5: EL3201

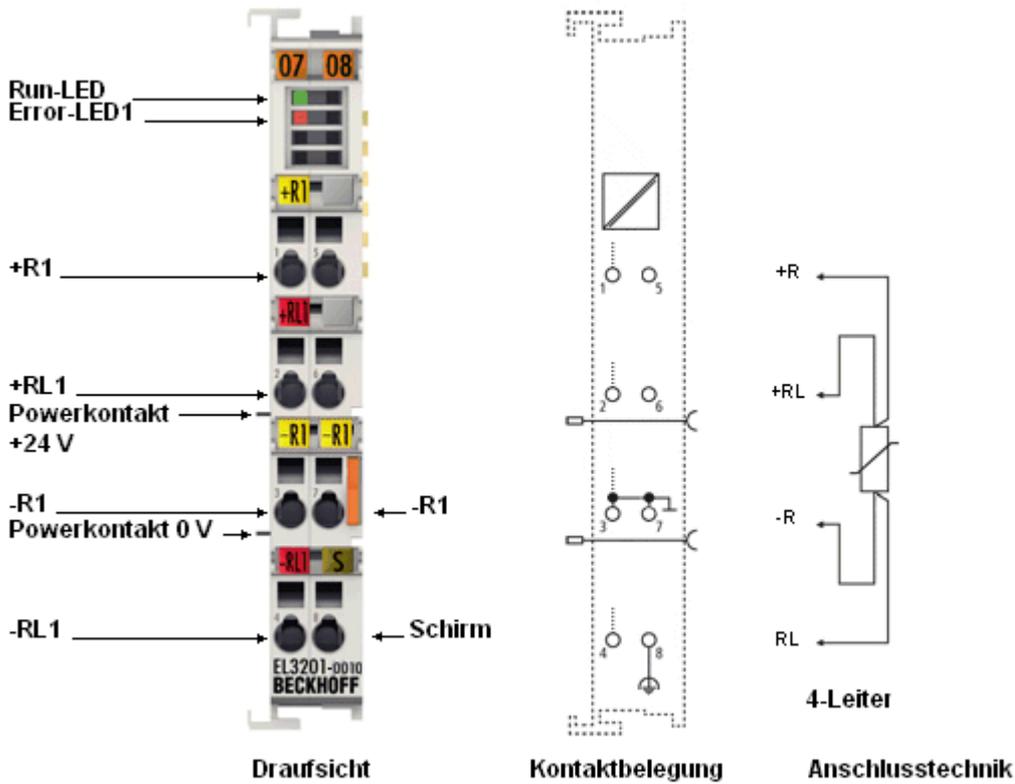


Abb. 6: EL3201-0010/0020

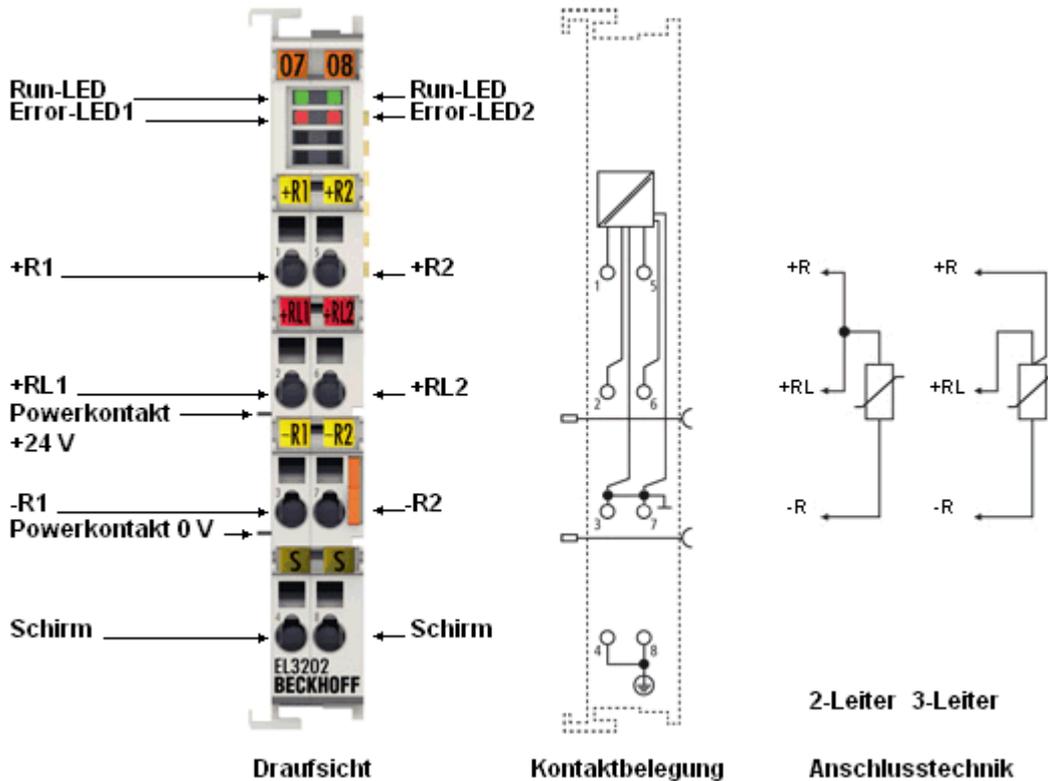


Abb. 7: EL3202

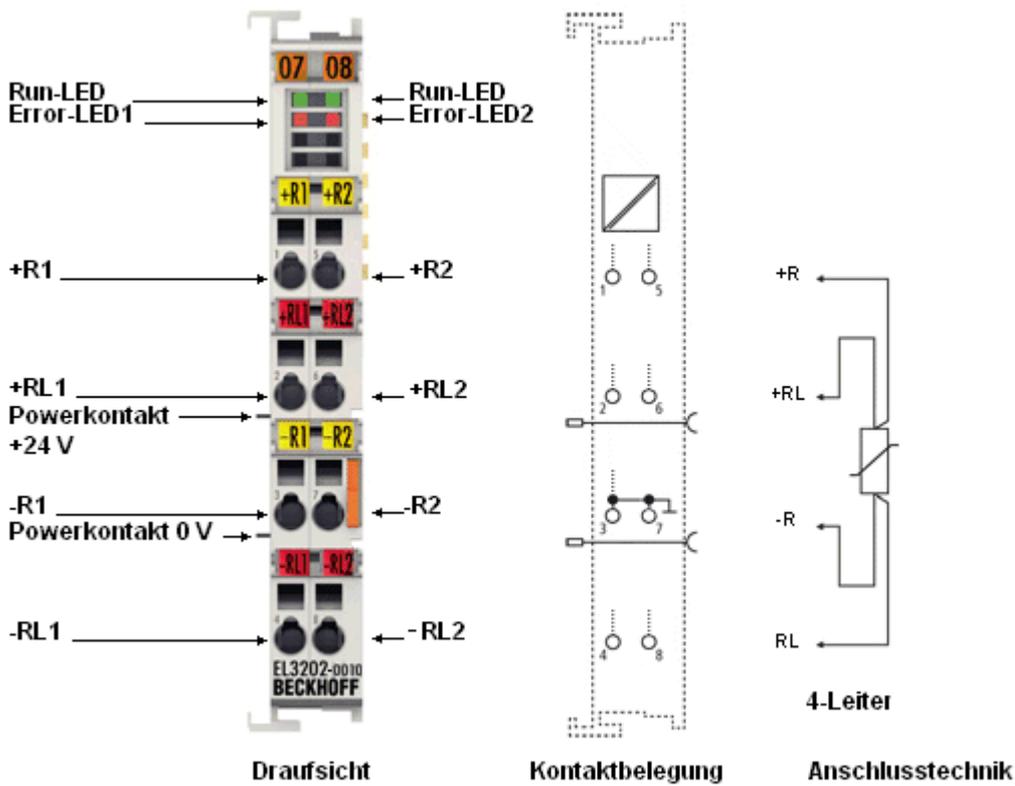


Abb. 8: EL3202-0010/0020

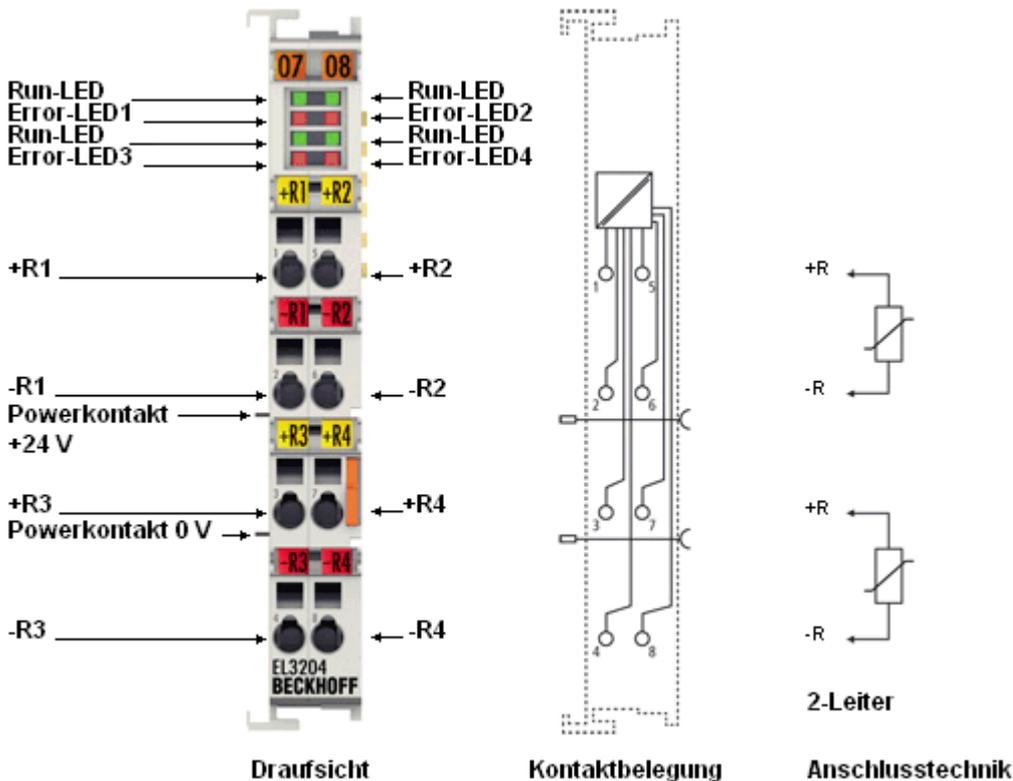


Abb. 9: EL3204

Die analogen Eingangsklemmen EL320x-0xxx erlauben den direkten Anschluss von Widerstandssensoren (RTD). Es kann der Widerstandswert direkt gemessen und ausgegeben werden, oder es wird die integrierte Umrechnung nach diversen Sensorkennlinien (Pt100, Pt1000, NI120, NI1000, KTY-Typen u.a.) genutzt und so die Temperatur am Messort gemessen.

Aus der gegebenen Anzahl von Anschlusspunkten im Gehäuse folgt die mögliche Anschlusstechnik: die EL3201 unterstützt 2-, 3- und 4-Leitertechnik, die EL3202 2- und 3-Leitertechnik und die EL3204 die 2-Leitertechnik.

Die EL320x-0010 (EL3201-0010, EL3202-0010) ist die hochpräzise Ausführung der jeweiligen Basisklemme. Diese Klemmen sind in 4-Leitertechnik zu betreiben, um die spezifizierte Genauigkeit zu erreichen. Diese Klemmen sind auch als Variante mit Werkskalibrierzertifikat [[▶ 225](#)] als EL3201-0020, EL3202-0020 und mit externem ISO17025 oder DAkkS Zertifikat als EL3201-0030, EL3202-0030 verfügbar.

Mit der EL3204-0200 sind beliebige RTD im Bereich 100 Ohm bis 240 kOhm einsetzbar. Die Umrechnung der Widerstandswerte (Linearisierung) erfolgt in der Klemme wahlweise nach voreingestellten Kennlinien, Umrechnungsformeln mit spezifischen Materialkennwerten (bspw. nach IEC 60751, Steinhart-Hart-Gleichung, B-Parameter-Gleichung), oder nach einer frei programmierbaren Umrechnungstabelle.

Die EtherCAT-Klemmen zeigen ihren Signalzustand durch Leuchtdioden an. Sensorstörungen (z. B. Drahtbruch) signalisieren Error-LEDs.

**Vierkanalige analoge HD-Eingangsklemme Pt100 (RTD) für 3-Leiteranschluss**

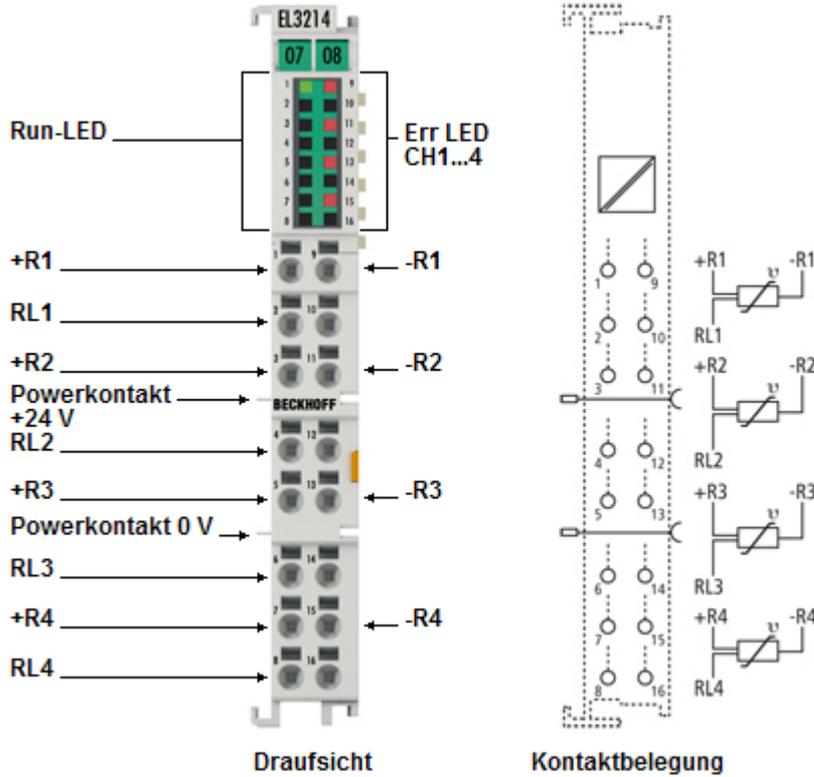


Abb. 10: EL3214

Die analoge Eingangsklemme EL3214 erlaubt den direkten Anschluss von vier Widerstandssensoren auf 12 mm Breite.

Die Schaltung der EtherCAT-Klemme kann Sensoren in 3-Leitertechnik betreiben. Ein Mikroprozessor realisiert die Linearisierung über den gesamten Temperaturbereich, der frei wählbar ist.

Die Standardeinstellung der EtherCAT-Klemme ist: Auflösung 0,1 °C. Sensorstörungen (z. B. Drahtbruch) signalisieren Error-LEDs.

**Achtkanalige analoge HD-Eingangsklemme (RTD)**

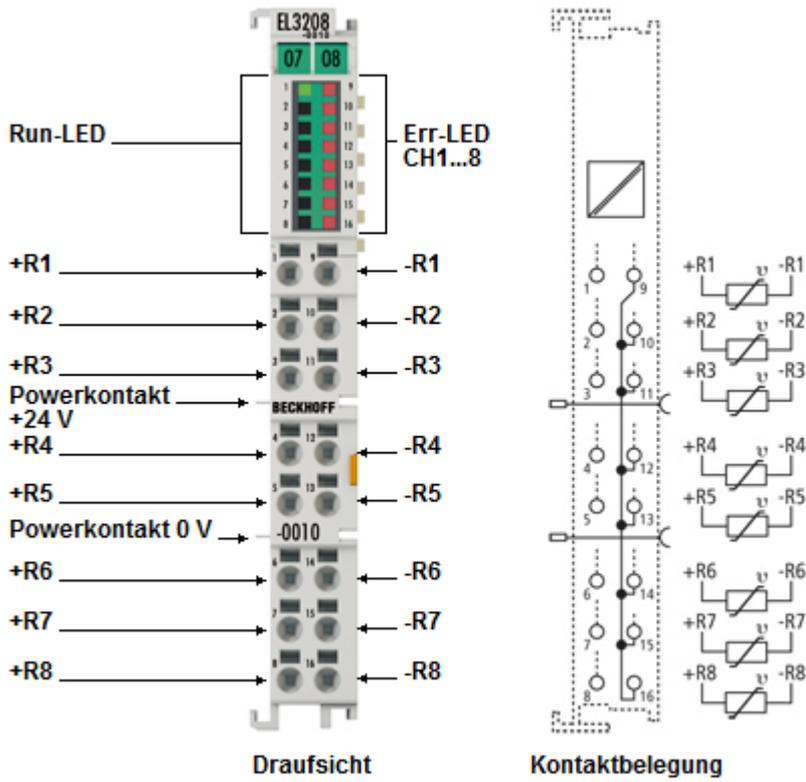


Abb. 11: EL3208-0000

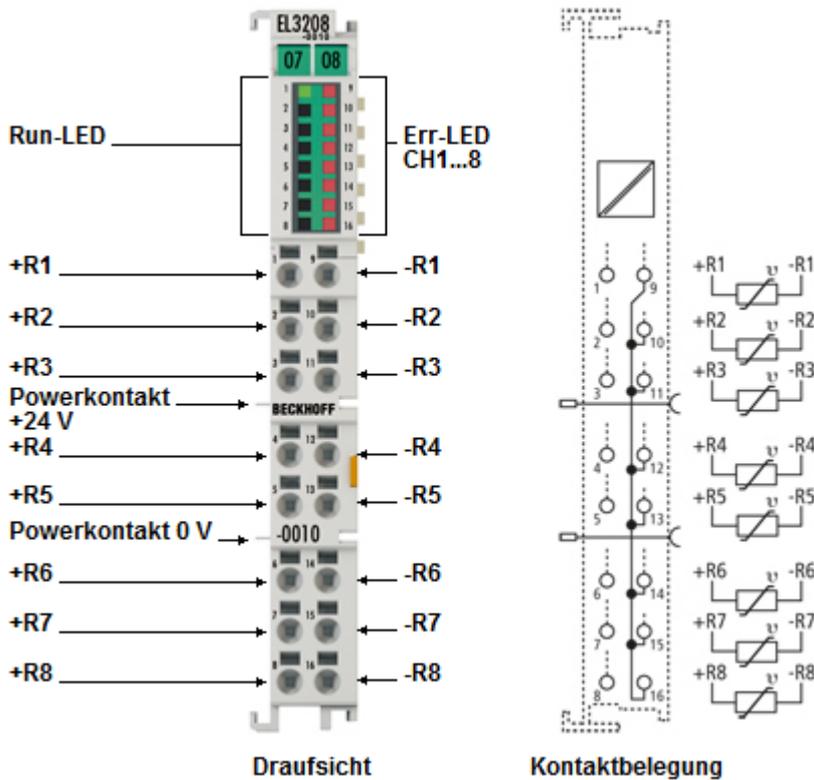


Abb. 12: EL3208-0010

Die analoge Eingangsklemme EL3208 erlaubt den direkten Anschluss von acht Widerstandssensoren auf 12 mm Breite (High Density Gehäuse).

Die Schaltung der EtherCAT-Klemme kann Sensoren in 2-Leitertechnik betreiben. Ein Mikroprozessor realisiert die Linearisierung über den gesamten Temperaturbereich, der frei wählbar ist.

Die Standardeinstellung der EtherCAT-Klemme ist: Auflösung 0,1 °C. Sensorstörungen (z. B. Drahtbruch) signalisieren Error-LEDs.

Die EL3208-0010 Variante hat eine Auflösung von 0,01°C/Digit und ist standardmäßig auf PT1000 Sensoren eingestellt.

**Achtkanalige analoge HD-Eingangsklemme PT100 (RTD) für 2/3-Leiteranschluss**

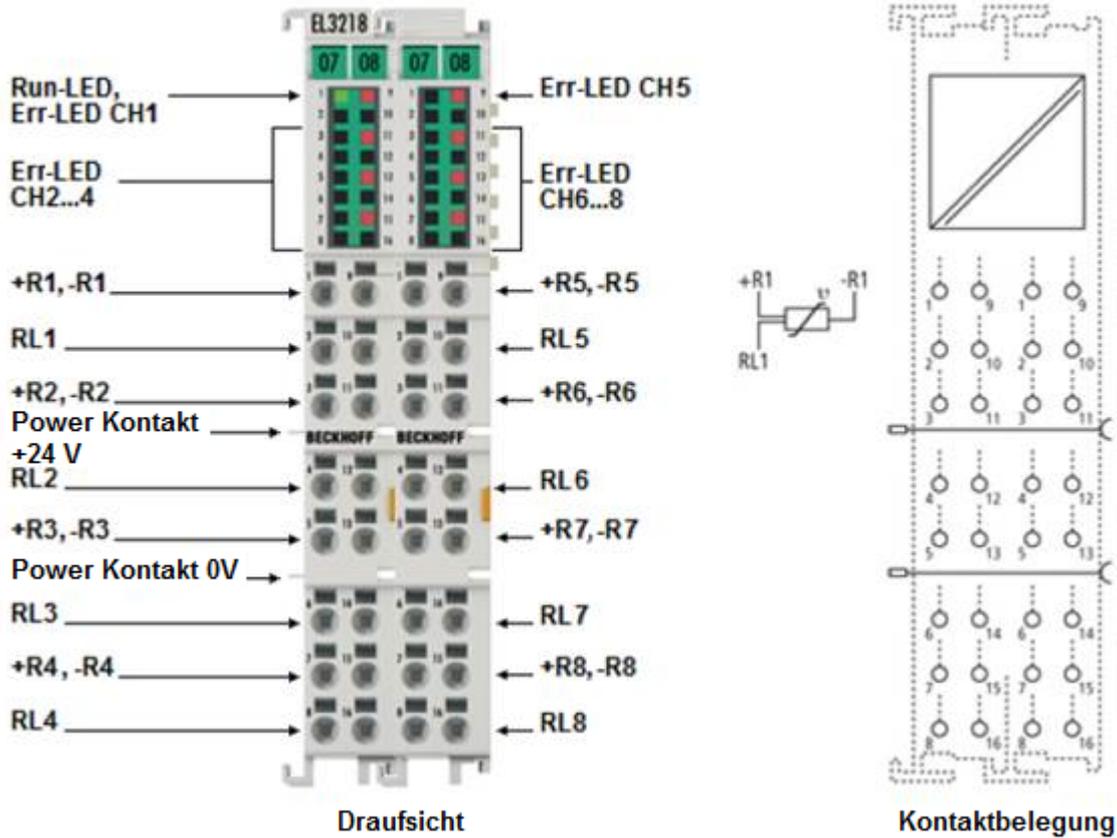


Abb. 13: EL3218-0000

Die analoge Eingangsklemme EL3218 erlaubt den direkten Anschluss von acht Widerstandssensoren auf 24 mm Breite (High Density Gehäuse).

Die Schaltung der EtherCAT-Klemme kann Sensoren in 3- und auch 2-Leitertechnik betreiben. Ein Mikroprozessor realisiert die Linearisierung über den gesamten Temperaturbereich, der frei wählbar ist.

Sensorstörungen (z. B. Drahtbruch) signalisieren Error-LEDs

**Quick-Links**

- [EtherCAT Funktionsgrundlagen](#)
- [Technologie EL32xx \[► 23\]](#)
- [Konfigurationserstellung TwinCAT \[► 87\]](#)
- [CoE-Objektbeschreibung und Parametrierung \[► 186\]](#)
- [Statuswort \[► 207\]](#)
- [Prozessdaten und Betriebsmodi \[► 174\]](#)
- [Einstellungen und Anwendungshinweise EL32xx-00xx \[► 162\]](#)
- [Einstellungen und Anwendungshinweise EL3204-0200 \[► 165\]](#)

## 3.2 EL3214-0090 - Einführung

Vierkanalige analoge Eingangsklemmen Pt100 (RTD), 2/3-Leiteranschluss, TwinSAFE Single Channel

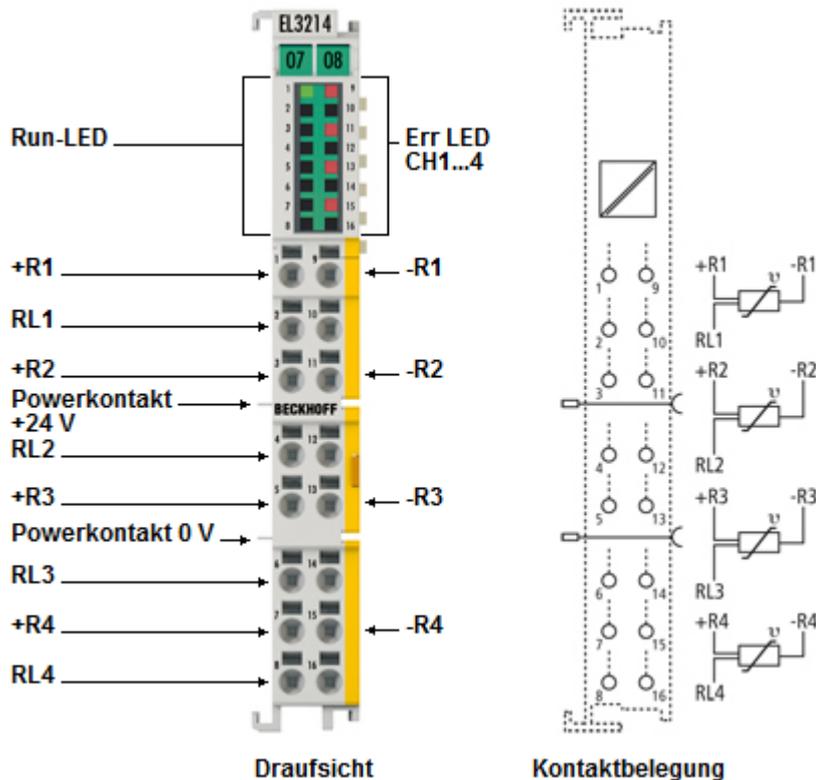


Abb. 14: EL3214-0090

Die analoge Eingangsklemme EL3214-0090 erlaubt den direkten Anschluss von vier Widerstandssensoren. Die Schaltung der EtherCAT-Klemme kann Sensoren in 3-Leitertechnik (ab Firmware 02 auch in 2-Leitertechnik) betreiben. Ein Mikroprozessor realisiert die Linearisierung über den gesamten Temperaturbereich, der frei wählbar ist.

Mit Hilfe der TwinSAFE-SC-Technologie (TwinSAFE Single Channel) ist es möglich, in beliebigen Netzwerken bzw. Feldbussen Standardsignale für sicherheitstechnische Aufgaben nutzbar zu machen. Die Standard-Funktionalitäten und Features der I/Os bleiben dabei erhalten. Die Daten der TwinSAFE-SC-I/Os werden zu der TwinSAFE-Logic geleitet und dort sicherheitstechnisch mehrkanalig verarbeitet. In der Safety-Logic werden die aus verschiedenen Quellen stammenden Daten analysiert, plausibilisiert und einem „Voting“ unterzogen. Dieses erfolgt durch zertifizierte Funktionsbausteine wie z. B. Scale, Compare/Voting (1oo2, 2oo3, 3oo5), Limit usw. Dabei muss aus Sicherheitsgründen mindestens eine der Datenquellen eine TwinSAFE-SC-Komponente sein. Die weiteren Daten können aus anderen Standard-Busklemmen, Antriebsreglern oder Messumformern stammen.

Mit Hilfe der TwinSAFE-SC-Technologie ist ein Sicherheitsniveau entsprechend PL d/Kat. 3 gem. EN ISO 13849-1 bzw. SIL 2 gem. EN 62061 typischerweise erreichbar.

### Quick-Links

- [EtherCAT Funktionsgrundlagen](#)
- [Technologie EL32xx \[► 23\]](#)
- [Konfigurationserstellung TwinCAT \[► 87\]](#)
- [CoE-Objektbeschreibung und Parametrierung \[► 186\]](#)
- [Statuswort \[► 207\]](#)
- [Prozessdaten und Betriebsmodi \[► 174\]](#)

### 3.3 Technologie RTD-Messung

#### Inhaltsverzeichnis

- [Funktion](#) [[▶ 23](#)]
- [Hinweis zur Serie EL320x-0010/-0020 \(hochpräzise\)](#) [[▶ 24](#)]
- [Ratiometrische Spannungsmessung](#) [[▶ 24](#)]
- [Anschlusstechniken](#) [[▶ 24](#)]
- [Beispiel für Leitungskompensation im 2-Leiter-Modus](#) [[▶ 25](#)]
- [Übersicht geeigneter Widerstandssensoren](#) [[▶ 25](#)]

#### Funktion

Die analoge Eingangsklemmen EL32xx-xxxx erlauben den direkten Anschluss von Widerstandssensoren im Bereich 0 - 4096 Ohm (EL3204-0200: bis 240 kOhm, siehe besondere Hinweise)

Funktionen:

- Widerstandsmessung
  - Messbereich 0 bis 1024  $\Omega$ : Auflösung 1/64 Ohm
  - Messbereich 0 bis 4096  $\Omega$ : Auflösung 1/16 Ohm
  - Der Einsatz der Klemme im Bereich 0 bis 10 Ohm wird aufgrund der relativ geringen Messgenauigkeit nicht empfohlen. Für solche Messungen sind Widerstandsmessklemmen wie die [EL3692](#) in 4-Leiter-Messung zu verwenden.
  - Bei der EL3201 und EL3202 ist die externe Brücke zwischen +R und +RL beim 3-Leiter-Modus einzusetzen
- Temperaturmessung  
der ermittelte Sensorwiderstand wird vom internen  $\mu\text{C}$  über die gewünschte Linearisierungskennlinie direkt in eine Temperatur umgerechnet
  - Standardauflösung 1/10  $^{\circ}\text{C}$  (1 Digit = 0,1  $^{\circ}\text{C}$ ) entsprechend einem theoretisch darstellbaren Temperaturbereich [-3276,7 ... 3276,8  $^{\circ}\text{C}$ ]  
Es ist der für den jeweiligen Sensor physikalisch vorgegebene Temperaturbereich zu beachten!
  - Es sind in der EL32xx-Serie diverse PTC-Sensor-Kennlinien über ihren kompletten Messbereich zur Auswahl implementiert: Pt/Ni xxxx, KTY xx
  - Skalierung und Präsentation können geändert werden
  - Falls ein Sensor verwendet werden soll, der nicht bereits in der EL320x implementiert ist, kann die EL3204-0200 verwendet werden  
Durch die freie Programmierbarkeit kann die EL3204-0200 auf jede Sensorkennlinie im zulässigen Widerstandsbereich eingestellt werden.

Weitere Hinweise:

- Die Widerstandermittlung erfolgt durch ratiometrische Spannungsmessung, [siehe unten](#) [[▶ 24](#)].
- Der Fehlerzustand "Drahtbruch" wird als Overrange detektiert, als Error an die Steuerung gemeldet und durch die ERROR-LED angezeigt.
- Der Fehlerzustand "Kurzschluss" wird als Underrange detektiert, wenn der Widerstand kleiner ist als der kleinste Widerstand des Messbereichs, so wie als Error an die Steuerung gemeldet und durch die ERROR-LED angezeigt.
- Ab Firmware 06 (EL3201, EL3202-xxxx, EL3204) sind Kennlinien für KT/KTY-Sensoren implementiert und über das CoE-Verzeichnis anwählbar.
- Die Ausgabe des Messwertes erfolgt im Auslieferungszustand in 1/10 $^{\circ}\text{C}$  Schritten in Zweierkomplement-Darstellung (integer).
- Über CoE [0x80n0:02](#) [[▶ 187](#)] sind andere Darstellungsarten anwählbar z.B. hohe Auflösung mit 1/100  $^{\circ}\text{C}$   
Bei Verwendung der hohen Auflösung ist durch das 2-Byte-PDO ein Temperaturbereich von -320 ... 320 $^{\circ}\text{C}$  (-32566 .... 32567) messbar.

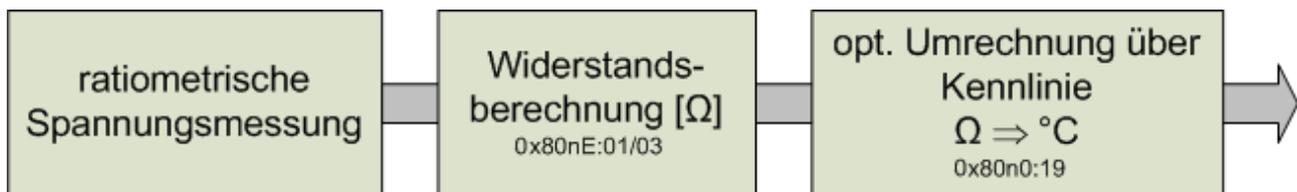


Abb. 15: Darstellung der Messung und Berechnung Widerstand/Temperatur

### Hinweis zur Serie EL320x-0010/-0020 (hochpräzise)

Durch besondere Eigenschaften in Hardware und Firmware ist die EL320x-0010/0020 in der Lage, den Widerstandswert und damit ggf. die Temperatur hochgenau zu messen. Dabei ist zu beachten:

#### ● Erhöhte Genauigkeit EL320x-00x0

**I** Bei den hochpräzisen Klemmen soll die Einstellungen im Objekt `0x80n0` [► 186] / RTD-Settings nicht verändert werden! Die hochgenaue Widerstandermittlung/Temperaturmessung kann nur im Bereich 10 ... 220 Ohm erfolgen, dies entspricht einem Pt100-Messbereich von -200 ... 320°C.

Um die hohe Genauigkeit darstellen zu können, ist die 0,01°C/Digit Darstellung voreingestellt. Die erhöhte Genauigkeit der EL320x-00x0 gilt deshalb nur für folgende Einstellungen:

- Widerstandsmessung oder Pt100-Kennlinie (0,00385 Ω/Ω/°C, IEC60751 Kennlinie Pt385) - andere Kennlinie ohne Gewähr!
- Umgebungstemperatur von 40°C
- 4-Leiter-Anschlussstechnik
- Messbereich -200 bis 320°C
- 50 Hz Filter

Temperaturen bzw. Widerstände außerhalb des o.g. Bereichs können nicht hochgenau gemessen werden. Werden diese Eckwerte verlassen, verhält sich die hochgenaue Klemme wie eine Klemme mit Standard-Genauigkeit.

### Ratiometrische Spannungsmessung

Die Widerstandsermittlung der EL32xx-xxxx erfolgt ratiometrisch durch Spannungsvergleich, siehe Abb. „Anschlussstechnik 4-Leiter und 3-Leiter“:

- Eine Konstantspannung von 2,5 V wird durch einen stabilen bekannten Referenzwiderstand  $R_{ref}$  und den Sensor  $R_t$  geführt.  $R_{ref}$  ist
  - EL3204-0200: 120 kOhm
  - alle anderen EL32xx: 5 kOhm
- Durch Vergleich der beiden Spannungen,  $U_1$  an  $R_{ref}$  und  $U_2$  an  $R_t$  kann auf den Sensorwiderstand  $R_t$  geschlossen werden
- Der Messstrom durch den Sensor ist damit abhängig vom Sensorwiderstand  $R_t$ , dies ist bei Fragen zur Sensoreigenerwärmung zu berücksichtigen:  
 Beispiel: ein Pt1000 bewirkt bei 0°C und damit  $R_t = 1000$  Ohm Eigenwiderstand an einer EL3204 mit 2,5V Speisung und  $R_{ref} = 5$  kΩ einen Messstrom von 0,42 mA. Am Widerstand entsteht dadurch die Wärmeleistung von  $1kΩ * (0,42 mA)^2 = 0,17$  mW

#### ● Beschaltung der Eingangskanäle

**I** Auf Grund dieses Messprinzips (widerstandsbehafteter Temperatursensor) darf keine Parallelschaltung von einem Sensor an 2 oder mehr Eingangskanäle erfolgen!

### Anschlussstechniken

Die elektrische Verbindung eines Widerstandssensors zur EL32xx kann im Zweileiter-, Dreileiter- oder Vierleiterverfahren (nur EL3201) erfolgen. Da das Messverfahren eine Widerstandsmessung ist, können die Sensorzuleitungen mit ihrem Eigenwiderstand die Messung verfälschen. Zu diesem Zweck sind verfügbar:

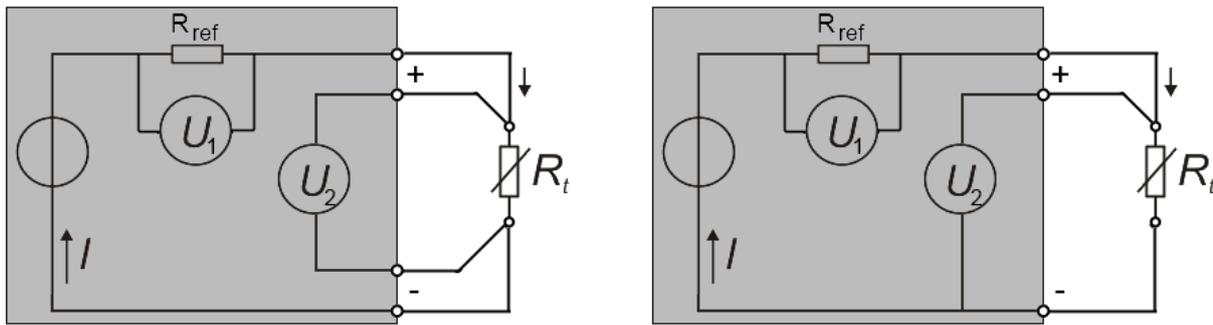


Abb. 16: Anschlussstechnik 4-Leiter und 3-Leiter

- 4-Leiter-Sensoren: Stromführung und Spannungsmessung laufen über separate Adern. Da die Spannung von der EL32xx hochohmig gemessen wird, unterliegen die Adern zur Spannungsmessung somit annähernd keinem Spannungsabfall.
- 3-Leiter-Sensoren: diese vereinfachte Anschaltung reduziert Verkabelungskosten und kompensiert Leitungswiderstände in hohem Maße.
- 2-Leiter-Sensoren: sehr einfache Anschaltung, nur für kurze Zuleitung empfohlen  
Die Zuleitungswiderstände können im 2-Leiter-Modus herausgerechnet werden, wenn der EL32xx im CoE-Objekt `0x80n0:1B` [► 187] der Zuleitungswiderstand bekannt gegeben wird (Einheit  $[1/32 \Omega]$ ). Die Ermittlung des Zuleitungswiderstands kann applikationsseitig durch Messung oder durch Abgleich geschehen.

**● Zweileiter Anschluss**

**i** Wird die EL3201/EL3202 im 2-Leiter-Anschluss betrieben, müssen der Eingang +R und +RL vom Anwender gebrückt werden.

**Beispiel für Leitungskompensation im 2-Leiter-Modus**

Beispiel für Leitungskompensation im 2-Leiter-Modus Der Leitungsquerschnitt der 50 m langen Anschlussleitung aus Kupferlitze sei  $0,5 \text{ mm}^2$ . Der spezifische Widerstand von Kupfer entspricht  $0,0175 \Omega \text{ mm}^2 \text{ m}^{-1}$ .

Ermittlung des Gesamtwiderstandes der Zuleitung:

$$R_{L_{\text{ges}}} = 0,0175 \Omega \text{ mm}^2 \text{ m}^{-1} * (2 * 50 \text{ m} / 0,5 \text{ mm}^2) = 3,5 \Omega$$

Bei einer Widerstandsänderung des Pt100 von  $\approx 0,39 \Omega/\text{K}$  ergibt sich daraus eine Temperaturabweichung von

$$3,5 \Omega / (0,39 \Omega/\text{K}) = 8,97 \text{ }^\circ\text{C}$$

wenn der Leitungswiderstand nicht berücksichtigt wird. Wenn nun die 3,5 Ohm als

$$3,5 \Omega / (1/32) \Omega = 112_{\text{dez}}$$

in `0x8000:1B` [► 187] eingetragen werden, wird dies vom Messwert abgezogen, und die Temperatur entsprechend korrigiert.

**● Steckervariante ES32xx mit Pt100 / Ni100 Sensoren**

**i** Bei der Verwendung von Pt100 / Ni100 Sensoren empfehlen wir zur Vermeidung von Genauigkeitsverlusten auf Grund von Übergangswiderständen bei der Steckervariante ES32xx den Einsatz der EL32xx .

**Übersicht geeigneter Widerstandssensoren**

Übersicht geeigneter Widerstandssensoren Folgende Widerstandssensoren sind für die Temperaturmessung mit der EL32xx-0000 geeignet (Tab. 1) und können über das Objekt `0x80n0:19` [► 187] gewählt werden:

Besondere oder abweichende Kennlinien (z. B. Pt375) können mit der frei parametrierbaren EL3204-0200 erfasst werden.

Typ	Widerstandsbe- reich	Implementierter Temperaturbereich
Pt100 (0,00385 $\Omega/\Omega^{\circ}\text{C}$ , IEC60751 Kennlinie Pt385)	~ 18 ... ~390 Ohm	-200°C bis 850°C (für hochpräzise Klemmen siehe <a href="#">Hinweis [► 24]</a> !
Ni100		-60°C bis 250°C
Pt1000 (0,00385 $\Omega/\Omega^{\circ}\text{C}$ , IEC60751 Kennlinie Pt385)	~180 ... ~ 3900 Ohm	-200°C bis 850°C
Pt500		-200°C bis 850°C
Pt200		-200°C bis 1370°C
Ni1000		-60°C bis 250°C
Ni1000 TK5000 100°C: 1500 Ohm		-30 bis 160°C
Ni120		-60°C bis 320°C
KT100/110/130/210/230 KTY10/11/13/16/19	~500 ... ~2200 Ohm	-55...150°C
KTY81/82-110,120,150		
KTY81-121		
KTY81-122		
KTY81-151		
KTY81-152		
KTY81/82-210,220,250		
KTY81-221		
KTY81-222		
KTY81-251		
KTY81-252		
KTY83-110,120,150	~500 ... ~2500 Ohm	-50...175°C
KTY83-121		
KTY83-122		
KTY83-151		
KTY83-152		
KTY84-130,150	~350 ... ~2500 Ohm	-40...300°C
KTY84-151		
KTY21/23-6	~500 ... ~4000 Ohm	-50...150°C
KTY1x-5		
KTY1x-7		
KTY21/23-5		
KTY21/23-7		

### 3.4 Grundlagen der RTD-Technologie

Bestimmte Werkstoffe ändern ihren elektrischen Widerstand, wenn sich die Temperatur des Werkstoffs ändert. Durch diese Eigenschaft können sie als Sensor zur Temperaturmessung verwendet werden. Solch ein RTD-Element (Resistance Temperature Detector) oder Thermistor weist dann eine materialabhängige bekannte Charakteristik auf, nämlich, wie sich der Widerstand in Abhängigkeit von der Temperatur reproduzierbar ändert. In erster Näherung kann diese Kennlinie als lineare Gleichung aufgefasst werden:

$$\Delta R = k\Delta T$$

Der Faktor  $k$  kann positiv oder negativ sein und muss vom Sensorhersteller angegeben werden:

- Positiver Koeffizient (PTC): elektrischer Widerstand steigt mit steigender Temperatur, wird also schlechter leitend, Sensor wird dann als Kaltleiter bezeichnet,
- negativer Koeffizient (NTC): elektrischer Widerstand steigt mit fallender Temperatur, wird also besser leitend, Sensor wird dann als Heißleiter bezeichnet.

Je größer der Koeffizient, desto empfindlicher ist der Sensor.

#### ● Temperaturmessung

**i** Diese Art der Temperaturmessung ist abzugrenzen von jener mit Thermoelement-Sensoren: Letztere erzeugen von sich aus eine (kleine) Spannung über den Leiter, die an den Kontaktstellen gemessen wird.

In einem sehr kleinen Messbereich können fast alle Materialien durch solch eine lineare Kennlinie beschrieben werden. Oft soll jedoch über einen großen Messbereich, z.B. mehrere 10 K oder 100 K, gemessen werden. In solchen Bereichen muss die Kennlinie bei vielen Materialien durch nichtlineare Gleichungen höherer Ordnung oder mit exponentiellen Funktionen beschrieben werden. Beispiele für solche Gleichungen sind

- Platin/Pt-Sensoren (PTC/Kaltleiter) nach IEC 60751:
  - für den Bereich  $-200..0\text{ °C}$ :

$$R(T) = R_0(1 + AT + BT^2 + C(T - 100\text{°C})T^3)$$

- für den Bereich  $0\text{°C}..850\text{°C}$ :

$$R(T) = R_0(1 + AT + BT^2)$$

Die Koeffizienten  $A$ ,  $B$ ,  $C$  sind vom Sensorhersteller anzugeben bzw. der Norm zu entnehmen. Der Parameter  $R_0$  gibt den Widerstand in  $\Omega$  des Platinsensors bei  $T=0\text{ °C}$  an. Die Sensoren werden nach diesen Bezeichnungen qualifiziert, so spricht man vom PT100, wenn  $R_0=100\ \Omega$  bei  $T=0\text{ °C}$  beträgt.

- Steinhart-Hart (für NTC/Heißleiter):

$$\frac{1}{T} = a + b \ln(R) + c \ln^3(R)$$

Die Koeffizienten  $a$ ,  $b$ ,  $c$  sind vom Sensorhersteller anzugeben, diese können auch durch Messung des Widerstandes bei drei bekannten Temperaturen bestimmt werden.

- B-Parameter-Gleichung (für NTC/Heißleiter):

$$R_T = R(T) = A \cdot e^{\frac{B}{T}} = R_{T_0} \cdot e^{B\left(\frac{1}{T} - \frac{1}{T_0}\right)}$$

Die Koeffizienten  $R_{T_0}$ ,  $B$ ,  $T_0$  und  $A$  sind vom Sensorhersteller anzugeben, diese können auch durch Messung des Widerstandes bei zwei bekannten Temperaturen bestimmt werden.

Die B-Parameter-Gleichung stellt eine Vereinfachung der Steinhart-Hart-Gleichung dar. Der B-Parameter selber ist nur in einem kleinen Bereich konstant, z.B. zwischen 25°C.. 50°C oder 25°C.. 85°C; dieser wird wie folgt bezeichnet:  $B_{25/50}$  bzw.  $B_{25/85}$ . Die Genauigkeit der Gleichung hängt stark von dem B-Parameter ab, je größer der Messbereich, desto geringer die Genauigkeit. Wird ein größerer Messbereich benötigt, so ist die Steinhart-Hart-Gleichung vorzuziehen.

- Weitere..

Eine jeweils typische Kennlinie für die NTC- und PTC-Familien ist in folgender Abbildung gezeigt:

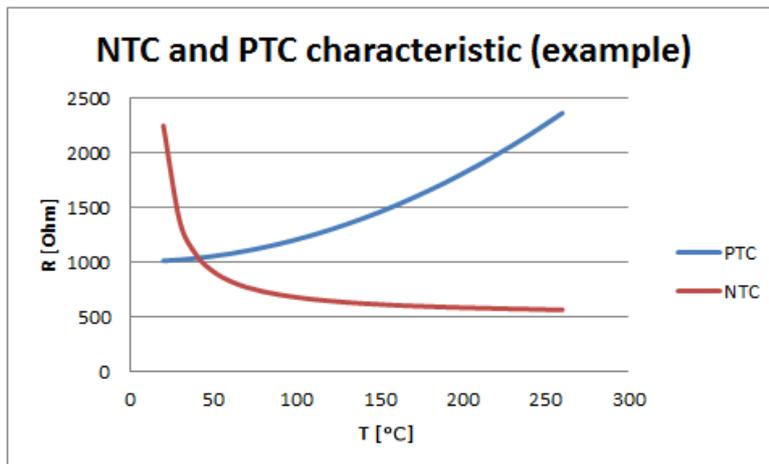


Abb. 17: Beispiele für Temperaturabhängige Widerstandswerte

Es gibt also nicht *den* allgemeinen NTC- oder PTC-Sensor, sondern dies sind Bezeichnungen für Sensor-Familien mit einem bestimmten Verhalten.

Für weit verbreitete Sensoren/Kennlinien wie PT100, werden diese Kennlinien bereits fest in die Messgeräte implementiert. Es ist anwenderseitig zu prüfen, ob ein vorgesehener Sensor vom Messgerät unterstützt wird, dabei gelten Kriterien wie

- Temperaturbereich: Unterstützt der Sensor den vorgesehenen Temperaturbereich?
- Messbereich: Kann der Sensor-Widerstand im beabsichtigten Temperaturbereich gemessen werden?
- Kennlinie: Kann der gemessene Widerstand entsprechend in Temperatur umgerechnet werden? (Basispunkt, Steigung/Koeffizienten)
- Geschwindigkeit: Wie oft wird der Widerstand gemessen?

In ganz grundsätzlicher Art kann ein Sensorhersteller die Kennlinie seines Sensors natürlich auch als Wertetabelle veröffentlichen.

## ● Widerstandsmessung

**I** Zur Ermittlung des Widerstands ist es üblich, einen geringen Messstrom  $I$  im mA-Bereich ( $I < 5$  mA) durch den Sensor fließen zu lassen und die resultierende Spannung zu messen. Dabei sind drei Effekte zu berücksichtigen:

- Der Messstrom kann zu einer Eigenerwärmung des Sensors führen. Dies hat üblicherweise aber nur geringen Einfluss auf die Messgenauigkeit. Bei Hochpräzisionsmessungen kann dies aber eine wesentliche Rolle spielen; siehe dazu die Ausführungen im folgenden Abschnitt: „Selbsterwärmung von RTD Sensoren“ [► 29].

Für Tiefsttemperaturanwendungen sind spezielle Sensoren gebräuchlich.

- Die Zuleitungen zum Sensor sind ebenfalls widerstandsbehaftet und bringen einen (meist) konstanten zusätzlichen Widerstand in die Messung ein. Kompensation kann erfolgen durch
  - 3- oder 4-Leiter-Anschluss des Sensors,
  - manuelle Berücksichtigung des bekannten Leitungswiderstands in der Berechnung oder
  - Verwendung eines Sensors mit höherem Nennwiderstand - dann fallen die Zuleitungseffekte weniger ins Gewicht.
- Isolationsfehler oder Thermospannungen können die Messung beeinflussen.

Zur Einordnung im Folgenden eine Übersicht der NTC/PTC-Eigenschaften verschiedener Sensoren:

**NTC und PTC Eigenschaften**

NTC	PTC
viele Halbleiter	viele Metalle
verschiedene Keramiken	versch. Keramiken
NTC20, NTC100 etc.	Pt100, Pt1000, ..
	KTY ..
	Ni100, Ni1000, ..
	FeT

**● Sensortausch**

**i** Es ist zu beachten, dass eine 1:1 Austauschbarkeit gerade von herstellerspezifizierte Sensoren nicht immer gewährleistet ist. Ggf. muss der neue Sensor in der Anlage neu eingemessen werden.

**Selbsterwärmung von RTD-Sensoren**

Durch den Messstrom kommt es am widerstandsbehafteten Sensor zwangsläufig und gewollt zu einem Spannungsabfall. Es entsteht eine Verlustleistung an dem Sensor, die ihn selbst erwärmt und somit die Messung verfälscht. Das Abfließen der Wärme an die Umgebung über die Luft, dem Gehäuse, so wie dem zu messenden Objekt über Oberflächenkontaktierung (z.B. mittels Klebeschicht), kann ein komplexer Prozess sein. Es ist ratsam, überschlägig zu prüfen, ob die Selbsterwärmung in einen für die angestrebte Messgenauigkeit relevanten Bereich kommt. Je nach Sensor kann dies bei Zielgenauigkeiten von unter 100 mK der Fall sein.

Im Folgenden werden einige beispielhafte Werte zur Veranschaulichung des Effekts verwendet, die Methode ist ggf. auf die konkrete Anwendung zu übertragen.

Zum Sensor:

- Ein Sensor kann einen self-heating Koeffizient von z.B. 0,5 mK/μW ausgewiesen haben, je nach Umgebung.
- Über den Messstrom und die abfallende Spannung am Widerstandselement kann die Verlustleistung und die Selbsterwärmung berechnet werden. Achtung: Dies ist ein nichtlinearer Vorgang!

Zur Beckhoff Klemme/Modul:

- Das Beckhoff Messgerät schickt einen Messstrom durch den RTD-Sensor.
- Eine mögliche, z.B. in EL32xx/ELM370x realisierte Messmethode kann die Vergleichsmessung mit einem bekannten Referenzwiderstand sein, hier für die folgenden Überlegungen vereinfacht im 2-Leiter-Anschluss dargestellt:

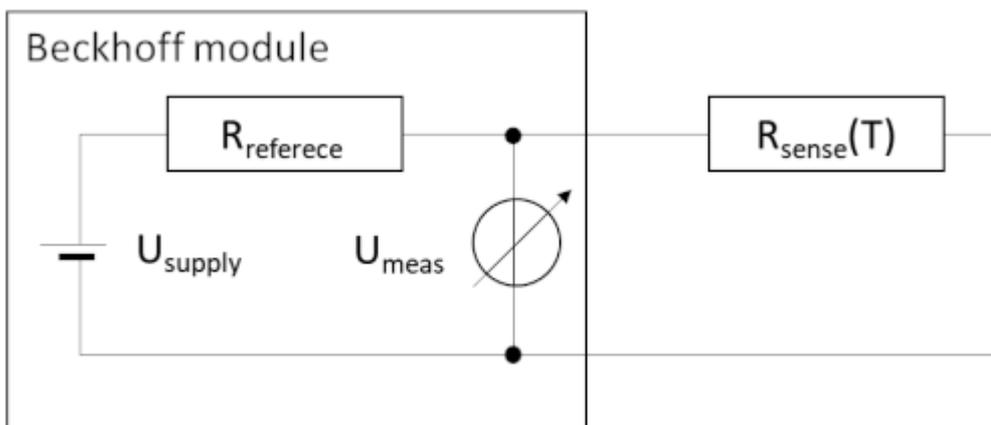


Abb. 18: Vergleichsmessung mit einem bekannten Referenzwiderstand

- $U_{supply}$ ,  $R_{reference}$  und  $U_{meas}$  seien bekannt, dann kann  $R_{sense}$  und damit die Temperatur T vom Modul in der Firmware berechnet werden.

- Anhand der in der Gerätedokumentation gegebenen Werte kann die Auswirkung auf den R/RTD Sensor berechnet werden.

Im Folgenden ein Beispiel in Zahlen:

- Es soll untersucht werden, mit welchem Sensor in welchem Messbereich der ELM3704 bei einer Zieltemperatur T die geringste Wärme am Sensor entsteht.
- Es wird ein Sensor PT100 oder PT1000 verwendet und von 0-100 °C gemessen, der Widerstandsbereich wäre somit im Bereich 100..138 Ω bzw. 1000...1385 Ω.

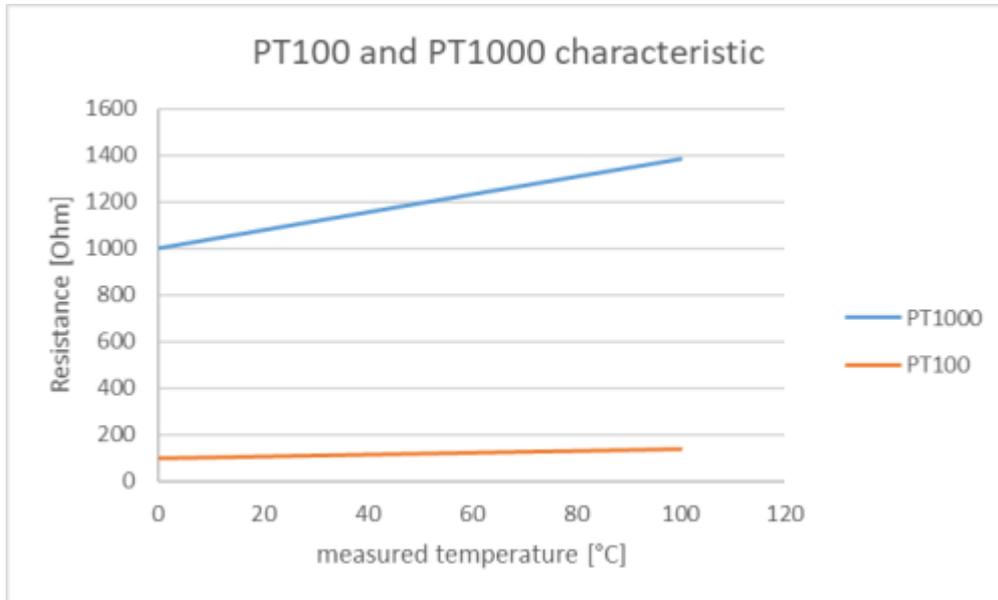


Abb. 19: Darstellung Widerstandswerte bei gemessener Temperatur; PT100, PT1000 Sensor

- Die ELM3704 hat die Eigenschaften (hier nur Richtwerte, gültig sind die in der ELM370x Dokumentation gegebenen Werte)
  - Messbereich 5 Ω,  $R_{\text{Reference}} = 5 \text{ k}\Omega$ ,  $U_{\text{Supply}} = 2,5 \text{ V}$
  - Messbereich 2 Ω,  $R_{\text{Reference}} = 5 \text{ k}\Omega$ ,  $U_{\text{Supply}} = 2,5 \text{ V}$
  - Messbereich 500 Ω,  $R_{\text{Reference}} = 5 \text{ k}\Omega$ ,  $U_{\text{Supply}} = 4,5 \text{ V}$
  - Messbereich 200 Ω,  $R_{\text{Reference}} = 5 \text{ k}\Omega$ ,  $U_{\text{Supply}} = 4,5 \text{ V}$
  - Messbereich 50 Ω,  $R_{\text{Reference}} = 5 \text{ k}\Omega$ ,  $U_{\text{Supply}} = 4,5 \text{ V}$
- $R_{\text{reference}}$  und  $R_{\text{sense}}$  liegen in Reihe, dann lässt sich der Messstrom und damit die Leistung am Sensor in Abhängigkeit von R bzw. T in den möglichen fünf Messbereichen der ELM3704 einfach berechnen:

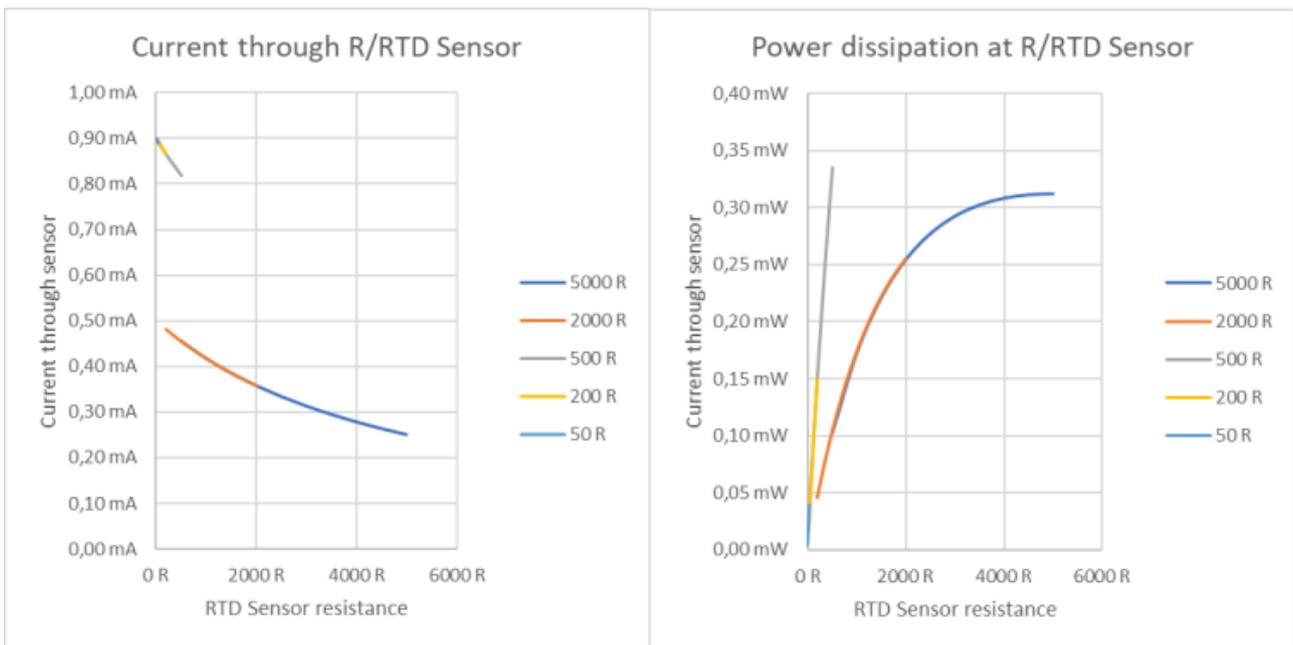


Abb. 20: Darstellung Messstrom bzw. Verlustleistung bei den verschiedenen Messbereichen

- Somit wird bei  $T = 0\text{ °C}$  und damit  $R_{PT100} = 100\ \Omega$  bzw.  $R_{PT1000} = 1000\ \Omega$  der PT100 mit 0,08 mW nur halb so viel Wärme erzeugen wie der PT1000 mit 0,17 mW.
- Dennoch würde sich der o.a. Sensor also um  $0,17\text{ mW} * 0,5\text{ mK}/\mu\text{W} = 85\text{ mK}$  selbst erwärmen

Falls die Selbsterwärmung relevant für den betrachteten Prozess wird, ist zu bedenken:

- ob der Sensor gewechselt werden kann,
- ob die thermische Anbindung des Sensors verbessert werden kann,
- ob eine dauerhafte Messung nötig ist oder aus der Steuerung heraus der Messstrom des Beckhoff Moduls temporär abgeschaltet werden kann, z.B. 1 Sekunde messen, 10 Sekunden abkühlen und
- ob der Effekt numerisch greifbar ist und somit auch nachträglich in der Steuerung aus dem Temperaturwert herausgerechnet werden kann.

Diese Betrachtung konzentriert sich allerdings allein auf die Problematik der Eigenerwärmung. Ob der Sensor und der Messbereich insgesamt der Geeignete ist, muss auch gegen andere Aspekte wie Rauschen, angegebene Messunsicherheit im Messbereich und Empfindlichkeit des Sensor  $\Delta T/\Delta T_{\text{ambient}}$  geprüft werden.

### 3.4.1 Übersicht implementierte RTD Transformationen

Einige Beckhoff IO Geräte (IP20 Klemmen, Steckmodule) unterstützen die Auswertung von Widerstandssensoren zur Temperaturmessung (RTD) wie PT100, PT1000, NTC1K etc.

Im Folgenden sind die dort teilweise je nach Gerät implementierten Kennlinien aufgeführt. Die angegebenen Tabellenwerte sind die Grundlage für die Auswertung im Gerät.

- Pt, Ni, KTY: die Tabellenwerte sind entsprechend im Gerät hinterlegt, Zwischenwerte werden interpoliert. Bei KL-Klemmen wird die Temperatur davon abweichend über ein Näherungspolynom berechnet.
- NTC: die Tabellenwerte wurden zur Ermittlung der Steinhart-Hart-Koeffizienten genutzt und über diese Koeffizienten ermittelt die Firmware die Temperatur.

Stand 12/2020

Pt-RTD

Werte in $\Omega$	Pt100	Pt1000	Pt500	Pt200
[°C] (ITS-90)	-200...+850°C	-200...+850°C	-200...+850°C	-200...+850°C
-200	18,520	185,200	92,600	37,040
-190	22,825	228,250	114,125	45,650
-180	27,096	270,960	135,480	54,192
-170	31,335	313,350	156,675	62,670
-160	35,543	355,430	177,715	71,086
-150	39,723	397,230	198,615	79,446
-140	43,876	438,760	219,380	87,752
-130	48,005	480,050	240,025	96,010
-120	52,110	521,100	260,550	104,220
-110	56,193	561,930	280,965	112,386
-100	60,256	602,560	301,280	120,512
-90	64,300	643,000	321,500	128,600
-80	68,325	683,250	341,625	136,650
-70	72,335	723,350	361,675	144,670
-60	76,328	763,280	381,640	152,656
-50	80,306	803,060	401,530	160,612
-40	84,271	842,710	421,355	168,542
-30	88,222	882,220	441,110	176,444
-20	92,160	921,600	460,800	184,320
-10	96,086	960,860	480,430	192,172
0	100,000	1.000,000	500,000	200,000
10	103,903	1.039,030	519,515	207,806
20	107,794	1.077,940	538,970	215,588
30	111,673	1.116,730	558,365	223,346
40	115,541	1.155,410	577,705	231,082
50	119,397	1.193,970	596,985	238,794
60	123,242	1.232,420	616,210	246,484
70	127,075	1.270,750	635,375	254,150
80	130,897	1.308,970	654,485	261,794
90	134,707	1.347,070	673,535	269,414
100	138,506	1.385,060	692,530	277,012
110	142,293	1.422,930	711,465	284,586
120	146,068	1.460,680	730,340	292,136
130	149,832	1.498,320	749,160	299,664
140	153,584	1.535,840	767,920	307,168
150	157,325	1.573,250	786,625	314,650
160	161,054	1.610,540	805,270	322,108
170	164,772	1.647,720	823,860	329,544
180	168,478	1.684,780	842,390	336,956
190	172,173	1.721,730	860,865	344,346
200	175,856	1.758,560	879,280	351,712
210	179,528	1.795,280	897,640	359,056
220	183,188	1.831,880	915,940	366,376
230	186,836	1.868,360	934,180	373,672
240	190,473	1.904,730	952,365	380,946
250	194,098	1.940,980	970,490	388,196
260	197,712	1.977,120	988,560	395,424
270	201,314	2.013,140	1.006,570	402,628
280	204,905	2.049,050	1.024,525	409,810
290	208,484	2.084,840	1.042,420	416,968
300	212,052	2.120,520	1.060,260	424,104
310	215,608	2.156,080	1.078,040	431,216
320	219,152	2.191,520	1.095,760	438,304
330	222,685	2.226,850	1.113,425	445,370
340	226,206	2.262,060	1.131,030	452,412
350	229,716	2.297,160	1.148,580	459,432
360	233,214	2.332,140	1.166,070	466,428

Werte in $\Omega$	Pt100	Pt1000	Pt500	Pt200
[°C] (ITS-90)	-200...+850°C	-200...+850°C	-200...+850°C	-200...+850°C
370	236,701	2.367,010	1.183,505	473,402
380	240,176	2.401,760	1.200,880	480,352
390	243,640	2.436,400	1.218,200	487,280
400	247,092	2.470,920	1.235,460	494,184
410	250,533	2.505,330	1.252,665	501,066
420	253,962	2.539,620	1.269,810	507,924
430	257,379	2.573,790	1.286,895	514,758
440	260,785	2.607,850	1.303,925	521,570
450	264,179	2.641,790	1.320,895	528,358
460	267,562	2.675,620	1.337,810	535,124
470	270,933	2.709,330	1.354,665	541,866
480	274,293	2.742,930	1.371,465	548,586
490	277,641	2.776,410	1.388,205	555,282
500	280,978	2.809,780	1.404,890	561,956
510	284,303	2.843,030	1.421,515	568,606
520	287,616	2.876,160	1.438,080	575,232
530	290,918	2.909,180	1.454,590	581,836
540	294,208	2.942,080	1.471,040	588,416
550	297,487	2.974,870	1.487,435	594,974
560	300,754	3.007,540	1.503,770	601,508
570	304,010	3.040,100	1.520,050	608,020
580	307,254	3.072,540	1.536,270	614,508
590	310,487	3.104,870	1.552,435	620,974
600	313,708	3.137,080	1.568,540	627,416
610	316,918	3.169,180	1.584,590	633,836
620	320,116	3.201,160	1.600,580	640,232
630	323,302	3.233,020	1.616,510	646,604
640	326,477	3.264,770	1.632,385	652,954
650	329,640	3.296,400	1.648,200	659,280
660	332,792	3.327,920	1.663,960	665,584
670	335,932	3.359,320	1.679,660	671,864
680	339,061	3.390,610	1.695,305	678,122
690	342,178	3.421,780	1.710,890	684,356
700	345,284	3.452,840	1.726,420	690,568
710	348,378	3.483,780	1.741,890	696,756
720	351,460	3.514,600	1.757,300	702,920
730	354,531	3.545,310	1.772,655	709,062
740	357,590	3.575,900	1.787,950	715,180
750	360,638	3.606,380	1.803,190	721,276
760	363,674	3.636,740	1.818,370	727,348
770	366,699	3.666,990	1.833,495	733,398
780	369,712	3.697,120	1.848,560	739,424
790	372,714	3.727,140	1.863,570	745,428

**Ni-RTD**

Werte in $\Omega$	Ni100	Ni120	Ni1000	Ni1000 TK5000
[°C] (ITS-90)	-60..50°C	-60..320°C	-60..250°C	-30..160°C
-60	69,52	80,943	695,200	
-50	74,255	87,011	742,550	
-40	79,131	93,251	791,310	
-30	84,146	99,667	841,460	871,690
-20	89,296	106,261	892,960	913,480
-10	94,582	113,038	945,820	956,240
0	100	120,000	1.000,000	1.000,000
10	105,552	127,151	1.055,520	1.044,790
20	111,236	134,494	1.112,360	1.090,650
30	117,056	142,033	1.170,560	1.137,620
40	123,011	149,772	1.230,110	1.185,710
50	129,105	157,712	1.291,050	1.234,950
60	135,34	165,859	1.353,400	1.285,450
70	141,721	174,214	1.417,210	1.337,150
80	148,25	182,783	1.482,500	1.390,120
90	154,934	191,567	1.549,340	1.444,390
100	161,779	200,572	1.617,790	1.500,000
110	168,789	209,798	1.687,890	1.556,980
120	175,972	219,251	1.759,720	1.615,370
130	183,335	228,934	1.833,350	1.675,190
140	190,887	238,850	1.908,870	1.736,470
150	198,635	249,002	1.986,350	1.799,270
160	206,589	259,394	2.065,890	1.863,600
170	214,758	270,029	2.147,580	
180	223,153	280,911	2.231,530	
190	231,783	292,042	2.317,830	
200	240,66	303,427	2.406,600	
210	249,795	315,069	2.497,950	
220	259,2	326,971	2.592,000	
230	268,887	339,136	2.688,870	
240	278,868	351,569	2.788,680	
250	289,156	364,271	2.891,560	
260		377,247		
270		390,501		
280		404,035		
290		417,853		
300		431,958		
310		446,354		
320		461,044		

**KT/KTY-RTD**

Werte in $\Omega$	KT100..	KTY81/82-110...	KTY81-121	KTY81-122	KTY81-151	KTY81-152
[°C] (ITS-90)	-50..150°C	-50..150°C	-50..150°C	-50..150°C	-50..150°C	-50..150°C
-50	518	515	510	520	502	528
-40	570	567	562	573	553	582
-30	625	624	617	630	608	639
-20	685	684	677	690	667	701
-10	748	747	740	755	729	766
0	815	815	807	823	794	835
10	886	886	877	895	864	908
20	961	961	951	971	937	985
30	1.040	1.040	1.029	1.050	1.014	1.066
40	1.123	1.122	1.111	1.134	1.094	1.150
50	1.209	1.209	1.196	1.221	1.178	1.239
60	1.300	1.299	1.286	1.312	1.266	1.331
70	1.394	1.392	1.378	1.406	1.357	1.427
80	1.492	1.490	1.475	1.505	1.453	1.527
90	1.594	1.591	1.575	1.607	1.551	1.631
100	1.700	1.696	1.679	1.713	1.654	1.738
110	1.810	1.805	1.786	1.823	1.759	1.850
120	1.923	1.915	1.896	1.934	1.867	1.963
130	2.041	2.023	2.003	2.044	1.973	2.074
140	2.128	2.124	2.103	2.146	2.071	2.178
150	2.235	2.211	2.189	2.233	2.156	2.266

**NTC-RTD**

Werte in $\Omega$	NTC1K8	NTC1K8_TK	NTC2K2	NTC3K	NTC5K	NTC10K
	R0=4940	R0=5200	R0=7373	R0=9822	R0=16325	R0=32650
[°C] (ITS-90)	-40..130°C	-30..150°C	-50..130°C	-30..80°C	-30..150°C	-30..150°C
-50			154.464	205.800	333.914	6.678.300
-40	35.480		77.081	102.690	167.836	335.670
-30	20.659	24.500	40.330	53.730	88.342	176.680
-20	12.443	14.000	22.032	29.346	48.487	96.970
-10	7.730	8.400	12.519	16.674	27.649	55.300
0	4.940	5.200	7.373	9.822	16.325	32.650
10	3.241	3.330	4.487	5.976	9.952	19.900
20	2.177	2.200	2.814	3.750	6.247	12.490
25	1.800	1.800	2.252	3.000	5.000	10.000
30	1.496	1.480	1.814	2.417	4.028	8.060
40	1.049	1.040	1.199	1.598	2.662	5.320
50	750	740	812	1.081	1.801	3.600
60	545	540	561	747	1.244	2.490
70	403	402	396	527	876	1.750
80	303	306	284	378	628	1.260
90	230	240	207		458	920
100	178	187	154		339	680
110	139	149	116		255	510
120	110	118	88		194	390
130	87	95	68		150	300
140	71	77			117	230
150		64			92	180

## 3.5 Technische Daten

### EL3201 - Technische Daten

Technische Daten	EL3201	EL3201-0010	EL3201-0020
Anzahl Eingänge	1		
Sensorarten	Pt100, Pt200, Pt500, Pt1000, Ni100, Ni120, Ni1000 KT/KTY ab <a href="#">Firmware 06</a> <a href="#">[ 226]</a> Widerstandsmessung 10 Ω...1 kΩ bzw. 10 Ω...4 kΩ (z. B. für Poti-Anschluss )		
Anschlusstechnik	2-, 3-, 4-Leiter	4-Leiter	
Temperaturbereich	Bereichsabhängig: -200...+850°C (Pt-Sensoren); -60...+250°C (Ni-Sensoren)	Bereichsabhängig: -200...+850°C (Pt-Sensoren); -60...+250°C (Ni-Sensoren)  Hochpräzise Messung nur für Pt100 Sensoren, Messbereich -200...+320°C, siehe <a href="#">Hinweis</a> <a href="#">[ 24]</a> !	
Auflösung (default)	0,1°C pro Digit	0,01°C pro Digit	
Wandlungszeit	ca. 4 .. 500 ms (konfigurierbar), je nach Konfiguration und Filtereinstellung ca. 24 ms voreingestellt		
Messstrom (abh. vom Sensorelement und Temperatur)	typ. < 0,5 mA		
Sensor Versorgung	Dauerstrom (nicht geschaltet)		
Messfehler	bei Pt-Sensoren: < ±0,5 °C bei Umgebungstemperatur 0°C ... +55°C < ±1,5 °C im erweiterten Temperaturbereich	bei Pt100-Sensoren, 4-Leiter-Anschlusstechnik, Messbereich -200 bis 320°C, 50 Hz Filter: < ±0,1 °C bei Umgebungstemperatur von 40°C < ±0,3 °C im Betriebs-Temperaturbereich  Hinweis: andere Sensorfälle lt. CoE bei verminderter Genauigkeit nutzbar (z.B. PT1000, 3-Leiter-Anschluss usw.)	
Breite im Prozessabbild	max. 4 Byte Input		
Spannungsversorgung für Elektronik	über den E-Bus		
Stromaufnahme aus dem E-Bus	typ. 190 mA		
Potenzialtrennung	500 V (E-Bus/Feldspannung)		
Konfiguration	über TwinCAT System Manager		
Gewicht	ca. 60 g		
zulässiger Umgebungstemperaturbereich im Betrieb	-25°C ... +60°C (erweiterter Temperaturbereich)	0°C ... +55°C	
zulässiger Umgebungstemperaturbereich bei Lagerung	-40°C ... +85°C	-25°C ... +85°C	
zulässige relative Luftfeuchtigkeit	95%, keine Betauung		
Abmessungen (B x H x T)	ca. 15 mm x 100 mm x 70 mm (Breite angereicht: 12 mm)		
<a href="#">Montage</a> <a href="#">[ 59]</a>	auf 35 mm Tragschiene nach EN 60715		
Vibrations- / Schockfestigkeit	gemäß EN 60068-2-6 / EN 60068-2-27, siehe auch <a href="#">Montagevorschriften für Klemmen mit erhöhter mechanischer Belastbarkeit</a> <a href="#">[ 62]</a>	gemäß EN 60068-2-6 / EN 60068-2-27	
EMV-Festigkeit / Aussendung	gemäß EN 61000-6-2 / EN 61000-6-4		
Schutzart	IP20		
Einbaulage	beliebig		
Zulassung	CE, EAC <a href="#">ATEX</a> <a href="#">[ 71]</a> <a href="#">UL</a> <a href="#">[ 72]</a>	CE, EAC <a href="#">ATEX</a> <a href="#">[ 70]</a> <a href="#">UL</a> <a href="#">[ 72]</a>	

**EL3202 - Technische Daten**

Technische Daten	EL3202	EL3202-0010, EL3202-0020
Anzahl Eingänge	2	2
Sensorarten	Pt100, Pt200, Pt500, Pt1000, Ni100, Ni120, Ni1000 KT/KTY ab Firmware 06 [▶ 226] Widerstandsmessung 10 Ω...1 kΩ bzw. 10 Ω...4 kΩ (z. B. für Poti-Anschluss )	
Anschlusstechnik	2-, 3-Leiter (Voreinstellung: 3-Leiter)	4-Leiter
Temperaturbereich	Bereichsabhängig: -200...+850°C (Pt-Sensoren); -60...+250°C (Ni-Sensoren)	Bereichsabhängig: -200...+850°C (Pt-Sensoren) -60...+250°C (Ni-Sensoren)  Hochpräzise Messung nur für Pt100 Sensoren, Messbereich -200...+320°C, siehe <a href="#">Hinweis [▶ 24]!</a>
Auflösung (default)	0,1°C pro Digit	0,01°C pro Digit
Wandlungszeit	ca. 800 ms .. 2 ms (konfigurierbar), je nach Konfiguration und Filtereinstellung ca. 85 ms voreingestellt	
Messstrom (abh. vom Sensorelement und Temperatur)	typ. < 0,5 mA	
Sensor Versorgung	Dauerstrom (nicht geschaltet)	
Messfehler	bei Pt-Sensoren: < ±0,5 °C bei Umgebungstemperatur 0°C ... +55°C < ±1,5 °C im erweiterten Temperaturbereich	bei Pt100-Sensoren, 4-Leiter-Anschlusstechnik, Messbereich -200 bis 320°C, 50 Hz Filter: < ±0,1 °C bei Umgebungstemperatur von 40°C < ±0,3 °C im Betriebs-Temperaturbereich  Hinweis: andere Sensorfälle lt. CoE bei verminderter Genauigkeit nutzbar (z.B. PT1000, 3-Leiter-Anschluss usw.)
Breite im Prozessabbild	max. 8 Byte Input	
Spannungsversorgung für Elektronik	über den E-Bus	
Stromaufnahme aus dem E-Bus	typ. 190 mA	
Potenzialtrennung	500 V (E-Bus/Feldspannung)	
Konfiguration	über TwinCAT System Manager	
Gewicht	ca. 60 g	
zulässiger Umgebungstemperaturbereich im Betrieb	-25°C ... +60°C (erweiterter Temperaturbereich)	
zulässiger Umgebungstemperaturbereich bei Lagerung	-40°C ... +85°C	
zulässige relative Luftfeuchtigkeit	95%, keine Betauung	
Abmessungen (B x H x T)	ca. 15 mm x 100 mm x 70 mm (Breite angereicht: 12 mm)	
<a href="#">Montage [▶ 59]</a>	auf 35 mm Tragschiene nach EN 60715	
Vibrations- / Schockfestigkeit	gemäß EN 60068-2-6 / EN 60068-2-27, siehe auch <a href="#">Montagevorschriften für Klemmen mit erhöhter mechanischer Belastbarkeit [▶ 62]</a>	gemäß EN 60068-2-6 / EN 60068-2-27
EMV-Festigkeit / Aussendung	gemäß EN 61000-6-2 / EN 61000-6-4	
Schutzart	IP20	
Einbaulage	beliebig	
Zulassung	CE, EAC <a href="#">ATEX [▶ 71]</a> <a href="#">UL [▶ 72]</a>	

## EL3204 - Technische Daten

Technische Daten	EL3204	EL3204-0200
Anzahl Eingänge	4	4
Sensorarten	Pt100, Pt200, Pt500, Pt1000, Ni100, Ni120, Ni1000 KT/KTY ab <a href="#">Firmware 06</a> [ <a href="#">▶ 226</a> ] Widerstandsmessung 10 Ω...1 kΩ bzw. 10 Ω...4 kΩ (z. B. für Poti-Anschluss )	beliebige RTD im Bereich 100 Ω...240 kΩ
Anschlusstechnik	2-Leiter	
Temperaturbereich	Bereichsabhängig: -200...+850°C (Pt-Sensoren); -60...+250°C (Ni-Sensoren)	Bereichsabhängig
Auflösung (default)	0,1°C pro Digit	default: 0,1°C pro Digit bei Temperaturmessung
Wandlungszeit	ca. 800 ms .. 2 ms (konfigurierbar), je nach Konfiguration und Filtereinstellung ca. 85 ms voreingestellt	ca. 4 ms .. 500 ms (konfigurierbar), je nach Konfiguration und Filtereinstellung ca. 24 ms voreingestellt
Messstrom (abh. vom Sensorelement und Temperatur)	typ. < 0,5 mA	typ. < 0,03 mA
Sensor Versorgung	Dauerstrom (nicht geschaltet)	
Messfehler	< ±0,5 °C bei Pt-Sensoren < ±1,5 °C (erweiterter Temperaturbereich)	< ±0,3% vom Messbereichsendwert jeweiligen bei Widerstandsmessung
Breite im Prozessabbild	max. 16 Byte Input	max. 16 Byte Input
Spannungsversorgung für Elektronik	über den E-Bus	
Stromaufnahme aus dem E-Bus	typ. 190 mA	typ. 150 mA
Potenzialtrennung	500 V (E-Bus/Feldspannung)	
Konfiguration	über TwinCAT System Manager	
Gewicht	ca. 60 g	
zulässiger Umgebungstemperaturbereich im Betrieb	-25°C ... +60°C (erweiterter Temperaturbereich)	0°C ... +55°C
zulässiger Umgebungstemperaturbereich bei Lagerung	-40°C ... +85°C	-25°C ... +85°C
zulässige relative Luftfeuchtigkeit	95%, keine Betauung	
Abmessungen (B x H x T)	ca. 15 mm x 100 mm x 70 mm (Breite angereicht: 12 mm)	
Montage [ <a href="#">▶ 59</a> ]	auf 35 mm Tragschiene nach EN 60715	
Vibrations- / Schockfestigkeit	gemäß EN 60068-2-6 / EN 60068-2-27, siehe auch <a href="#">Montagevorschriften für Klemmen mit erhöhter mechanischer Belastbarkeit</a> [ <a href="#">▶ 62</a> ]	
EMV-Festigkeit / Aussendung	gemäß EN 61000-6-2 / EN 61000-6-4	
Schutzart	IP20	
Einbaulage	beliebig	
Zulassung	CE, EAC IECEX FM <a href="#">ATEX</a> [ <a href="#">▶ 71</a> ] <a href="#">UL</a> [ <a href="#">▶ 72</a> ]	CE, EAC <a href="#">ATEX</a> [ <a href="#">▶ 70</a> ] <a href="#">UL</a> [ <a href="#">▶ 72</a> ]

**EL3208-00x0 - Technische Daten**

Technische Daten	EL3208-0000	EL3208-0010
Anzahl Eingänge	8	
Sensorarten	Pt100, Pt200, Pt500, Pt1000, Ni100, Ni120, Ni1000 KT/KTY, Widerstandsmessung 10 Ω...1 kΩ bzw. 10 Ω...4 kΩ (z. B. für Poti-Anschluss )	Pt1000 (Default), Ni1000, Poti 1/5/10 kΩ, NTC 1,8 k/2,2 k/3 k/5 k/10 k/20 k/100 k
Anschlusstechnik	2-Leiter	
Grenzbereich Eingangsfiler	1 kHz typ.	
Messbereich	-200...+850°C (Pt-Sensoren); -60...+250°C (Ni-Sensoren)	-50...+150 °C (sensorabhängig)
Auflösung (default)	0,1°C pro Digit	
Wandlungszeit	ca. 3 ms .. 1600 ms (konfigurierbar), je nach Konfiguration und Filtereinstellung	ca. 1 s
Messstrom (abh. vom Sensorelement und Temperatur)	typ. < 0,5 mA	
Sensor Versorgung	Dauerstrom (nicht geschaltet)	multiplex (geschaltet)
Messfehler	< ±0,5 °C bei Pt-Sensoren < ±1,5 °C (erweiterter Temperaturbereich)	-20...+60 °C: ±0,25 °C bei 25 °C Umgebungstemperatur; -50...+150 °C: ±1,5 °C (bei PT-/Ni-Sensoren)
Breite im Prozessabbild	max. 32 Byte Input	
Spannungsversorgung für Elektronik	über den E-Bus	
Stromaufnahme aus dem E-Bus	typ. 140 mA	
Potenzialtrennung	500 V (E-Bus/Feldspannung)	
Konfiguration	über TwinCAT System Manager	
Gewicht	ca. 60 g	
zulässiger Umgebungstemperaturbereich im Betrieb	-25 °C ... +60 °C (erweiterter Temperaturbereich)	0 °C ... +55 °C
zulässiger Umgebungstemperaturbereich bei Lagerung	-40 °C ... +85 °C	-25 °C ... +85 °C
zulässige relative Luftfeuchtigkeit	95%, keine Betauung	
Abmessungen (B x H x T)	ca. 15 mm x 100 mm x 70 mm (Breite angereicht: 12 mm)	
Montage <a href="#">[► 59]</a>	auf 35 mm Tragschiene nach EN 60715	
Vibrations- / Schockfestigkeit	gemäß EN 60068-2-6 / EN 60068-2-27, siehe auch <a href="#">Montagevorschriften für Klemmen mit erhöhter mechanischer Belastbarkeit [► 62]</a>	
EMV-Festigkeit / Aussendung	gemäß EN 61000-6-2 / EN 61000-6-4	
Schutzart	IP20	
Einbaulage	beliebig	
Zulassung	CE, EAC <a href="#">ATEX [► 71]</a> <a href="#">UL [► 72]</a>	

**EL3214 - Technische Daten**

Technische Daten	EL3214
Anzahl Eingänge	4
Sensorenarten	Pt100, Pt200, Pt500, Pt1000, Ni100, Ni120, Ni1000 KT/KTY, Widerstandsmessung 10 Ω...1 kΩ bzw. 10 Ω...4 kΩ (z. B. für Poti-Anschluss )
Anschlusstechnik	3-Leiter
Temperaturbereich	Bereichsabhängig: -200...+850°C (Pt-Sensoren); -60...+250°C (Ni-Sensoren)
Auflösung (default)	0,1°C pro Digit
Wandlungszeit	ca. 5 ms .. 1600 ms (konfigurierbar), je nach Konfiguration und Filtereinstellung
Messstrom (abh. vom Sensorelement und Temperatur)	typ. < 0,5 mA
Sensor Versorgung	Dauerstrom (nicht geschaltet)
Messfehler	< ±0,5 °C bei Pt-Sensoren, 4 x 3-Leiteranschluss < ±1,5 °C (erweiterter Temperaturbereich)
Breite im Prozessabbild	max. 16 Byte Input
Spannungsversorgung für Elektronik	über den E-Bus
Stromaufnahme aus dem E-Bus	typ. 140 mA
Potenzialtrennung	500 V (E-Bus/Feldspannung)
Konfiguration	über TwinCAT System Manager
Gewicht	ca. 60 g
zulässiger Umgebungstemperaturbereich im Betrieb	-25°C ... +60°C (erweiterter Temperaturbereich)
zulässiger Umgebungstemperaturbereich bei Lagerung	-40°C ... +85°C
zulässige relative Luftfeuchtigkeit	95%, keine Betauung
Abmessungen (B x H x T)	ca. 15 mm x 100 mm x 70 mm (Breite angereicht: 12 mm)
Montage [ <a href="#">▶ 59</a> ]	auf 35 mm Tragschiene nach EN 60715
Vibrations- / Schockfestigkeit	gemäß EN 60068-2-6 / EN 60068-2-27, siehe auch Montagevorschriften für Klemmen mit erhöhter mechanischer Belastbarkeit [ <a href="#">▶ 62</a> ]
EMV-Festigkeit / Aussendung	gemäß EN 61000-6-2 / EN 61000-6-4
Schutzart	IP20
Einbaulage	beliebig
Zulassung	CE, EAC <a href="#">UL</a> [ <a href="#">▶ 72</a> ]

**EL3214-0090 - Technische Daten**

Technische Daten	EL3214-0090
Anzahl Eingänge	4
Sensorarten	Pt100, Pt200, Pt500, Pt1000, Ni100, Ni120, Ni1000 KT/KTY, Widerstandsmessung 10 Ω...1 kΩ bzw. 10 Ω...4 kΩ (z. B. für Poti-Anschluss )
Anschluss technik	2-Leiter (ab Firmware 02), 3-Leiter
Grenzfrequenz EingangsfILTER	1 kHz typ.
Temperaturbereich	Bereichsabhängig: -200...+850°C (Pt-Sensoren); -60...+250°C (Ni-Sensoren)
Auflösung (default)	0,1°C pro Digit
Wandlungszeit	ca. 170 ms (voreingestellt)
Messstrom (abh. vom Sensorelement und Temperatur)	typ. < 0,5 mA
Sensor Versorgung	Dauerstrom (nicht geschaltet)
Messfehler	< ±0,5 °C bei Pt-Sensoren, 4 x 3-Leiteranschluss < ±1,5 °C (erweiterter Temperaturbereich)
MTBF (55°C)	>890.000 h
Spannungsversorgung für Elektronik	über den E-Bus
Stromaufnahme aus dem E-Bus	typ. 140 mA
Potenzialtrennung	500 V (E-Bus/Feldspannung)
Konfiguration	über TwinCAT System Manager
Gewicht	ca. 60 g
zulässiger Umgebungstemperaturbereich im Betrieb	-25°C ... +60°C (erweiterter Temperaturbereich)
zulässiger Umgebungstemperaturbereich bei Lagerung	-40°C ... +85°C
zulässige relative Luftfeuchtigkeit	95%, keine Betauung
Abmessungen (B x H x T)	ca. 15 mm x 100 mm x 70 mm (Breite angereicht: 12 mm)
Montage <a href="#">[► 59]</a>	auf 35 mm Tragschiene nach EN 60715
Vibrations- / Schockfestigkeit	gemäß EN 60068-2-6 / EN 60068-2-27
EMV-Festigkeit / Aussendung	gemäß EN 61000-6-2 / EN 61000-6-4
Schutzart	IP20
Einbaulage	beliebig
Zulassung	CE, EAC <a href="#">UL [► 72]</a>

**EL3218 - Technische Daten**

Technische Daten	EL3218
Anzahl Eingänge	8
Anschlussstechnik	2-/3-Leiter (einstellbar)
Distributed-Clocks	-
Grenzfrequenz EingangsfILTER	1 kHz typ.
Sensorarten	PT100, PT200, PT500, PT1000, Ni100, Ni120, Ni1000, Widerstandsmessung (z.B. Poti-Anschluss, 10 Ω...1/4 kΩ), KTY-Sensoren (Typen siehe Dokumentation)
Messbereich/ Temperaturbereich	-200...+850 °C (PT-Sensoren); -60...+250 °C (Ni-Sensoren)
Auflösung	0,1 °C oder 0,01°C pro Digit
Wandlungszeit	ca. 170 ms voreingestellt
Messstrom	< 0,5 mA (lastabhängig)
Sensor Versorgung	Dauerstrom (nicht geschaltet)
Messfehler	< ±0,5 °C bei PT-Sensoren, 8 x 3-Leiteranschluss
Breite im Prozessabbild	max. 32 Byte Input
Spannungsversorgung für Elektronik	über den E-Bus
Stromaufn. Powerkontakte	-
Stromaufnahme aus dem E-Bus	typ. 120 mA
Besondere Eigenschaften	digitaler Filter integriert, Grenzwertüberwachung, Anschlussstechnik einstellbar
Potenzialtrennung	500 V (E-Bus/Feldspannung)
Konfiguration	über TwinCAT System Manager
Gewicht	ca. 95 g
zulässiger Umgebungstemperaturbereich im Betrieb	-25°C ... +55°C
zulässiger Umgebungstemperaturbereich bei Lagerung	-25°C ... +85°C
zulässige relative Luftfeuchtigkeit	95%, keine Betauung
Abmessungen (B x H x T)	ca. 30 mm x 100 mm x 70 mm (Breite angereicht: 24 mm)
Montage [ <a href="#">▶ 59</a> ]	auf 35 mm Tragschiene nach EN 60715
Vibrations- / Schockfestigkeit	gemäß EN 60068-2-6 / EN 60068-2-27, siehe auch <a href="#">Montagevorschriften für Klemmen mit erhöhter mechanischer Belastbarkeit [<a href="#">▶ 62</a>]</a>
EMV-Festigkeit / Aussendung	gemäß EN 61000-6-2 / EN 61000-6-4
Schutzart	IP20
Einbaulage	beliebig
Zulassung	CE, EAC

## 3.6 Hinweis zu Beckhoff Kalibrierzertifikaten

Grundsätzlich wird jedes Beckhoff Analog-Gerät (Eingang oder Ausgang) justiert, d.h. in der Produktion einem Abgleich unterzogen. Allerdings wird dieser Vorgang nicht einzeln dokumentiert. Diese Dokumentation als Kalibrierzertifikat erfolgt nur bei Geräten die ausdrücklich mit Zertifikat ausgeliefert werden.

Das Kalibrierzertifikat (auch: Kalibrierschein) benennt die nach der Justage/Abgleich verbleibende Restabweichung zum verwendeten Normal (Referenzgerät). Das Kalibrierzertifikat (in pdf-Form) ist über die ID-Nummer dem Gerät eindeutig zuzuordnen. Es ist also keine Aussage über eine Gerätekategorie wie z.B. eine Zulassung, sondern immer nur für ein einzelnes, benanntes Gerät zutreffend. Es steht über die Beckhoff Website zum [Download](#) bereit

Seiner Natur nach dokumentiert es die Messgenauigkeit zum Zeitpunkt der Zertifikatserstellung, das Kalibrierzertifikat enthält keine Aussage über das Verhalten bzw. die Veränderung der Messgenauigkeit in der Zukunft. Ein Kalibrierzertifikat dient der Rückbetrachtung auf den vorangegangenen Verwendungszeitraum. Wird der Zertifizierungsvorgang über Jahre mehrmals wiederholt (ohne das Gerät neu zu justieren) erlaubt er Rückschlüsse auf das Alterungsverhalten, die sog. Kalibrierhistorie.

Es sind verschiedene „Qualitäten“ eines Kalibrierzertifikats üblich:

- Beckhoff Werkskalibrierzertifikate  
Solche IP20 Klemmen sind an der Produktendung -0020 erkennbar. Das Zertifikat wird in der Beckhoff Produktion als pdf ausgestellt.  
Die Klemmen können über Beckhoff bezogen und über den Beckhoff Service recalibriert werden.
- ISO17025 Kalibrierzertifikate  
Solche IP20 Klemmen sind an der Produktendung -0030 erkennbar. Das Zertifikat wird von einem Dienstleister im Auftrag für Beckhoff als Teil der Beckhoff Produktion ausgestellt.  
Die Klemmen können über Beckhoff bezogen und über den Beckhoff Service recalibriert werden.
- DAkKS Kalibrierzertifikate (Deutsche Akkreditierungsstelle GmbH)  
Solche IP20 Klemmen sind an der Produktendung -0030 erkennbar. Das Zertifikat wird von einem akkreditierten Dienstleister im Auftrag für Beckhoff als Teil der Beckhoff Produktion ausgestellt.  
Die Klemmen können über Beckhoff bezogen und über den Beckhoff Service recalibriert werden.

Beckhoff produziert eine große Auswahl an analogen Ein/Ausgangsgeräten als IP20 Klemme oder IP67 Box. Eine Auswahl davon ist auch mit Werk/ISO/DAkKS-Kalibrierzertifikaten lieferbar. Konkrete Angaben dazu siehe techn. Daten der Geräte oder über den Beckhoff Vertrieb.

---

### **i** Hinweis zum Sprachgebrauch

Im US-amerikanischen Sprachumfeld wird mit „Calibration“ oder „Alignment“ der Abgleich/die Justage bezeichnet, also das verändernde Einwirken auf das Gerät. „Verification“ ist dagegen das beobachtende Ermitteln und Dokumentieren des verbleibenden Restfehlers, das im deutschen Sprachgebrauch als *Kalibrierung* bezeichnet wird.

---

## 3.7 Start

Zur Inbetriebsetzung:

- montieren Sie den EL32xx wie im Kapitel [Installation](#) [► 57] beschrieben
- konfigurieren Sie den EL32xx in TwinCAT wie im Kapitel [Inbetriebnahme](#) [► 87] beschrieben.

## 4 Grundlagen der Kommunikation

### 4.1 EtherCAT-Grundlagen

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

### 4.2 EtherCAT-Verkabelung - Drahtgebunden

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

#### Kabel und Steckverbinder

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

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

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

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

#### ● Empfohlene Kabel

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

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

#### E-Bus-Versorgung

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

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

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

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

Abb. 21: System Manager Stromberechnung

**HINWEIS**

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

### 4.3 Allgemeine Hinweise zur Watchdog-Einstellung

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

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

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

#### SM-Watchdog (SyncManagerWatchdog)

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

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

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

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

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

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

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

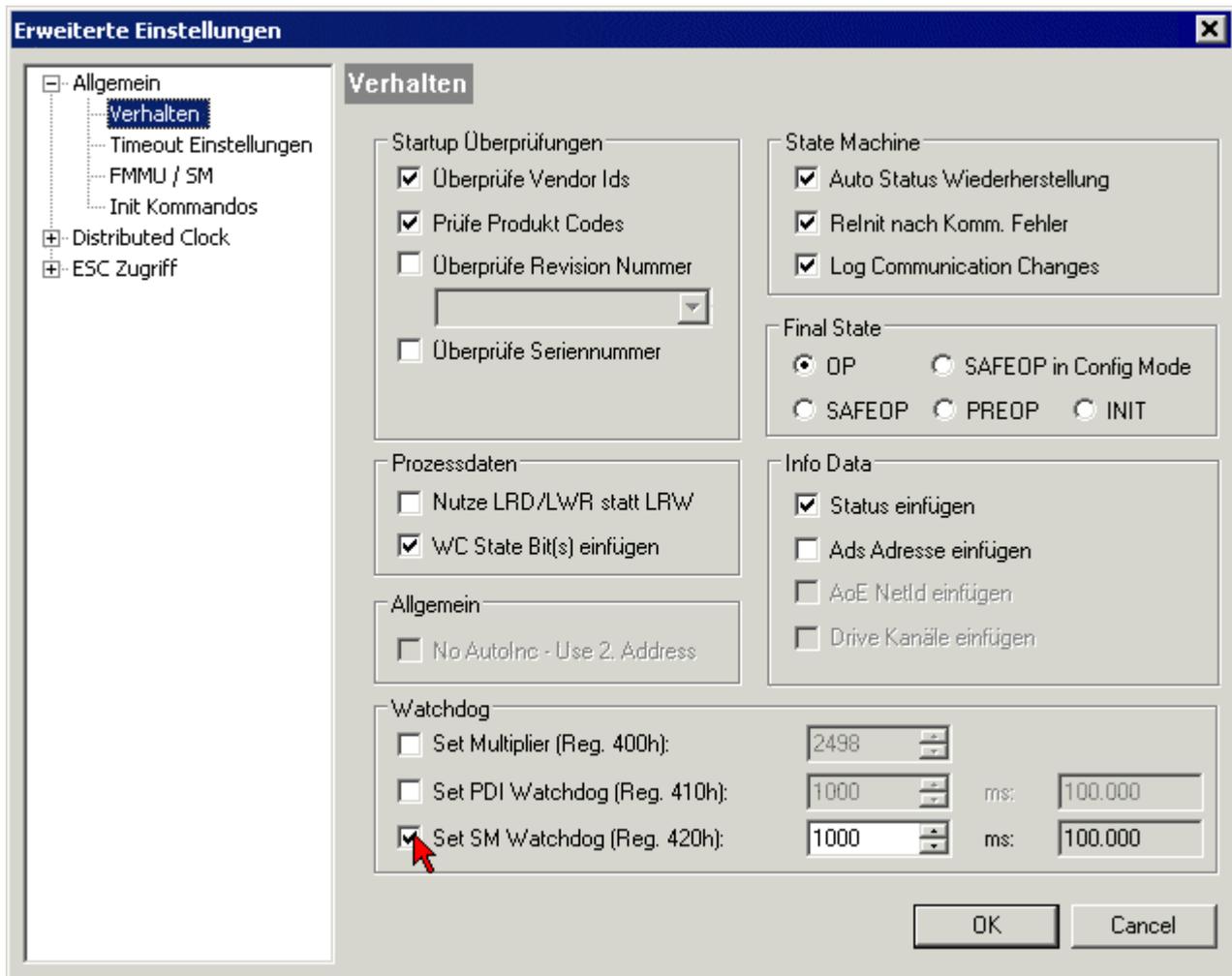


Abb. 22: Karteireiter EtherCAT -> Erweiterte Einstellungen -> Verhalten --> Watchdog

#### Anmerkungen:

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

#### Multiplier

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

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

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

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

#### Beispiel „Set SM-Watchdog“

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

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

### Berechnung

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

SM Watchdog = 10000 →  $10000 * 100 \mu\text{s} = 1 \text{ Sekunde Watchdog-Überwachungszeit}$

#### **⚠ VORSICHT**

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

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

#### **⚠ VORSICHT**

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

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

## 4.4 EtherCAT State Machine

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

Es werden folgende Zustände unterschieden:

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

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

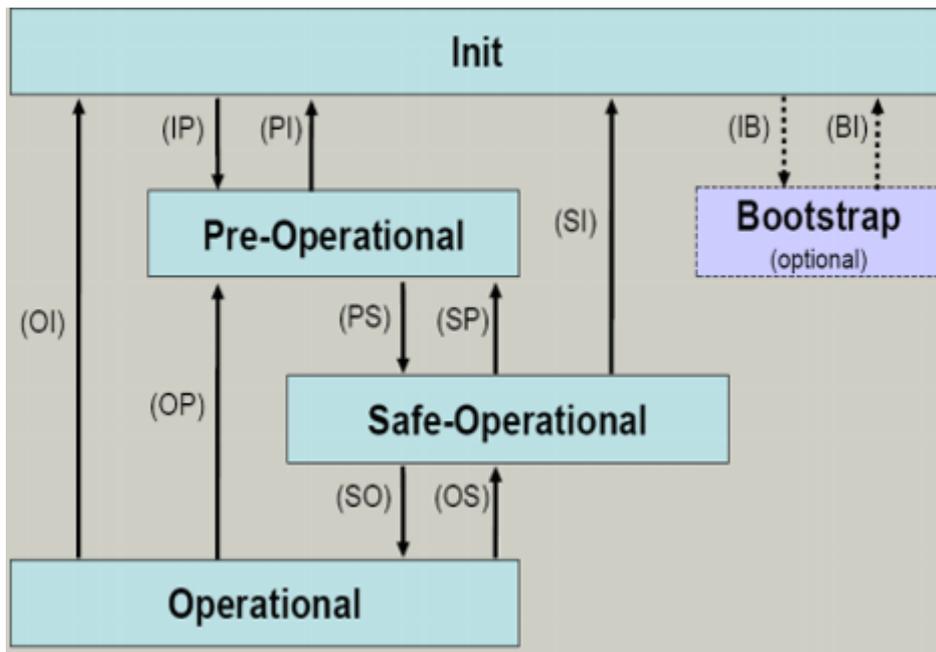


Abb. 23: Zustände der EtherCAT State Machine

### Init

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

### Pre-Operational (Pre-Op)

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

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

### Safe-Operational (Safe-Op)

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

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

### ● Ausgänge im SAFEOP

**i** Die standardmäßig aktivierte Watchdogüberwachung [► 47] bringt die Ausgänge im Modul in Abhängigkeit von den Einstellungen im SAFEOP und OP in einen sicheren Zustand - je nach Gerät und Einstellung z. B. auf AUS. Wird dies durch Deaktivieren der Watchdogüberwachung im Modul unterbunden, können auch im Geräte-Zustand SAFEOP Ausgänge geschaltet werden bzw. gesetzt bleiben.

## Operational (Op)

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

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

## Boot

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

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

# 4.5 CoE-Interface

## Allgemeine Beschreibung

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

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

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

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

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

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

Die für den EtherCAT-Feldbusanwender wichtigen Bereiche sind

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

Weitere wichtige Bereiche sind:

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

**i Verfügbarkeit**

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

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

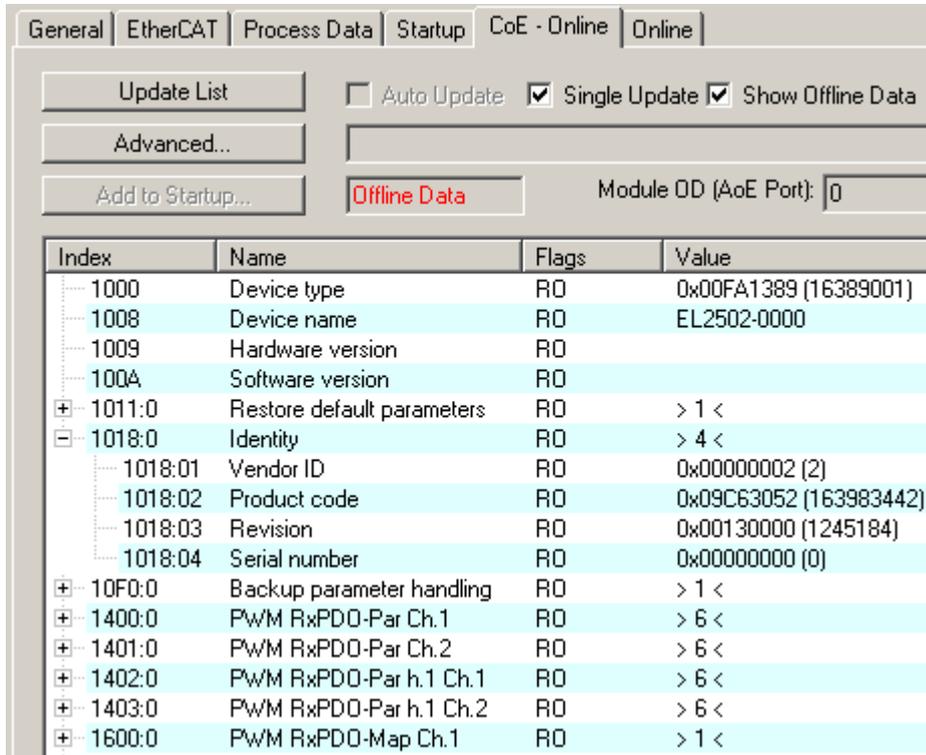


Abb. 24: Karteireiter „CoE-Online“

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

**Datenerhaltung und Funktion „NoCoeStorage“**

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

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

**i Datenerhaltung**

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

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

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

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

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

**i Startup List**

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

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

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

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

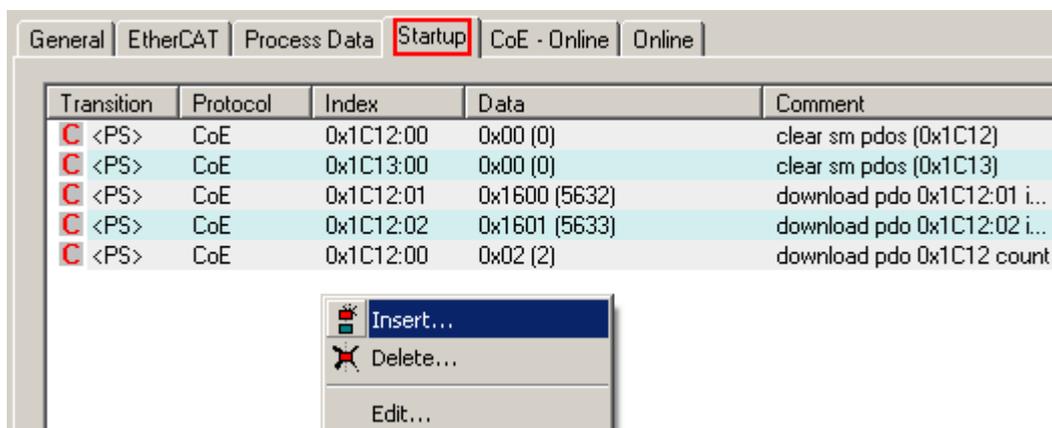


Abb. 25: StartUp-Liste im TwinCAT System Manager

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

## Online/Offline Verzeichnis

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

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

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

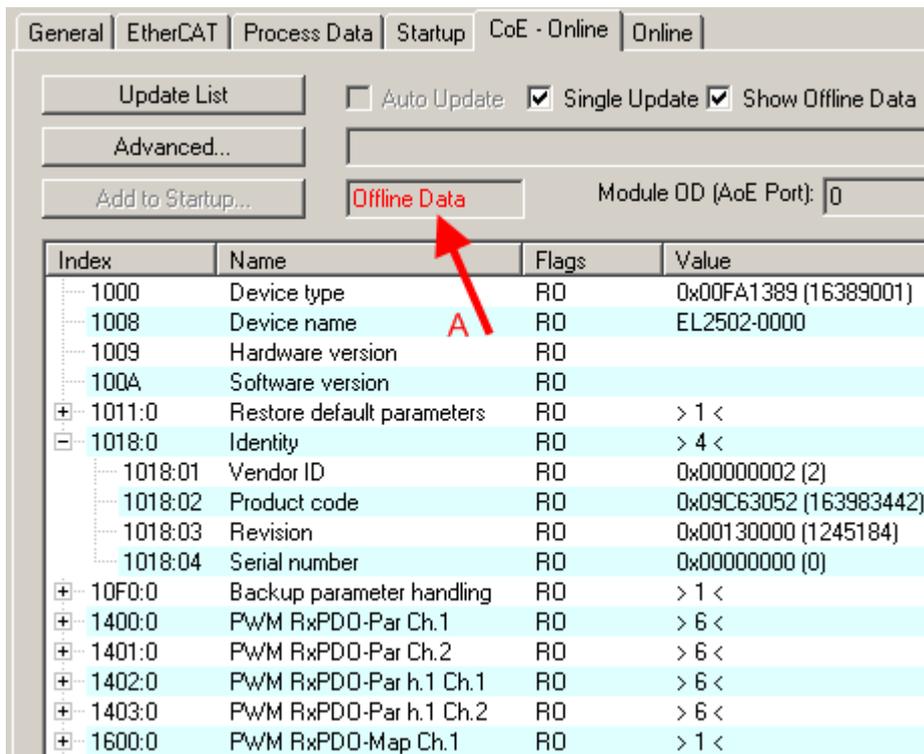


Abb. 26: Offline-Verzeichnis

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

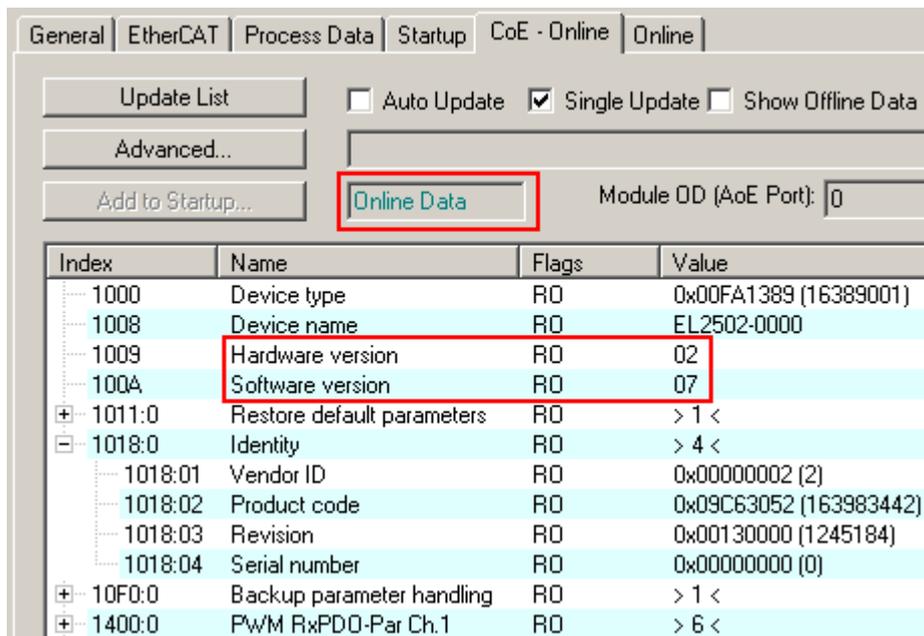


Abb. 27: Online-Verzeichnis

**Kanalweise Ordnung**

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

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

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

Allgemein wird dies geschrieben als 0x80n0.

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

## 4.6 Distributed Clock

Die Distributed Clock stellt eine lokale Uhr im EtherCAT Slave Controller (ESC) dar mit den Eigenschaften:

- Einheit *1 ns*
- Nullpunkt *1.1.2000 00:00*
- Umfang *64 Bit* (ausreichend für die nächsten 584 Jahre); manche EtherCAT-Slaves unterstützen jedoch nur einen Umfang von 32 Bit, d.h. nach ca. 4,2 Sekunden läuft die Variable über
- Diese lokale Uhr wird vom EtherCAT Master automatisch mit der Master Clock im EtherCAT Bus mit einer Genauigkeit  $< 100$  ns synchronisiert.

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

## 5 Installation

### 5.1 Sicherheitshinweise

Lesen Sie vor Installation und Inbetriebnahme der TwinSAFE-Komponenten auch die Sicherheitshinweise im Vorwort dieser Dokumentation.

### 5.2 Umgebungsbedingungen

Stellen Sie sicher, dass die TwinSAFE-Komponenten nur bei den spezifizierten Umgebungsbedingungen (siehe technische Daten) transportiert, gelagert und betrieben werden!

#### **WARNUNG**

##### **Verletzungsgefahr!**

Die TwinSAFE-Komponenten dürfen unter folgenden Betriebsbedingungen nicht eingesetzt werden.

- unter dem Einfluss ionisierender Strahlung (die das Maß der natürlichen Umgebungsstrahlung überschreitet)
- in korrosivem Umfeld
- in einem Umfeld, das zu unzulässiger Verschmutzung der TwinSAFE-Komponente führt

#### **HINWEIS**

##### **Elektromagnetische Verträglichkeit**

Die TwinSAFE-Komponenten entsprechen den Anforderungen der geltenden Normen zur elektromagnetischen Verträglichkeit in Bezug auf Störausstrahlung und insbesondere auf Störfestigkeit.

Sollten jedoch in der Nähe der TwinSAFE-Komponenten Geräte (z.B. Funktelefone, Funkgeräte, Sendeanlagen oder Hochfrequenz-Systeme) betrieben werden, welche die in den Normen festgelegten Grenzen zur Störaussendung überschreiten, können diese ggf. die Funktion der TwinSAFE-Komponenten stören.

### 5.3 Transportvorgaben / Lagerung

Verwenden Sie zum Transport und bei der Lagerung der TwinSAFE-Komponenten die Originalverpackung in der die Komponenten geliefert wurden.

#### **VORSICHT**

##### **Spezifizierten Umgebungsbedingungen beachten**

Stellen Sie sicher, dass die digitalen TwinSAFE-Komponenten nur bei den spezifizierten Umgebungsbedingungen (siehe technische Daten) transportiert und gelagert werden.

### 5.4 Schaltschrank / Klemmenkasten

Die TwinSAFE-Klemmen müssen zum Betrieb in einen Schaltschrank oder Klemmenkasten montiert werden, der mindestens der Schutzart IP54 nach IEC 60529 entspricht.

## 5.5 Hinweise zum ESD-Schutz

### HINWEIS

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

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

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

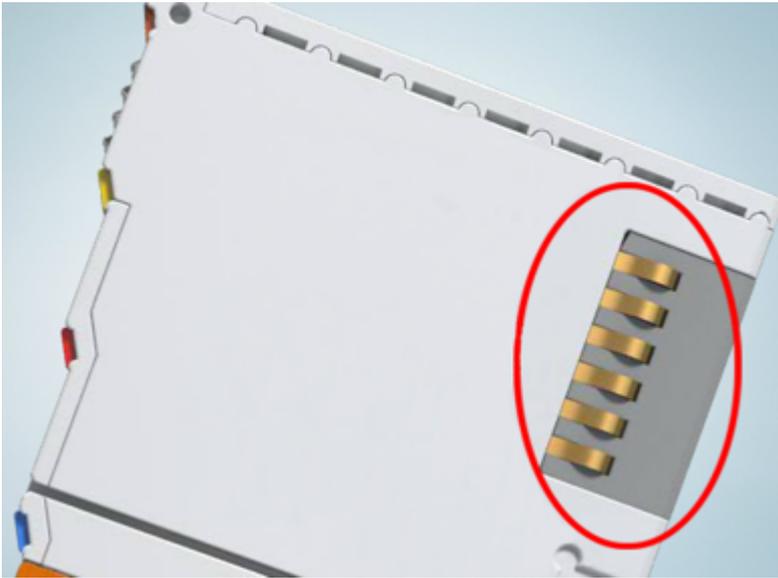


Abb. 28: Federkontakte der Beckhoff I/O-Komponenten

## 5.6 Tragschienenmontage

### ⚠️ WARNUNG

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

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

#### Montage

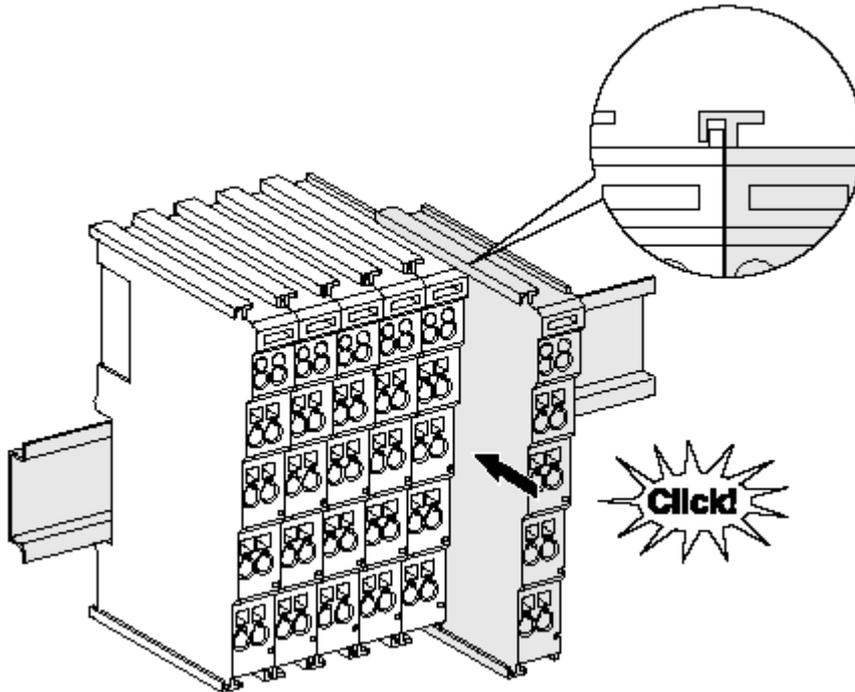


Abb. 29: Montage auf Tragschiene

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

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

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

#### **i** Tragschienenbefestigung

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

## Demontage

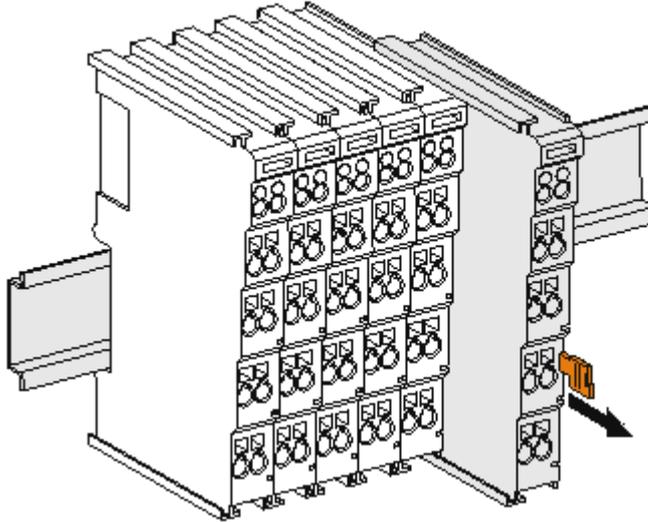


Abb. 30: Demontage von Tragschiene

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

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

## Verbindungen innerhalb eines Busklemmenblocks

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

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

### **i** Powerkontakte

Beachten Sie bei der Projektierung eines Busklemmenblocks die Kontaktbelegungen der einzelnen Busklemmen, da einige Typen (z.B. analoge Busklemmen oder digitale 4-Kanal-Busklemmen) die Powerkontakte nicht oder nicht vollständig durchschleifen. Einspeiseklemmen (KL91xx, KL92xx bzw. EL91xx, EL92xx) unterbrechen die Powerkontakte und stellen so den Anfang einer neuen Versorgungsschiene dar.

## PE-Powerkontakt

Der Powerkontakt mit der Bezeichnung PE kann als Schutzerde eingesetzt werden. Der Kontakt ist aus Sicherheitsgründen beim Zusammenstecken voreilend und kann Kurzschlussströme bis 125 A ableiten.

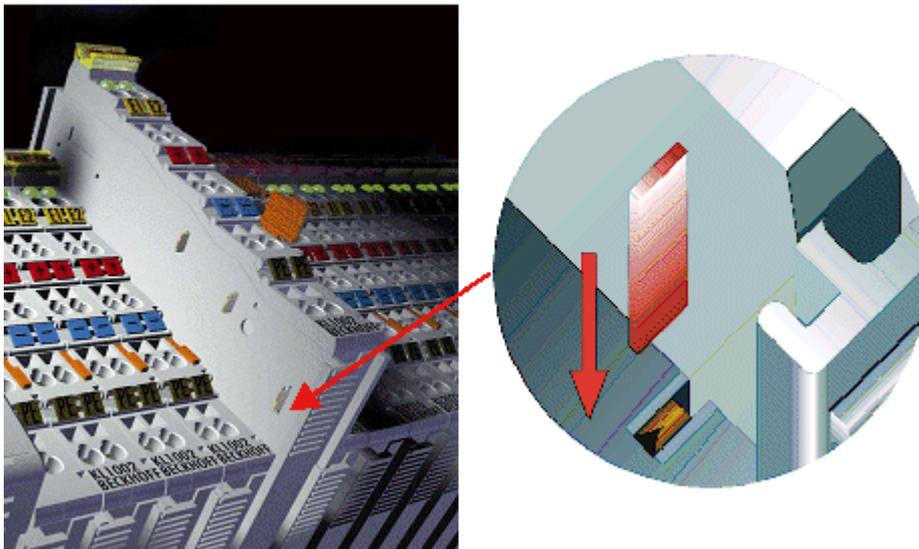


Abb. 31: Linksseitiger Powerkontakt

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

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

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

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

## 5.7 Montagevorschriften für erhöhte mechanische Belastbarkeit

### ⚠️ WARNUNG

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

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

#### Zusätzliche Prüfungen

Die Klemmen sind folgenden zusätzlichen Prüfungen unterzogen worden:

Prüfung	Erläuterung
Vibration	10 Frequenzdurchläufe, in 3-Achsen
	6 Hz < f < 60 Hz Auslenkung 0,35 mm, konstante Amplitude
	60,1 Hz < f < 500 Hz Beschleunigung 5 g, konstante Amplitude
Schocken	1000 Schocks je Richtung, in 3-Achsen
	25 g, 6 ms

#### Zusätzliche Montagevorschriften

Für die Klemmen mit erhöhter mechanischer Belastbarkeit gelten folgende zusätzliche Montagevorschriften:

- Die erhöhte mechanische Belastbarkeit gilt für alle zulässigen Einbaulagen
- Es ist eine Tragschiene nach EN 60715 TH35-15 zu verwenden
- Der Klemmenstrang ist auf beiden Seiten der Tragschiene durch eine mechanische Befestigung, z.B. mittels einer Erdungsklemme oder verstärkten Endklammer zu fixieren
- Die maximale Gesamtausdehnung des Klemmenstrangs (ohne Koppler) beträgt:  
64 Klemmen mit 12 mm oder 32 Klemmen mit 24 mm Einbaubreite
- Bei der Abkantung und Befestigung der Tragschiene ist darauf zu achten, dass keine Verformung und Verdrehung der Tragschiene auftritt, weiterhin ist kein Quetschen und Verbiegen der Tragschiene zulässig
- Die Befestigungspunkte der Tragschiene sind in einem Abstand vom 5 cm zu setzen
- Zur Befestigung der Tragschiene sind Senkkopfschrauben zu verwenden
- Die freie Leiterlänge zwischen Zugentlastung und Leiteranschluss ist möglichst kurz zu halten; der Abstand zum Kabelkanal ist mit ca. 10 cm zu einhalten

## 5.8 Positionierung von passiven Klemmen

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

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

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

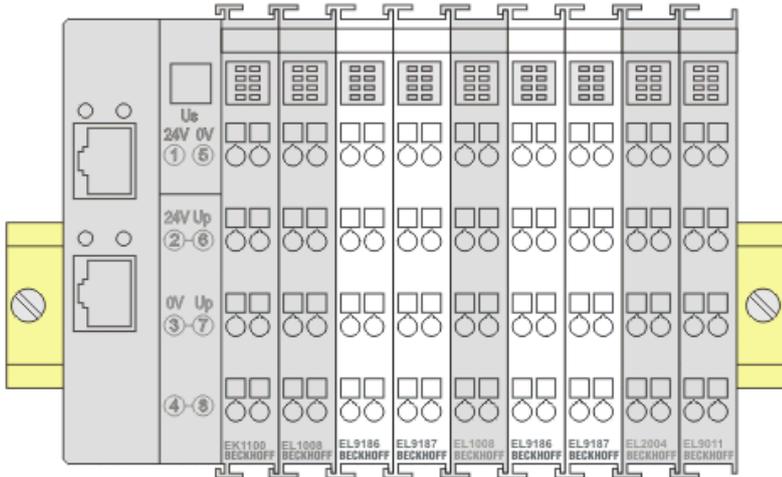


Abb. 32: Korrekte Positionierung

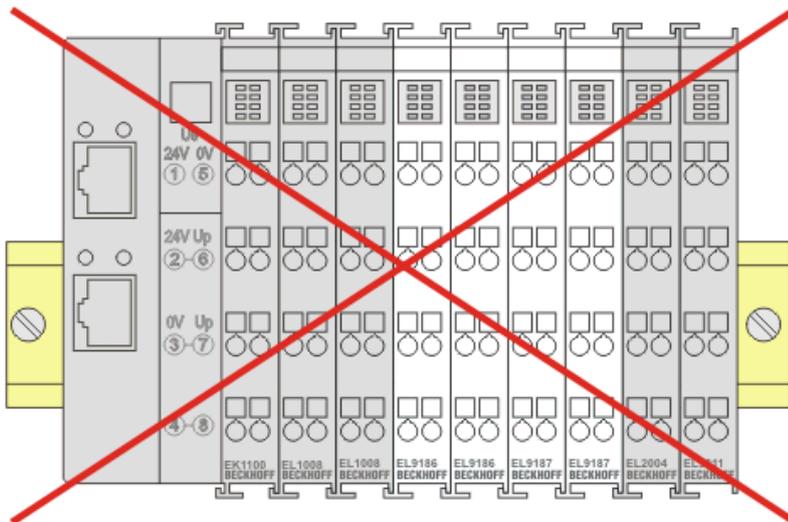


Abb. 33: Inkorrekte Positionierung

## 5.9 Einbaulagen

### HINWEIS

#### Einschränkung von Einbaulage und Betriebstemperaturbereich

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

#### Optimale Einbaulage (Standard)

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

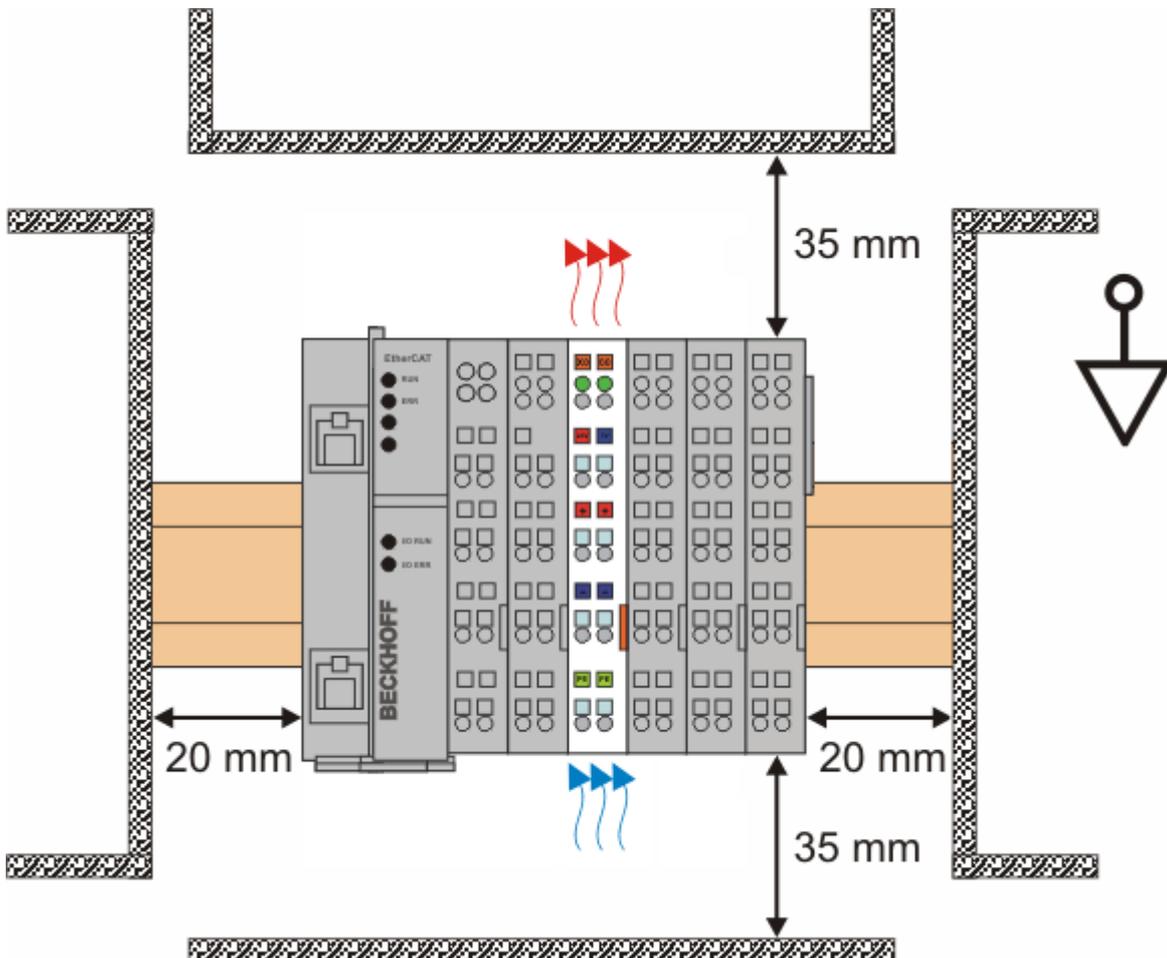


Abb. 34: Empfohlene Abstände bei Standard-Einbaulage

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

#### Weitere Einbaulagen

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

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

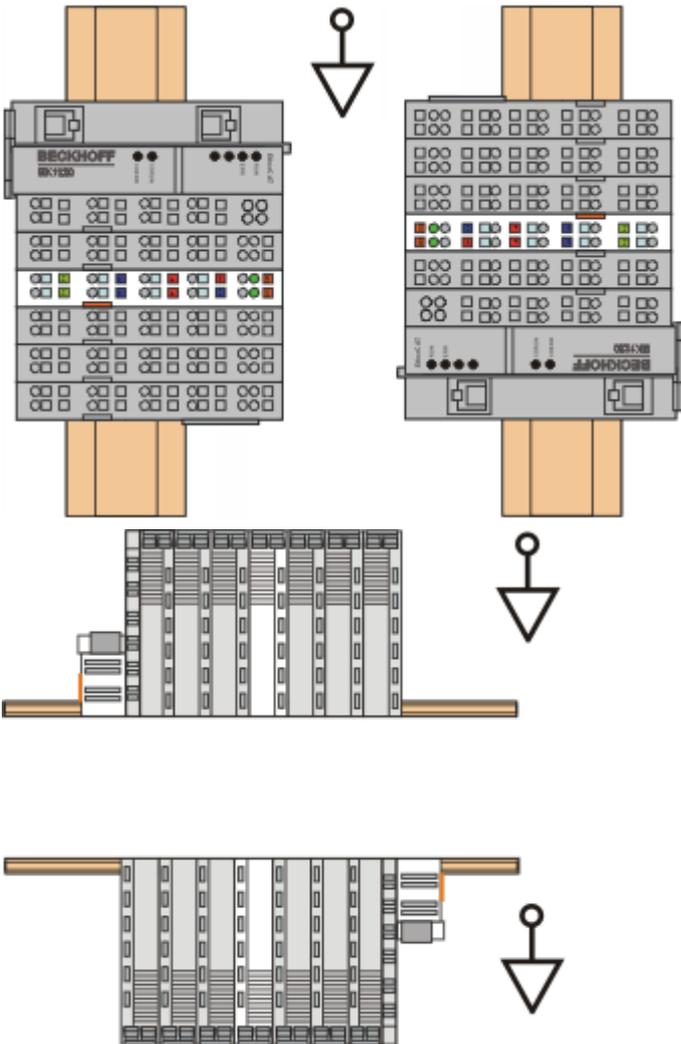


Abb. 35: Weitere Einbaulagen

## 5.10 Anschluss

### 5.10.1 Anschlussstechnik

#### ⚠️ WARNUNG

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

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

#### Übersicht

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

- Die Klemmen der Serien ELxxxx und KLxxxx mit Standardverdrahtung enthalten Elektronik und Anschlussebene in einem Gehäuse.
- Die Klemmen der Serien ESxxxx und KSxxxx haben eine steckbare Anschlussebene und ermöglichen somit beim Austausch die stehende Verdrahtung.
- Die High-Density-Klemmen (HD-Klemmen) enthalten Elektronik und Anschlussebene in einem Gehäuse und haben eine erhöhte Packungsdichte.

#### Standardverdrahtung (ELxxxx / KLxxxx)



Abb. 36: Standardverdrahtung

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

#### Steckbare Verdrahtung (ESxxxx / KSxxxx)



Abb. 37: Steckbare Verdrahtung

Die Klemmen der Serien ESxxxx und KSxxxx enthalten eine steckbare Anschlussebene. Montage und Verdrahtung werden wie bei den Serien ELxxxx und KLxxxx durchgeführt.

Im Servicefall erlaubt die steckbare Anschlussebene, die gesamte Verdrahtung als einen Stecker von der Gehäuseoberseite abzuziehen.

Das Unterteil kann, über das Betätigen der Entriegelungslasche, aus dem Klemmenblock herausgezogen werden.

Die auszutauschende Komponente wird hineingeschoben und der Stecker mit der stehenden Verdrahtung wieder aufgesteckt. Dadurch verringert sich die Montagezeit und ein Verwechseln der Anschlussdrähte ist ausgeschlossen.

Die gewohnten Maße der Klemme ändern sich durch den Stecker nur geringfügig. Der Stecker trägt ungefähr 3 mm auf; dabei bleibt die maximale Höhe der Klemme unverändert.

Eine Lasche für die Zugentlastung des Kabels stellt in vielen Anwendungen eine deutliche Vereinfachung der Montage dar und verhindert ein Verheddern der einzelnen Anschlussdrähte bei gezogenem Stecker.

Leiterquerschnitte von 0,08 mm<sup>2</sup> bis 2,5 mm<sup>2</sup> können weiter in der bewährten Federkrafttechnik verwendet werden.

Übersicht und Systematik in den Produktbezeichnungen der Serien ESxxxx und KSxxxx werden wie von den Serien ELxxxx und KLxxxx bekannt weitergeführt.

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



Abb. 38: High-Density-Klemmen

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

---

#### ● Verdrahtung HD-Klemmen



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

---

### Ultraschall-litzenverdichtete Leiter

---

#### ● Ultraschall-litzenverdichtete Leiter



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

---

## 5.10.2 Verdrahtung

### ⚠️ WARNUNG

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

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

**Klemmen für Standardverdrahtung ELxxxx/KLxxxx und für steckbare Verdrahtung ESxxxx/KSxxxx**

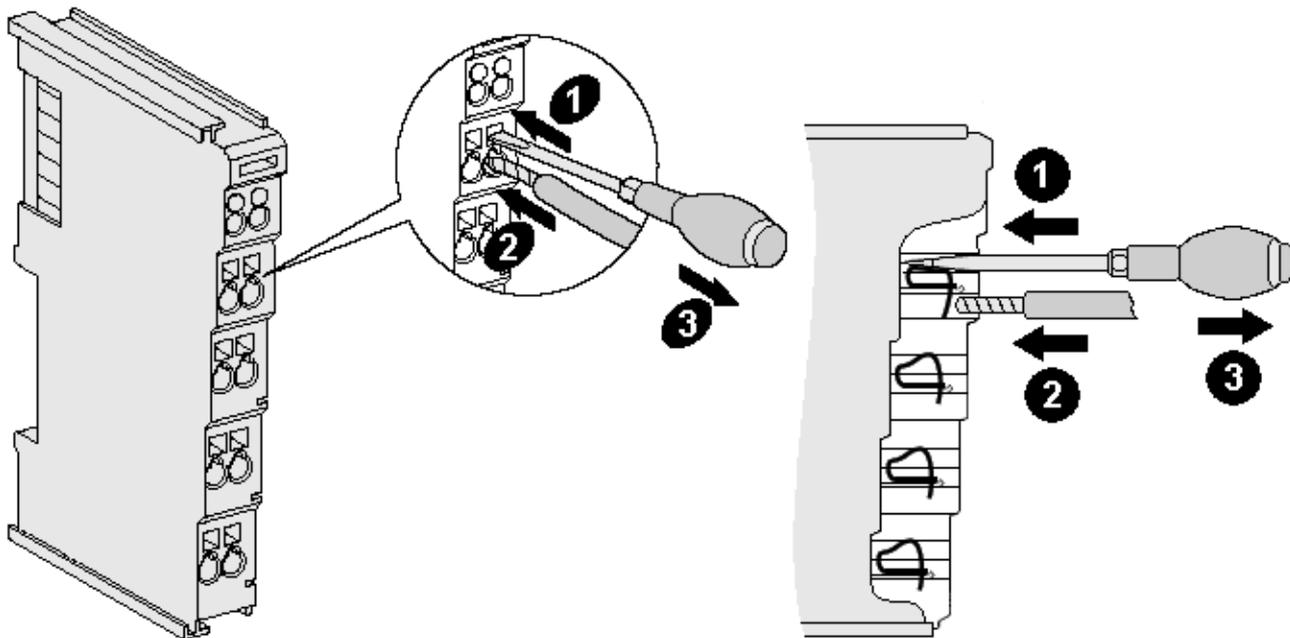


Abb. 39: Anschluss einer Leitung an eine Klemmstelle

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

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

Den zulässigen Leiterquerschnitt entnehmen Sie der nachfolgenden Tabelle.

Klemmgehäuse	ELxxxx, KLxxxx	ESxxxx, KSxxxx
Leitungsquerschnitt (massiv)	0,08 ... 2,5 mm <sup>2</sup>	0,08 ... 2,5 mm <sup>2</sup>
Leitungsquerschnitt (feindrätig)	0,08 ... 2,5 mm <sup>2</sup>	0,08 ... 2,5 mm <sup>2</sup>
Leitungsquerschnitt (Aderleitung mit Aderendhülse)	0,14 ... 1,5 mm <sup>2</sup>	0,14 ... 1,5 mm <sup>2</sup>
Abisolierlänge	8 ... 9 mm	9 ... 10 mm

### High-Density-Klemmen (HD-Klemmen [▶ 67]) mit 16 Klemmstellen

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

Klemmgehäuse	HD-Gehäuse
Leitungsquerschnitt (massiv)	0,08 ... 1,5 mm <sup>2</sup>
Leitungsquerschnitt (feindrätig)	0,25 ... 1,5 mm <sup>2</sup>
Leitungsquerschnitt (Aderleitung mit Aderendhülse)	0,14 ... 0,75 mm <sup>2</sup>
Leitungsquerschnitt (ultraschall-litzenverdichtet)	nur 1,5 mm <sup>2</sup>
Abisolierlänge	8 ... 9 mm

### 5.10.3 Schirmung



#### Schirmung

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

## 5.11 ATEX - Besondere Bedingungen (Standardtemperaturbereich)

### ⚠️ WARNUNG

**Beachten Sie die besonderen Bedingungen für die bestimmungsgemäße Verwendung von Beckhoff-Feldbuskomponenten mit Standardtemperaturbereich in explosionsgefährdeten Bereichen (Richtlinie 2014/34/EU)!**

- Die zertifizierten Komponenten sind in ein geeignetes Gehäuse zu errichten, das eine Schutzart von mindestens IP54 gemäß EN 60079-15 gewährleistet! Dabei sind die Umgebungsbedingungen bei der Verwendung zu berücksichtigen!
- Für Staub (nur die Feldbuskomponenten der Zertifikatsnummer KEMA 10ATEX0075 X Issue 9): Das Gerät ist in ein geeignetes Gehäuse einzubauen, das einen Schutzgrad von IP54 gemäß EN 60079-31 für Gruppe IIIA oder IIIB und IP6X für Gruppe IIIC bietet, wobei die Umgebungsbedingungen, unter denen das Gerät verwendet wird, zu berücksichtigen sind!
- Wenn die Temperaturen bei Nennbetrieb an den Einführungsstellen der Kabel, Leitungen oder Rohrleitungen höher als 70°C oder an den Aderverzweigungsstellen höher als 80°C ist, so müssen Kabel ausgewählt werden, deren Temperaturdaten den tatsächlich gemessenen Temperaturwerten entsprechen!
- Beachten für Beckhoff-Feldbuskomponenten mit Standardtemperaturbereich beim Einsatz in explosionsgefährdeten Bereichen den zulässigen Umgebungstemperaturbereich von 0 bis 55°C!
- Es müssen Maßnahmen zum Schutz gegen Überschreitung der Nennbetriebsspannung durch kurzzeitige Störspannungen um mehr als 40% getroffen werden!
- Die einzelnen Klemmen dürfen nur aus dem Busklemmensystem gezogen oder entfernt werden, wenn die Versorgungsspannung abgeschaltet wurde bzw. bei Sicherstellung einer nicht-explosionsfähigen Atmosphäre!
- Die Anschlüsse der zertifizierten Komponenten dürfen nur verbunden oder unterbrochen werden, wenn die Versorgungsspannung abgeschaltet wurde bzw. bei Sicherstellung einer nicht-explosionsfähigen Atmosphäre!
- Die Sicherung der Einspeiseklemmen KL92xx/EL92xx dürfen nur gewechselt werden, wenn die Versorgungsspannung abgeschaltet wurde bzw. bei Sicherstellung einer nicht-explosionsfähigen Atmosphäre!
- Adresswahlschalter und ID-Switche dürfen nur eingestellt werden, wenn die Versorgungsspannung abgeschaltet wurde bzw. bei Sicherstellung einer nicht-explosionsfähigen Atmosphäre!

### Normen

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

- EN 60079-0:2012+A11:2013
- EN 60079-15:2010
- EN 60079-31:2013 (nur für Zertifikatsnummer KEMA 10ATEX0075 X Issue 9)

## Kennzeichnung

Die gemäß ATEX-Richtlinie für den explosionsgefährdeten Bereich zertifizierten Beckhoff-Feldbuskomponenten mit Standardtemperaturbereich tragen eine der folgenden Kennzeichnungen:



**II 3G KEMA 10ATEX0075 X Ex nA IIC T4 Gc Ta: 0 ... +55°C**

II 3D KEMA 10ATEX0075 X Ex tc IIIC T135°C Dc Ta: 0 ... +55°C  
(nur für Feldbuskomponenten mit Zertifikatsnummer KEMA 10ATEX0075 X Issue 9)

oder



**II 3G KEMA 10ATEX0075 X Ex nA nC IIC T4 Gc Ta: 0 ... +55°C**

II 3D KEMA 10ATEX0075 X Ex tc IIIC T135°C Dc Ta: 0 ... +55°C  
(nur für Feldbuskomponenten mit Zertifikatsnummer KEMA 10ATEX0075 X Issue 9)

## 5.12 ATEX - Besondere Bedingungen (erweiterter Temperaturbereich)

### ⚠️ WARNUNG

**Beachten Sie die besonderen Bedingungen für die bestimmungsgemäße Verwendung von Beckhoff-Feldbuskomponenten mit erweitertem Temperaturbereich (ET) in explosionsgefährdeten Bereichen (Richtlinie 2014/34/EU)!**

- Die zertifizierten Komponenten sind in ein geeignetes Gehäuse zu errichten, das eine Schutzart von mindestens IP54 gemäß EN 60079-15 gewährleistet! Dabei sind die Umgebungsbedingungen bei der Verwendung zu berücksichtigen!
- Für Staub (nur die Feldbuskomponenten der Zertifikatsnummer KEMA 10ATEX0075 X Issue 9): Das Gerät ist in ein geeignetes Gehäuse einzubauen, das eine Schutzart von IP54 gemäß EN 60079-31 für Gruppe IIIA oder IIIB und IP6X für Gruppe IIIC bietet, wobei die Umgebungsbedingungen, unter denen das Gerät verwendet wird, zu berücksichtigen sind!
- Wenn die Temperaturen bei Nennbetrieb an den Einführungsstellen der Kabel, Leitungen oder Rohrleitungen höher als 70°C oder an den Aderverzweigungsstellen höher als 80°C ist, so müssen Kabel ausgewählt werden, deren Temperaturdaten den tatsächlich gemessenen Temperaturwerten entsprechen!
- Beachten Sie für Beckhoff-Feldbuskomponenten mit erweitertem Temperaturbereich (ET) beim Einsatz in explosionsgefährdeten Bereichen 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 einzelnen Klemmen dürfen nur aus dem Busklemmensystem gezogen oder entfernt werden, wenn die Versorgungsspannung abgeschaltet wurde bzw. bei Sicherstellung einer nicht-explosionsfähigen Atmosphäre!
- Die Anschlüsse der zertifizierten Komponenten dürfen nur verbunden oder unterbrochen werden, wenn die Versorgungsspannung abgeschaltet wurde bzw. bei Sicherstellung einer nicht-explosionsfähigen Atmosphäre!
- Die Sicherung der Einspeiseklemmen KL92xx/EL92xx dürfen nur gewechselt werden, wenn die Versorgungsspannung abgeschaltet wurde bzw. bei Sicherstellung einer nicht-explosionsfähigen Atmosphäre!
- Adresswahlschalter und ID-Switche dürfen nur eingestellt werden, wenn die Versorgungsspannung abgeschaltet wurde bzw. bei Sicherstellung einer nicht-explosionsfähigen Atmosphäre!

## Normen

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

- EN 60079-0:2012+A11:2013
- EN 60079-15:2010
- EN 60079-31:2013 (nur für Zertifikatsnummer KEMA 10ATEX0075 X Issue 9)

## Kennzeichnung

Die gemäß ATEX-Richtlinie für den explosionsgefährdeten Bereich zertifizierten Beckhoff-Feldbuskomponenten mit erweitertem Temperaturbereich (ET) tragen die folgende Kennzeichnung:



**II 3G KEMA 10ATEX0075 X Ex nA IIC T4 Gc Ta: -25 ... +60°C**

II 3D KEMA 10ATEX0075 X Ex tc IIIC T135°C Dc Ta: -25 ... +60°C  
(nur für Feldbuskomponenten mit Zertifikatsnummer KEMA 10ATEX0075 X Issue 9)

oder



**II 3G KEMA 10ATEX0075 X Ex nA nC IIC T4 Gc Ta: -25 ... +60°C**

II 3D KEMA 10ATEX0075 X Ex tc IIIC T135°C Dc Ta: -25 ... +60°C  
(nur für Feldbuskomponenten mit Zertifikatsnummer KEMA 10ATEX0075 X Issue 9)

## 5.13 Weiterführende Dokumentation zu ATEX und IECEx



### Weiterführende Dokumentation zum Explosionsschutz gemäß ATEX und IECEx

Beachten Sie auch die weiterführende Dokumentation

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

die Ihnen auf der Beckhoff-Homepage <https://www.beckhoff.de> im Bereich [Download](#) zur Verfügung steht!

## 5.14 UL-Hinweise

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

### Grundlagen

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



## 5.15 LEDs und Anschlussbelegung

EL3201, EL3202

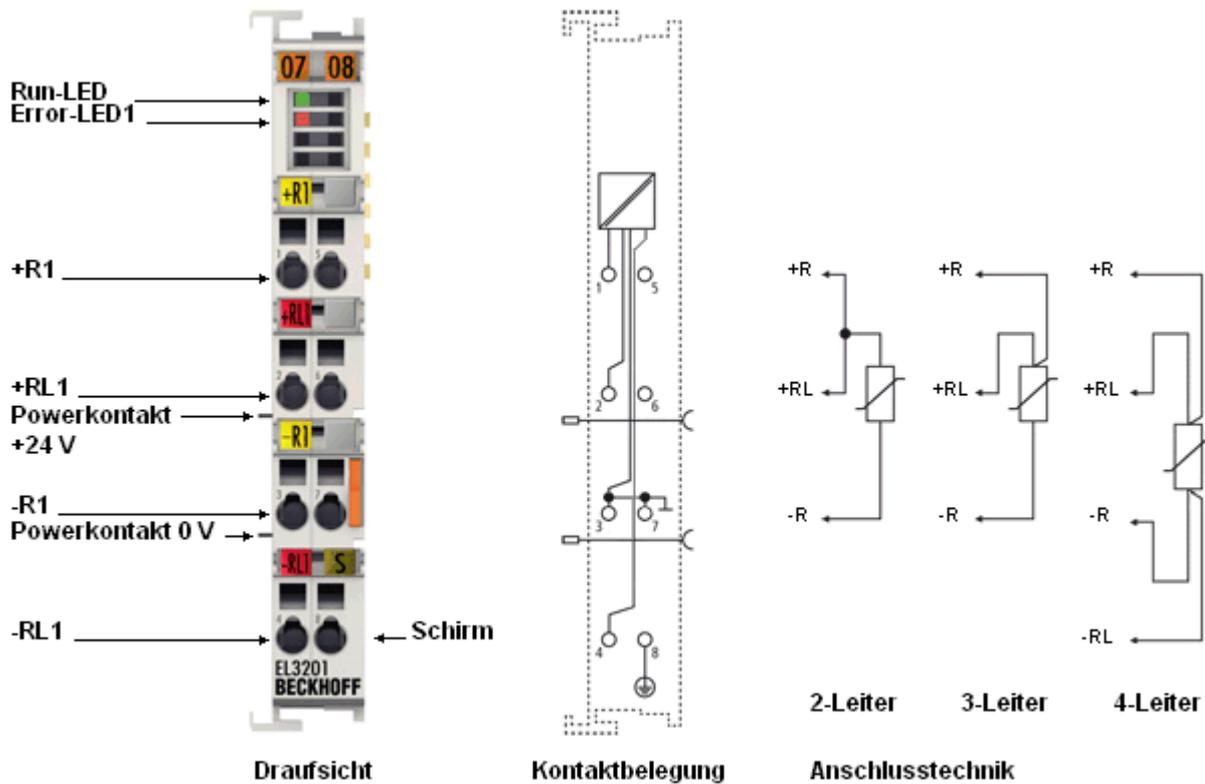


Abb. 40: Anschlussbelegung EL3201

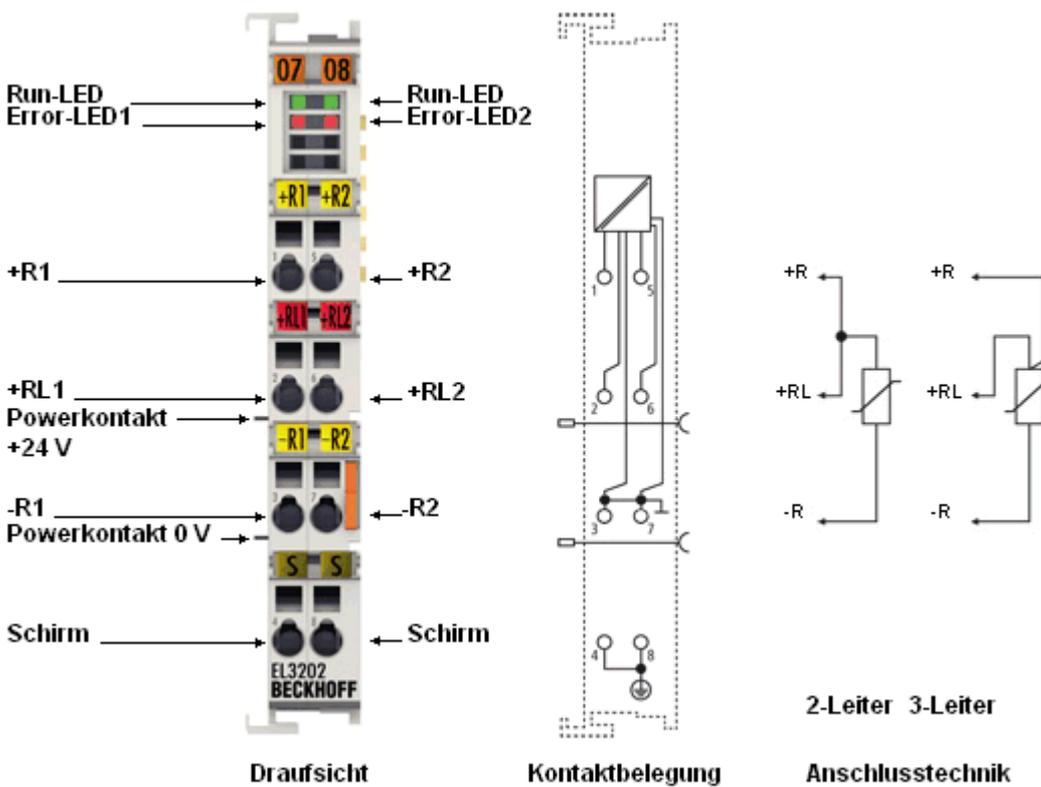


Abb. 41: Anschlussbelegung EL3202

## **i** Zweileiter-Anschluss EL3201/EL3202

Wird die EL3201/EL3202 im 2-Leiter-Anschluss betrieben, müssen die Eingänge +R und +RL vom Anwender gebrückt werden.

### LEDs

LED	Farbe	Bedeutung	
RUN	grün	Diese LED gibt den Betriebszustand der Klemme wieder:	
		aus	Zustand der EtherCAT State Machine: <b>INIT</b> = Initialisierung der Klemme oder <b>BOOTSTRAP</b> = Funktion für Firmware-Updates der Klemme
		blinkend	Zustand der EtherCAT State Machine: <b>PREOP</b> = Funktion für Mailbox-Kommunikation und abweichende Standard-Einstellungen gesetzt
		Einzelblitz	Zustand der EtherCAT State Machine: <b>SAFEOP</b> = Überprüfung der Kanäle des Sync-Managers und der Distributed Clocks. Ausgänge bleiben im sicheren Zustand
		an	Zustand der EtherCAT State Machine: <b>OP</b> = normaler Betriebszustand; Mailbox- und Prozessdatenkommunikation ist möglich
ERROR1, ERROR2**	rot	Es liegt ein Kurzschluss oder Drahtbruch vor. Der Widerstandswert befindet sich im ungültigen Bereich der Kennlinie	

\*\* nur EL3202

### Anschlussbelegung EL3201

Klemmstelle	Nr.	Kommentar
+R1	1	Eingang +R1, stromführend
+RL1	2	Eingang +RL1, stromlose Sense-Leitung
-R1	3	Eingang -R1, stromführend
-RL1	4	Eingang -RL1, stromlose Sense-Leitung
...	5	nicht belegt
...	6	nicht belegt
...	7	nicht belegt
Shield	8	Schirm

### Anschlussbelegung EL3202

Klemmstelle	Nr.	Kommentar
+R1	1	Eingang +R1, stromführend
+RL1	2	Eingang +RL1, stromlose Sense-Leitung
-R1	3	Eingang -R1, stromführend
Shield	4	Schirm (intern verbunden mit Klemmstelle 8)
+R2	5	Eingang +R2, stromführend
+RL2	6	Eingang +RL2, stromlose Sense-Leitung
-R2	7	Eingang -R2, stromführend
Shield	8	Schirm (intern verbunden mit Klemmstelle 4)

**EL3201-00x0, EL3202-00x0**

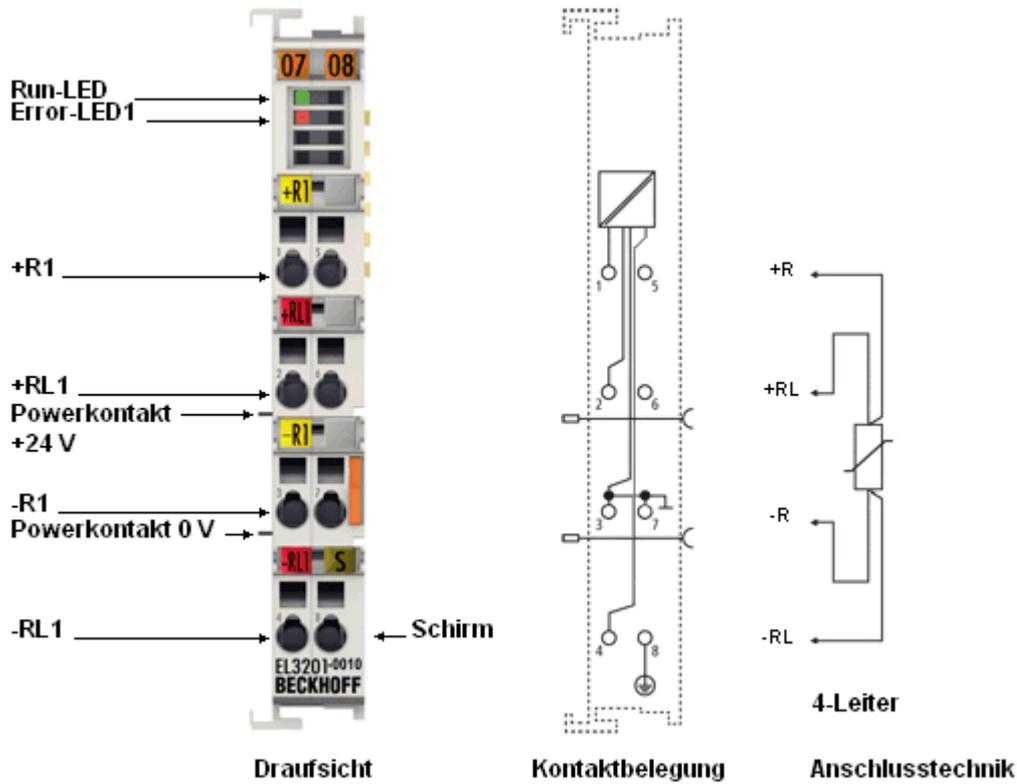


Abb. 42: Anschlussbelegung EL3201-00x0

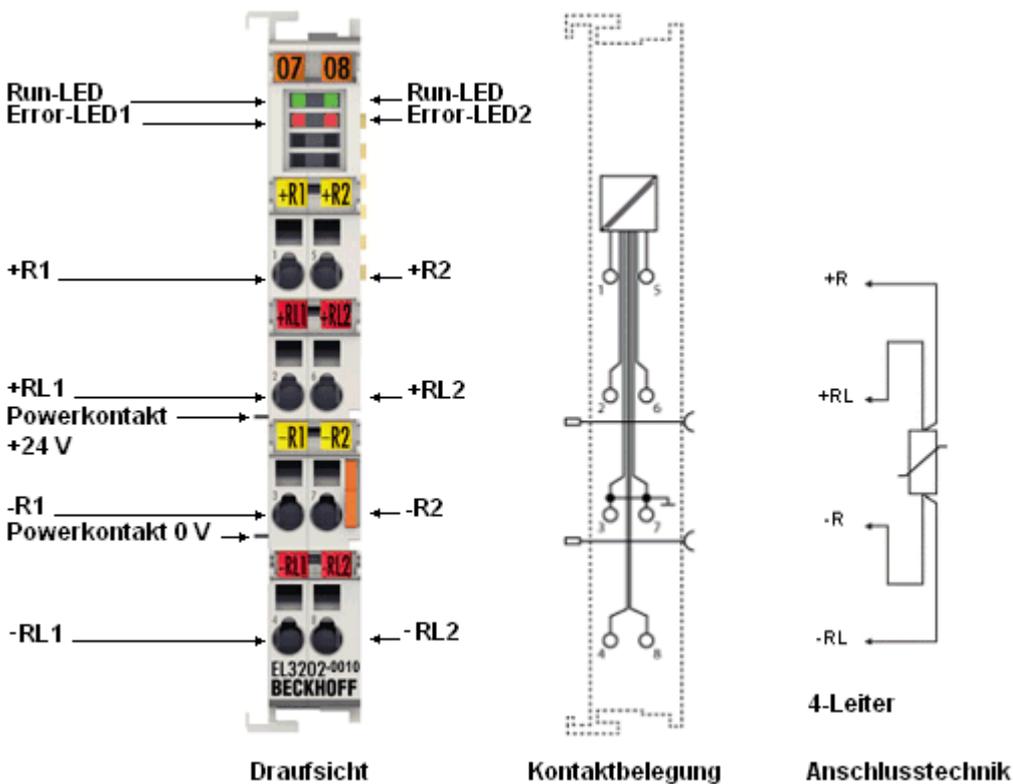


Abb. 43: Anschlussbelegung EL3202-00x0

**Vierleiter-Anschluss**

**i** Die hochpräzisen Klemmen EL320x-00x0 dürfen bestimmungsgemäß nur in 4-Leiter Anslusstechnik betrieben werden!

## LEDs

LED	Farbe	Bedeutung	
RUN	grün	Diese LED gibt den Betriebszustand der Klemme wieder:	
		aus	Zustand der EtherCAT State Machine: <b>INIT</b> = Initialisierung der Klemme oder <b>BOOTSTRAP</b> = Funktion für Firmware-Updates der Klemme
		blinkend	Zustand der EtherCAT State Machine: <b>PREOP</b> = Funktion für Mailbox-Kommunikation und abweichende Standard-Einstellungen gesetzt
		Einzelblitz	Zustand der EtherCAT State Machine: <b>SAFEOP</b> = Überprüfung der Kanäle des Sync-Managers und der Distributed Clocks. Ausgänge bleiben im sicheren Zustand
		an	Zustand der EtherCAT State Machine: <b>OP</b> = normaler Betriebszustand; Mailbox- und Prozessdatenkommunikation ist möglich
ERROR1, ERROR2**	rot	Es liegt ein Kurzschluss oder Drahtbruch vor. Der Widerstandswert befindet sich im ungünstigen Bereich der Kennlinie	

\*\* nur EL3202-00x0

## Anschlussbelegung EL3201-00x0

Klemmstelle	Nr.	Kommentar
+R1	1	Eingang +R1, stromführend
+RL1	2	Eingang +RL1, stromlose Sense-Leitung
-R1	3	Eingang -R1, stromführend
-RL1	4	Eingang -RL1, stromlose Sense-Leitung
...	5	nicht belegt
...	6	nicht belegt
...	7	nicht belegt
Shield	8	Schirm

## Anschlussbelegung EL3202-00x0

Klemmstelle	Nr.	Kommentar
+R1	1	Eingang +R1, stromführend
+RL1	2	Eingang +RL1, stromlose Sense-Leitung
-R1	3	Eingang -R1, stromführend
-RL1	4	Eingang -RL1, stromlose Sense-Leitung
+R2	5	Eingang +R2, stromführend
+RL2	6	Eingang +RL2, stromlose Sense-Leitung
-R2	7	Eingang -R2, stromführend
-RL2	8	Eingang -RL2, stromlose Sense-Leitung

EL3204-0x00

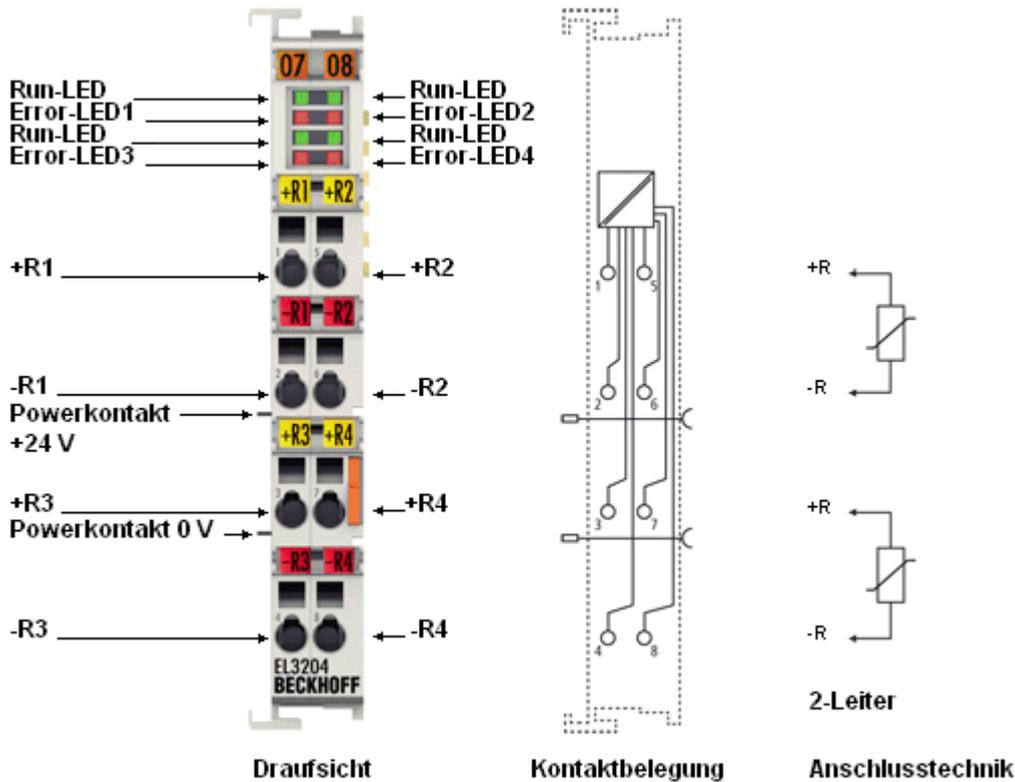


Abb. 44: Anschlussbelegung EL3204-0x00

LEDs

LED	Farbe	Bedeutung	
RUN	grün	Diese LED gibt den Betriebszustand der Klemme wieder:	
		aus	Zustand der EtherCAT State Machine: <b>INIT</b> = Initialisierung der Klemme oder <b>BOOTSTRAP</b> = Funktion für Firmware-Updates der Klemme
		blinkend	Zustand der EtherCAT State Machine: <b>PREOP</b> = Funktion für Mailbox-Kommunikation und abweichende Standard-Einstellungen gesetzt
		Einzelblitz	Zustand der EtherCAT State Machine: <b>SAFEOP</b> = Überprüfung der Kanäle des Sync-Managers und der Distributed Clocks. Ausgänge bleiben im sicheren Zustand
		an	Zustand der EtherCAT State Machine: <b>OP</b> = normaler Betriebszustand; Mailbox- und Prozessdatenkommunikation ist möglich
ERROR1 - 4	rot	Es liegt ein Kurzschluss oder Drahtbruch vor. Der Widerstandswert befindet sich im ungültigen Bereich der Kennlinie.	

Anschlussbelegung EL3204-0x00

Klemmstelle	Nr.	Kommentar
+R1	1	Eingang +R1, stromführend
-R1	2	Eingang -R1, stromführend
+R3	3	Eingang +R3, stromführend
-R3	4	Eingang -R3, stromführend
+R2	5	Eingang +R2, stromführend
-R2	6	Eingang -R2, stromführend
+R4	7	Eingang +R4, stromführend
-R4	8	Eingang -R4, stromführend

**EL3214-00x0**

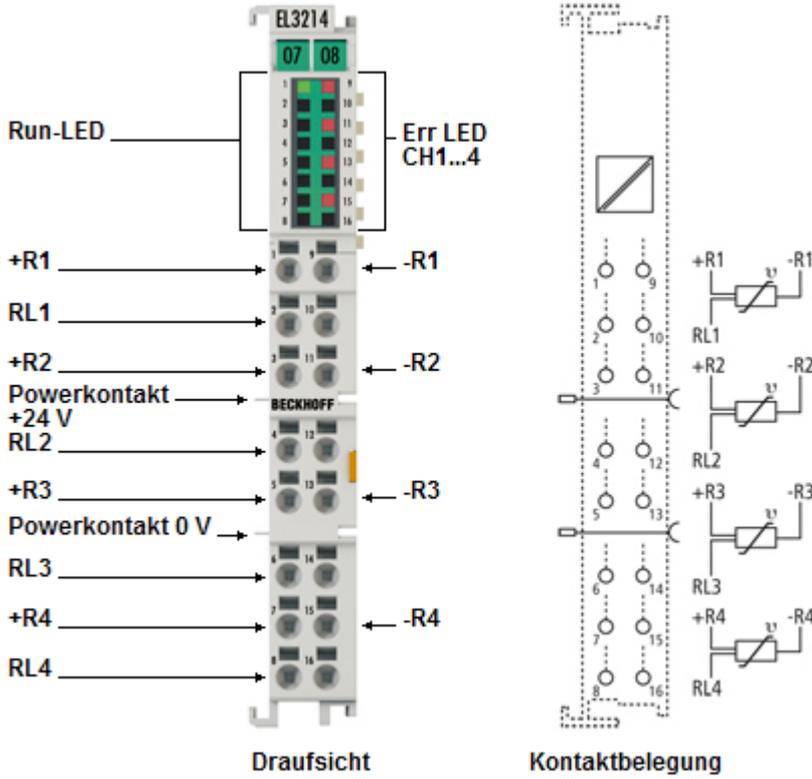


Abb. 45: EL3214 Anschlussbelegung

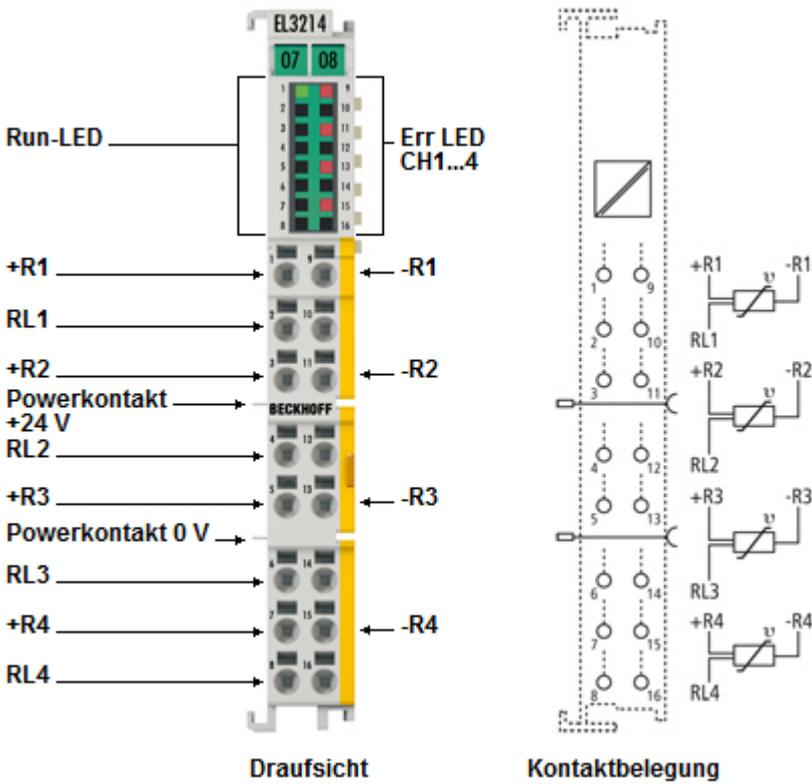


Abb. 46: EL3214-0090 Anschlussbelegung

**● Zweileiter-Anschluss EL3214-00x0**



Wird die EL3214 im 2-Leiter-Anschluss betrieben, müssen die Eingänge +R und +RL vom Anwender gebrückt werden.

**LEDs**

LED	Farbe	Bedeutung	
RUN	grün	Diese LED gibt den Betriebszustand der Klemme wieder:	
		aus	Zustand der EtherCAT State Machine: <b>INIT</b> = Initialisierung der Klemme oder <b>BOOTSTRAP</b> = Funktion für Firmware-Updates der Klemme
		blinkend	Zustand der EtherCAT State Machine: <b>PREOP</b> = Funktion für Mailbox-Kommunikation und abweichende Standard-Einstellungen gesetzt
		Einzelblitz	Zustand der EtherCAT State Machine: <b>SAFEOP</b> = Überprüfung der Kanäle des Sync-Managers und der Distributed Clocks. Ausgänge bleiben im sicheren Zustand
		an	Zustand der EtherCAT State Machine: <b>OP</b> = normaler Betriebszustand; Mailbox- und Prozessdatenkommunikation ist möglich
ERROR1 - 4	rot	Es liegt ein Kurzschluss oder Drahtbruch vor. Der Widerstandswert befindet sich im ungültigen Bereich der Kennlinie.	

**Anschlussbelegung EL3214-00x0**

Klemmstelle	Nr.	Kommentar
+R1	1	Eingang +R1, stromführend
RL1	2	Eingang RL1, stromlose Sense-Leitung
+R2	3	Eingang +R2, stromführend
RL2	4	Eingang RL2, stromlose Sense-Leitung
+R3	5	Eingang +R3, stromführend
RL3	6	Eingang RL3, stromlose Sense-Leitung
+R4	7	Eingang +R4, stromführend
RL4	8	Eingang RL4, stromlose Sense-Leitung
-R1	9	Eingang -R1, stromführend
...	10	nicht belegt
-R2	11	Eingang -R2, stromführend
...	12	nicht belegt
-R3	13	Eingang -R3, stromführend
...	14	nicht belegt
-R4	15	Eingang -R4, stromführend
...	16	nicht belegt

**EL3208**

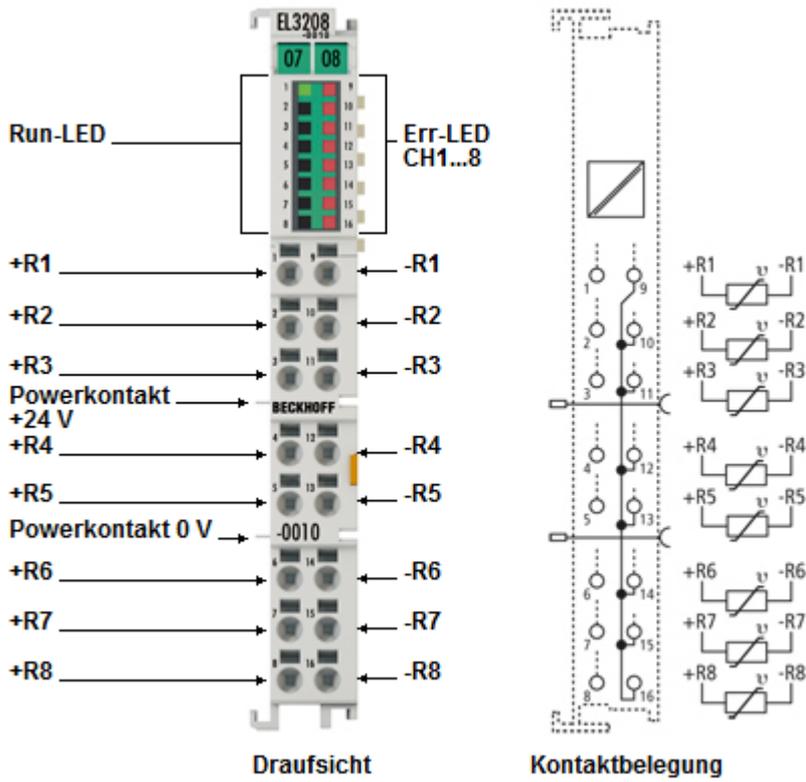


Abb. 47: Anschlussbelegung EL3208

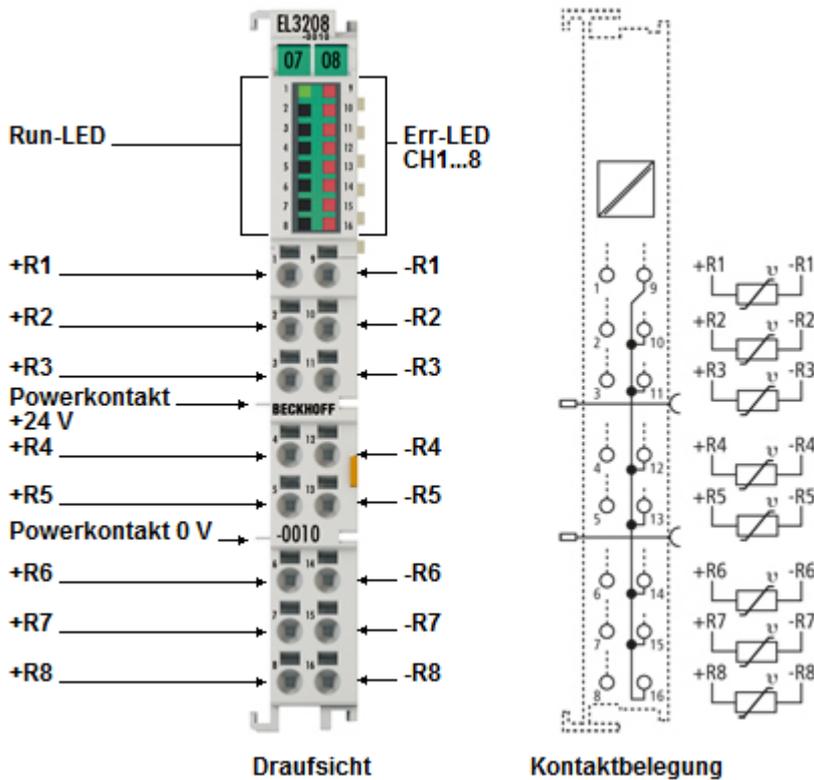


Abb. 48: Anschlussbelegung EL3208-0010

**LEDs**

LED	Farbe	Bedeutung	
RUN	grün	Diese LED gibt den Betriebszustand der Klemme wieder:	
		aus	Zustand der EtherCAT State Machine: <b>INIT</b> = Initialisierung der Klemme oder <b>BOOTSTRAP</b> = Funktion für Firmware-Updates der Klemme
		blinkend	Zustand der EtherCAT State Machine: <b>PREOP</b> = Funktion für Mailbox-Kommunikation und abweichende Standard-Einstellungen gesetzt
		Einzelblitz	Zustand der EtherCAT State Machine: <b>SAFEOP</b> = Überprüfung der Kanäle des Sync-Managers und der Distributed Clocks. Ausgänge bleiben im sicheren Zustand
		an	Zustand der EtherCAT State Machine: <b>OP</b> = normaler Betriebszustand; Mailbox- und Prozessdatenkommunikation ist möglich
ERROR1 - 8	rot	Es liegt ein Kurzschluss oder Drahtbruch vor. Der Widerstandswert befindet sich im ungültigen Bereich der Kennlinie.	

**Anschlussbelegung EL3208**

Klemmstelle	Nr.	Kommentar
+R1	1	Eingang +R1, stromführend
+R2	2	Eingang +R2, stromführend
+R3	3	Eingang +R3, stromführend
+R4	4	Eingang +R4, stromführend
+R5	5	Eingang +R5, stromführend
+R6	6	Eingang +R6, stromführend
+R7	7	Eingang +R7, stromführend
+R8	8	Eingang +R8, stromführend
-R1	9	Eingang -R1, stromführend
-R2	10	Eingang -R2, stromführend
-R3	11	Eingang -R3, stromführend
-R4	12	Eingang -R4, stromführend
-R5	13	Eingang -R5, stromführend
-R6	14	Eingang -R6, stromführend
-R7	15	Eingang -R7, stromführend
-R8	16	Eingang -R8, stromführend

**EL3218-0000**

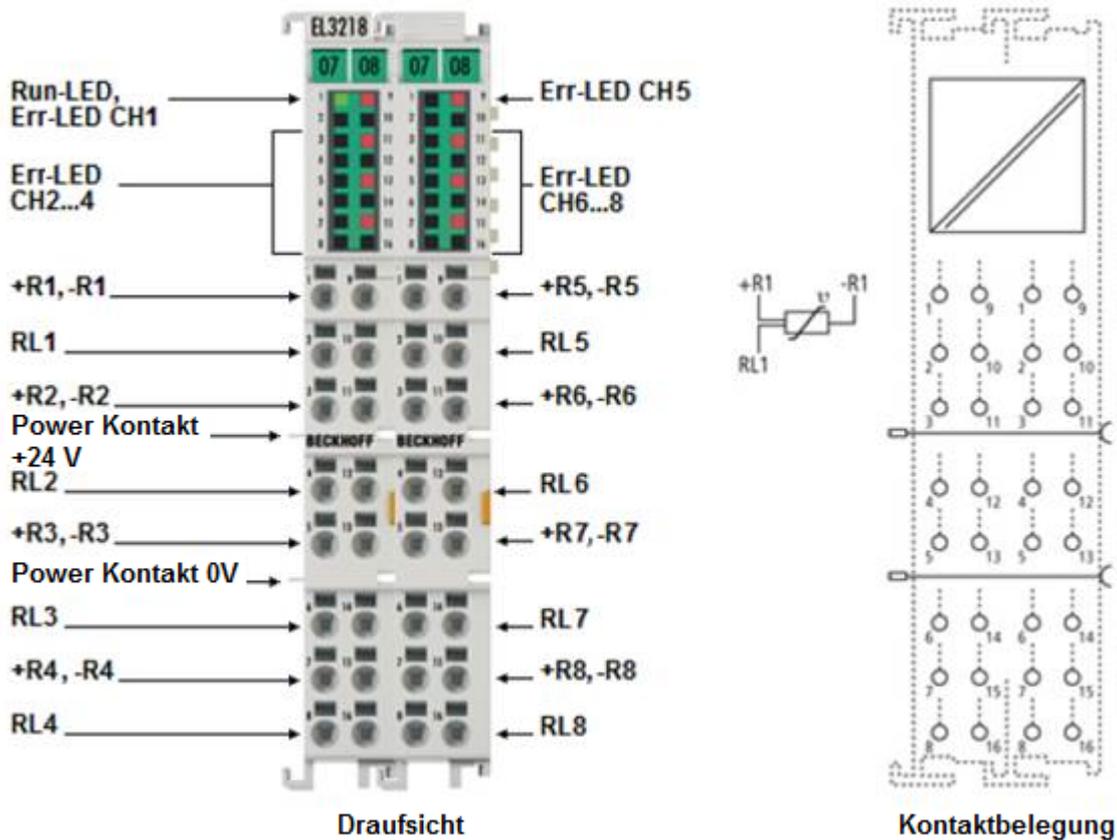


Abb. 49: Anschlussbelegung EL3218-0000

**● Zweileiter-Anschluss EL3218**

**i** Wird die EL3218-0000 im 2-Leiter-Anschluss betrieben, muss der RTD zwischen +R und -R angeschlossen werden; es sind **keine** externe Brücken anzuwenden.

**LEDs**

LED	Farbe	Bedeutung	
RUN	grün	Diese LED gibt den Betriebszustand der Klemme wieder:	
		aus	Zustand der EtherCAT State Machine: <b>INIT</b> = Initialisierung der Klemme oder <b>BOOTSTRAP</b> = Funktion für Firmware-Updates der Klemme
		blinkend	Zustand der EtherCAT State Machine: <b>PREOP</b> = Funktion für Mailbox-Kommunikation und abweichende Standard-Einstellungen gesetzt
		Einzelblitz	Zustand der EtherCAT State Machine: <b>SAFEOP</b> = Überprüfung der Kanäle des Sync-Managers und der Distributed Clocks. Ausgänge bleiben im sicheren Zustand
an	Zustand der EtherCAT State Machine: <b>OP</b> = normaler Betriebszustand; Mailbox- und Prozessdatenkommunikation ist möglich		
ERROR1 - 8	rot	Es liegt ein Kurzschluss oder Drahtbruch vor. Der Widerstandswert befindet sich im ungünstigen Bereich der Kennlinie.	

**Anschlussbelegung EL3218-0000**

Klemmstelle	Nr.	Kommentar
+R1	1	Eingang +R1, stromführend
RL1	2	Eingang RL1, stromlose Sense-Leitung
+R2	3	Eingang +R2, stromführend
RL2	4	Eingang RL2, stromlose Sense-Leitung
+R3	5	Eingang +R3, stromführend
RL3	6	Eingang RL3, stromlose Sense-Leitung
+R4	7	Eingang +R4, stromführend
RL4	8	Eingang RL4, stromlose Sense-Leitung
-R1	9	Eingang -R1, stromführend
...	10	nicht belegt
-R2	11	Eingang -R2, stromführend
...	12	nicht belegt
-R3	13	Eingang -R3, stromführend
...	14	nicht belegt
-R4	15	Eingang -R4, stromführend
...	16	nicht belegt
+R5	1'	Eingang +R5, stromführend
RL5	2'	Eingang RL5, stromlose Sense-Leitung
+R6	3'	Eingang +R6, stromführend
RL6	4'	Eingang RL6, stromlose Sense-Leitung
+R7	5'	Eingang +R7, stromführend
RL7	6'	Eingang RL7, stromlose Sense-Leitung
+R8	7'	Eingang +R8, stromführend
RL8	8'	Eingang RL8, stromlose Sense-Leitung
-R5	9'	Eingang -R5, stromführend
...	10'	nicht belegt
-R6	11'	Eingang -R6, stromführend
...	12'	nicht belegt
-R7	13'	Eingang -R7, stromführend
...	14'	nicht belegt
-R8	15'	Eingang -R8, stromführend
...	16'	nicht belegt

## 5.16 Anschluss analoger RTD-Signalleitungen

Die RTD-Eingangsklemmen der Serie EL32xx messen den analogen Widerstand des Sensors. Der Spannungsabfall am Sensor (je nach Anschlusstechnik inkl. der Zuleitungswiderstände) ist äquivalent zum Sensorwiderstand und damit bei bekannter Sensorkennlinie ein Maß für die Temperatur des Sensors. Damit die analogen Signale möglichst störungsfrei gemessen werden, wird im Folgenden eine Vorgehensweise zum Anschluss der analogen Signalleitungen vorgestellt.

### Maßnahmen

- zu verwendendes Sensorkabel
  - eng verdreht
  - geschirmtes Kupfergeflecht
  - niederohmige Leitung verwenden, insbesondere im 2-Leiter-Anschluss
- Sensor und Sensorleitungen potenzialfrei von Fremdspannungen halten.  
Die GND-Anschlüsse (3/7 bei EL3201, EL3202) sind keinesfalls mit anderen Potenzialen zu verbinden.
- Die Auswahl der Widerstandsgrößenordnung des RTD-Sensors (z.B. 100 oder 1000  $\Omega$  Nennwiderstand) sollte im Hinblick auf das Verhältnis von Sensor- zu Leitungswiderstand unter Beachtung der Anschlusstechnik (2/3/4-Leiter) erfolgen.

### Maßnahmen Schirmung

#### **i** Schirmung Maßnahmen

Aufgrund der Komplexität im Bereich "EMV" gibt es keine allgemeingültige Handlungsrichtlinie, sondern nur technische Maßnahmen nach dem Stand der Technik, die sich mitunter auch widersprechen können. Diese sind auf Umsetzbarkeit und Wirksamkeit unter Berücksichtigung der Anlagenspezifika und nach Beurteilung durch den Anlagenerrichter anzuwenden.

Die folgenden Hinweise zur Schirmung sind als technische Vorschläge zu verstehen, die sich im praktischen Einsatz mitunter bewährt haben. Es ist in jedem Fall je nach Installation und Anlage zu prüfen, welche Maßnahmen angewendet werden können. Die Wirksamkeit ist für jede Maßnahme einzeln zu prüfen. Eine formale Übertragbarkeit von Maßnahmen auf Anlagen anderen Typs ist im Allgemeinen nicht gegeben.

Landestypische oder allgemein normative Vorgaben sind vorrangig zu beachten.

Im Folgenden ist ein Schirmungsansatz beschrieben, der in vielen Fällen eine Verbesserung der Messqualität bringt. Die Maßnahmenvorschläge sind in der tatsächlichen Anlage auf Umsetzbarkeit und Wirksamkeit zu prüfen.

- Schirm niederohmig und 360°-leitungsumfassend auflegen
- den Schirm beim Eintritt in den Schaltschrank leitend erden
- Schirm an der Klemme erneut erden
  - am Klemmen-Anschlusspunkt, wenn vorhanden
  - wenn kein Klemmen-Anschlusspunkt vorhanden, möglichst nahe bei der Klemme der Schirm erden.
  - zur Vermeidung von Erdschleifen kann der Schirm nach dem Schaltschrankeintritt aufgetrennt werden.  
Eine kapazitive Anbindung an den Klemmen-Schirmkontakt ist möglich.
  - ungeschirmte Leitungsstrecke von > 50 cm vermeiden!

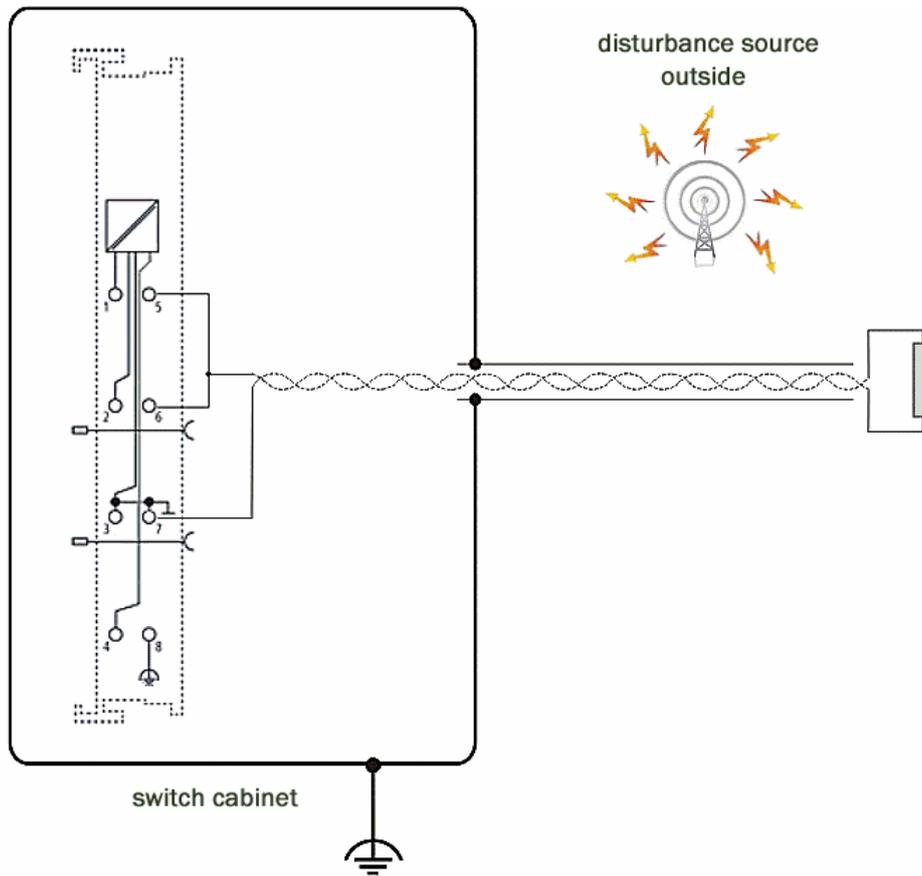


Abb. 50: Beispielhafte Schirmanbindung bei EL3202-0000 mit Schirmkontakt, bei potenziellen Störquellen innerhalb des Schaltschranks

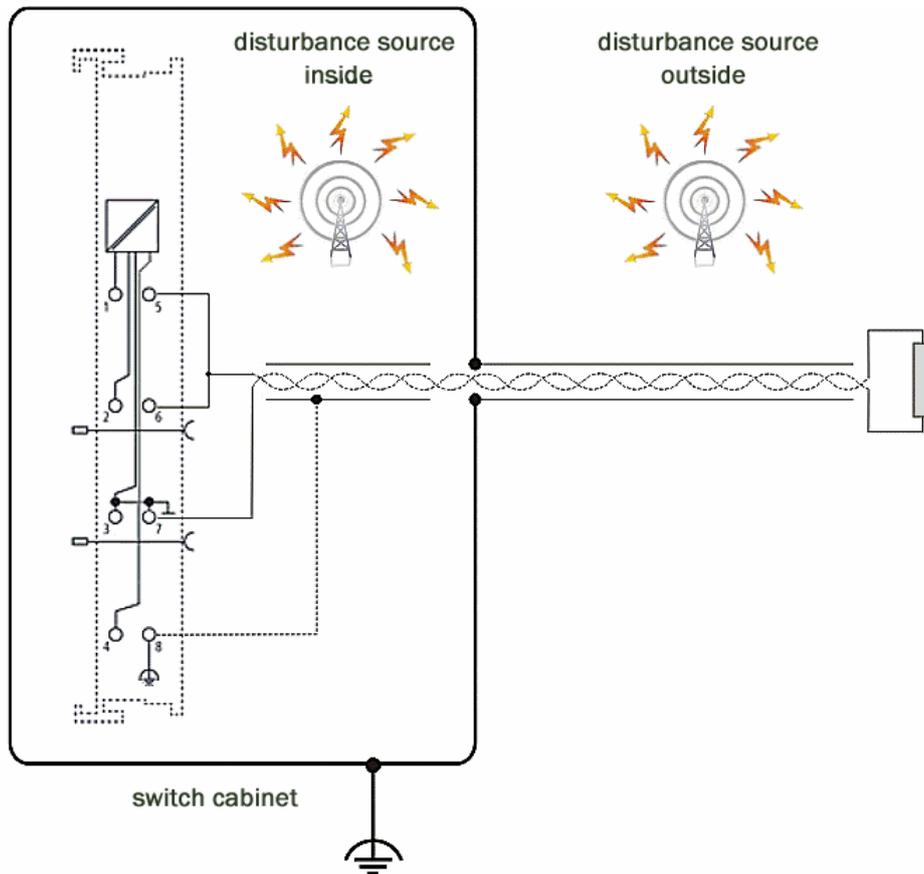


Abb. 51: Beispielhafte Schirmanbindung bei EL3202-0000 mit Schirmkontakt, bei potenziellen Störquellen innerhalb und außerhalb des Schaltschranks

## 6 Inbetriebnahme

### 6.1 TwinCAT Quickstart

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

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

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

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

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

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

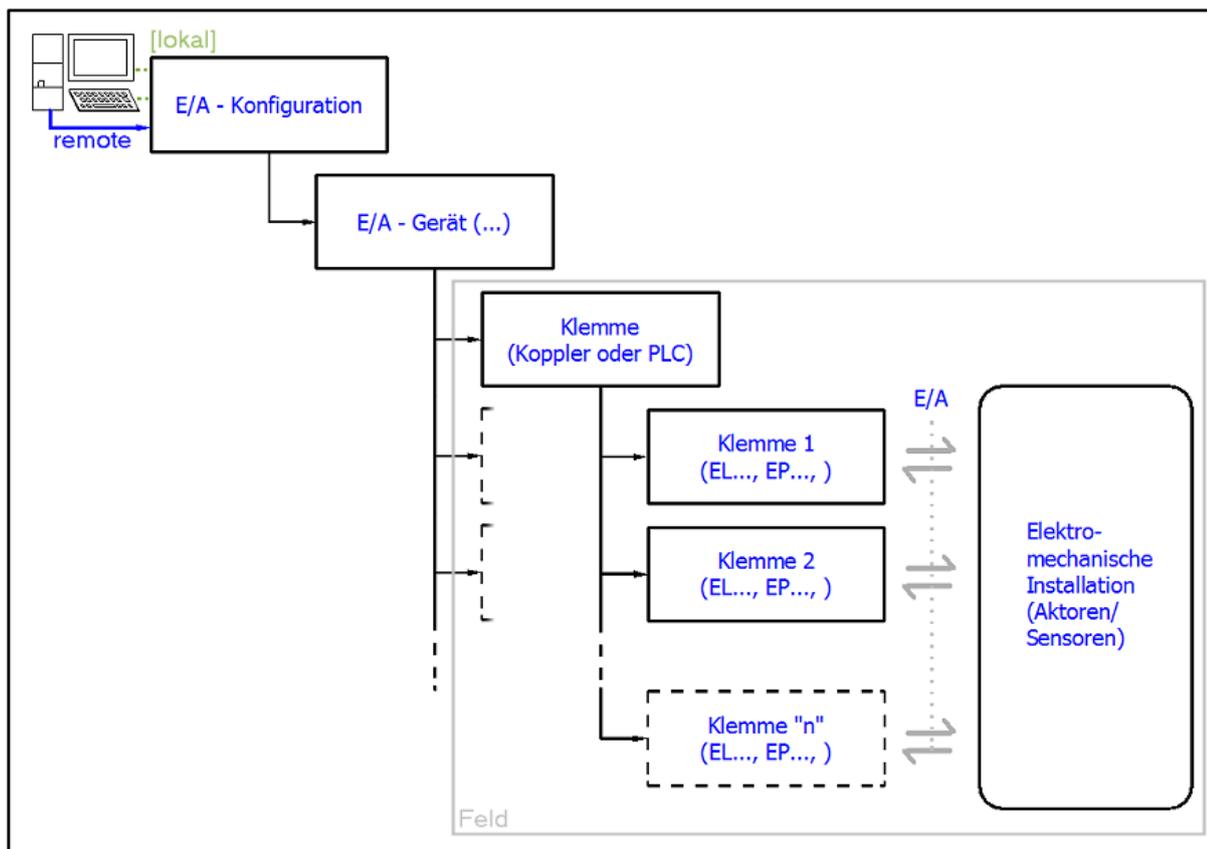


Abb. 52: Bezug von der Anwender Seite (Inbetriebnahme) zur Installation

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

### Beispielkonfiguration (realer Aufbau)

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

- Steuerungssystem (PLC) **CX2040** inkl. Netzteil **CX2100-0004**
- Rechtsseitig angebunden am CX2040 (E-Bus):  
**EL1004** (4-Kanal-Digital-Eingangsklemme 24 V<sub>DC</sub>)
- Über den X001 Anschluss (RJ-45) angeschlossen: **EK1100** EtherCAT-Koppler
- Rechtsseitig angebunden am EK1100 EtherCAT-Koppler (E-Bus):  
**EL2008** (8-Kanal-Digital-Ausgangsklemme 24 V<sub>DC</sub>; 0,5 A)
- (Optional über X000: ein Link zu einen externen PC für die Benutzeroberfläche)



## 6.1.1 TwinCAT 2

### Startup

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

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

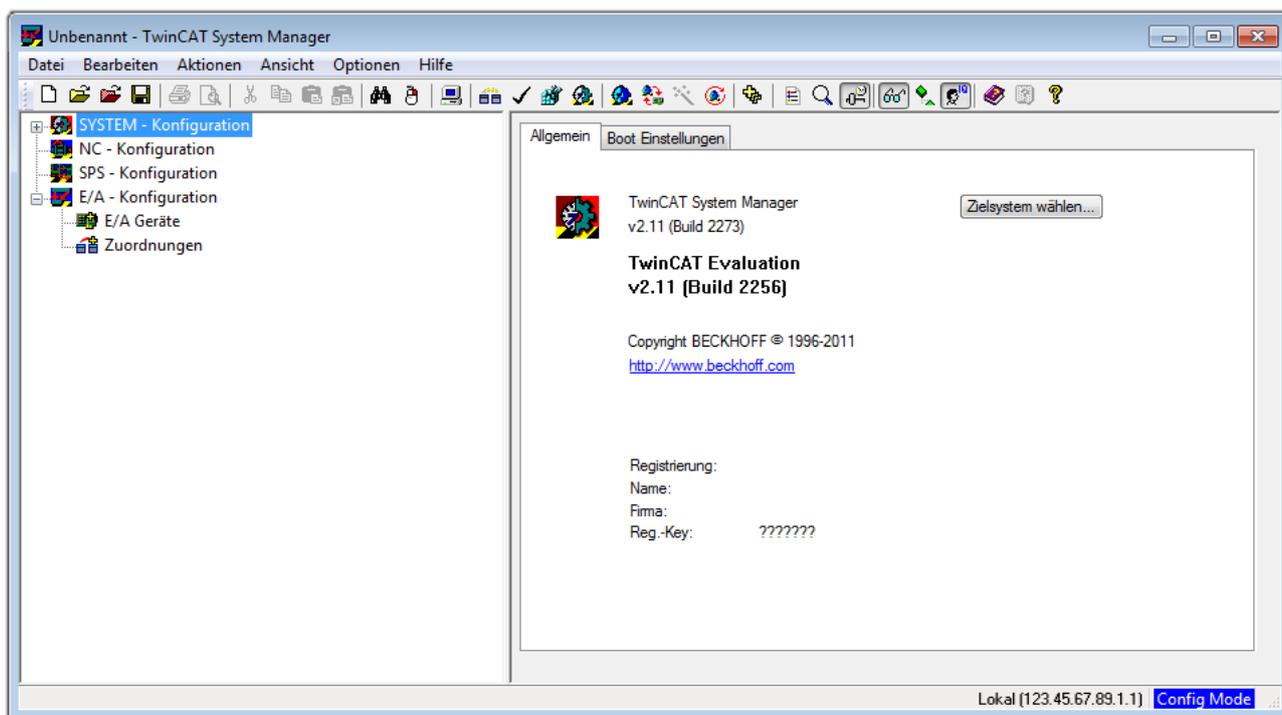


Abb. 54: Initiale Benutzeroberfläche TwinCAT 2

Es besteht generell die Möglichkeit das TwinCAT „lokal“ oder per „remote“ zu verwenden. Ist das TwinCAT System inkl. Benutzeroberfläche (Standard) auf dem betreffenden PLC installiert, kann TwinCAT „lokal“ eingesetzt werden und mit Schritt „Geräte einfügen [► 92]“ fortgesetzt werden.

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

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

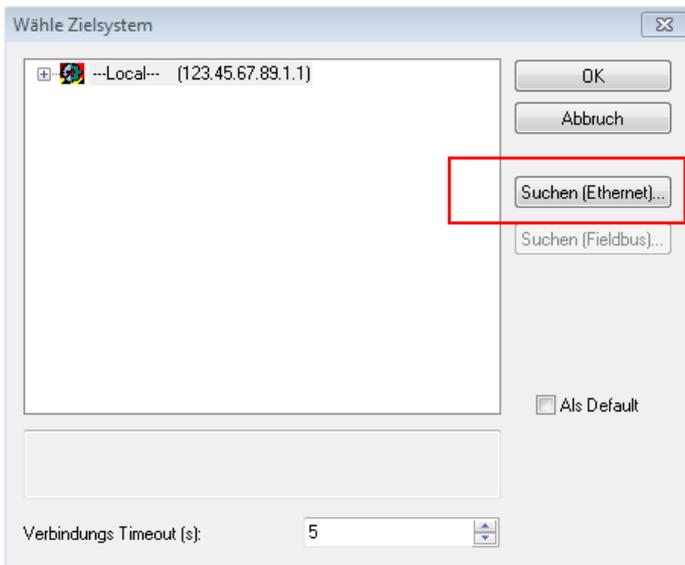


Abb. 55: Wähle Zielsystem

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

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

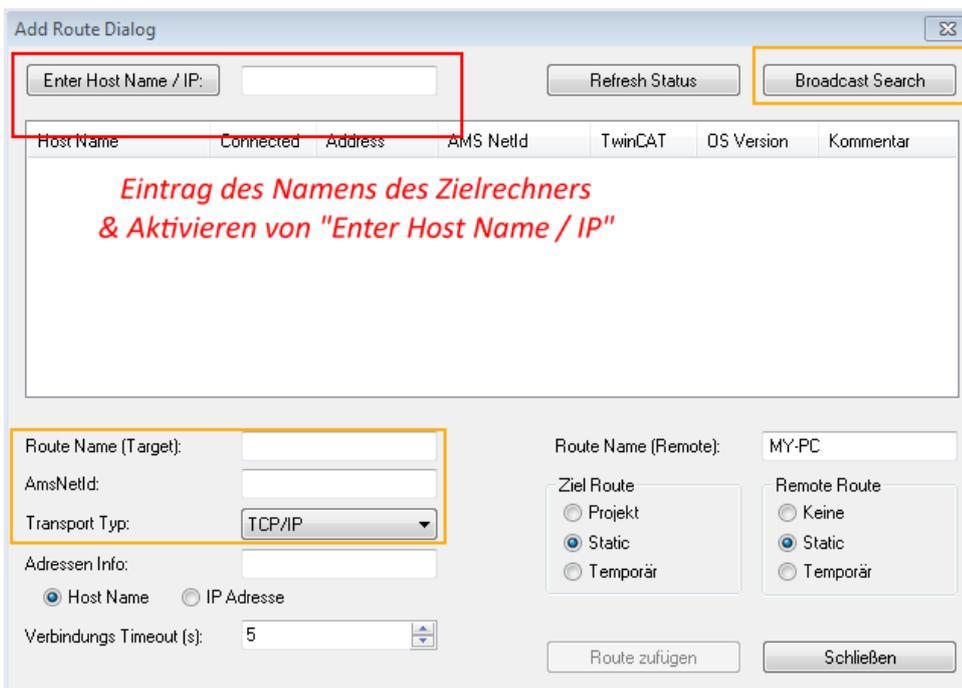
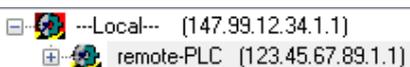


Abb. 56: PLC für den Zugriff des TwinCAT System Managers festlegen: Auswahl des Zielsystems

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



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

## Geräte einfügen

In dem linksseitigen Konfigurationsbaum der TwinCAT 2 – Benutzeroberfläche des System Managers wird „E/A Geräte“ selektiert und sodann entweder über Rechtsklick ein Kontextmenü geöffnet und „Geräte

Suchen...“ ausgewählt oder in der Menüleiste mit  die Aktion gestartet. Ggf. ist zuvor der TwinCAT

System Manager in den „Konfig Modus“ mittels  oder über das Menü „Aktionen“ → „Startet/ Restarten von TwinCAT in Konfig-Modus“(Shift + F4) zu versetzen.

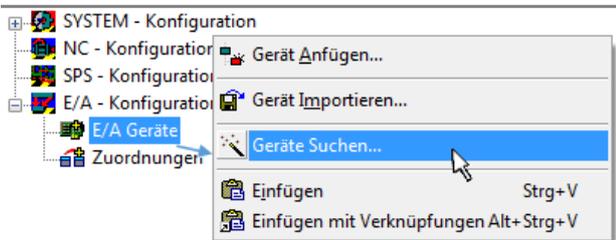


Abb. 57: Auswahl „Gerät Suchen..“

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

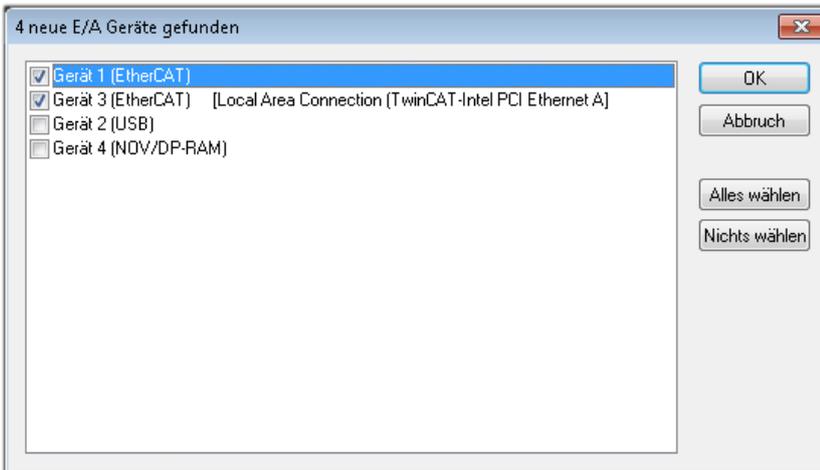


Abb. 58: Automatische Erkennung von E/A Geräten: Auswahl der einzubindenden Geräte

Ebenfalls ist anschließend die Meldung „nach neuen Boxen suchen“ zu bestätigen, um die an den Geräten angebotenen Klemmen zu ermitteln. „Free Run“ erlaubt das Manipulieren von Ein- und Ausgangswerten innerhalb des „Config Modus“ und sollte ebenfalls bestätigt werden.

Ausgehend von der am Anfang dieses Kapitels beschriebenen [Beispielkonfiguration](#) [► 88] sieht das Ergebnis wie folgt aus:

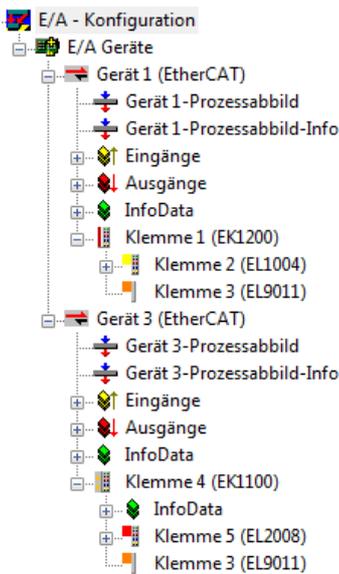


Abb. 59: Abbildung der Konfiguration im TwinCAT 2 System Manager

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

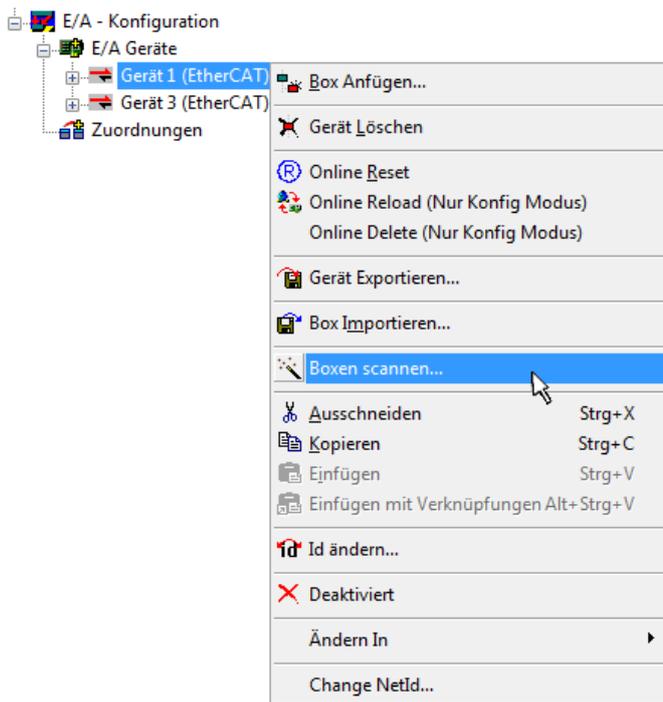


Abb. 60: Einlesen von einzelnen an einem Gerät befindlichen Klemmen

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

### PLC programmieren und integrieren

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

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

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

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

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

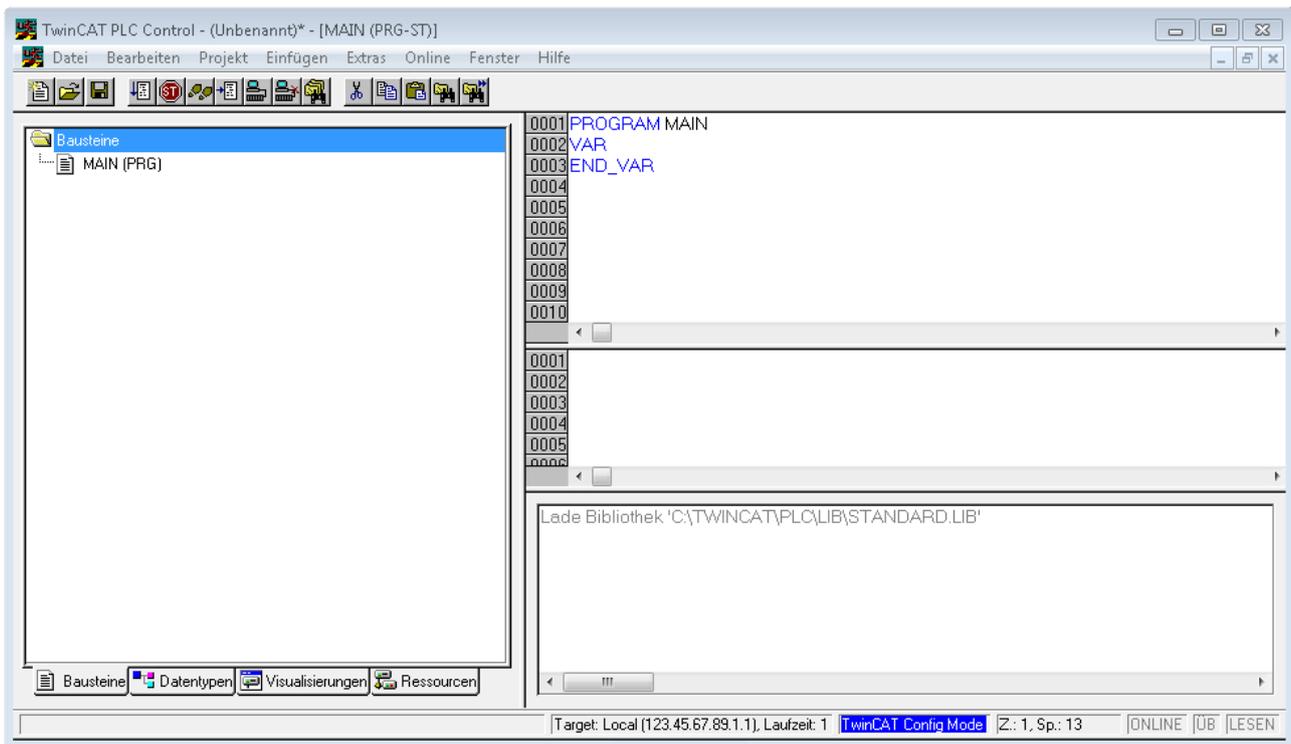


Abb. 61: TwinCAT PLC Control nach dem Start

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

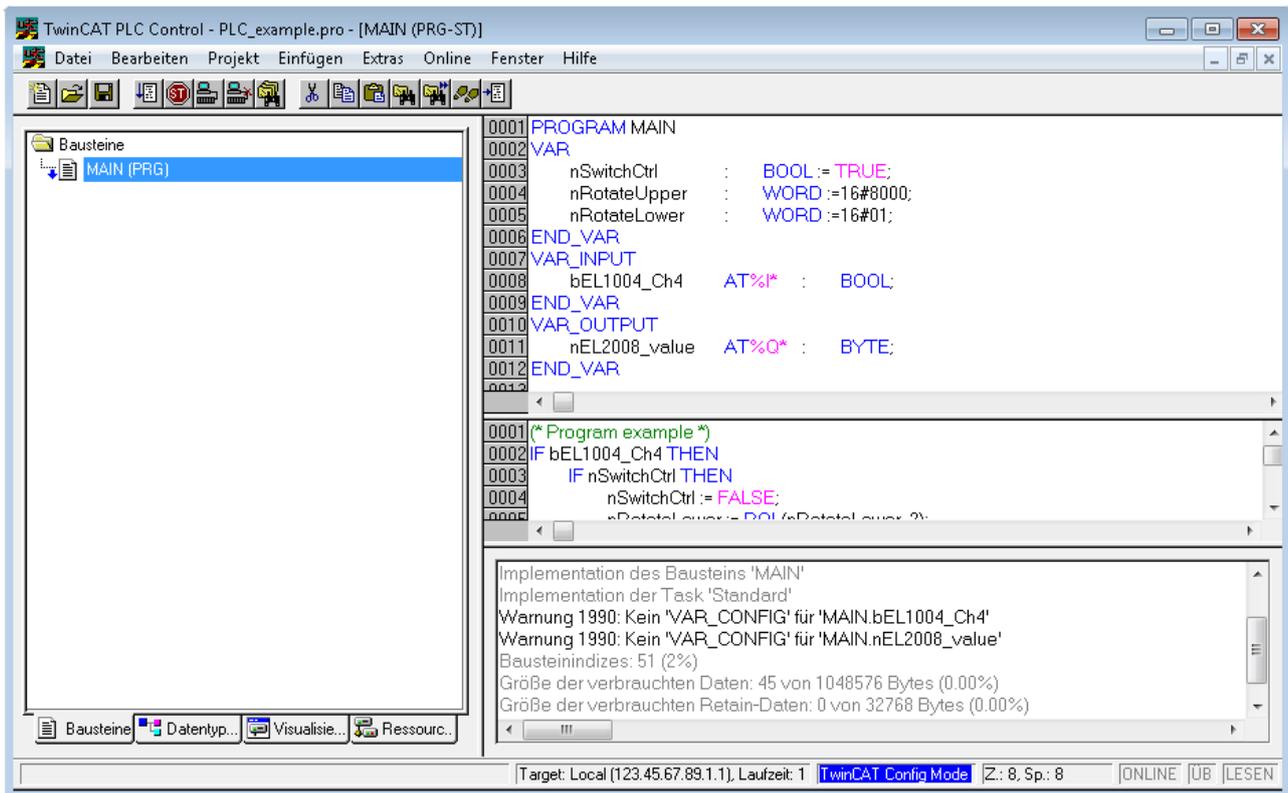


Abb. 62: Beispielprogramm mit Variablen nach einem Kompilervorgang (ohne Variablenanbindung)

Die Warnung 1990 (fehlende „VAR\_CONFIG“) nach einem Kompilervorgang zeigt auf, dass die als extern definierten Variablen (mit der Kennzeichnung „AT%I\*“ bzw. „AT%Q\*“) nicht zugeordnet sind. Das TwinCAT PLC Control erzeugt nach erfolgreichem Kompilervorgang eine „\*.tpy“ Datei in dem Verzeichnis in dem das Projekt gespeichert wurde. Diese Datei („\*.tpy“) enthält u.a. Variablenzuordnungen und ist dem System Manager nicht bekannt, was zu dieser Warnung führt. Nach dessen Bekanntgabe kommt es nicht mehr zu dieser Warnung.

**Im System Manager** ist das Projekt des TwinCAT PLC Control zunächst einzubinden. Dies geschieht über das Kontext Menü der „SPS- Konfiguration“ (rechts-Klick) und der Auswahl „SPS Projekt Anfügen...“:

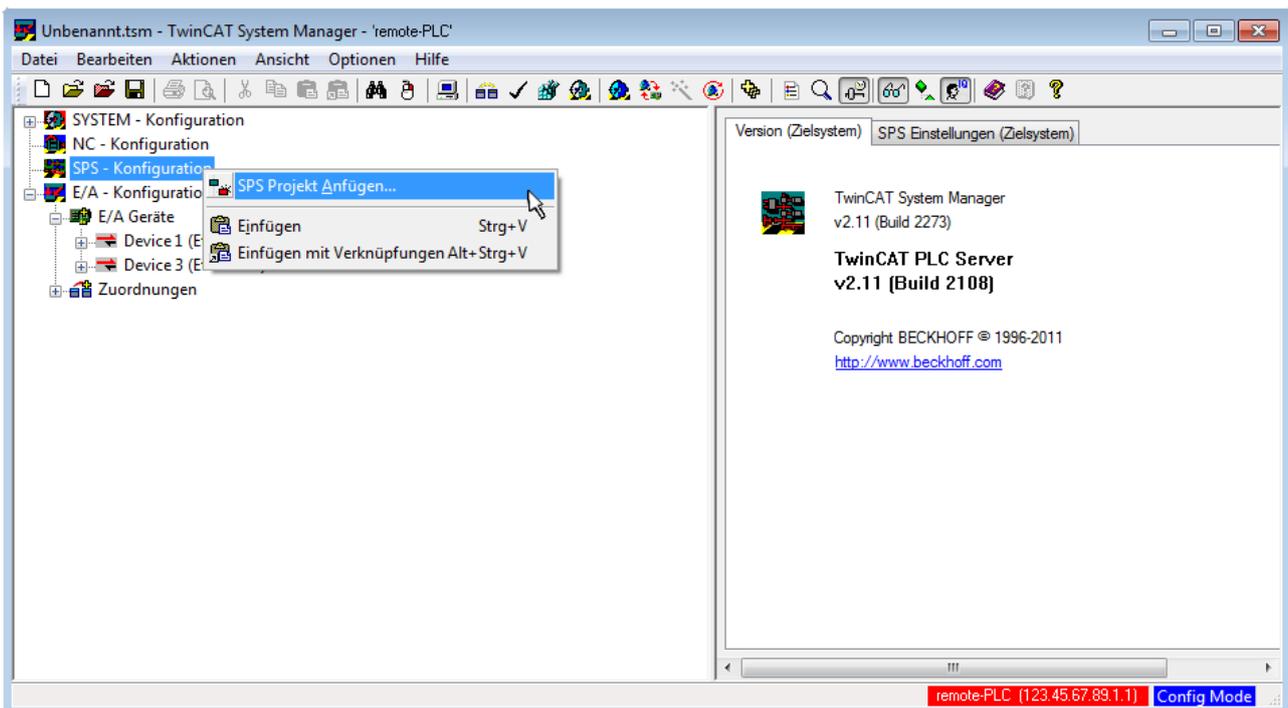


Abb. 63: Hinzufügen des Projektes des TwinCAT PLC Control

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

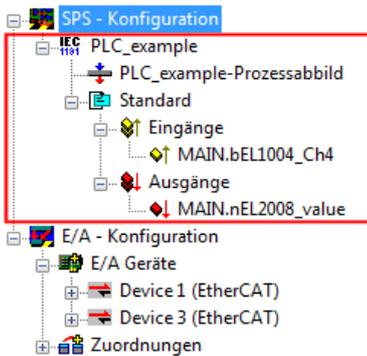


Abb. 64: Eingebundenes PLC Projekt in der SPS- Konfiguration des System Managers

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

### Variablen Zuordnen

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

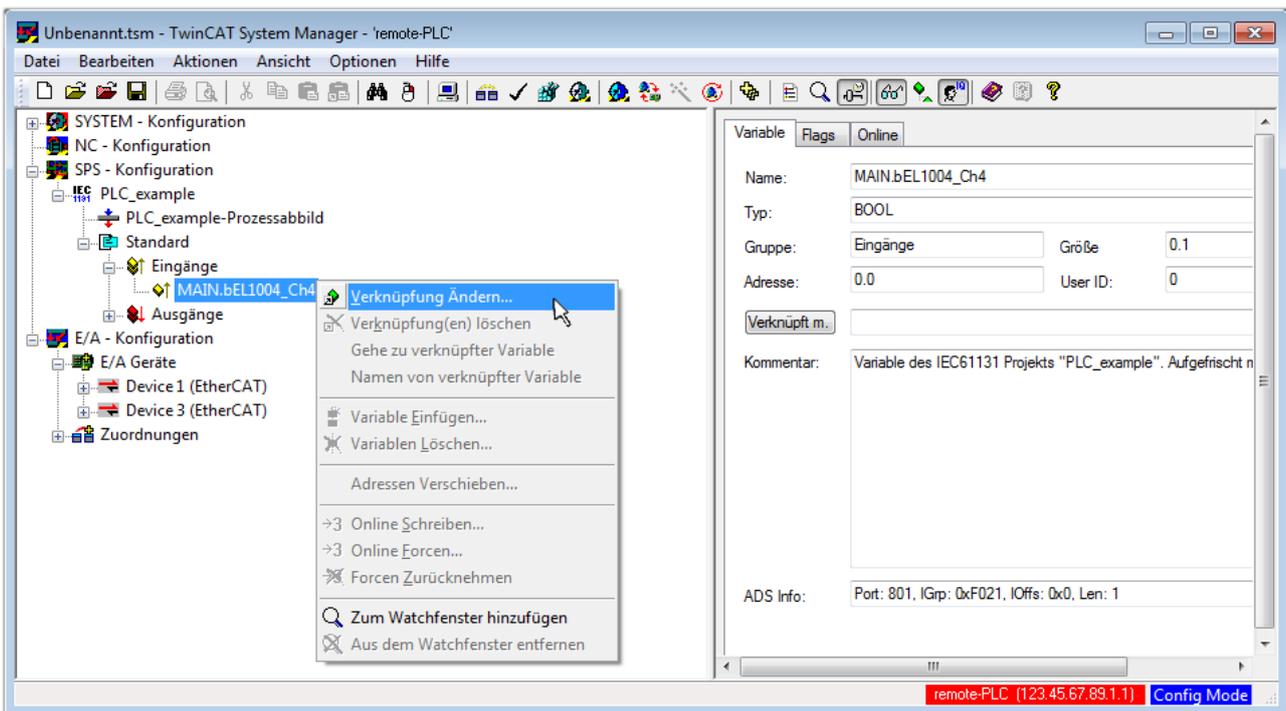


Abb. 65: Erstellen der Verknüpfungen PLC-Variablen zu Prozessobjekten

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

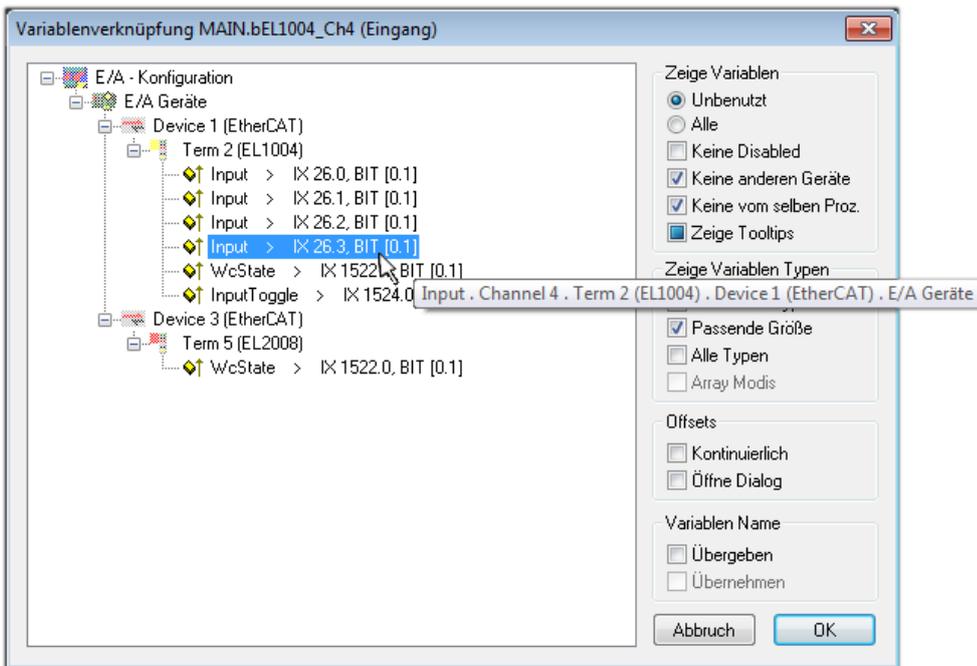


Abb. 66: Auswahl des PDO vom Typ BOOL

Entsprechend der Standardeinstellungen stehen nur bestimmte PDO Objekte zur Auswahl zur Verfügung. In diesem Beispiel wird von der Klemme EL1004 der Eingang von Kanal 4 zur Verknüpfung ausgewählt. Im Gegensatz hierzu muss für das Erstellen der Verknüpfung der Ausgangsvariablen die Checkbox „Alle Typen“ aktiviert werden, um in diesem Fall eine Byte-Variable einen Satz von acht separaten Ausgangsbits zuzuordnen. Die folgende Abbildung zeigt den gesamten Vorgang:

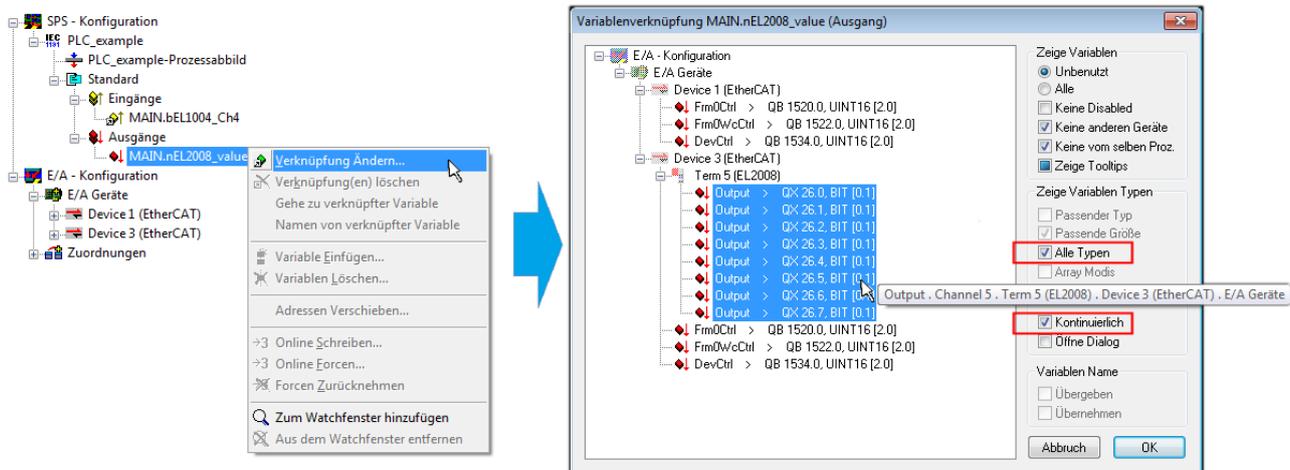


Abb. 67: Auswahl von mehreren PDO gleichzeitig: Aktivierung von „Kontinuierlich“ und „Alle Typen“

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

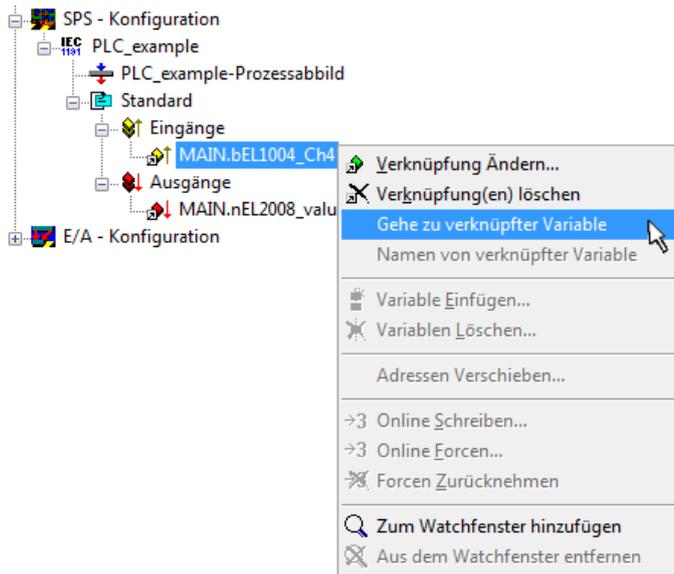


Abb. 68: Anwendung von „Goto Link Variable“ am Beispiel von „MAIN.bEL1004\_Ch4“

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

Dies lässt sich entsprechend in der Konfiguration einsehen:



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

## Aktivieren der Konfiguration

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

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

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

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

## Starten der Steuerung

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

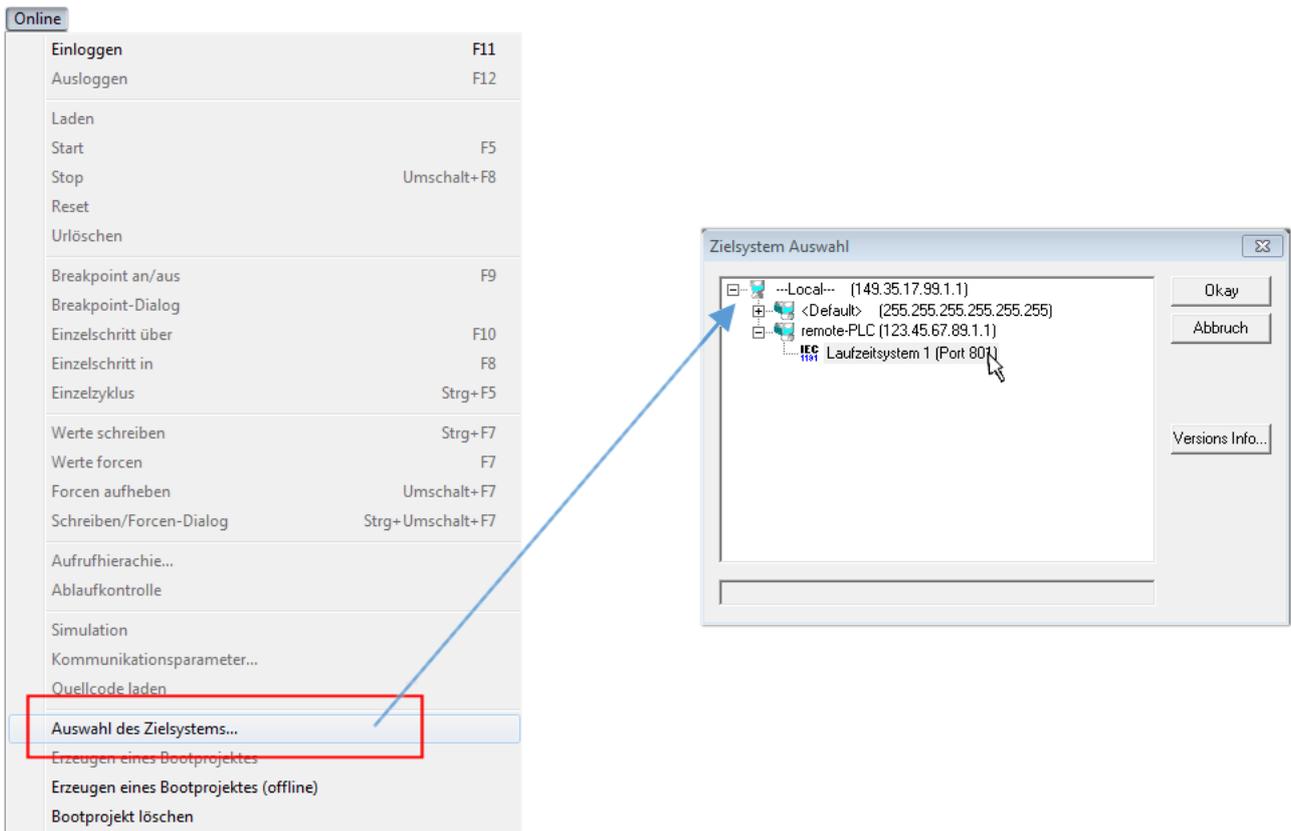


Abb. 69: Auswahl des Zielsystems (remote)

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

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

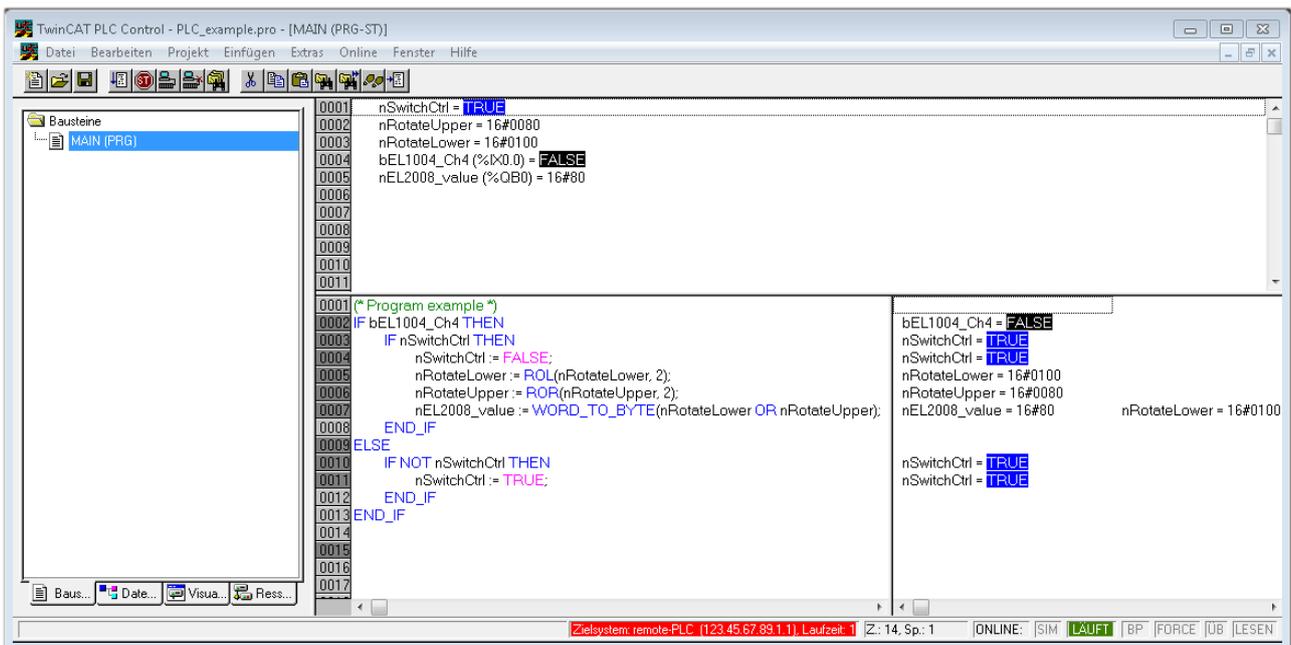


Abb. 70: PLC Control Logged-in, bereit zum Programmstart

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

## 6.1.2 TwinCAT 3

### Startup

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

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

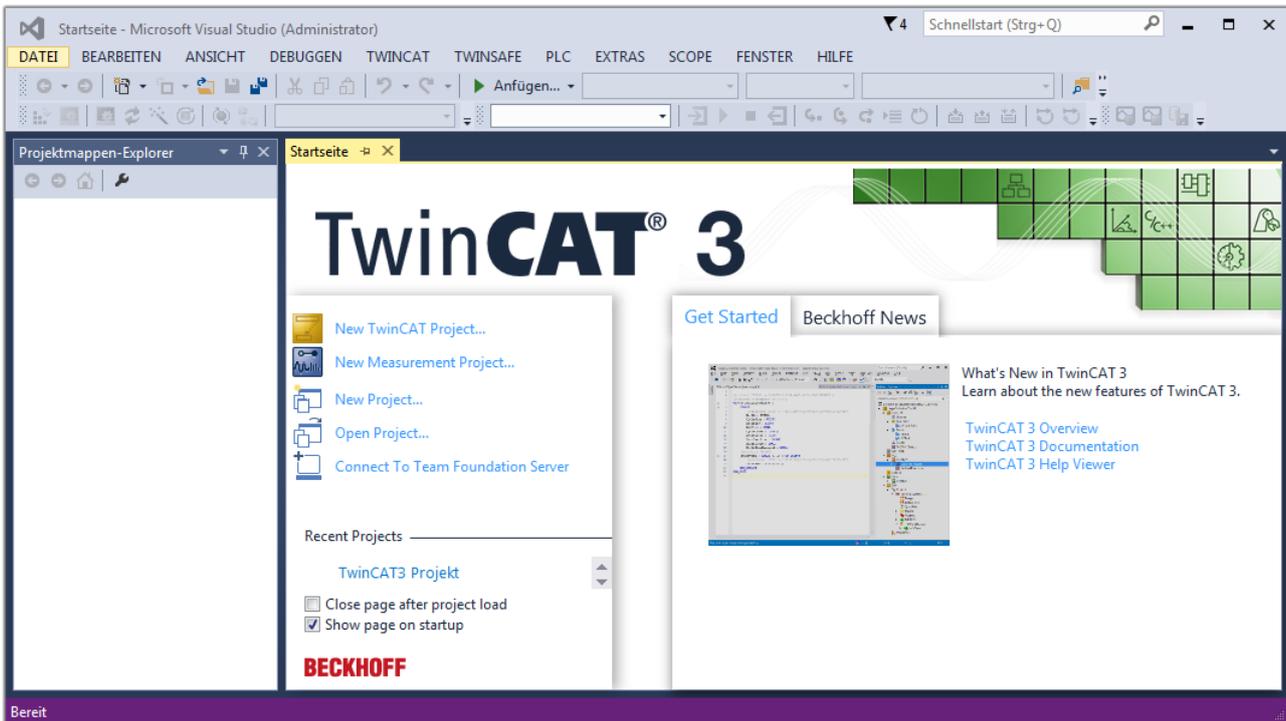


Abb. 71: Initiale Benutzeroberfläche TwinCAT 3

Zunächst ist die Erstellung eines neuen Projekts mittels  **New TwinCAT Project...** (oder unter „Datei“ → „Neu“ → „Projekt...“) vorzunehmen. In dem darauf folgenden Dialog werden die entsprechenden Einträge vorgenommen (wie in der Abbildung gezeigt):

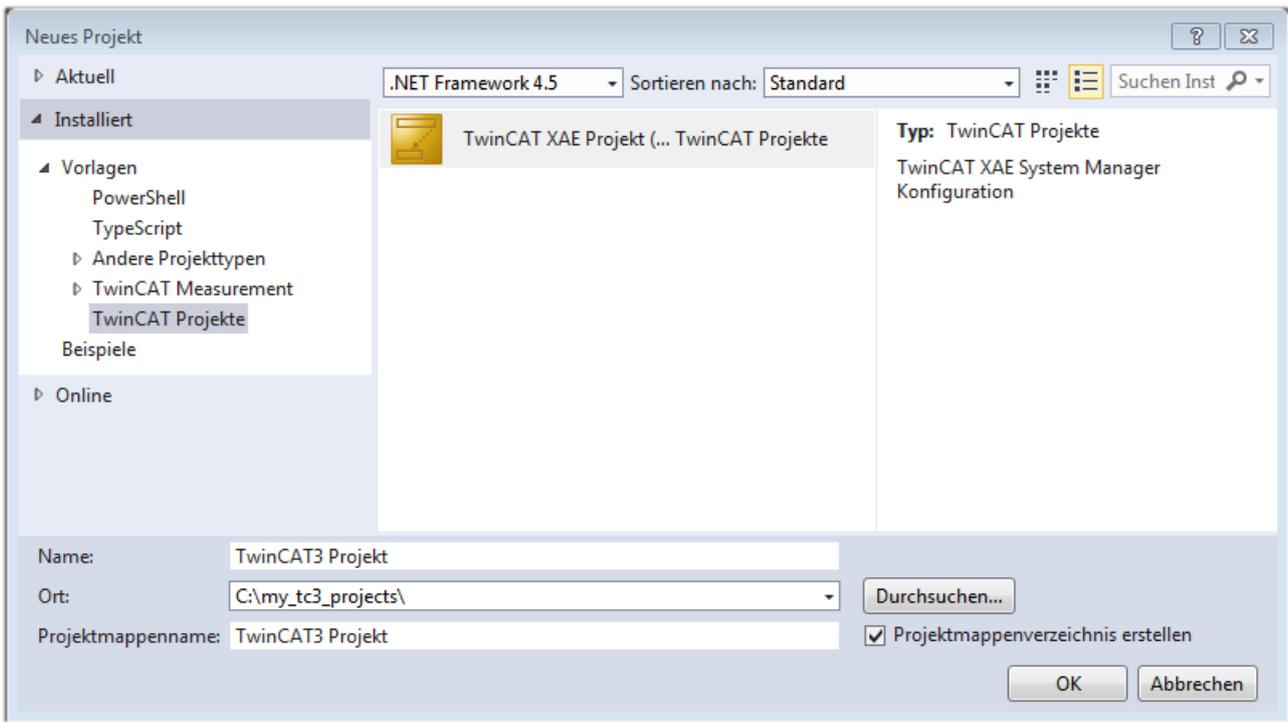


Abb. 72: Neues TwinCAT 3 Projekt erstellen

Im Projektmappen-Explorer liegt sodann das neue Projekt vor:

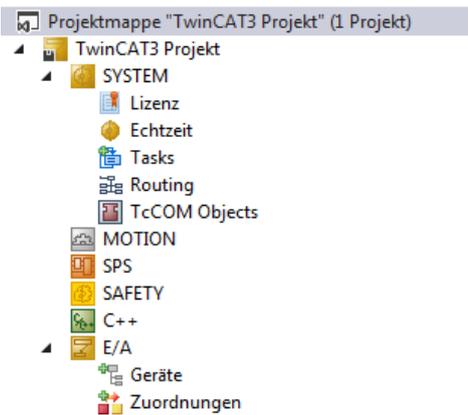
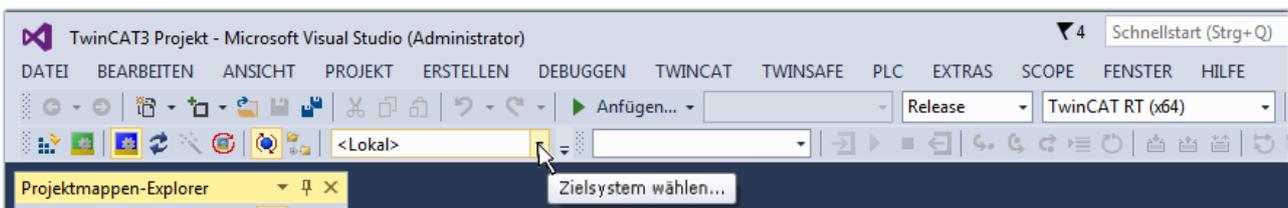


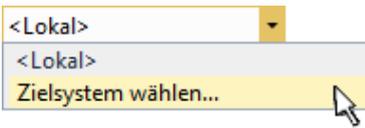
Abb. 73: Neues TwinCAT 3 Projekt im Projektmappen-Explorer

Es besteht generell die Möglichkeit das TwinCAT „lokal“ oder per „remote“ zu verwenden. Ist das TwinCAT System inkl. Benutzeroberfläche (Standard) auf dem betreffenden PLC (lokal) installiert, kann TwinCAT „lokal“ eingesetzt werden und mit Schritt „Geräte einfügen |> 103|“ fortgesetzt werden.

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



wird das pull-down Menü aufgeklappt:



und folgendes Fenster hierzu geöffnet:

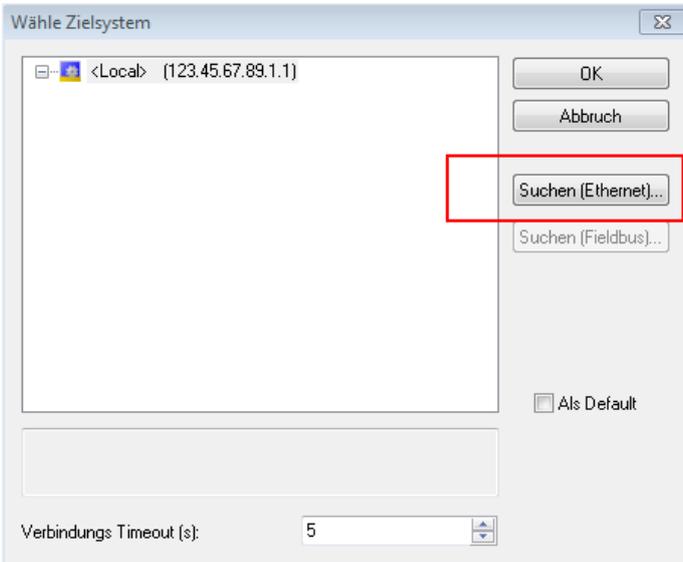


Abb. 74: Auswahldialog: Wähle Zielsystem

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

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

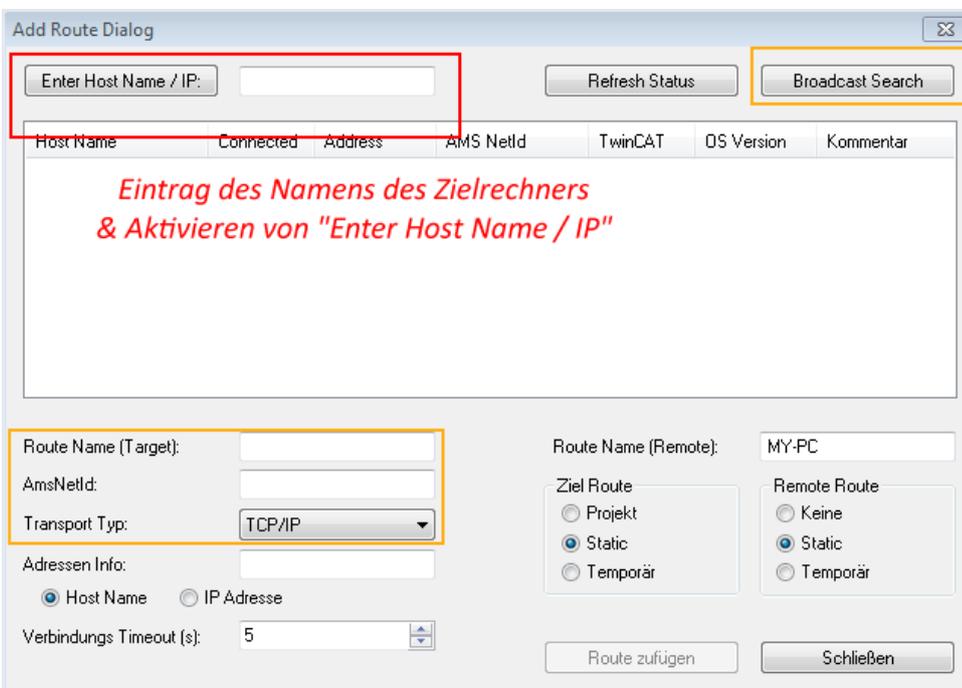
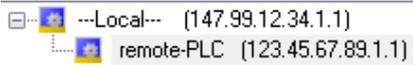


Abb. 75: PLC für den Zugriff des TwinCAT System Managers festlegen: Auswahl des Zielsystems

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



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

### Geräte einfügen

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

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

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

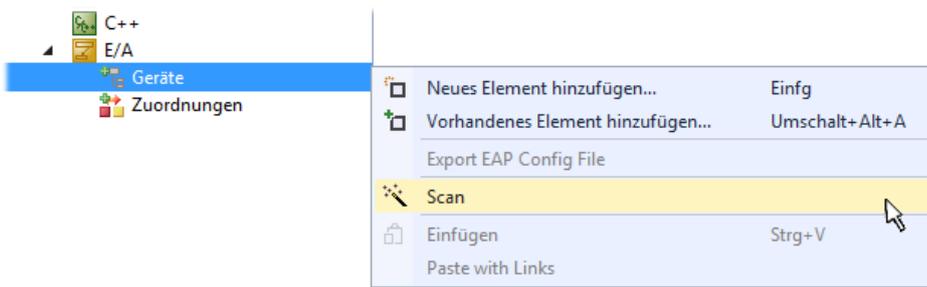


Abb. 76: Auswahl „Scan“

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

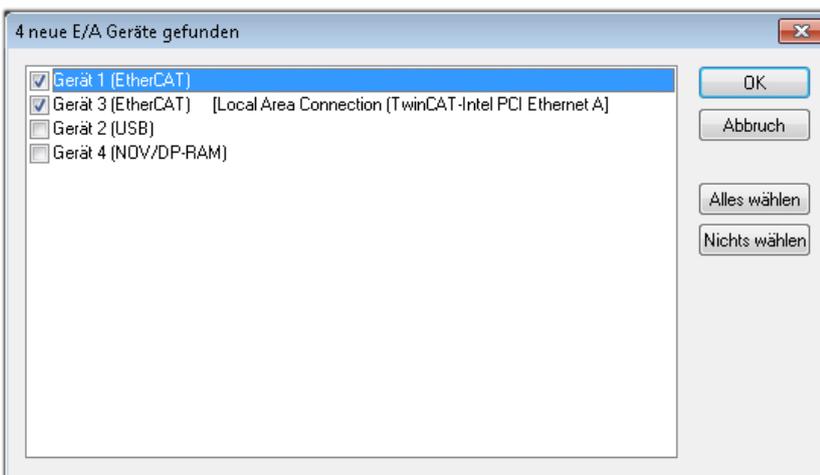


Abb. 77: Automatische Erkennung von E/A Geräten: Auswahl der einzubindenden Geräte

Ebenfalls ist anschließend die Meldung „nach neuen Boxen suchen“ zu bestätigen, um die an den Geräten angebotenen Klemmen zu ermitteln. „Free Run“ erlaubt das Manipulieren von Ein- und Ausgangswerten innerhalb des „Config Modus“ und sollte ebenfalls bestätigt werden.

Ausgehend von der am Anfang dieses Kapitels beschriebenen [Beispielkonfiguration](#) [► 88] sieht das Ergebnis wie folgt aus:

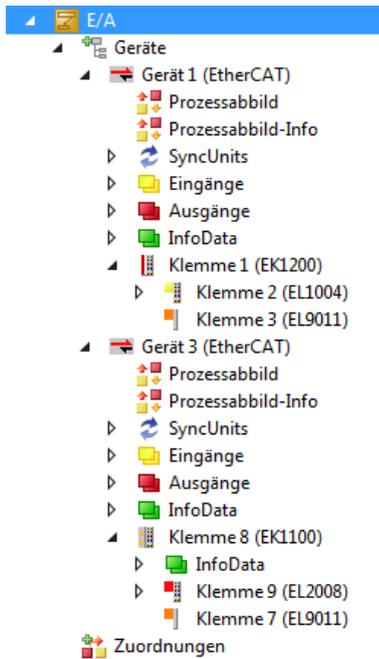


Abb. 78: Abbildung der Konfiguration in VS Shell der TwinCAT 3 Umgebung

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

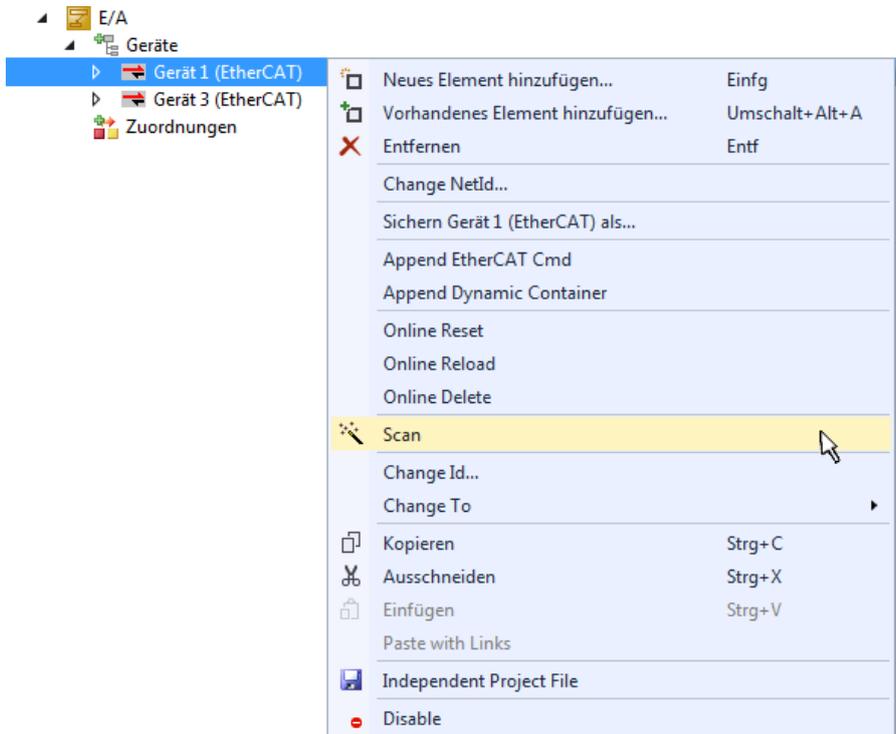


Abb. 79: Einlesen von einzelnen an einem Gerät befindlichen Klemmen

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

**PLC programmieren**

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

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

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

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

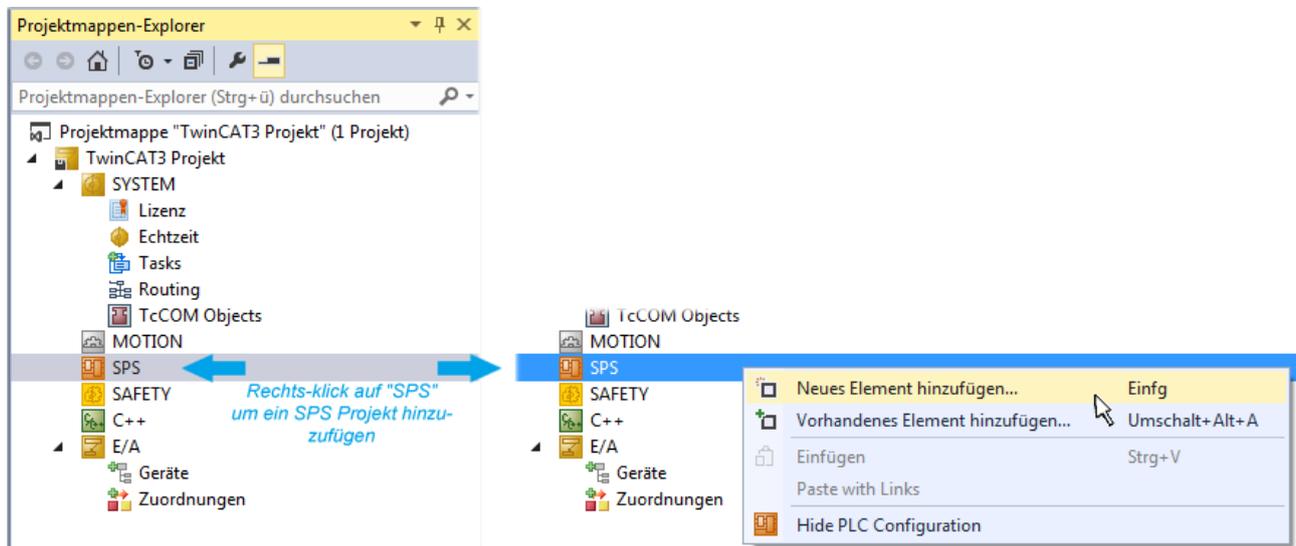


Abb. 80: Einfügen der Programmierumgebung in „SPS“

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

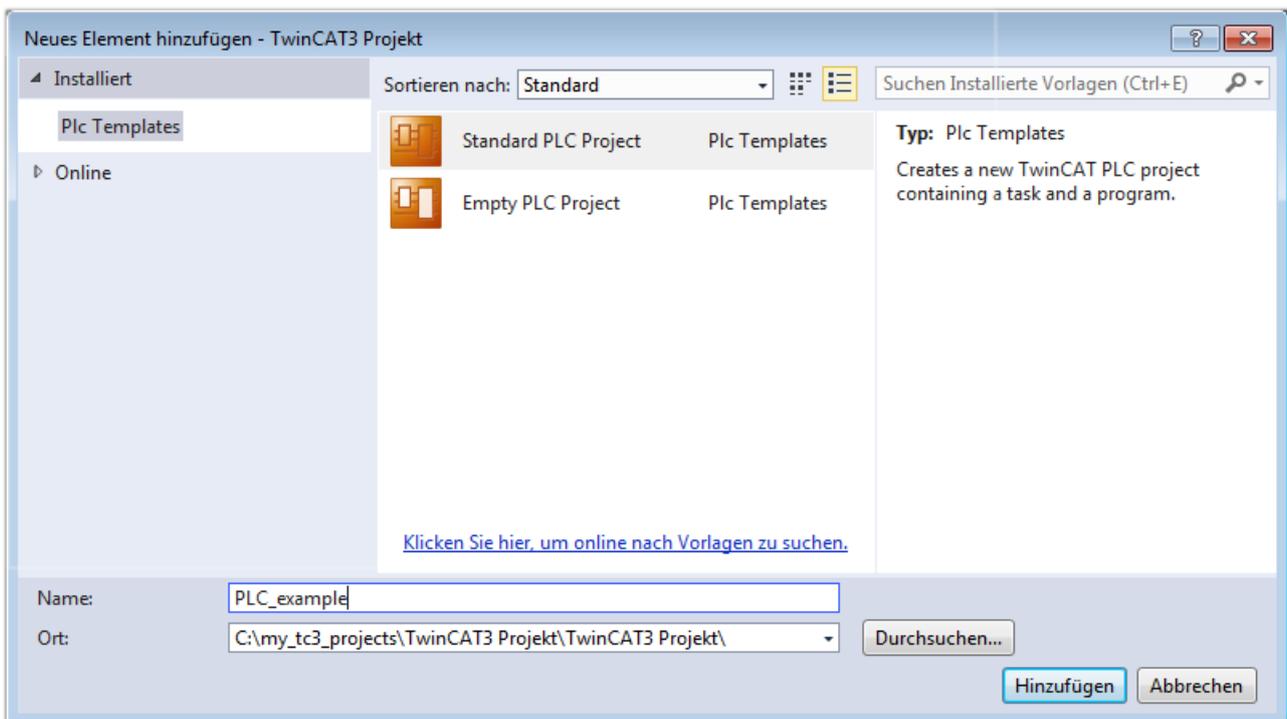


Abb. 81: Festlegen des Namens bzw. Verzeichnisses für die PLC Programmierungsumgebung

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

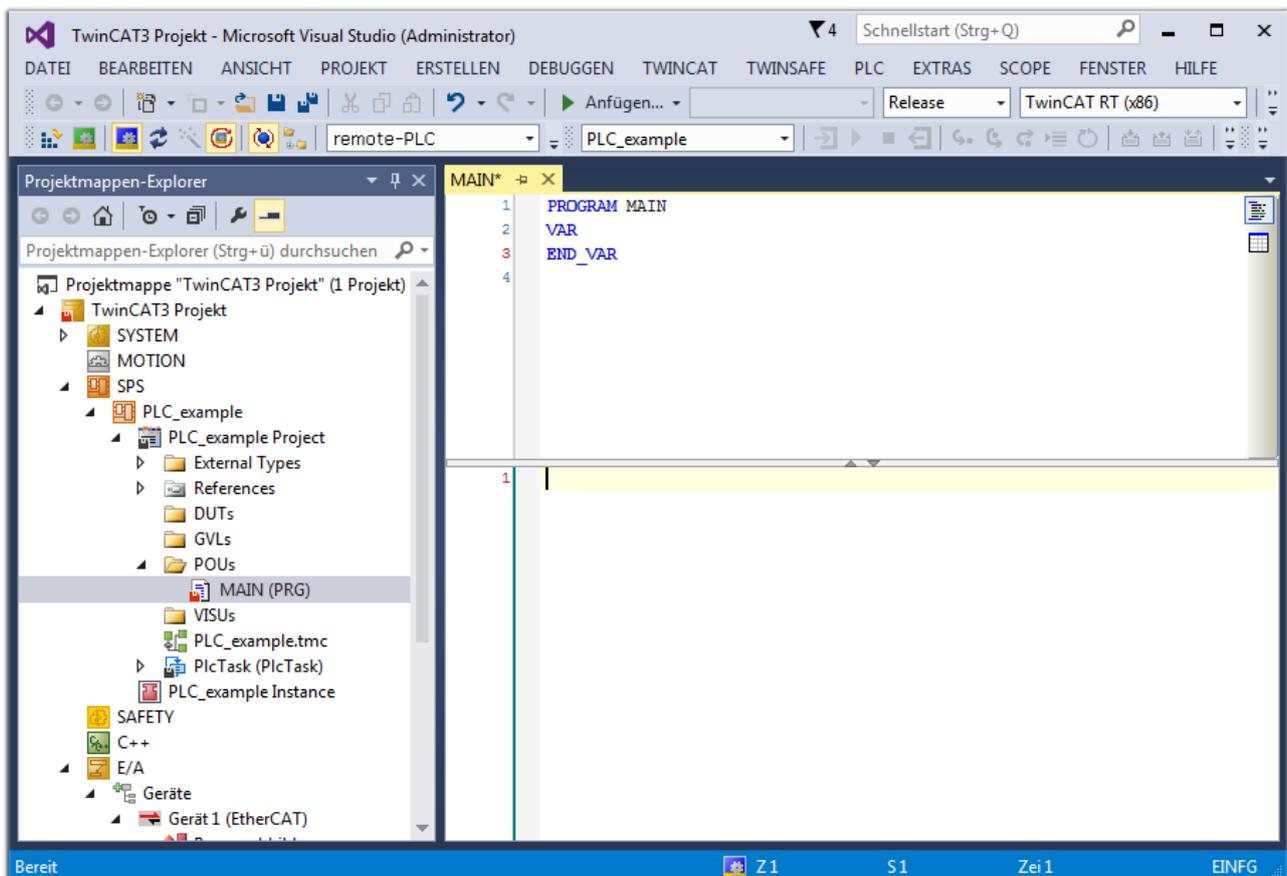


Abb. 82: Initiales Programm „Main“ des Standard PLC Projektes

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

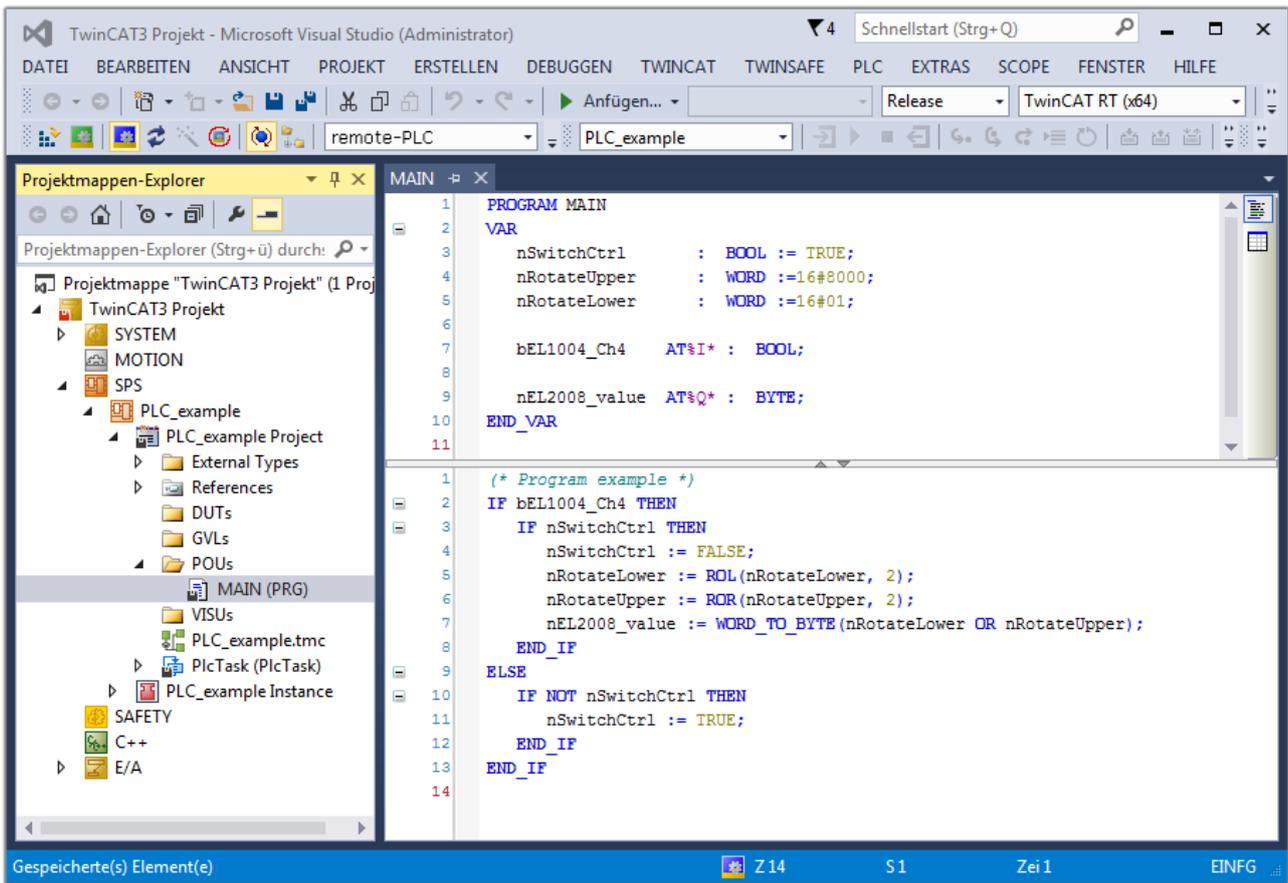


Abb. 83: Beispielprogramm mit Variablen nach einem Kompilervorgang (ohne Variablenanbindung)

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

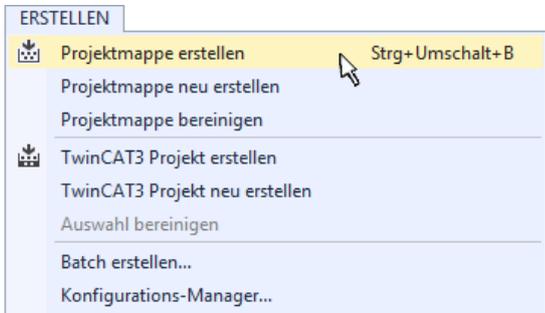
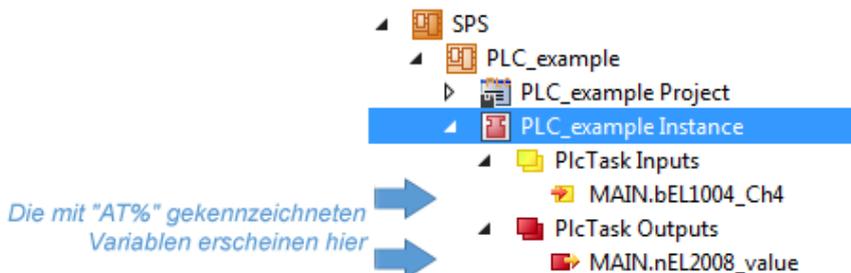


Abb. 84: Kompilierung des Programms starten

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



## Variablen Zuordnen

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

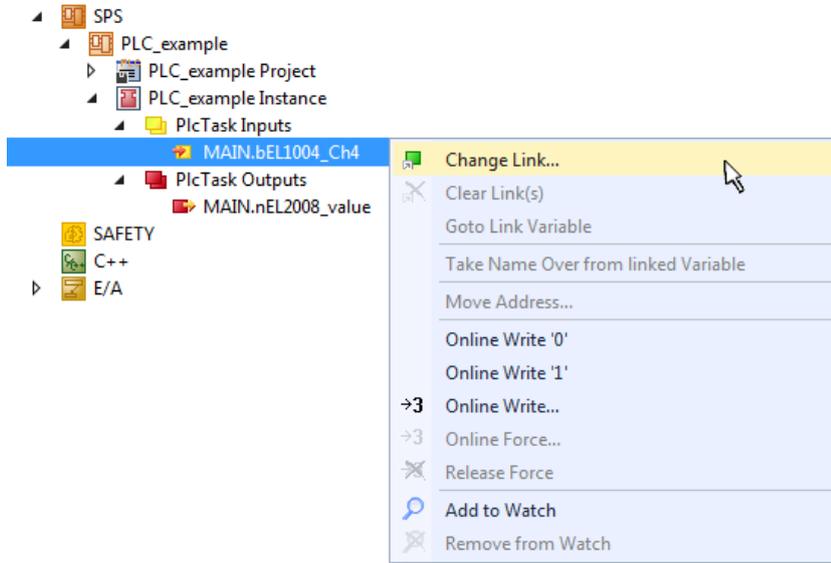


Abb. 85: Erstellen der Verknüpfungen PLC-Variablen zu Prozessobjekten

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

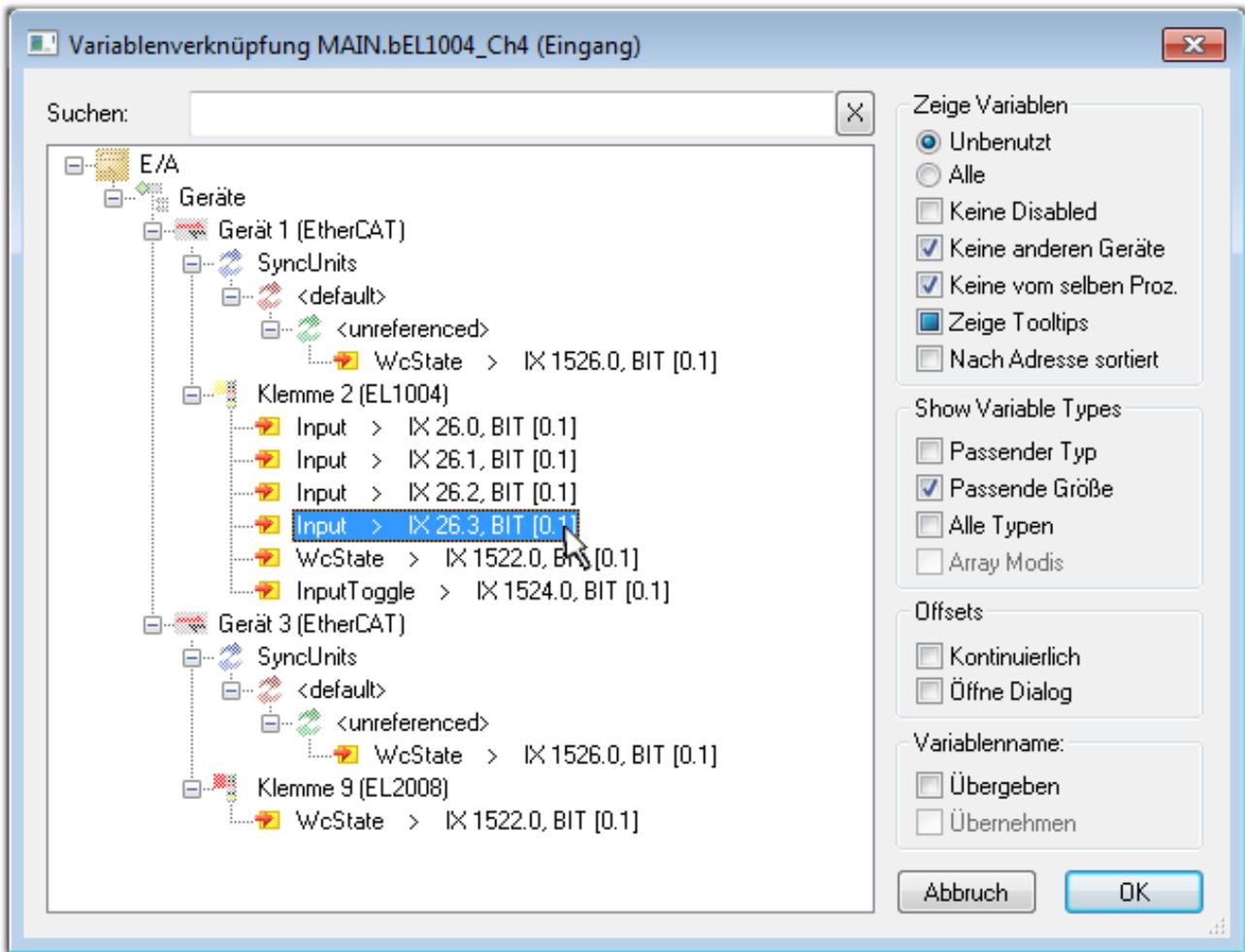


Abb. 86: Auswahl des PDO vom Typ BOOL

Entsprechend der Standarteinstellungen stehen nur bestimmte PDO Objekte zur Auswahl zur Verfügung. In diesem Beispiel wird von der Klemme EL1004 der Eingang von Kanal 4 zur Verknüpfung ausgewählt. Im Gegensatz hierzu muss für das Erstellen der Verknüpfung der Ausgangsvariablen die Checkbox „Alle Typen“ aktiviert werden, um in diesem Fall eine Byte-Variable einen Satz von acht separaten Ausgangsbits zuzuordnen. Die folgende Abbildung zeigt den gesamten Vorgang:

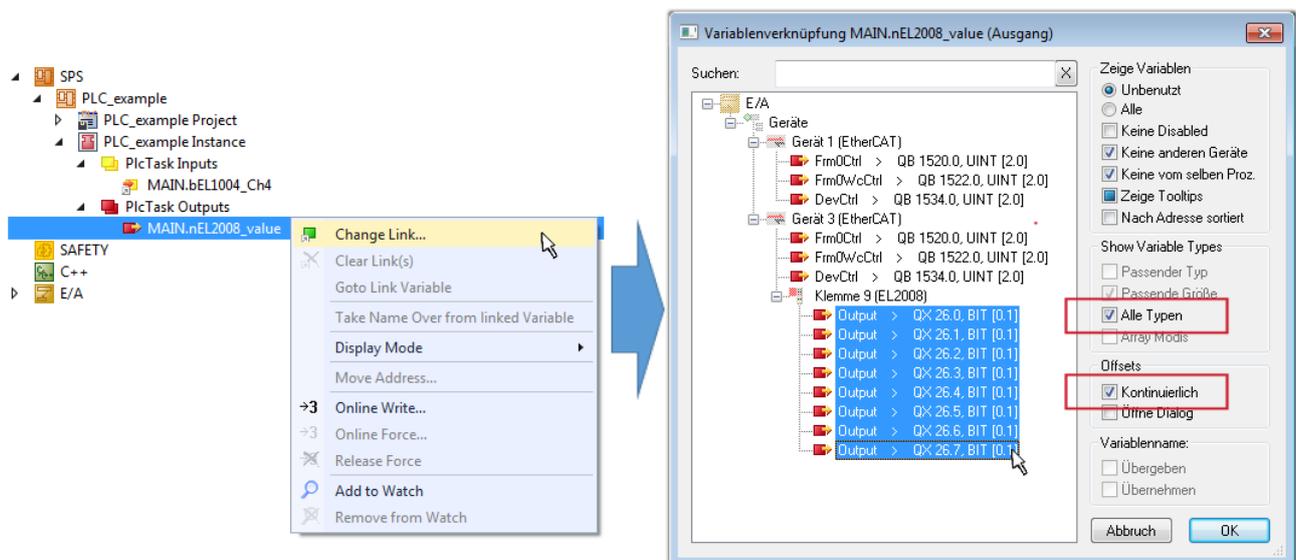


Abb. 87: Auswahl von mehreren PDO gleichzeitig: Aktivierung von „Kontinuierlich“ und „Alle Typen“

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

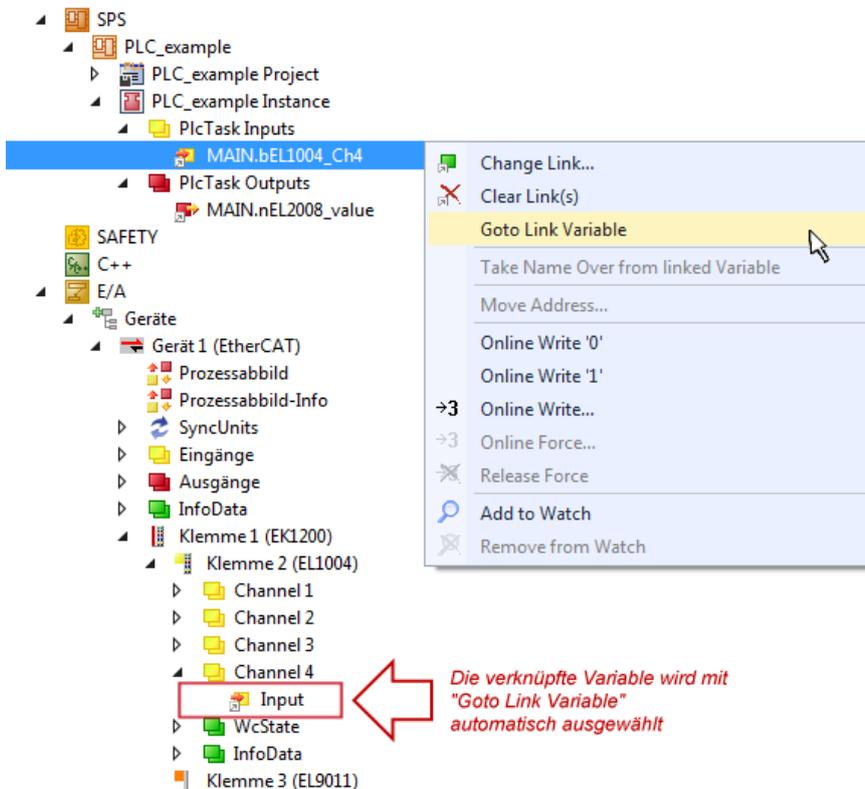


Abb. 88: Anwendung von "Goto Link Variable" am Beispiel von „MAIN.bEL1004\_Ch4“

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

### **● Hinweis zur Art der Variablen-Zuordnung**

**i** Diese folgende Art der Variablen Zuordnung kann erst ab der TwinCAT Version V3.1.4024.4 verwendet werden und ist ausschließlich bei Klemmen mit einem Mikrocontroller verfügbar.

In TwinCAT ist es möglich eine Struktur aus den gemappten Prozessdaten einer Klemme zu erzeugen. Von dieser Struktur kann dann in der SPS eine Instanz angelegt werden, so dass aus der SPS direkt auf die Prozessdaten zugegriffen werden kann, ohne eigene Variablen deklarieren zu müssen.

Beispielhaft wird das Vorgehen an der EL3001 1-Kanal-Analog-Eingangsklemme -10...+10 V gezeigt.

1. Zuerst müssen die benötigten Prozessdaten im Reiter „Prozessdaten“ in TwinCAT ausgewählt werden.
2. Anschließend muss der SPS Datentyp im Reiter „PLC“ über die Check-Box generiert werden.
3. Der Datentyp im Feld „Data Type“ kann dann über den „Copy“-Button kopiert werden.

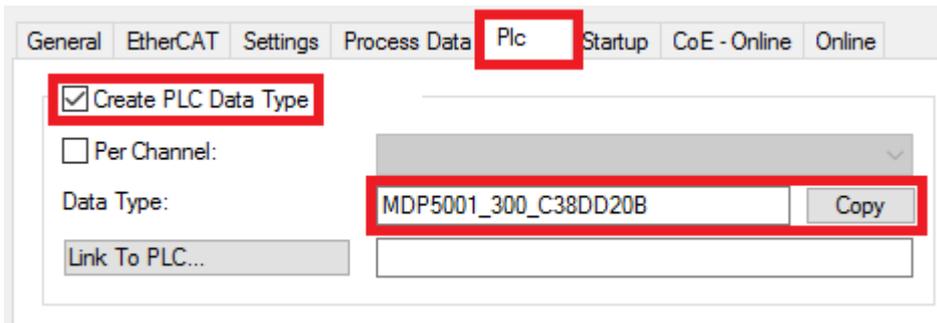


Abb. 89: Erzeugen eines SPS Datentyps

4. In der SPS muss dann eine Instanz der Datenstruktur vom kopierten Datentyp angelegt werden.

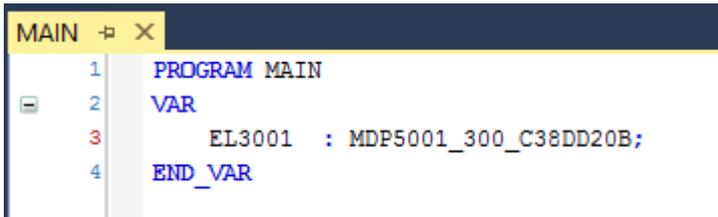


Abb. 90: Instance\_of\_struct

5. Anschließend muss die Projektmappe erstellt werden. Das kann entweder über die Tastenkombination „STRG + Shift + B“ gemacht werden oder über den Reiter „Erstellen“/ „Build“ in TwinCAT.

6. Die Struktur im Reiter „PLC“ der Klemme muss dann mit der angelegten Instanz verknüpft werden.

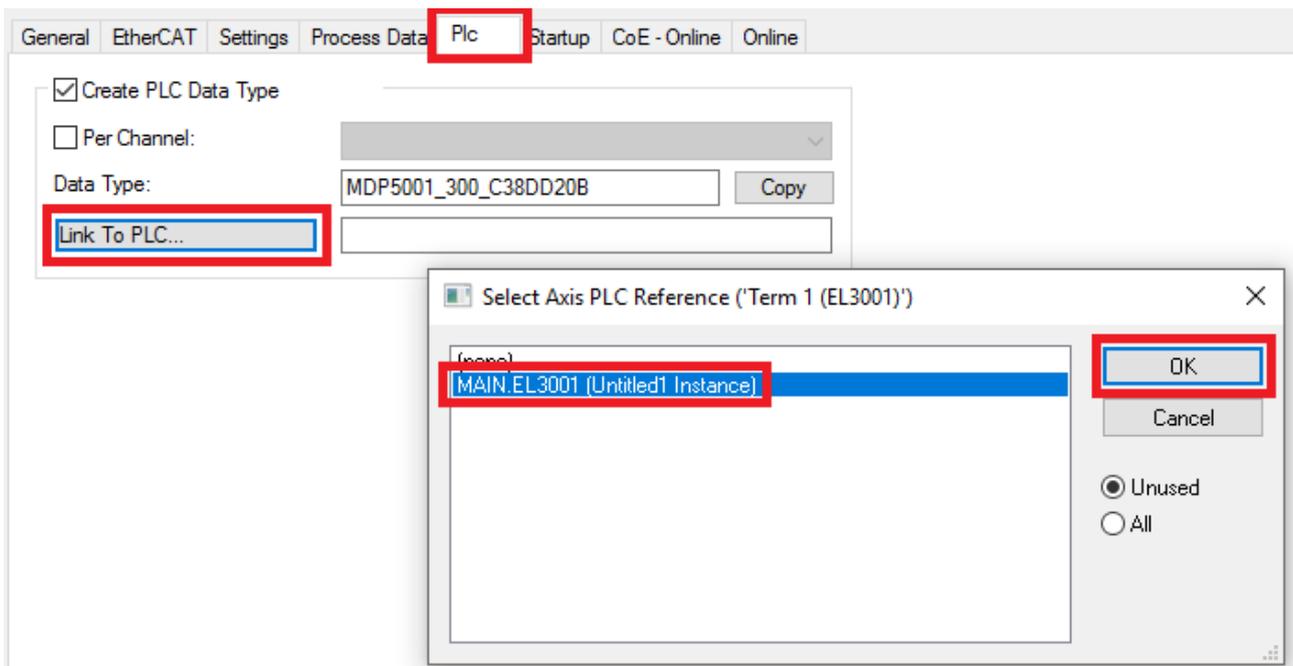


Abb. 91: Verknüpfung der Struktur

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

```

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

nVoltage := EL3001.MDP5001_300_Input.
  
```

Abb. 92: Lesen einer Variable aus der Struktur der Prozessdaten

### Aktivieren der Konfiguration

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

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

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

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

### Starten der Steuerung

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

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

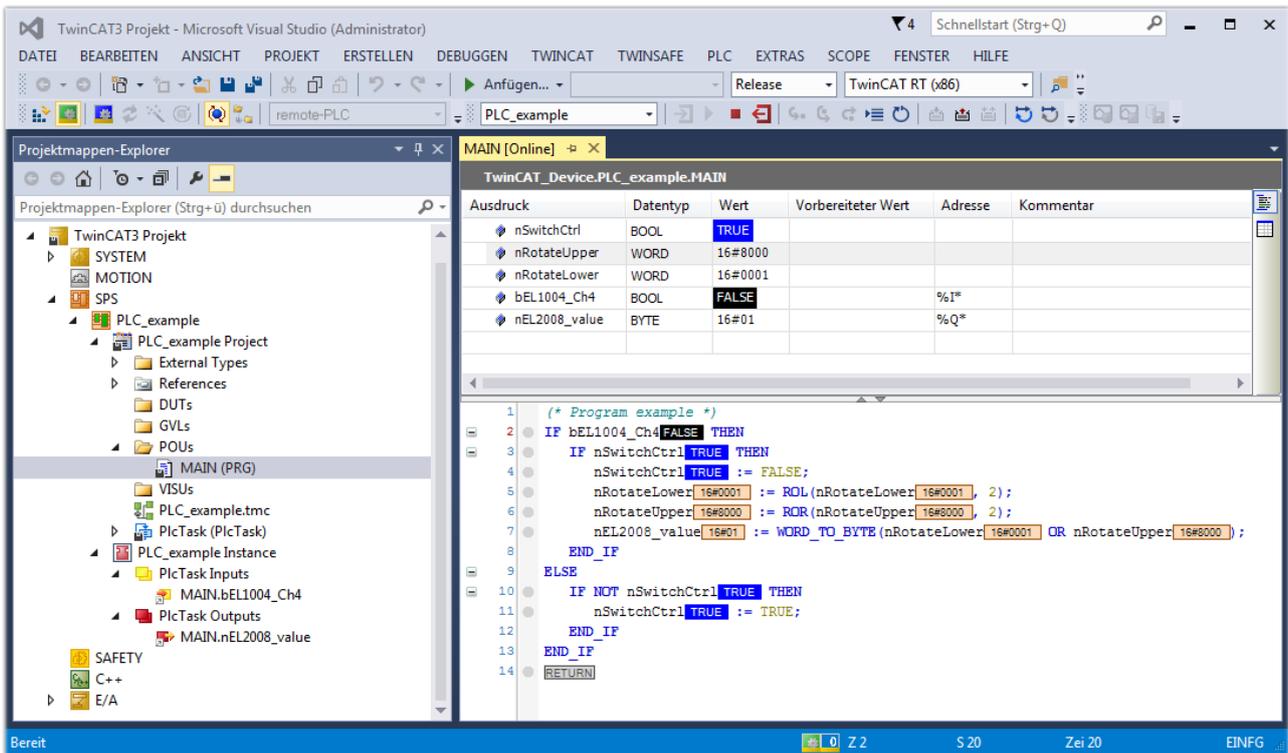


Abb. 93: TwinCAT 3 Entwicklungsumgebung (VS Shell): Logged-in, nach erfolgten Programmstart

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

## 6.2 TwinCAT Entwicklungsumgebung

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

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

### Details:

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

**Zusätzlich bietet:**

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

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

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

## 6.2.1 Installation TwinCAT Realtime Treiber

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

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

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

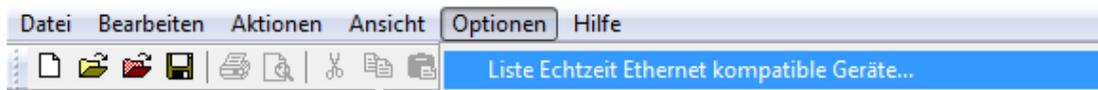


Abb. 94: Aufruf im System Manager (TwinCAT 2)

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

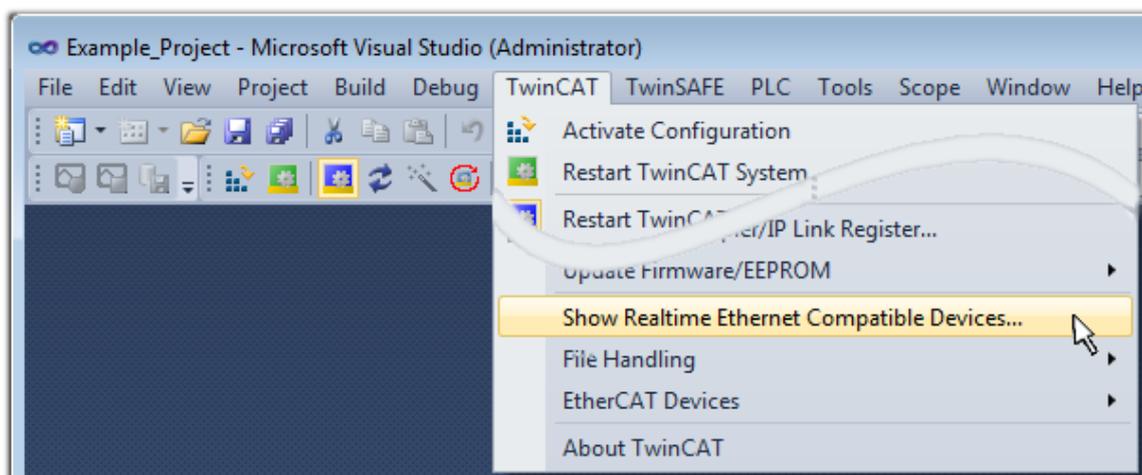


Abb. 95: Aufruf in VS Shell (TwinCAT 3)

Der folgende Dialog erscheint:

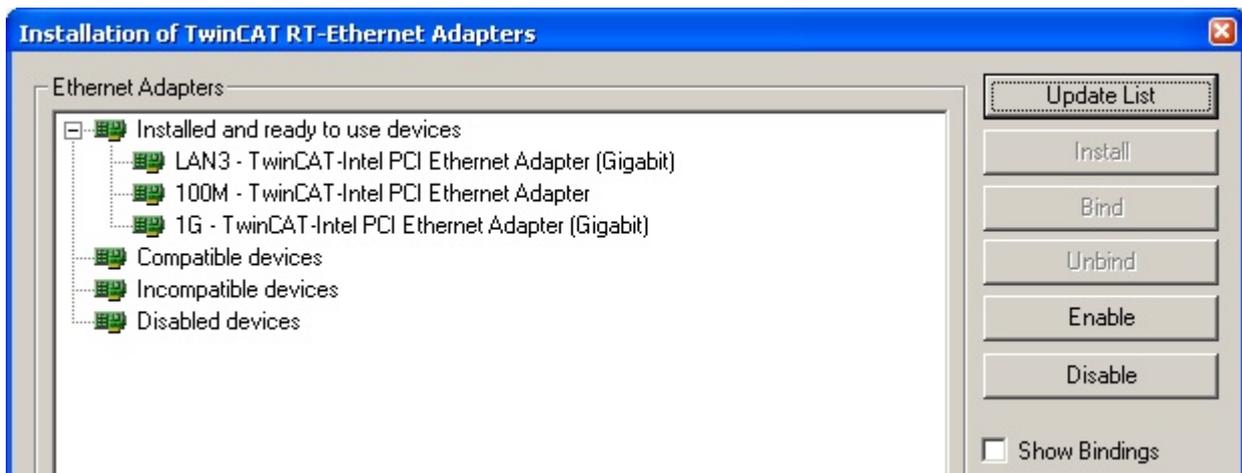


Abb. 96: Übersicht Netzwerkschnittstellen

Hier können nun Schnittstellen, die unter „Kompatible Geräte“ aufgeführt sind, über den „Install“ Button mit dem Treiber belegt werden. Eine Installation des Treibers auf inkompatiblen Devices sollte nicht vorgenommen werden.

Ein Windows-Warnhinweis bezüglich des unsignierten Treibers kann ignoriert werden.

**Alternativ** kann auch wie im Kapitel *Offline Konfigurationserstellung, Abschnitt „Anlegen des Geräts EtherCAT“* [► 124] beschrieben, zunächst ein EtherCAT-Gerät eingetragen werden, um dann über dessen Eigenschaften (Karteireiter „Adapter“, Button „Kompatible Geräte...“) die kompatiblen Ethernet Ports einzusehen:

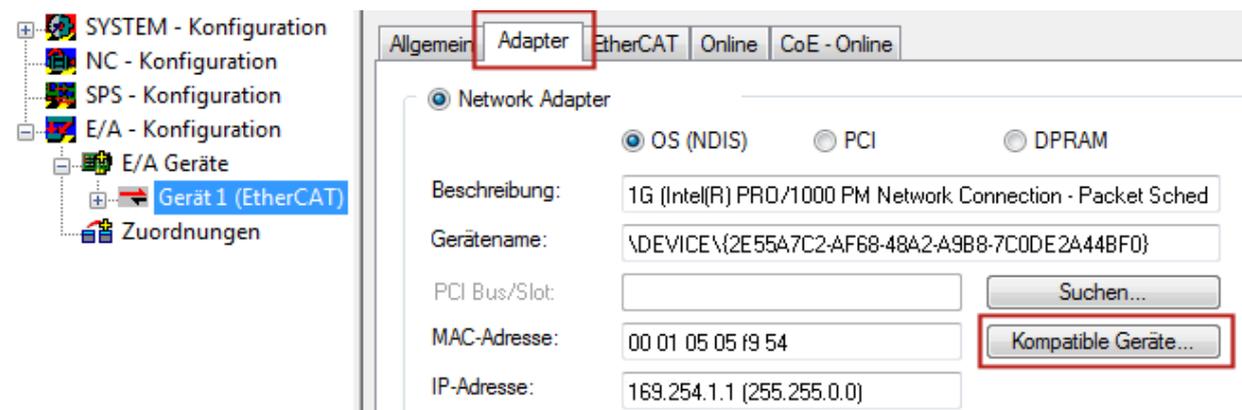
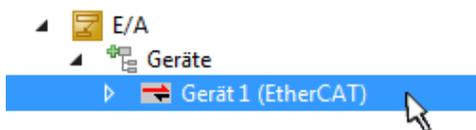


Abb. 97: Eigenschaft von EtherCAT Gerät (TwinCAT 2): Klick auf „Kompatible Geräte...“ von „Adapter“

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



Nach der Installation erscheint der Treiber aktiviert in der Windows-Übersicht der einzelnen Netzwerkschnittstelle (Windows Start → Systemsteuerung → Netzwerk)

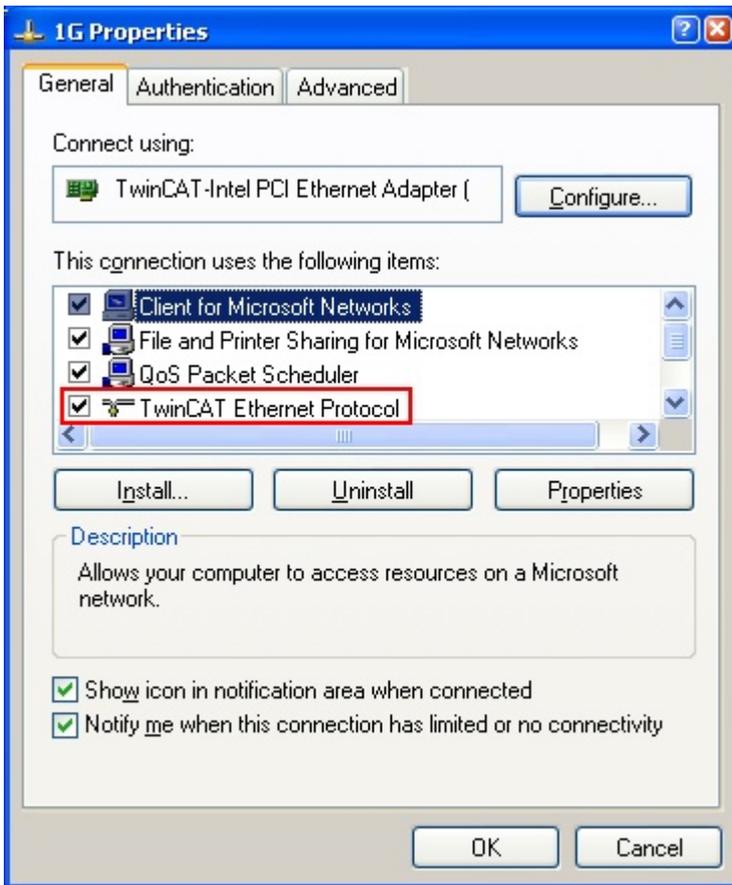


Abb. 98: Windows-Eigenschaften der Netzwerkschnittstelle

Eine korrekte Einstellung des Treibers könnte wie folgt aussehen:

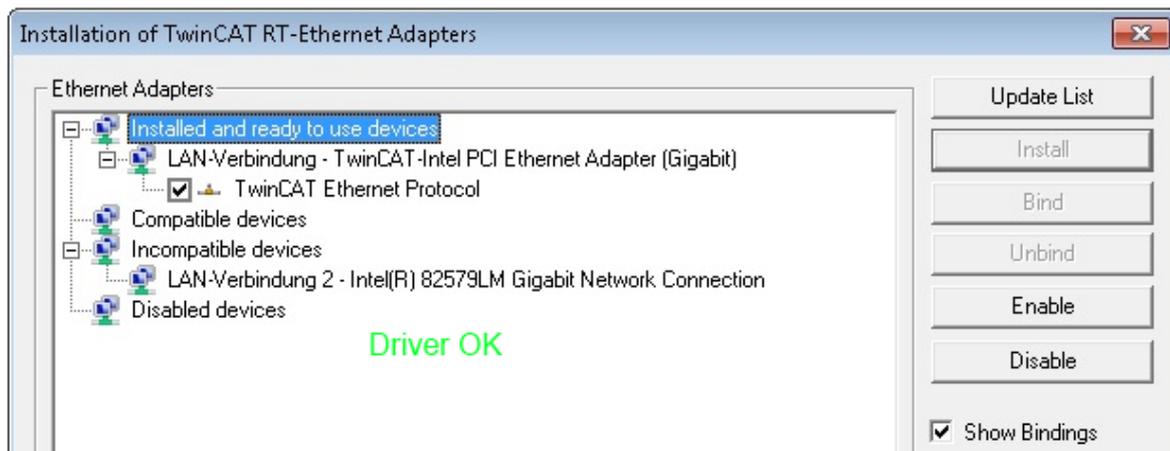


Abb. 99: Beispielhafte korrekte Treiber-Einstellung des Ethernet Ports

Andere mögliche Einstellungen sind zu vermeiden:

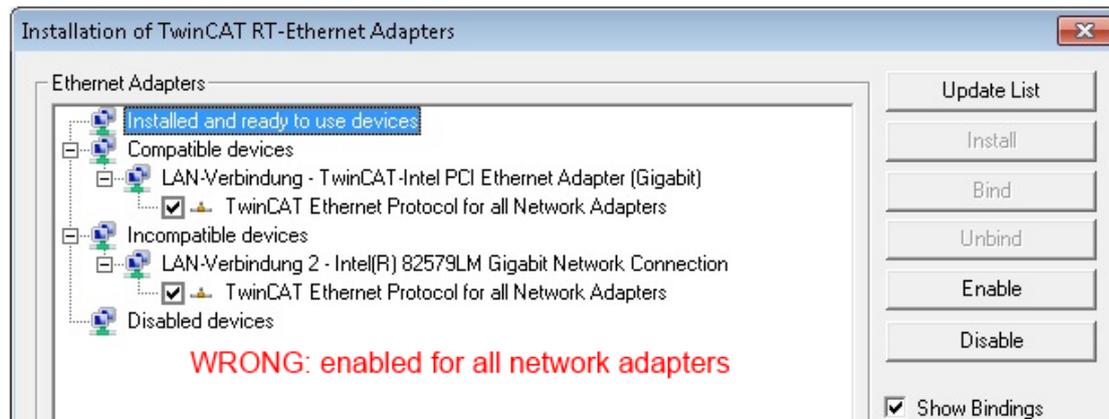
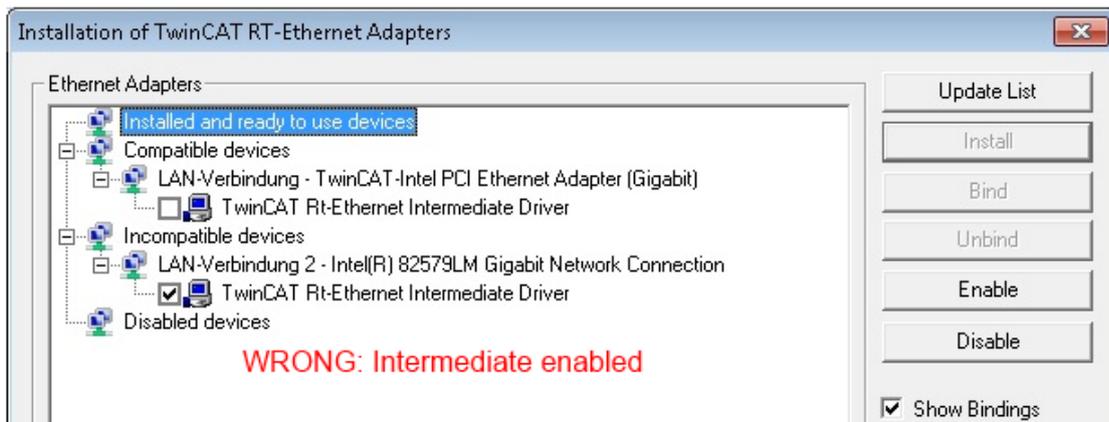
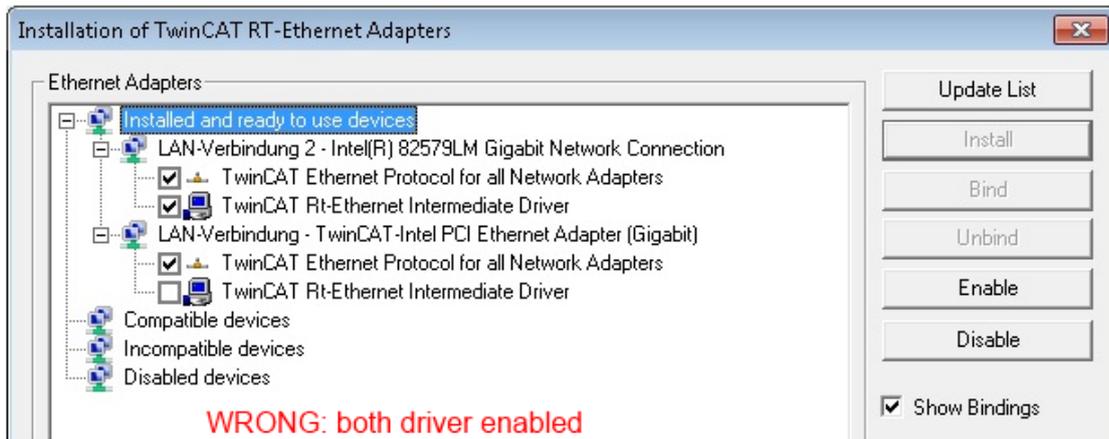


Abb. 100: Fehlerhafte Treiber-Einstellungen des Ethernet Ports

## IP-Adresse des verwendeten Ports

### **i** IP Adresse/DHCP

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

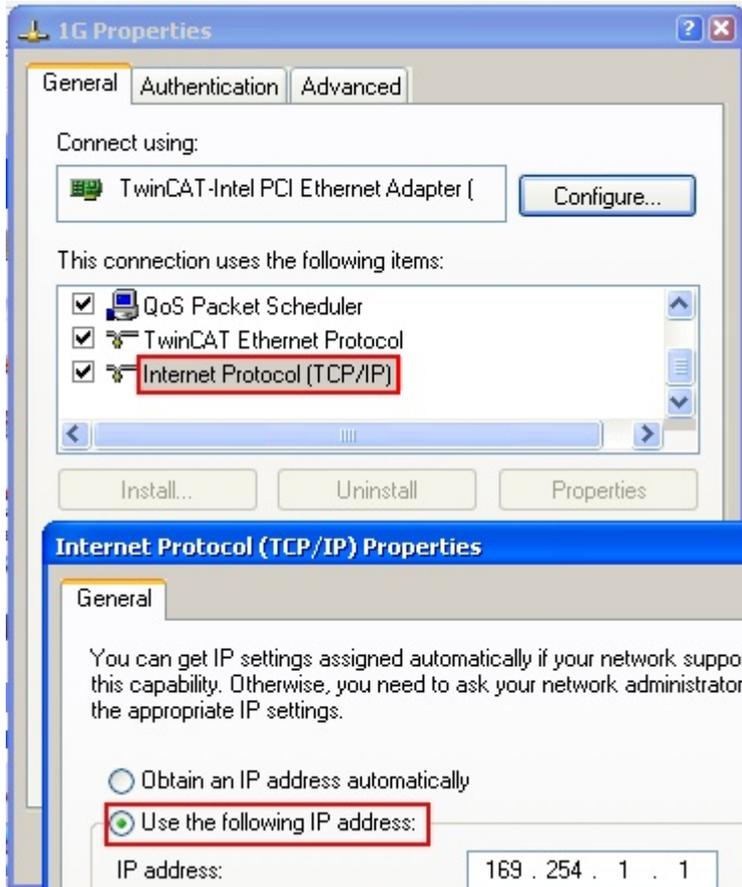


Abb. 101: TCP/IP-Einstellung des Ethernet Ports

## 6.2.2 Hinweise ESI-Gerätebeschreibung

### Installation der neuesten ESI-Device-Description

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

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

Die ESI-Dateien sind im Installationsverzeichnis von TwinCAT abzulegen.

Standardeinstellungen:

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

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

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

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

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

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

Hierfür steht der [TwinCAT ESI Updater \[► 123\]](#) zur Verfügung.



#### ESI

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

### Geräteunterscheidung

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

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

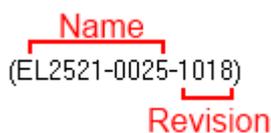


Abb. 102: Gerätebezeichnung: Struktur

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

## Online Description

Wird die EtherCAT Konfiguration online durch Scannen real vorhandener Teilnehmer erstellt (s. Kapitel Online Erstellung) und es liegt zu einem vorgefundenen Slave (ausgezeichnet durch Name und Revision) keine ESI-Beschreibung vor, fragt der System Manager, ob er die im Gerät vorliegende Beschreibung verwenden soll. Der System Manager benötigt in jedem Fall diese Information, um die zyklische und azyklische Kommunikation mit dem Slave richtig einstellen zu können.

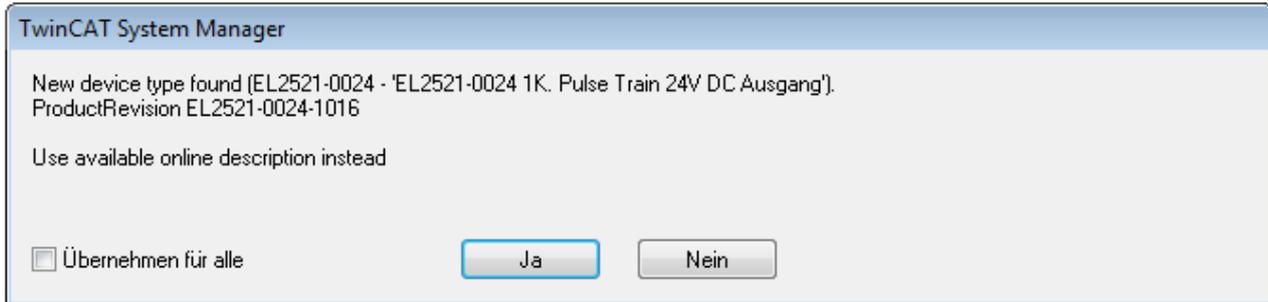


Abb. 103: Hinweisfenster OnlineDescription (TwinCAT 2)

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

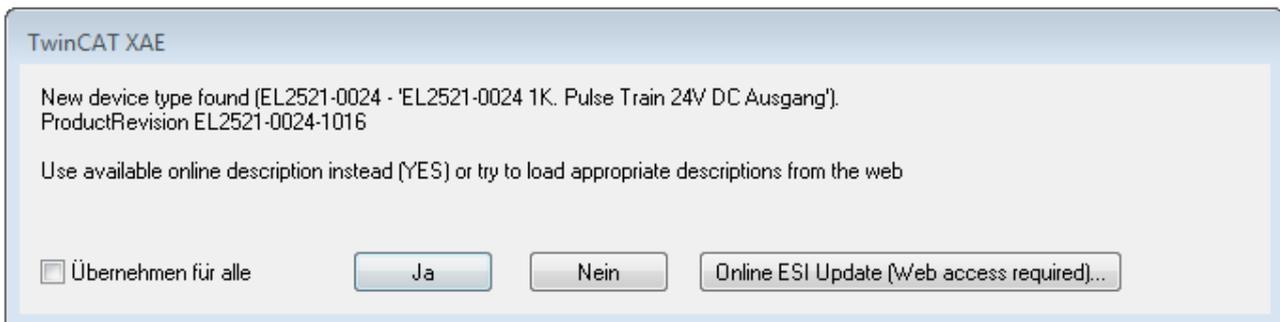


Abb. 104: Hinweisfenster OnlineDescription (TwinCAT 3)

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

### HINWEIS

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

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

Siehe dazu insbesondere das Kapitel „[Allgemeine Hinweise zur Verwendung von Beckhoff EtherCAT IO-Komponenten](#)“ und zur manuellen Konfigurationserstellung das Kapitel „[Offline Konfigurationserstellung](#) |> 124|“.

Wird dennoch die Online Description verwendet, liest der System Manager aus dem im EtherCAT Slave befindlichen EEPROM eine Kopie der Gerätebeschreibung aus. Bei komplexen Slaves kann die EEPROM-Größe u. U. nicht ausreichend für die gesamte ESI sein, weshalb im Konfigurator dann eine *unvollständige* ESI vorliegt. Deshalb wird für diesen Fall die Verwendung einer offline ESI-Datei vorrangig empfohlen.

Der System Manager legt bei „online“ erfassten Gerätebeschreibungen in seinem ESI-Verzeichnis eine neue Datei „OnlineDescription0000...xml“ an, die alle online ausgelesenen ESI-Beschreibungen enthält.

OnlineDescriptionCache000000002.xml

Abb. 105: Vom System Manager angelegt OnlineDescription.xml

Soll daraufhin ein Slave manuell in die Konfiguration eingefügt werden, sind „online“ erstellte Slaves durch ein vorangestelltes „>“ Symbol in der Auswahlliste gekennzeichnet (siehe Abbildung *Kennzeichnung einer online erfassten ESI am Beispiel EL2521*).



Abb. 106: Kennzeichnung einer online erfassten ESI am Beispiel EL2521

Wurde mit solchen ESI-Daten gearbeitet und liegen später die herstellereigenen Dateien vor, ist die OnlineDescription....xml wie folgt zu löschen:

- alle System Managerfenster schließen
- TwinCAT in Konfig-Mode neu starten
- „OnlineDescription0000...xml“ löschen
- TwinCAT System Manager wieder öffnen

Danach darf diese Datei nicht mehr zu sehen sein, Ordner ggf. mit <F5> aktualisieren.

**OnlineDescription unter TwinCAT 3.x**

**i** Zusätzlich zu der oben genannten Datei „OnlineDescription0000...xml“ legt TwinCAT 3.x auch einen so genannten EtherCAT-Cache mit neuentdeckten Geräten an, z. B. unter Windows 7 unter

*C:\User\[USERNAME]\AppData\Roaming\Beckhoff\TwinCAT3\Components\Base\EtherCATCache.xml*

(Spracheinstellungen des Betriebssystems beachten!)

Diese Datei ist im gleichen Zuge wie die andere Datei zu löschen.

**Fehlerhafte ESI-Datei**

Liegt eine fehlerhafte ESI-Datei vor die vom System Manager nicht eingelesen werden kann, meldet dies der System Manager durch ein Hinweisfenster.

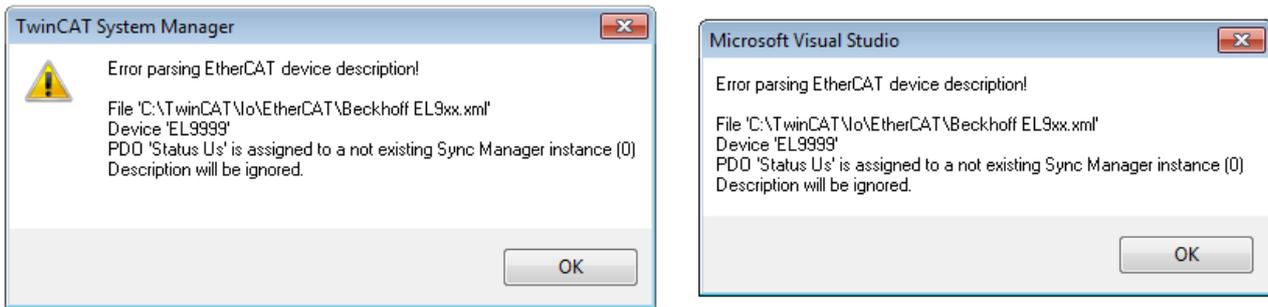


Abb. 107: Hinweisfenster fehlerhafte ESI-Datei (links: TwinCAT 2; rechts: TwinCAT 3)

Ursachen dafür können sein

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

### 6.2.3 TwinCAT ESI Updater

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

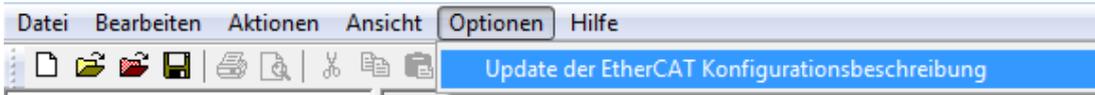


Abb. 108: Anwendung des ESI Updater (>=TwinCAT 2.11)

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

Auswahl bei TwinCAT 3:

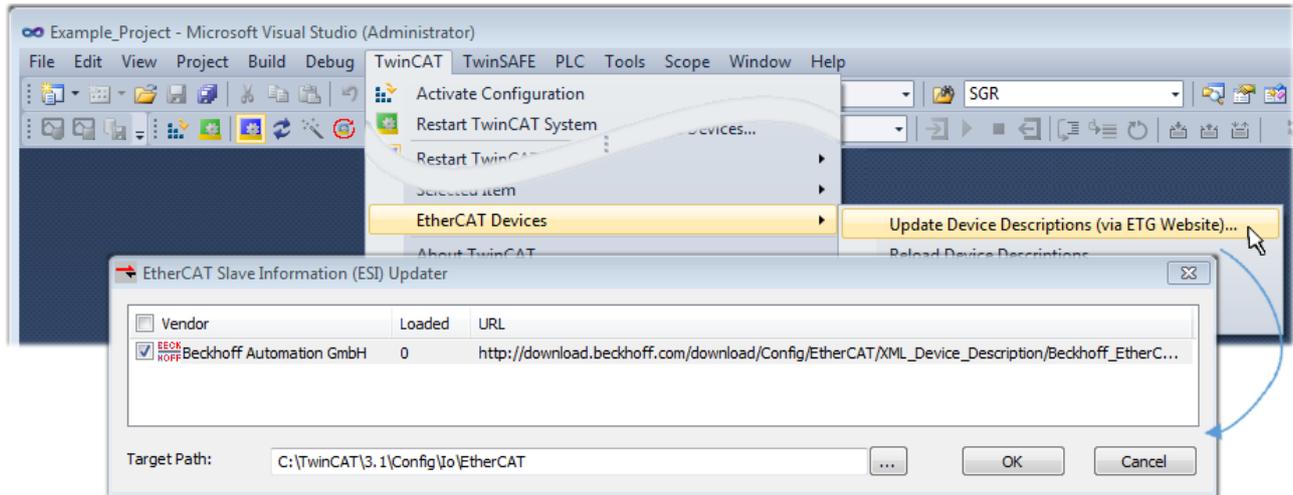


Abb. 109: Anwendung des ESI Updater (TwinCAT 3)

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

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

### 6.2.4 Unterscheidung Online/Offline

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

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

In jedem Fall prüft der EtherCAT Master bei jedem realen Hochlauf, ob die vorgefundenen Slaves der Konfiguration entsprechen. Dieser Test kann in den erweiterten Slave-Einstellungen parametrisiert werden. Siehe hierzu den [Hinweis „Installation der neuesten ESI-XML-Device-Description“](#) [▶ 119].

#### Zur Konfigurationserstellung

- muss die reale EtherCAT-Hardware (Geräte, Koppler, Antriebe) vorliegen und installiert sein.

- müssen die Geräte/Module über EtherCAT-Kabel bzw. im Klemmenstrang so verbunden sein wie sie später eingesetzt werden sollen.
- müssen die Geräte/Module mit Energie versorgt werden und kommunikationsbereit sein.
- muss TwinCAT auf dem Zielsystem im CONFIG-Modus sein.

#### Der Online-Scan-Vorgang setzt sich zusammen aus:

- [Erkennen des EtherCAT-Gerätes \[► 129\]](#) (Ethernet-Port am IPC)
- [Erkennen der angeschlossenen EtherCAT-Teilnehmer \[► 130\]](#). Dieser Schritt kann auch unabhängig vom vorangehenden durchgeführt werden.
- [Problembehandlung \[► 133\]](#)

Auch kann [der Scan bei bestehender Konfiguration \[► 134\]](#) zum Vergleich durchgeführt werden.

## 6.2.5 OFFLINE Konfigurationserstellung

### Anlegen des Geräts EtherCAT

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



Abb. 110: Anfügen eines EtherCAT Device: links TwinCAT 2; rechts TwinCAT 3

Für eine EtherCAT I/O Anwendung mit EtherCAT Slaves ist der „EtherCAT“ Typ auszuwählen. „EtherCAT Automation Protocol via EL6601“ ist für den bisherigen Publisher/Subscriber-Dienst in Kombination mit einer EL6601/EL6614 Klemme auszuwählen.

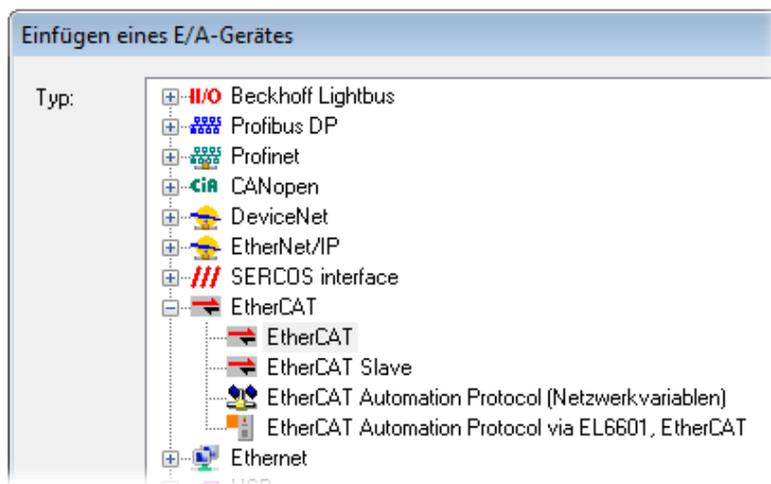


Abb. 111: Auswahl EtherCAT Anschluss (TwinCAT 2.11, TwinCAT 3)

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

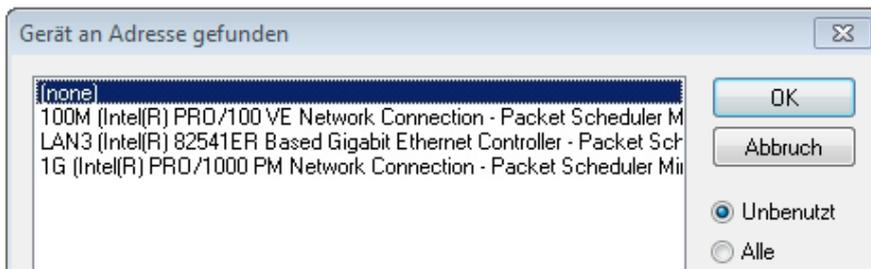


Abb. 112: Auswahl Ethernet Port

Diese Abfrage kann beim Anlegen des EtherCAT-Gerätes automatisch erscheinen, oder die Zuordnung kann später im Eigenschaftendialog gesetzt/geändert werden; siehe Abb. „Eigenschaften EtherCAT Gerät (TwinCAT 2)“.

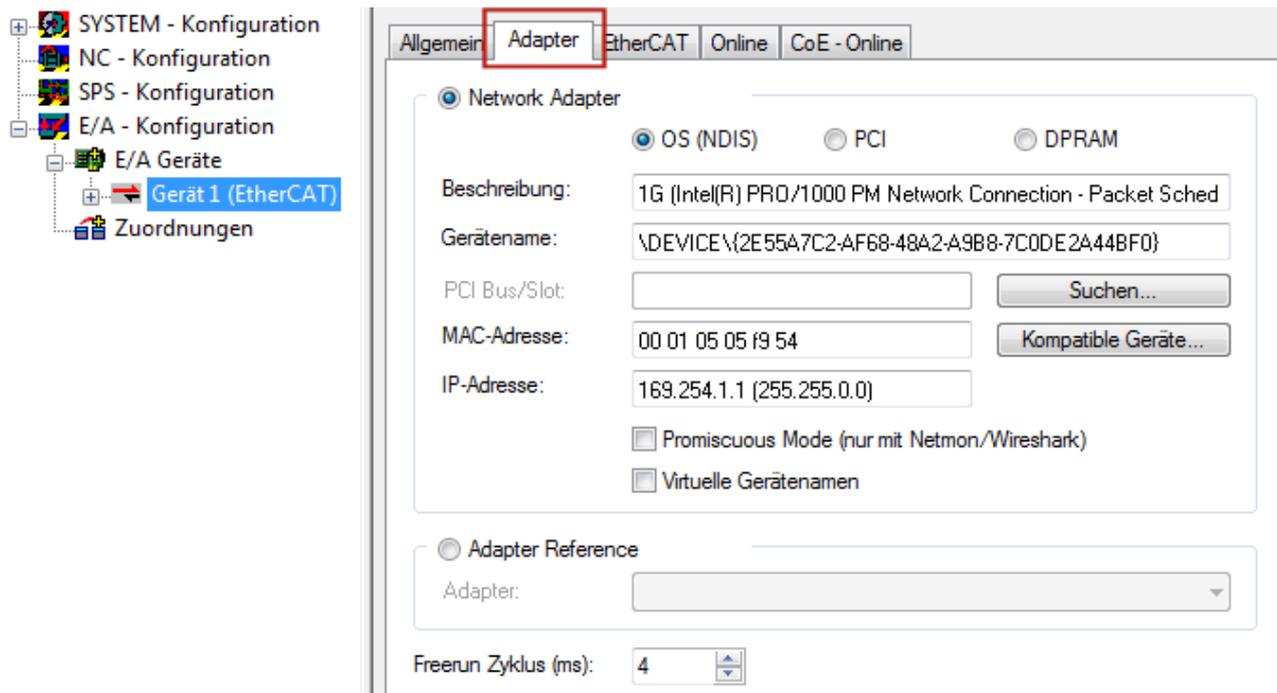
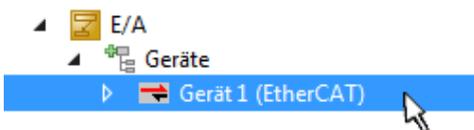


Abb. 113: Eigenschaften EtherCAT Gerät (TwinCAT 2)

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



**i Auswahl Ethernet Port**

Es können nur Ethernet Ports für ein EtherCAT Gerät ausgewählt werden, für die der TwinCAT Realtime-Treiber installiert ist. Dies muss für jeden Port getrennt vorgenommen werden. Siehe dazu die entsprechende [Installationsseite](#) [|> 114](#)].

**Definieren von EtherCAT Slaves**

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

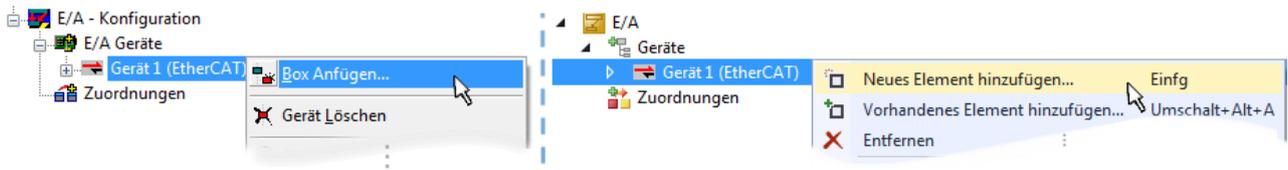


Abb. 114: Anfügen von EtherCAT Geräten (links: TwinCAT 2; rechts: TwinCAT 3)

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

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

Übersicht Übertragungsphysik

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

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

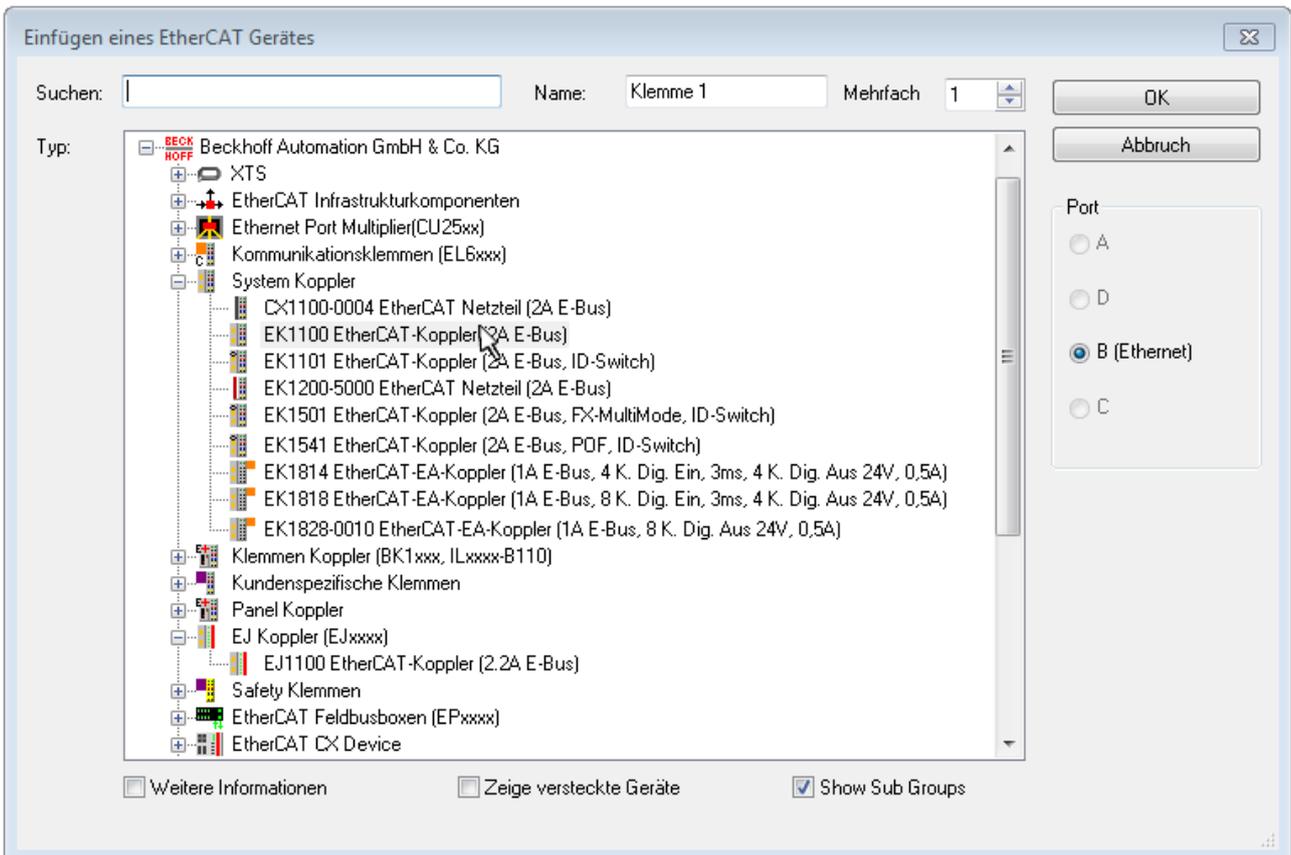


Abb. 115: Auswahldialog neues EtherCAT Gerät

Standardmäßig wird nur der Name/Typ des Gerätes als Auswahlkriterium verwendet. Für eine gezielte Auswahl einer bestimmten Revision des Gerätes kann die Revision als „Extended Information“ eingeblendet werden.

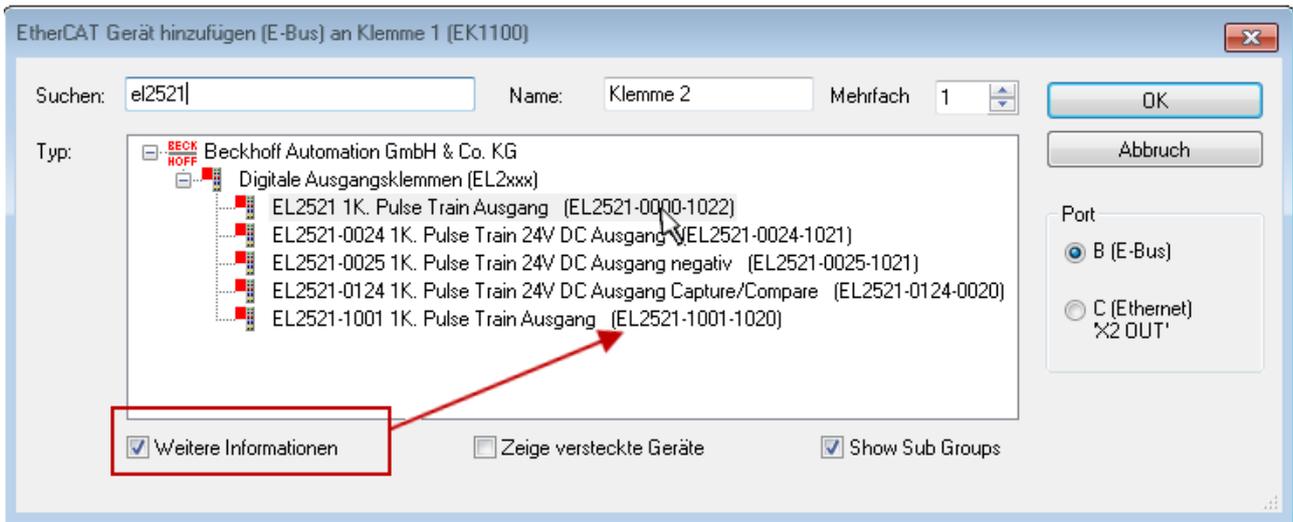


Abb. 116: Anzeige Geräte-Revision

Oft sind aus historischen oder funktionalen Gründen mehrere Revisionen eines Gerätes erzeugt worden, z. B. durch technologische Weiterentwicklung. Zur vereinfachten Anzeige (s. Abb. „Auswahldialog neues EtherCAT Gerät“) wird bei Beckhoff Geräten nur die letzte (=höchste) Revision und damit der letzte Produktionsstand im Auswahldialog angezeigt. Sollen alle im System als ESI-Beschreibungen vorliegenden Revisionen eines Gerätes angezeigt werden, ist die Checkbox „Show Hidden Devices“ zu markieren, s. Abb. „Anzeige vorhergehender Revisionen“.

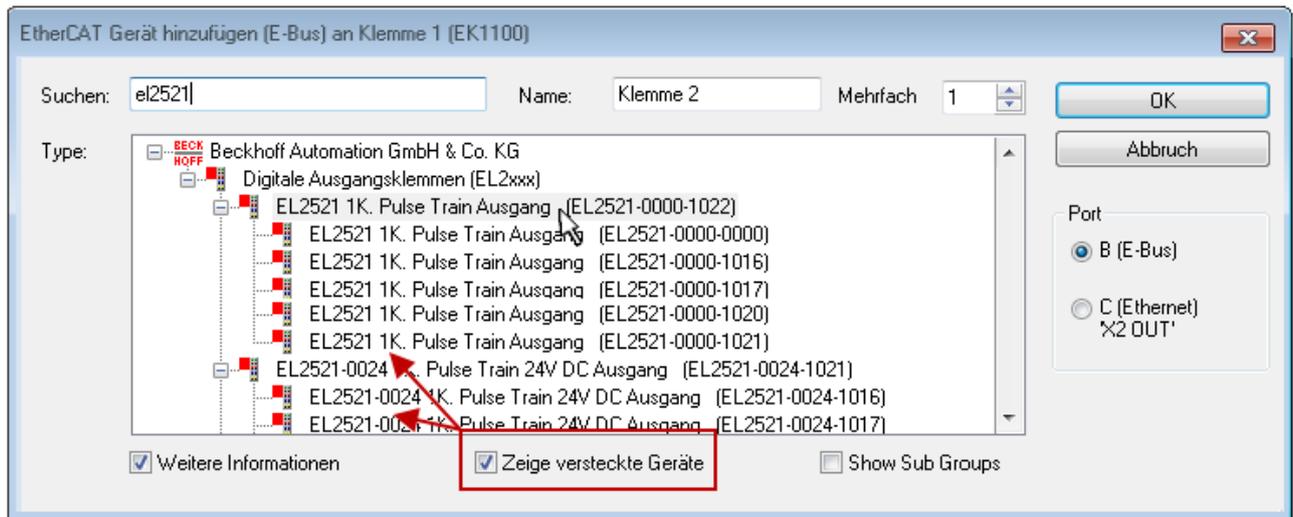


Abb. 117: Anzeige vorhergehender Revisionen

**Geräte-Auswahl nach Revision, Kompatibilität**

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

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

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

**Beispiel**

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

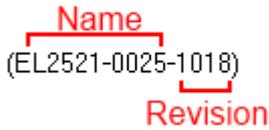


Abb. 118: Name/Revision Klemme

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

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

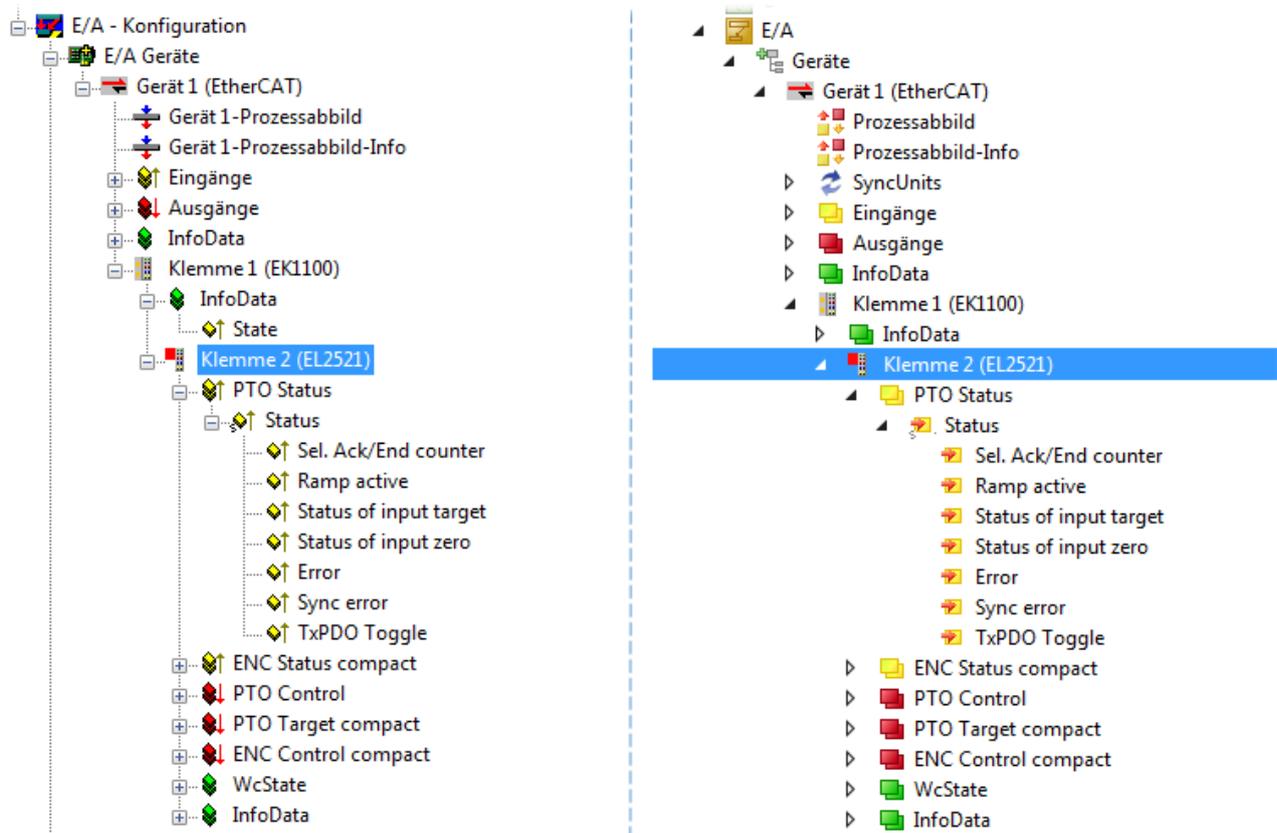


Abb. 119: EtherCAT Klemme im TwinCAT-Baum (links: TwinCAT 2; rechts: TwinCAT 3)

## 6.2.6 ONLINE Konfigurationserstellung

### Erkennen/Scan des Geräts EtherCAT

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

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

TwinCAT lässt sich in diesem Modus versetzen:

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

### ● Online Scannen im Config Mode

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

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



Abb. 120: Unterscheidung Lokalsystem/ Zielsystem (links: TwinCAT 2; rechts: TwinCAT 3)

Im Konfigurationsbaum bringt uns ein Rechtsklick auf den General-Punkt „I/O Devices“ zum Such-Dialog.

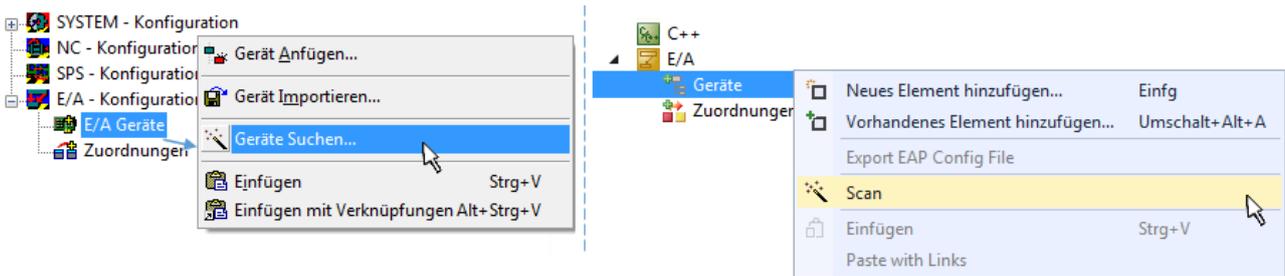


Abb. 121: Scan Devices (links: TwinCAT 2; rechts: TwinCAT 3)

Dieser Scan-Modus versucht nicht nur EtherCAT-Geräte (bzw. die als solche nutzbaren Ethernet-Ports) zu finden, sondern auch NOVRAM, Feldbuskarten, SMB etc. Nicht alle Geräte können jedoch automatisch gefunden werden.

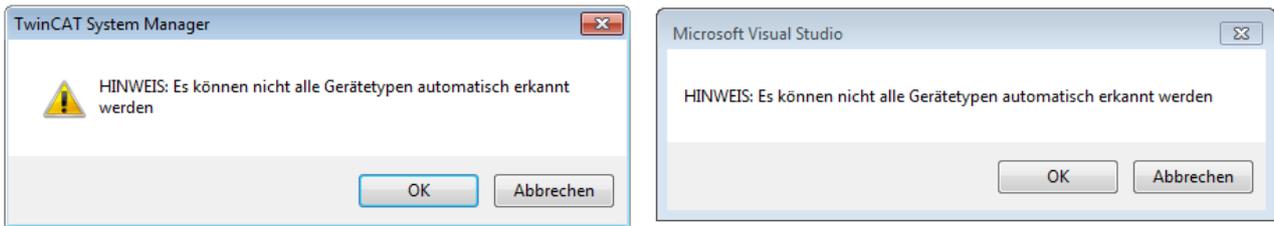


Abb. 122: Hinweis automatischer GeräteScan (links: TwinCAT 2; rechts: TwinCAT 3)

Ethernet Ports mit installierten TwinCAT Realtime-Treiber werden als „RT-Ethernet“ Geräte angezeigt. Testweise wird an diesen Ports ein EtherCAT-Frame verschickt. Erkennt der Scan-Agent an der Antwort, dass ein EtherCAT-Slave angeschlossen ist, wird der Port allerdings gleich als „EtherCAT Device“ angezeigt.

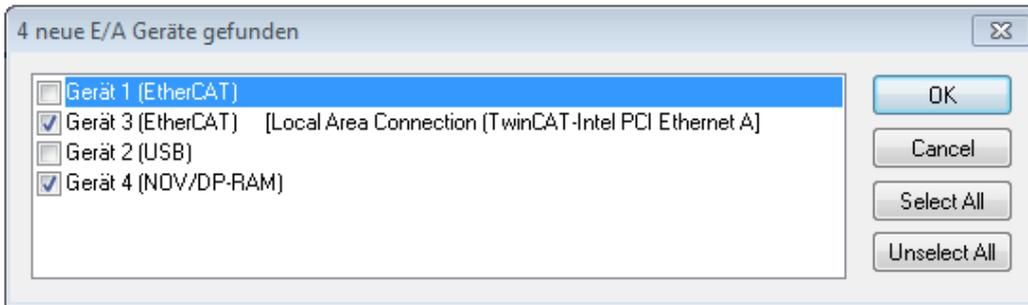


Abb. 123: Erkannte Ethernet-Geräte

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

**● Auswahl Ethernet Port**

**i** Es können nur Ethernet Ports für ein EtherCAT Gerät ausgewählt werden, für die der TwinCAT Realtime-Treiber installiert ist. Dies muss für jeden Port getrennt vorgenommen werden. Siehe dazu die entsprechende [Installationsseite](#) [► 114].

**Erkennen/Scan der EtherCAT Teilnehmer**

**● Funktionsweise Online Scan**

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

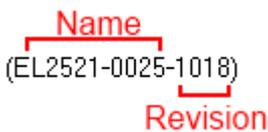


Abb. 124: Beispiel Default-Zustand

**HINWEIS**

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

Die Scan-Funktion sollte mit Bedacht angewendet werden. Sie ist ein praktisches und schnelles Werkzeug, um für eine Inbetriebnahme eine Erst-Konfiguration als Arbeitsgrundlage zu erzeugen. Im Serienmaschinenbau bzw. bei Reproduktion der Anlage sollte die Funktion aber nicht mehr zur Konfigurationserstellung verwendet werden sondern ggf. zum [Vergleich](#) [► 134] mit der festgelegten Erst-Konfiguration.

Hintergrund: da Beckhoff aus Gründen der Produktpflege gelegentlich den Revisionsstand der ausgelieferten Produkte erhöht, kann durch einen solchen Scan eine Konfiguration erzeugt werden, die (bei identischem Maschinenaufbau) zwar von der Geräteliste her identisch ist, die jeweilige Geräteversion unterscheiden sich aber ggf. von der Erstkonfiguration.

**Beispiel:**

Firma A baut den Prototyp einer späteren Serienmaschine B. Dazu wird der Prototyp aufgebaut, in TwinCAT ein Scan über die IO-Geräte durchgeführt und somit die Erstkonfiguration "B.tsm" erstellt. An einer beliebigen Stelle sitzt dabei die EtherCAT-Klemme EL2521-0025 in der Revision 1018. Diese wird also so in die TwinCAT-Konfiguration eingebaut:

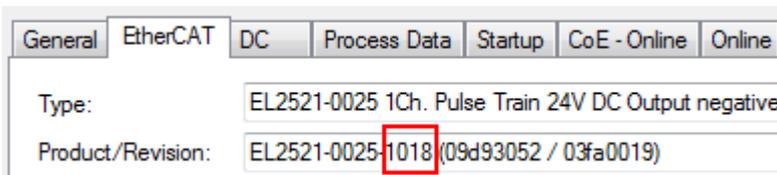


Abb. 125: Einbau EtherCAT-Klemme mit Revision -1018

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

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

Nach einiger Zeit erweitert Beckhoff die EL2521-0025 um ein neues Feature C. Deshalb wird die FW geändert, nach außen hin kenntlich durch einen höheren FW-Stand **und eine neue Revision -1019**. Trotzdem unterstützt das neue Gerät natürlich Funktionen und Schnittstellen der Vorgängerversion(en), eine Anpassung von „B.tsm“ oder gar „B.pro“ ist somit nicht nötig. Die Serienmaschinen können weiterhin mit „B.tsm“ und „B.pro“ gebaut werden, zur Kontrolle der aufgebauten Maschine ist ein [vergleichernder Scan](#) [► 134] gegen die Erstkonfiguration „B.tsm“ sinnvoll.

Wird nun allerdings in der Abteilung Serienmaschinenbau nicht „B.tsm“ verwendet, sondern wieder ein Scan zur Erstellung der produktiven Konfiguration durchgeführt, wird automatisch die Revision **-1019** erkannt und in die Konfiguration eingebaut:

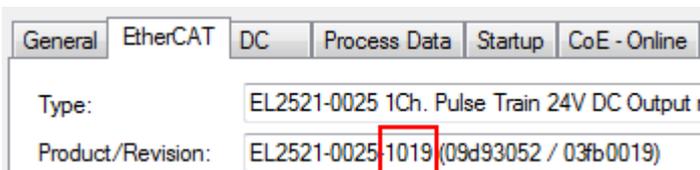


Abb. 126: Erkennen EtherCAT-Klemme mit Revision -1019

Dies wird in der Regel von den Inbetriebnehmern nicht bemerkt. TwinCAT kann ebenfalls nichts melden, da ja quasi eine neue Konfiguration erstellt wird. Es führt nach der Kompatibilitätsregel allerdings dazu, dass in diese Maschine später keine EL2521-0025-**1018** als Ersatzteil eingebaut werden sollen (auch wenn dies in den allermeisten Fällen dennoch funktioniert).

Dazu kommt, dass durch produktionsbegleitende Entwicklung in Firma A das neue Feature C der EL2521-0025-1019 (zum Beispiel ein verbesserter Analogfilter oder ein zusätzliches Prozessdatum zur Diagnose) gerne entdeckt und ohne betriebsinterne Rücksprache genutzt wird. Für die so entstandene neue Konfiguration „B2.tsm“ ist der bisherige Bestand an Ersatzteilgeräten nicht mehr zu verwenden.

Bei etabliertem Serienmaschinenbau sollte der Scan nur noch zu informativen Vergleichszwecken gegen eine definierte Erstkonfiguration durchgeführt werden. Änderungen sind mit Bedacht durchzuführen!

Wurde ein EtherCAT-Device in der Konfiguration angelegt (manuell oder durch Scan), kann das I/O-Feld nach Teilnehmern/Slaves gescannt werden.



Abb. 127: Scan-Abfrage nach dem automatischen Anlegen eines EtherCAT Gerätes (links: TwinCAT 2; rechts TwinCAT 3)

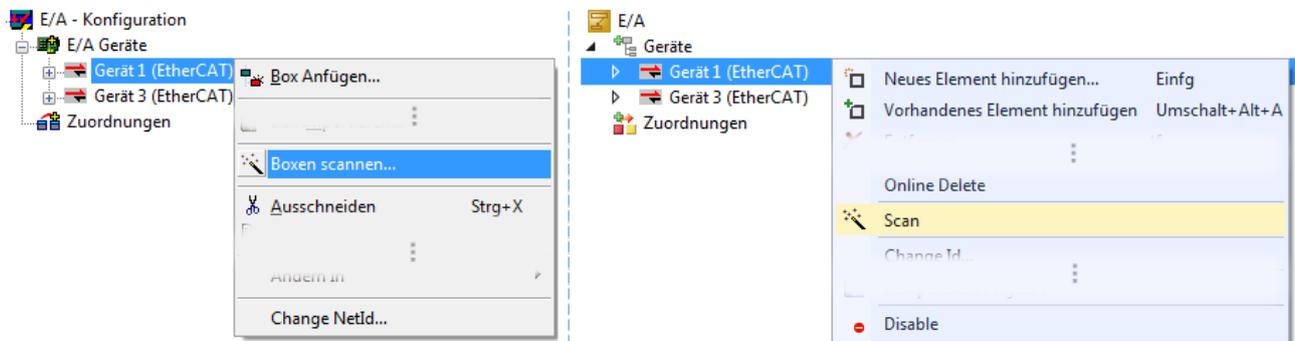


Abb. 128: Manuelles Auslösen des Teilnehmer-Scans auf festgelegtem EtherCAT Device (links: TwinCAT 2; rechts TwinCAT 3)

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

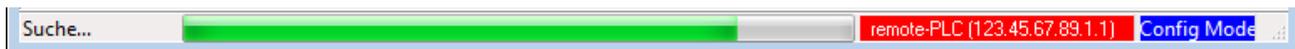


Abb. 129: Scanfortschritt am Beispiel von TwinCAT 2

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



Abb. 130: Abfrage Config/FreeRun (links: TwinCAT 2; rechts TwinCAT 3)

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



Abb. 131: Anzeige des Wechsels zwischen „Free Run“ und „Config Mode“ unten rechts in der Statusleiste



Abb. 132: TwinCAT kann auch durch einen Button in diesen Zustand versetzt werden (links: TwinCAT 2; rechts TwinCAT 3)

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

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

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

Abb. 133: Beispielhafte Online-Anzeige

Zu beachten sind

- alle Slaves sollen im OP-State sein
- der EtherCAT Master soll im „Actual State“ OP sein
- „Frames/sec“ soll der Zykluszeit unter Berücksichtigung der versendeten Frameanzahl sein
- es sollen weder übermäßig „LostFrames“- noch CRC-Fehler auftreten

Die Konfiguration ist nun fertig gestellt. Sie kann auch wie im [manuellen Vorgang \[▶ 124\]](#) beschrieben verändert werden.

**Problembehandlung**

Beim Scannen können verschiedene Effekte auftreten.

- es wird ein **unbekanntes Gerät** entdeckt, d. h. ein EtherCAT Slave für den keine ESI-XML-Beschreibung vorliegt.  
In diesem Fall bietet der System Manager an, die im Gerät eventuell vorliegende ESI auszulesen. Lesen Sie dazu das Kapitel „Hinweise zu ESI/XML“.
- **Teilnehmer werden nicht richtig erkannt**  
Ursachen können sein
  - fehlerhafte Datenverbindungen, es treten Datenverluste während des Scans auf
  - Slave hat ungültige Gerätebeschreibung

Es sind die Verbindungen und Teilnehmer gezielt zu überprüfen, z. B. durch den Emergency Scan.  
Der Scan ist dann erneut vorzunehmen.

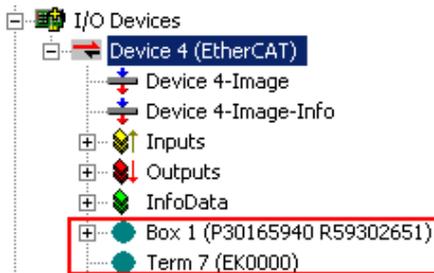


Abb. 134: Fehlerhafte Erkennung

Im System Manager werden solche Geräte evtl. als EK0000 oder unbekannte Geräte angelegt. Ein Betrieb ist nicht möglich bzw. sinnvoll.

### Scan über bestehender Konfiguration

#### HINWEIS

#### Veränderung der Konfiguration nach Vergleich

Bei diesem Scan werden z. Z. (TwinCAT 2.11 bzw. 3.1) nur die Geräteeigenschaften Vendor (Hersteller), Geräte-Name und Revision verglichen! Ein „ChangeTo“ oder „Copy“ sollte nur im Hinblick auf die Beckhoff IO-Kompatibilitätsregel (s. o.) nur mit Bedacht vorgenommen werden. Das Gerät wird dann in der Konfiguration gegen die vorgefundene Revision ausgetauscht, dies kann Einfluss auf unterstützte Prozessdaten und Funktionen haben.

Wird der Scan bei bestehender Konfiguration angestoßen, kann die reale I/O-Umgebung genau der Konfiguration entsprechen oder differieren. So kann die Konfiguration verglichen werden.

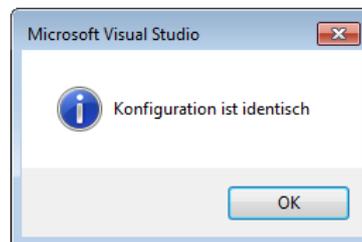
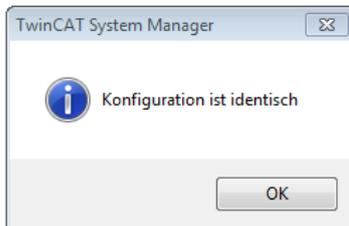


Abb. 135: Identische Konfiguration (links: TwinCAT 2; rechts TwinCAT 3)

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

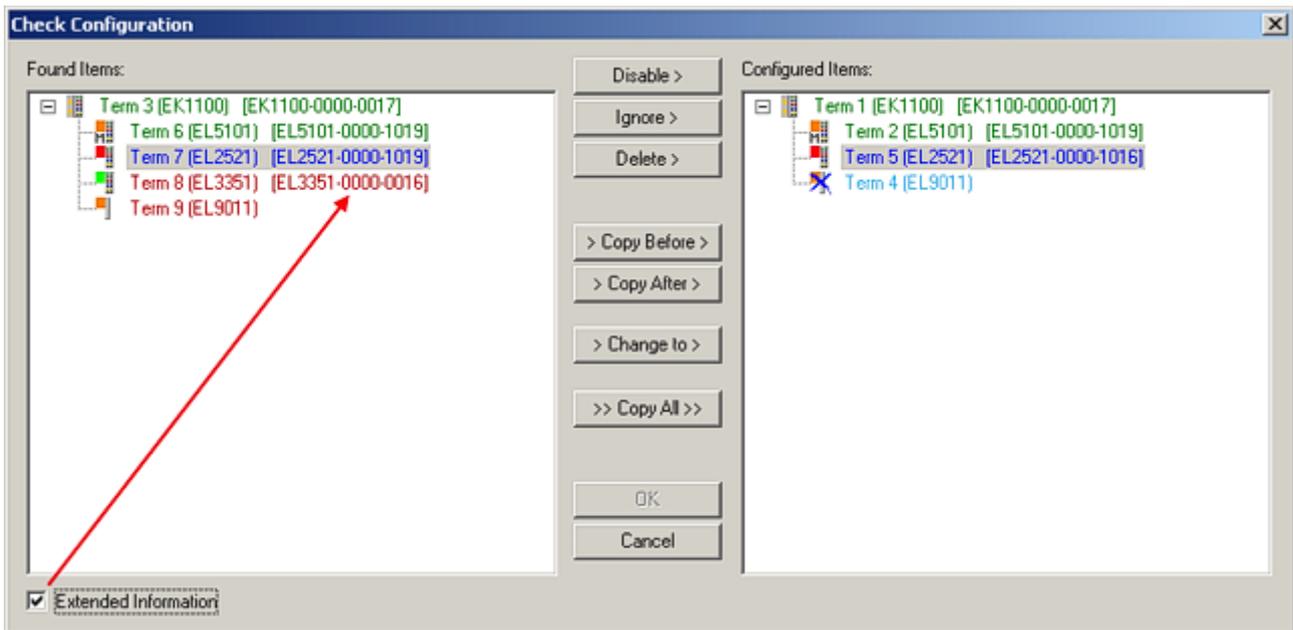


Abb. 136: Korrekturdialog

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

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

## Geräte-Auswahl nach Revision, Kompatibilität

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

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

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

### Beispiel

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

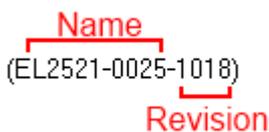


Abb. 137: Name/Revision Klemme

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

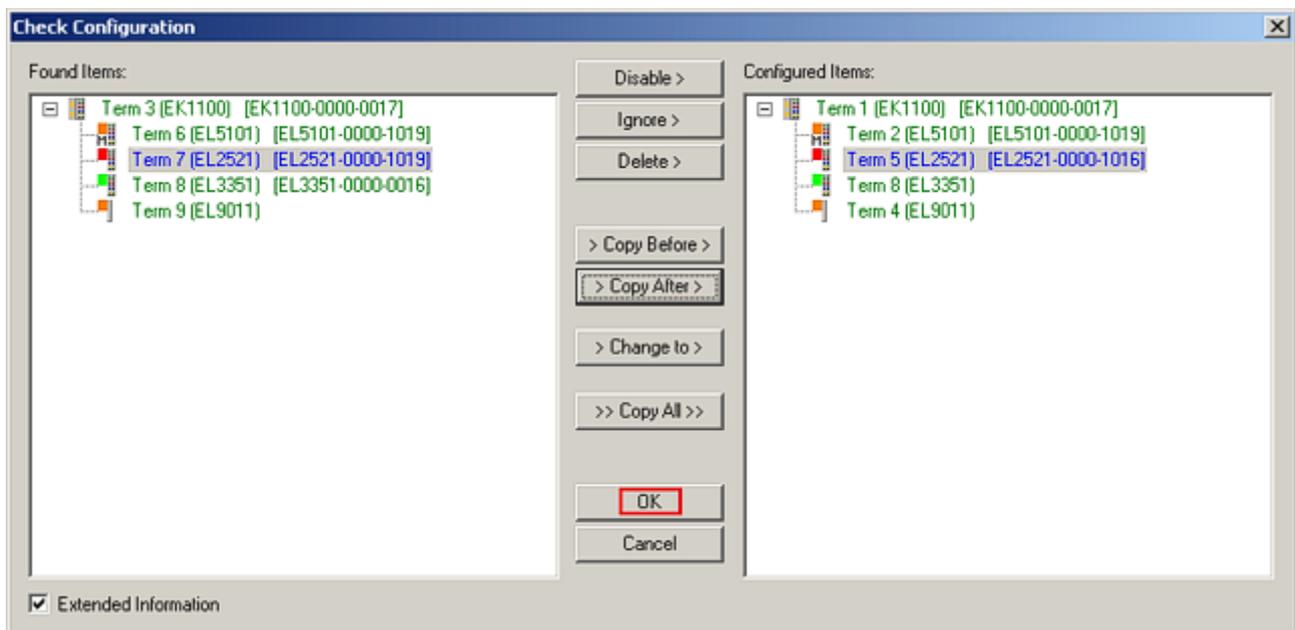


Abb. 138: Korrekturdialog mit Änderungen

Sind alle Änderungen übernommen oder akzeptiert, können sie durch „OK“ in die reale \*.tsm-Konfiguration übernommen werden.

### Change to Compatible Type

TwinCAT bietet mit „Change to Compatible Type...“ eine Funktion zum Austauschen eines Gerätes unter Beibehaltung der Links in die Task.

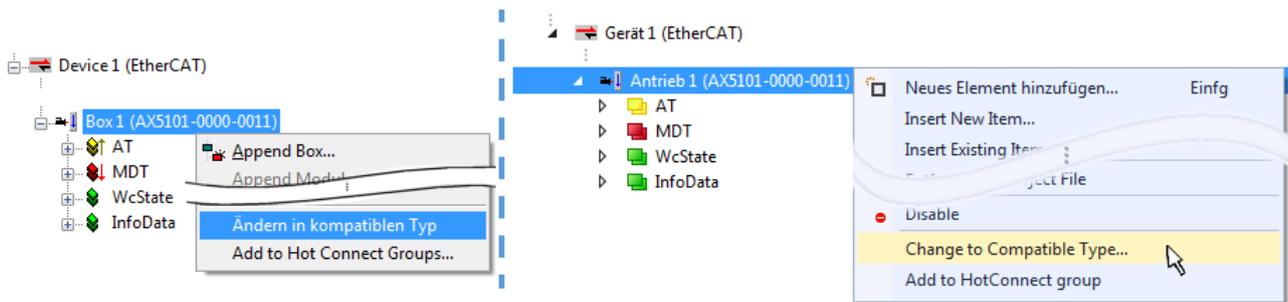


Abb. 139: Dialog „Change to Compatible Type...“ (links: TwinCAT 2; rechts TwinCAT 3)

Diese Funktion ist vorzugsweise auf die AX5000-Geräte anzuwenden.

### Change to Alternative Type

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

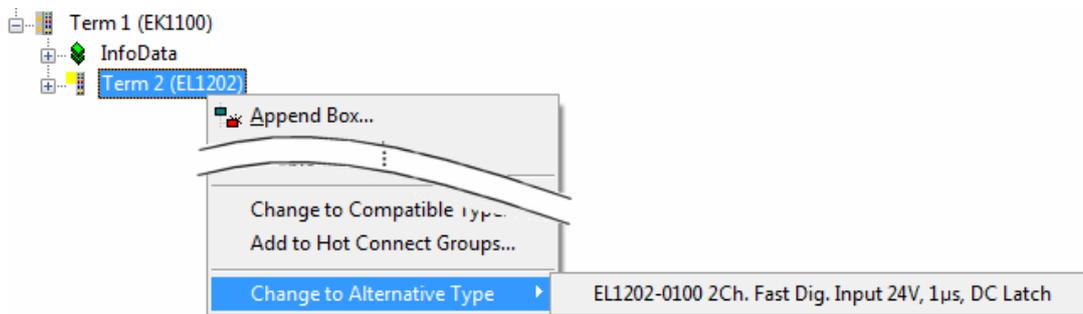


Abb. 140: TwinCAT 2 Dialog Change to Alternative Type

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

## 6.2.7 EtherCAT Teilnehmerkonfiguration

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



Abb. 141: „Baumzweig“ Element als Klemme EL3751

Im rechten Fenster des System Managers (TwinCAT 2) bzw. der Entwicklungsumgebung (TwinCAT 3) stehen Ihnen nun verschiedene Karteireiter zur Konfiguration der Klemme zur Verfügung. Dabei bestimmt das Maß der Komplexität eines Teilnehmers welche Karteireiter zur Verfügung stehen. So bietet, wie im obigen Beispiel zu sehen, die Klemme EL3751 viele Einstellmöglichkeiten und stellt eine entsprechende Anzahl von Karteireitern zur Verfügung. Im Gegensatz dazu stehen z. B. bei der Klemme EL1004 lediglich die Karteireiter „Allgemein“, „EtherCAT“, „Prozessdaten“ und „Online“ zur Auswahl. Einige Klemmen, wie etwa die EL6695 bieten spezielle Funktionen über einen Karteireiter mit der eigenen Klemmenbezeichnung an, also „EL6695“ in diesem Fall. Ebenfalls wird ein spezieller Karteireiter „Settings“ von Klemmen mit umfangreichen Einstellmöglichkeiten angeboten (z. B. EL3751).

**Karteireiter „Allgemein“**

The screenshot shows the 'Allgemein' tab of the configuration software. It features a tabbed interface with 'Allgemein', 'EtherCAT', 'Prozessdaten', 'Startup', 'CoE - Online', and 'Online'. The 'Name' field is 'Klemme 6 (EL5001)', 'Id' is '6', and 'Typ' is 'EL5001 1K. SSI Encoder'. The 'Kommentar' field is empty. At the bottom, there are checkboxes for 'Disabled' and 'Symbole erzeugen'.

Abb. 142: Karteireiter „Allgemein“

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

**Karteireiter „EtherCAT“**

The screenshot shows the 'EtherCAT' tab of the configuration software. It features a tabbed interface with 'Allgemein', 'EtherCAT', 'Prozessdaten', 'Startup', 'CoE - Online', and 'Online'. The 'Typ' field is 'EL5001 1K. SSI Encoder', 'Produkt / Revision' is 'EL5001-0000-0000', 'Auto-Inc-Adresse' is 'FFF8', 'EtherCAT-Adresse' is '1006', and 'Vorgänger-Port' is 'Klemme 5 (EL5001) - B'. There is a 'Weitere Einstellungen...' button and a URL at the bottom: <http://www.beckhoff.de/german/default.htm?EtherCAT/EL5001.htm>

Abb. 143: Karteireiter „EtherCAT“

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

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

**Karteireiter „Prozessdaten“**

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

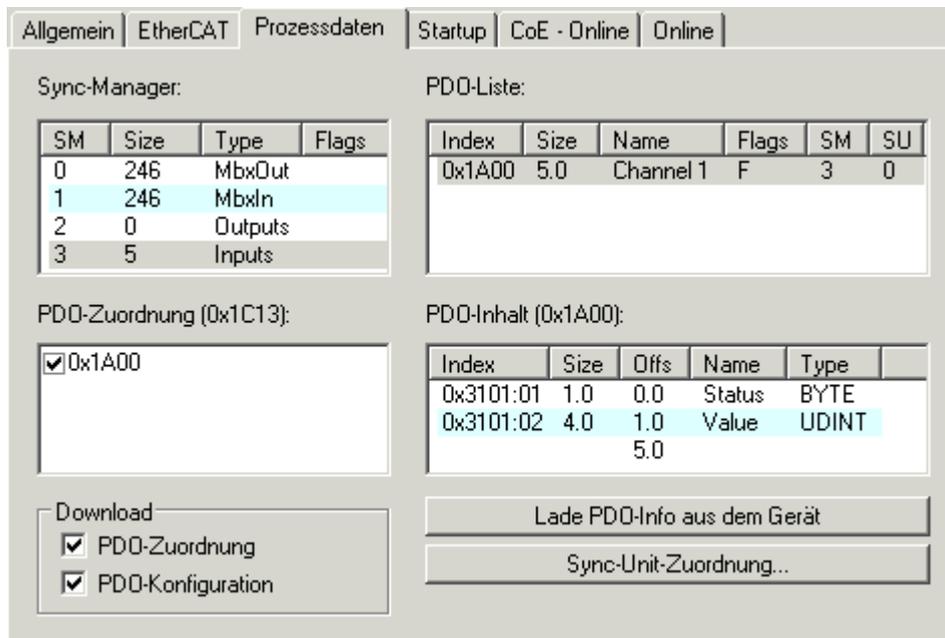


Abb. 144: Karteireiter „Prozessdaten“

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

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

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

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

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

The screenshot shows the 'Process Data' configuration window. The 'Sync Manager' table is as follows:

SM	Size	Type	Flags
0	246	MbxOut	
1	246	MbxIn	
2	0	Outputs	
3	6	Inputs	

The 'PDO List' table is as follows:

Index	Size	Name	Flags	SM	SU
0x1A00	3.0	Channel 1	F		
0x1A01	3.0	Channel 2	F		
0x1A10	4.0	Channels	F		

The 'PDO Assignment' section shows:

- 0x1A00
- 0x1A01
- 0x1A10 (excluded by 0x1A01)

The 'PDO Content' section shows:

Index	Size	Offs	Name
0x3101:01	1.0	0.0	Status
0x3101:02	2.0	1.0	Value
		3.0	

The variable list at the bottom shows:

Name	Online	Type	Size	>Addr...	In/Out	User...
Status	0x00 (0)	BYTE	1.0	39.0	Input	0
Value	0x0003 <0.001>	INT	2.0	40.0	Input	0
Status	0x00 (0)	BYTE	1.0	42.0	Input	0
Value	0x0007 <0.002>	INT	2.0	43.0	Input	0
WcState	0	BOOL	0.1	1522.1	Input	0
State	0x0008 (8)	UINT	2.0	1550.0	Input	0
AdsAddr	C0 A8 00 14 05 01 ...	AMSADDRESS	8.0	1552.0	Input	0

Abb. 145: Konfigurieren der Prozessdaten

**i** **Manuelle Veränderung der Prozessdaten**

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

Eine detaillierte Beschreibung [► 145] befindet sich am Ende dieses Kapitels.

**Karteireiter „Startup“**

Der Karteireiter *Startup* wird angezeigt, wenn der EtherCAT-Slave eine Mailbox hat und das Protokoll *CANopen over EtherCAT* (CoE) oder das Protokoll *Servo drive over EtherCAT* unterstützt. Mit Hilfe dieses Karteireiters können Sie betrachten, welche Download-Requests während des Startups zur Mailbox gesendet werden. Es ist auch möglich neue Mailbox-Requests zur Listenanzeige hinzuzufügen. Die Download-Requests werden in derselben Reihenfolge zum Slave gesendet, wie sie in der Liste angezeigt werden.

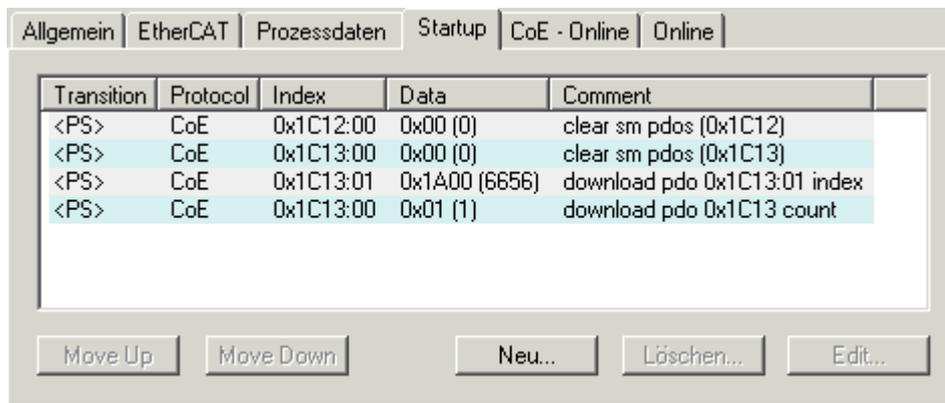


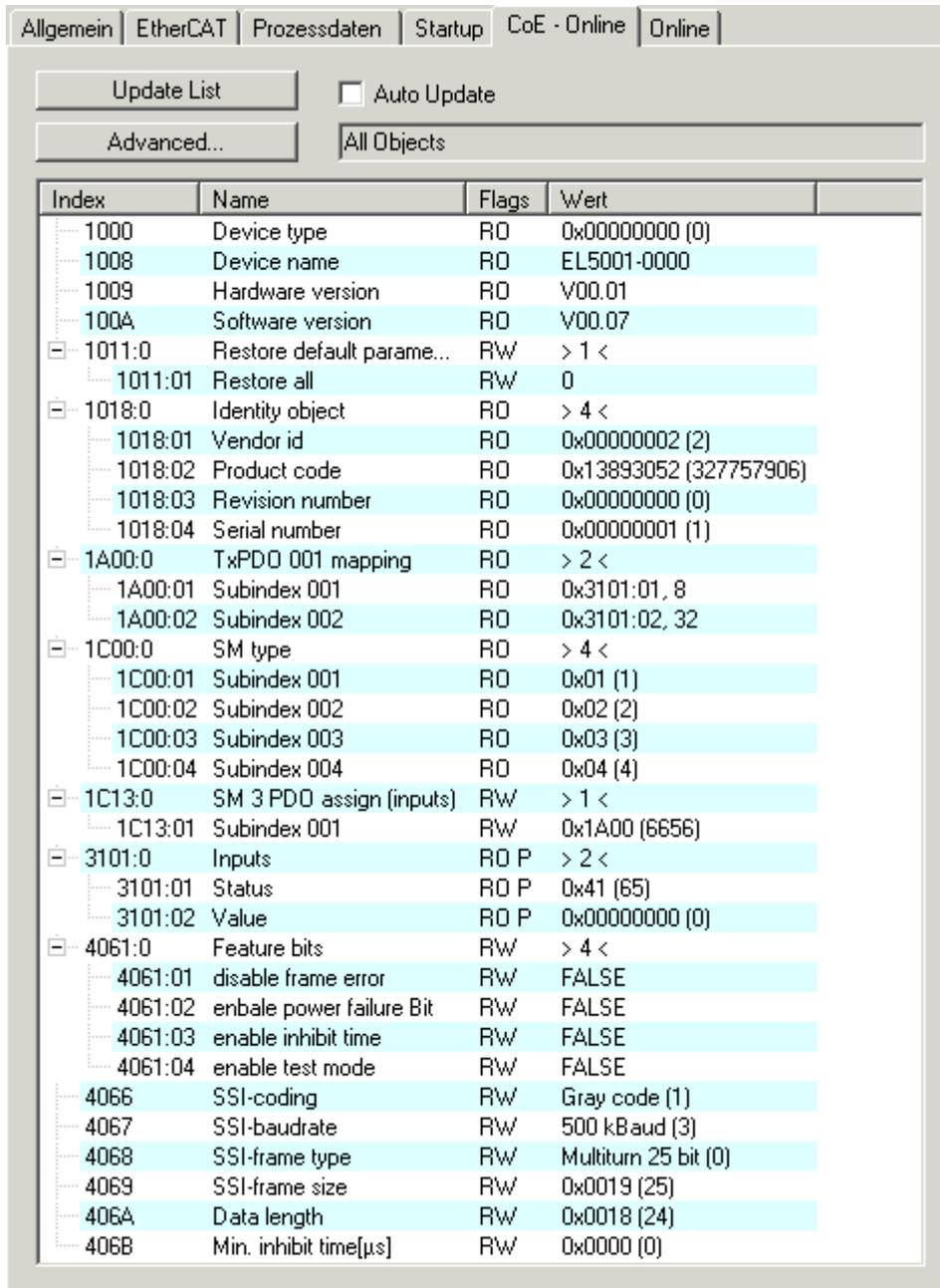
Abb. 146: Karteireiter „Startup“

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

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

### Karteireiter „CoE - Online“

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



The screenshot shows the 'CoE - Online' dialog box with the following tabs: Allgemein, EtherCAT, Prozessdaten, Startup, CoE - Online, and Online. The 'CoE - Online' tab is active. It contains an 'Update List' button, an 'Auto Update' checkbox (unchecked), and an 'Advanced...' button. Below these is a search field containing 'All Objects'. The main area is a table with the following data:

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

Abb. 147: Karteireiter „CoE - Online“

**Darstellung der Objekt-Liste**

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

**Update List  
Auto Update**

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

**Advanced**

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

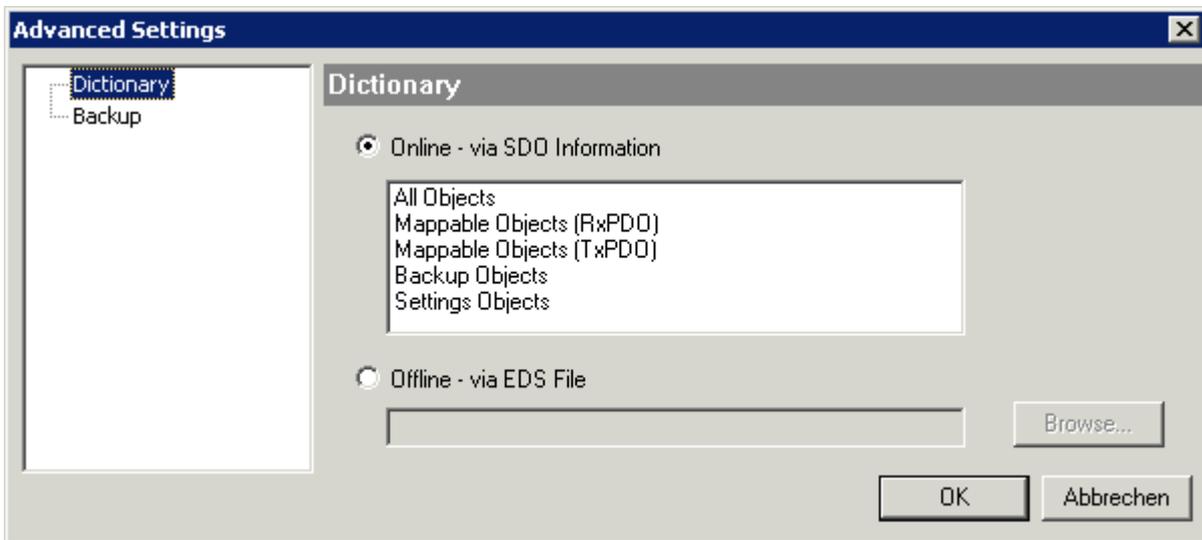


Abb. 148: Dialog „Advanced settings“

**Online - über SDO-  
Information**

Wenn dieses Optionsfeld angewählt ist, wird die Liste der im Objektverzeichnis des Slaves enthaltenen Objekte über SDO-Information aus dem Slave hochgeladen. In der untenstehenden Liste können Sie festlegen welche Objekt-Typen hochgeladen werden sollen.

**Offline - über EDS-Datei**

Wenn dieses Optionsfeld angewählt ist, wird die Liste der im Objektverzeichnis enthaltenen Objekte aus einer EDS-Datei gelesen, die der Anwender bereitstellt.

**Karteireiter „Online“**

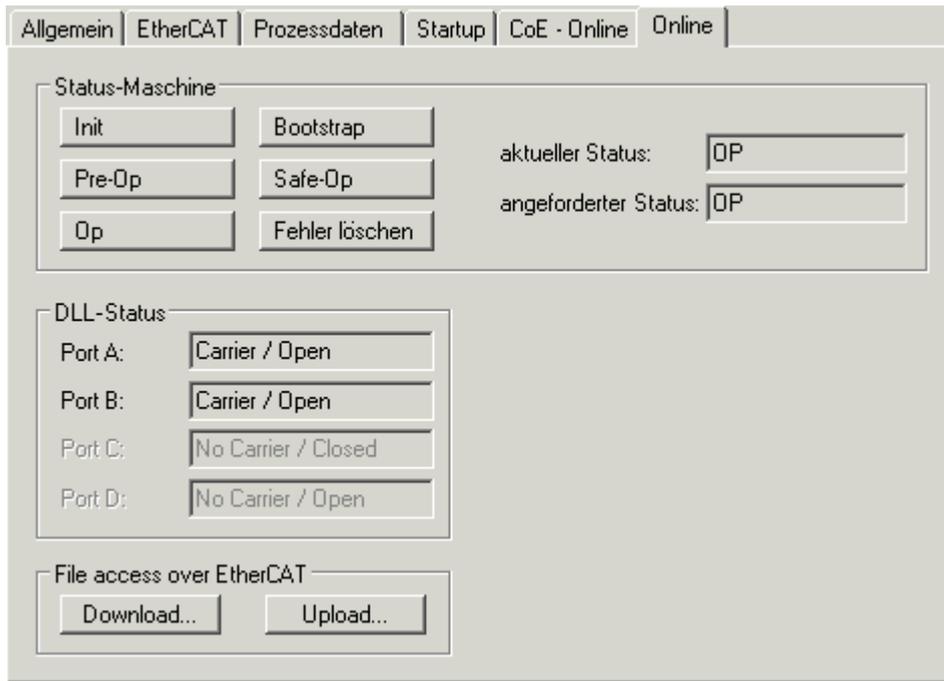


Abb. 149: Karteireiter „Online“

**Status Maschine**

- Init** Diese Schaltfläche versucht das EtherCAT-Gerät auf den Status *Init* zu setzen.
- Pre-Op** Diese Schaltfläche versucht das EtherCAT-Gerät auf den Status *Pre-Operational* zu setzen.
- Op** Diese Schaltfläche versucht das EtherCAT-Gerät auf den Status *Operational* zu setzen.
- Bootstrap** Diese Schaltfläche versucht das EtherCAT-Gerät auf den Status *Bootstrap* zu setzen.
- Safe-Op** Diese Schaltfläche versucht das EtherCAT-Gerät auf den Status *Safe-Operational* zu setzen.
- Fehler löschen** Diese Schaltfläche versucht die Fehleranzeige zu löschen. Wenn ein EtherCAT-Slave beim Statuswechsel versagt, setzt er eine Fehler-Flag.  
Beispiel: ein EtherCAT-Slave ist im Zustand PREOP (Pre-Operational). Nun fordert der Master den Zustand SAFEOP (Safe-Operational) an. Wenn der Slave nun beim Zustandswechsel versagt, setzt er das Fehler-Flag. Der aktuelle Zustand wird nun als ERR PREOP angezeigt. Nach Drücken der Schaltfläche *Fehler löschen* ist das Fehler-Flag gelöscht und der aktuelle Zustand wird wieder als PREOP angezeigt.
- Aktueller Status** Zeigt den aktuellen Status des EtherCAT-Geräts an.
- Angeforderter Status** Zeigt den für das EtherCAT-Gerät angeforderten Status an.

**DLL-Status**

Zeigt den DLL-Status (Data-Link-Layer-Status) der einzelnen Ports des EtherCAT-Slaves an. Der DLL-Status kann vier verschiedene Zustände annehmen:

Status	Beschreibung
No Carrier / Open	Kein Carrier-Signal am Port vorhanden, der Port ist aber offen.
No Carrier / Closed	Kein Carrier-Signal am Port vorhanden und der Port ist geschlossen.
Carrier / Open	Carrier-Signal ist am Port vorhanden und der Port ist offen.
Carrier / Closed	Carrier-Signal ist am Port vorhanden, der Port ist aber geschlossen.

## File Access over EtherCAT

- Download** Mit dieser Schaltfläche können Sie eine Datei zum EtherCAT-Gerät schreiben.
- Upload** Mit dieser Schaltfläche können Sie eine Datei vom EtherCAT-Gerät lesen.

## Karteireiter „DC“ (Distributed Clocks)

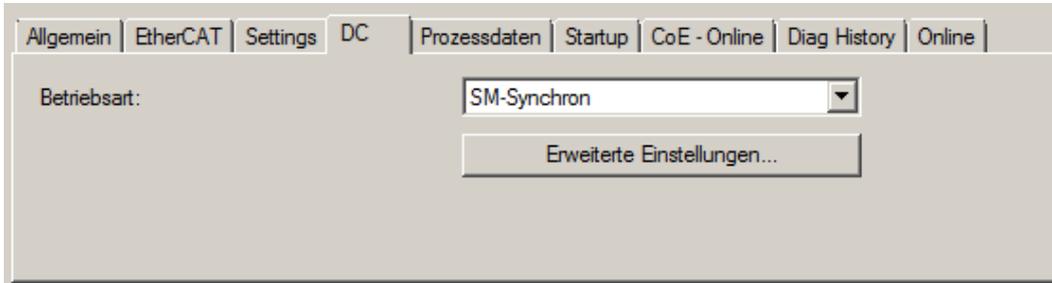


Abb. 150: Karteireiter „DC“ (Distributed Clocks)

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

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

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

### 6.2.7.1 Detaillierte Beschreibung Karteireiter „Prozessdaten“

#### Sync-Manager

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

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

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

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

#### PDO-Zuordnung

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

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

Die markierten Einträge sind die PDOs, die an der Prozessdatenübertragung teilnehmen. Diese PDOs werden in der Baumdarstellung des System-Managers als Variablen des EtherCAT-Geräts angezeigt. Der Name der Variable ist identisch mit dem Parameter *Name* des PDO, wie er in der PDO-Liste angezeigt wird.

Falls ein Eintrag in der PDO-Zuordnungsliste deaktiviert ist (nicht markiert und ausgegraut), zeigt dies an, dass dieser Eintrag von der PDO-Zuordnung ausgenommen ist. Um ein ausgegrautes PDO auswählen zu können, müssen Sie zuerst das aktuell angewählte PDO abwählen.

### ● Aktivierung der PDO-Zuordnung

## I

- ✓ Wenn Sie die PDO-Zuordnung geändert haben, muss zur Aktivierung der neuen PDO-Zuordnung
  - a) der EtherCAT-Slave einmal den Statusübergang PS (von Pre-Operational zu Safe-Operational) durchlaufen (siehe [Karteireiter Online \[►\\_144\]](#))
  - b) der System-Manager die EtherCAT-Slaves neu laden

(Schaltfläche  bei TwinCAT 2 bzw.  bei TwinCAT 3)

### PDO-Liste

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

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

### PDO-Inhalt

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

### Download

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

### PDO-Zuordnung

Falls dieses Kontrollkästchen angewählt ist, wird die PDO-Zuordnung die in der PDO-Zuordnungsliste konfiguriert ist beim Startup zum Gerät herunter geladen. Die notwendigen, zum Gerät zu sendenden Kommandos können in auf dem Karteireiter [Startup \[►\\_141\]](#) betrachtet werden.

### PDO-Konfiguration

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

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

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

#### 6.2.8.1 Grundlagen

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

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

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

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

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

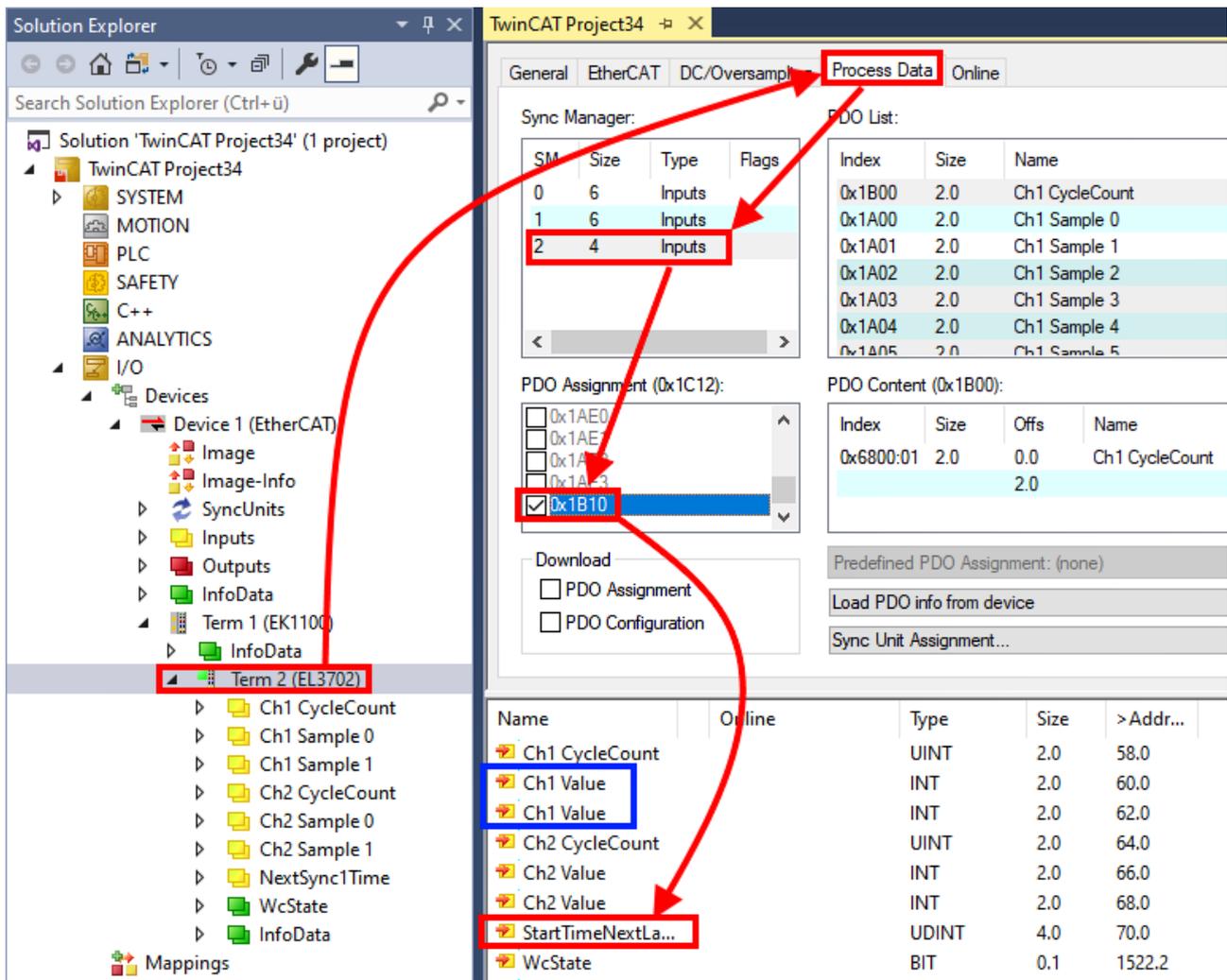
Nun kann der Bedarf entstehen, den veränderten Slave derartig in anderen Projekten wiederzuverwenden, ohne darin äquivalente Konfigurationsveränderungen an dem Slave nochmals vornehmen zu müssen. Um dies zu bewerkstelligen, ist wie folgt vorzugehen:

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

Dazu bietet TwinCAT zwei Methoden:

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

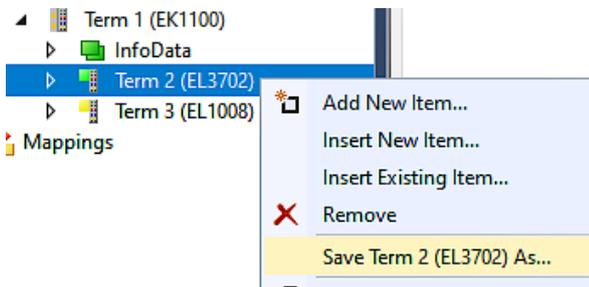
Zur Veranschaulichung im Folgenden ein Beispiel: eine EL3702-Klemme in Standard-Einstellung wird auf 2-fach Oversampling umgestellt (blau) und das optionale PDO „StartTimeNextLatch“ wahlweise hinzugefügt (rot):



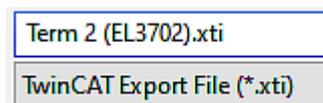
Die beiden genannten Methoden für den Export und Import der veränderten Klemme werden im Folgenden demonstriert.

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

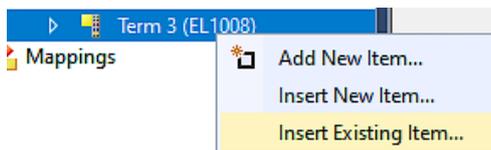
Jedes IO Gerät kann einzeln exportiert/abgespeichert werden:



Die xti-Datei kann abgelegt:



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



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

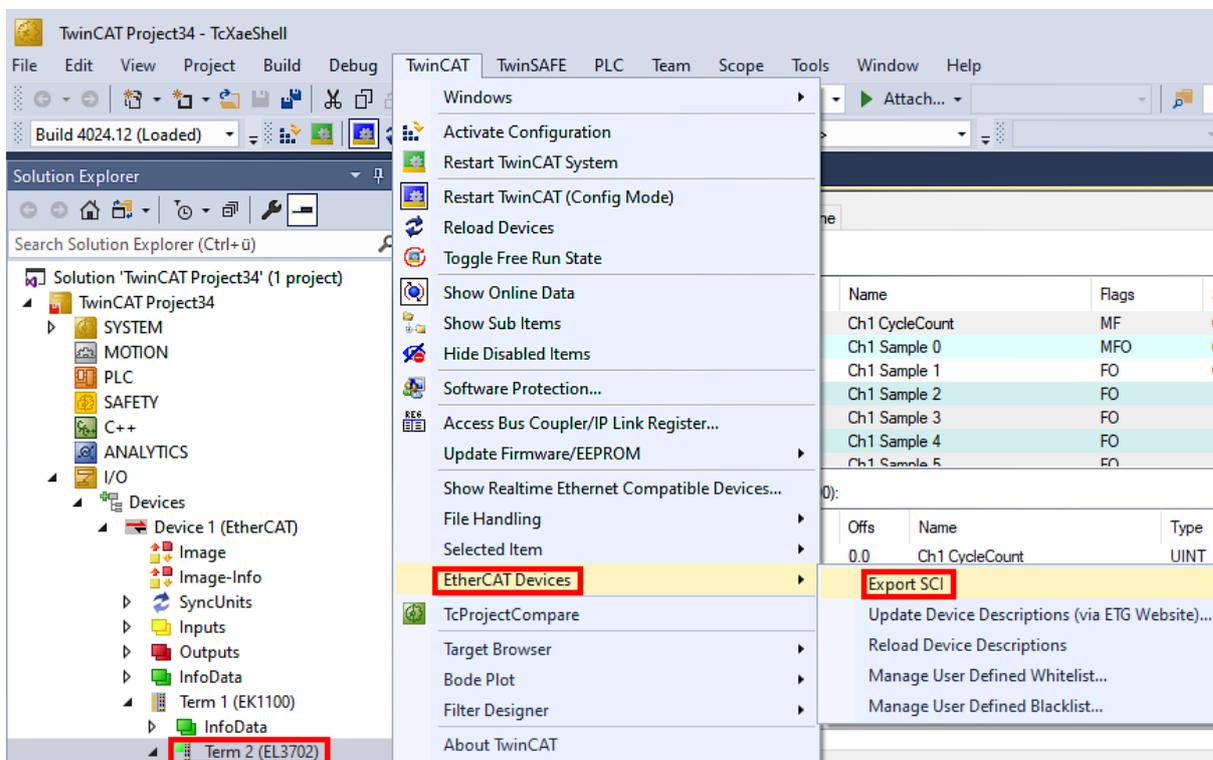
*Hinweis Verfügbarkeit (2021/01)*

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

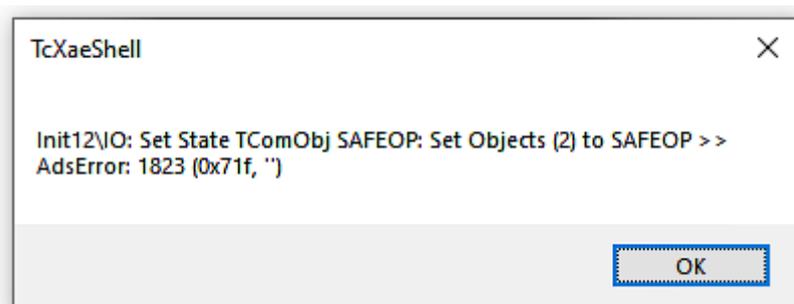
Die Slave Configuration Information (SCI) beschreibt eine bestimmte vollständige Konfiguration für einen EtherCAT Slave (Klemme, Box, Antrieb...) basierend auf den Einstellungsmöglichkeiten der Gerätebeschreibungsdatei (ESI, EtherCAT Slave Information). Das heißt, sie umfasst PDO, CoE, Synchronisierung.

**Export:**

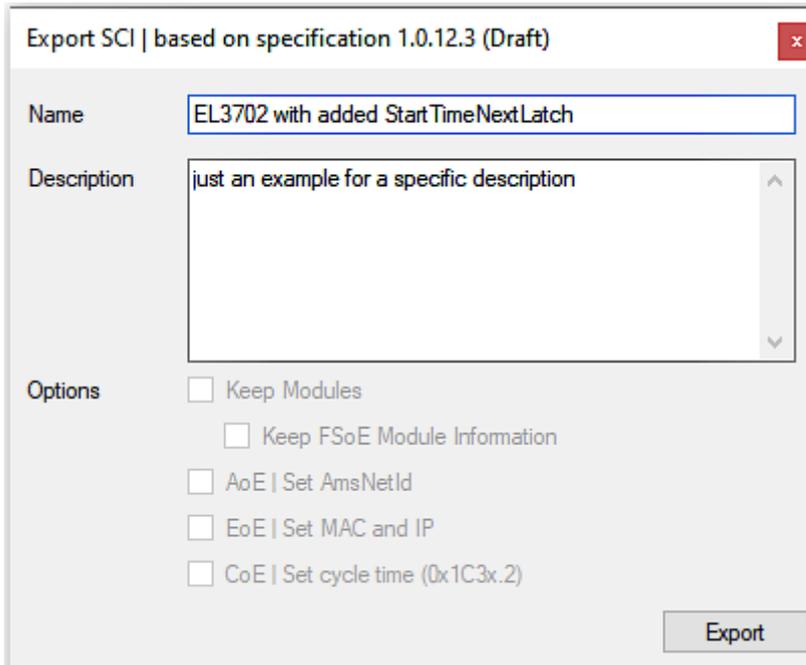
- einzelnes Gerät (auch Mehrfachauswahl möglich) über das Menü auswählen:  
TwinCAT → EtherCAT Devices → Export SCI.



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



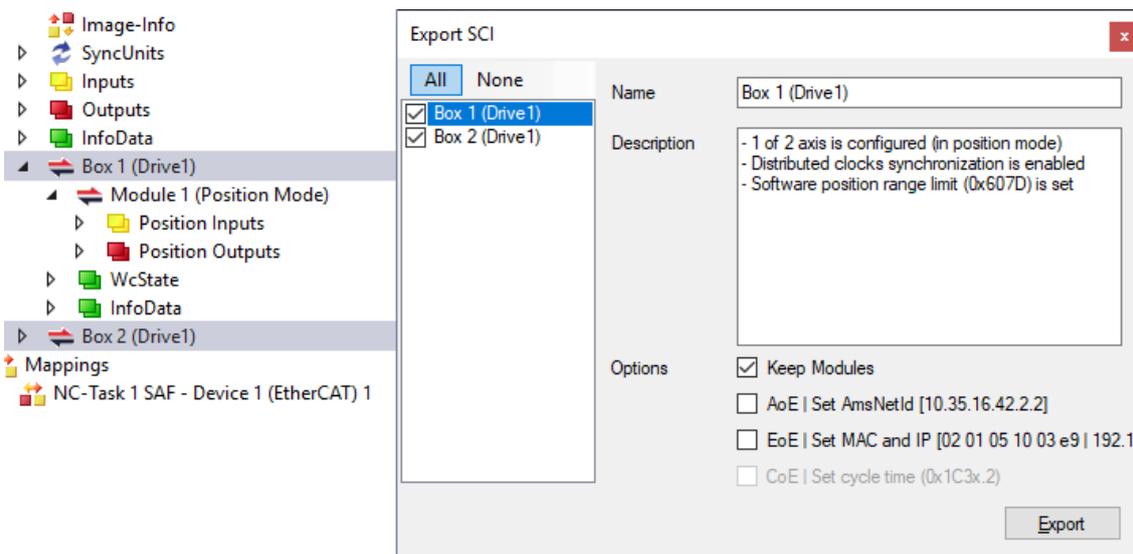
- Im Weiteren kann eine Beschreibung angegeben werden:



- Erläuterungen zum Dialogfenster:

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

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

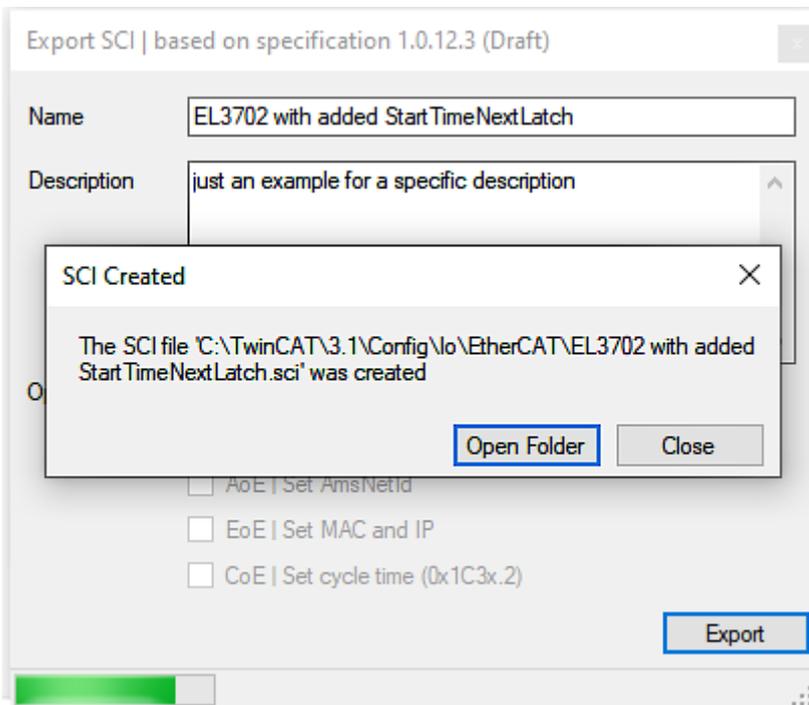


- Auswahl der zu exportierenden Slaves:
  - All: Es werden alle Slaves für den Export selektiert.

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

Dateiname:   
 Dateityp:

- Es erfolgt der Export:

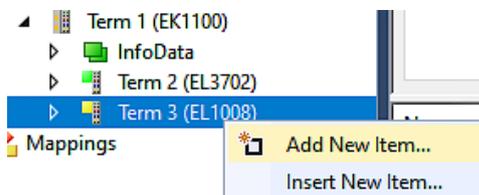


**Import**

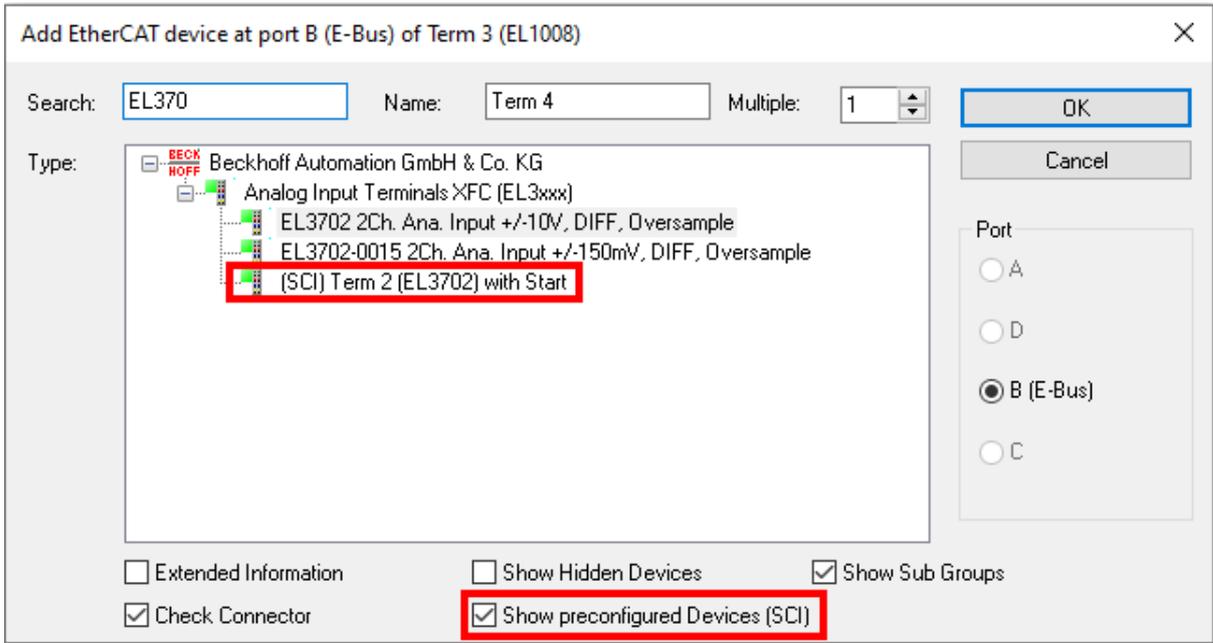
- Eine sci-Beschreibung kann wie jede normale Beckhoff-Gerätebeschreibung manuell in die TwinCAT-Konfiguration eingefügt werden.
- Die sci-Datei muss im TwinCAT-ESI-Pfad liegen, i.d.R. unter:  
C:\TwinCAT\3.1\Config\Io\EtherCAT

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

- Öffnen des Auswahl-Dialogs:

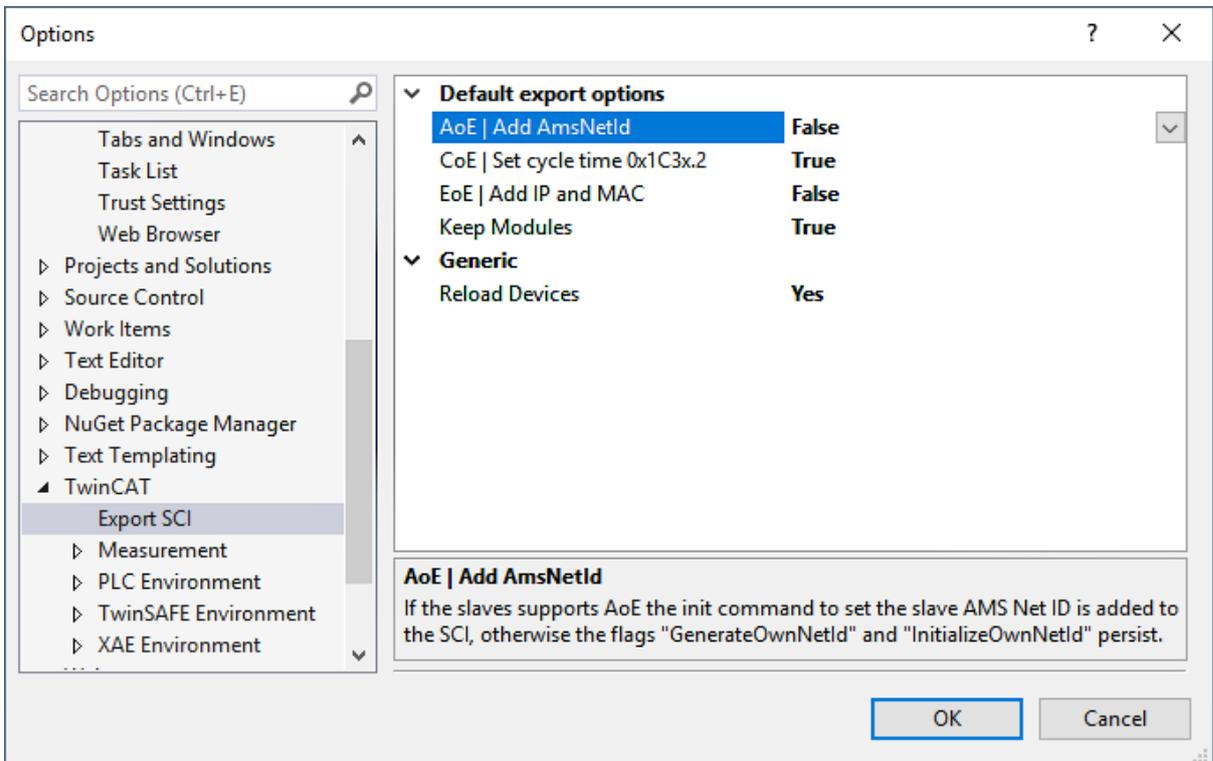


- SCI-Geräte anzeigen und gewünschtes Gerät auswählen und einfügen:



**Weitere Hinweise**

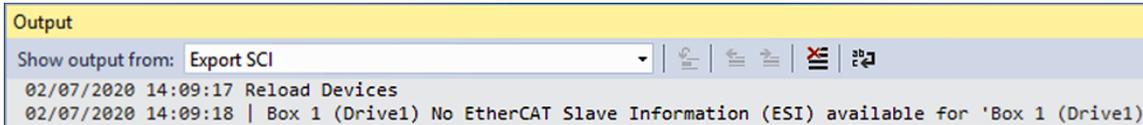
- Einstellungen für die SCI-Funktion können über den allgemeinen Options Dialog vorgenommen werden (Tools → Options → TwinCAT → Export SCI):



Erläuterung der Einstellungen:

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

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



### 6.3 Allgemeine Inbetriebnahmehinweise des EtherCAT Slaves

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

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

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

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

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

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

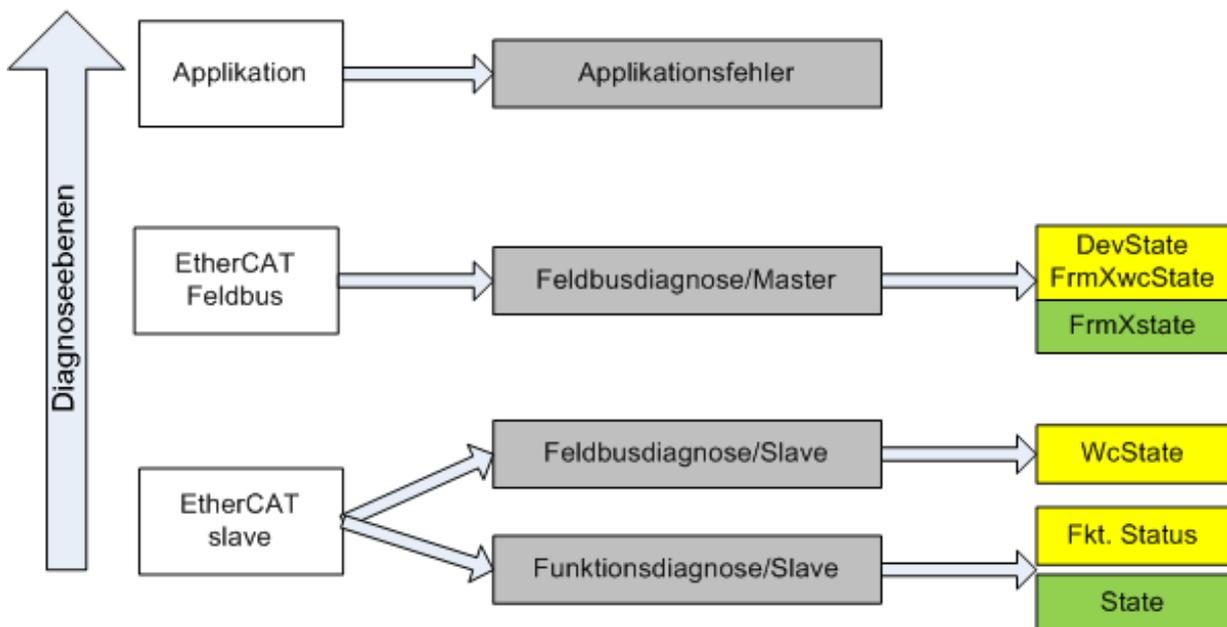


Abb. 151: Auswahl an Diagnoseinformationen eines EtherCAT Slave

Im Allgemeinen verfügt ein EtherCAT Slave über

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

als auch über

- kanal-typische Funktionsdiagnose (geräteabhängig)  
Siehe entsprechende Gerätedokumentation

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

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

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

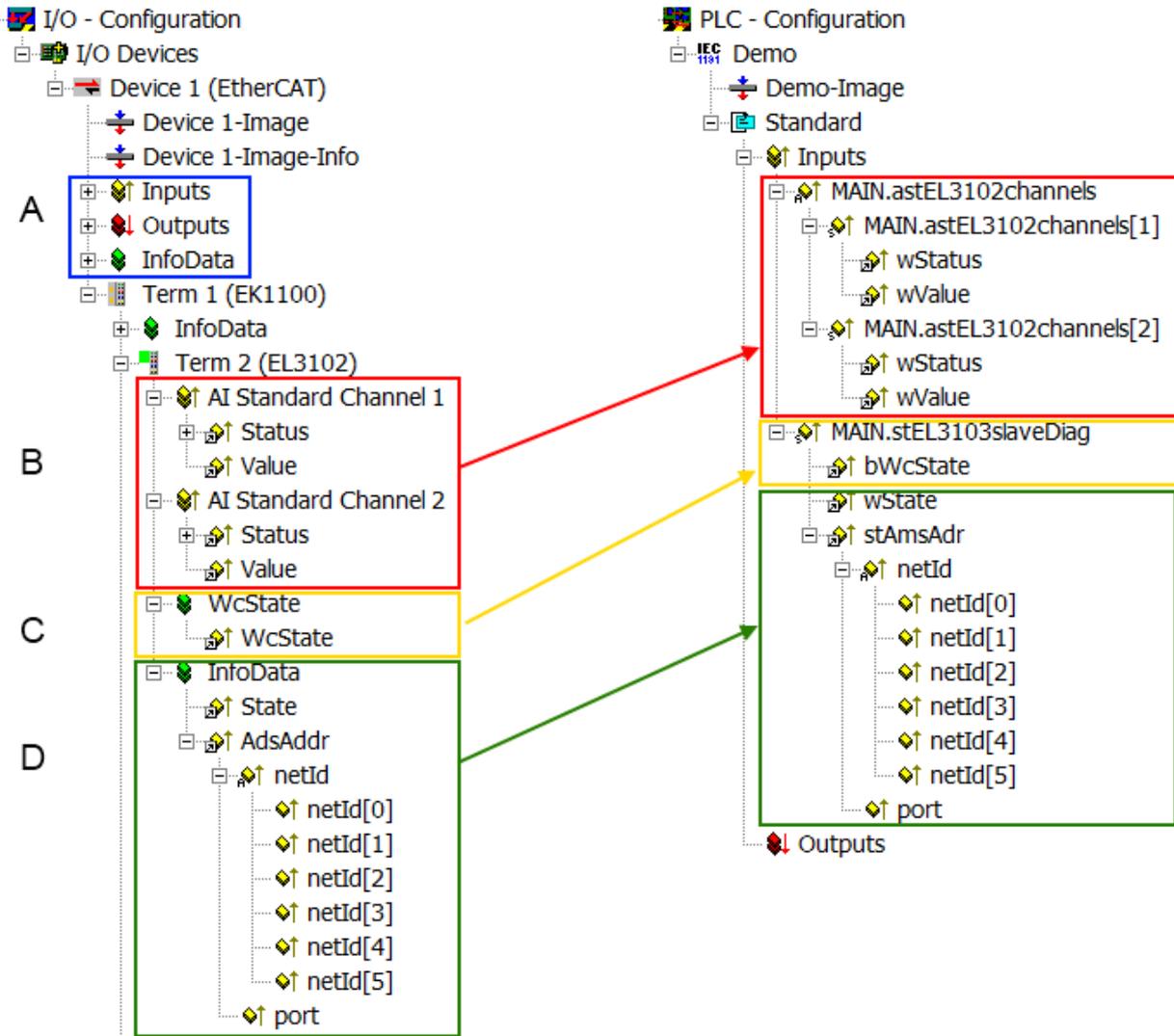


Abb. 152: Grundlegende EtherCAT Slave Diagnose in der PLC

Dabei werden folgende Aspekte abgedeckt:

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

**HINWEIS**

**Diagnoseinformationen**  
Es wird dringend empfohlen, die angebotenen Diagnoseinformationen auszuwerten um in der Applikation entsprechend reagieren zu können.

**CoE-Parameterverzeichnis**

Das CoE-Parameterverzeichnis (CanOpen-over-EtherCAT) dient der Verwaltung von Einstellwerten des jeweiligen Slaves. Bei der Inbetriebnahme eines komplexeren EtherCAT Slaves sind unter Umständen hier Veränderungen vorzunehmen. Zugänglich ist es über den TwinCAT System Manager, s. Abb. *EL3102, CoE-Verzeichnis*:

Index	Name	Flags	Value
6010:0	AI Inputs Ch.2	RO	> 17 <
6401:0	Channels	RO	> 2 <
8000:0	AI Settings Ch.1	RW	> 24 <
8000:01	Enable user scale	RW	FALSE
8000:02	Presentation	RW	Signed (0)
8000:05	Siemens bits	RW	FALSE
8000:06	Enable filter	RW	FALSE
8000:07	Enable limit 1	RW	FALSE
8000:08	Enable limit 2	RW	FALSE
8000:0A	Enable user calibration	RW	FALSE
8000:0B	Enable vendor calibration	RW	TRUE

Abb. 153: EL3102, CoE-Verzeichnis

### **i** EtherCAT-Systemdokumentation

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

Einige Hinweise daraus in Kürze:

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

### **Inbetriebnahmehilfe im TwinCAT System Manager**

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

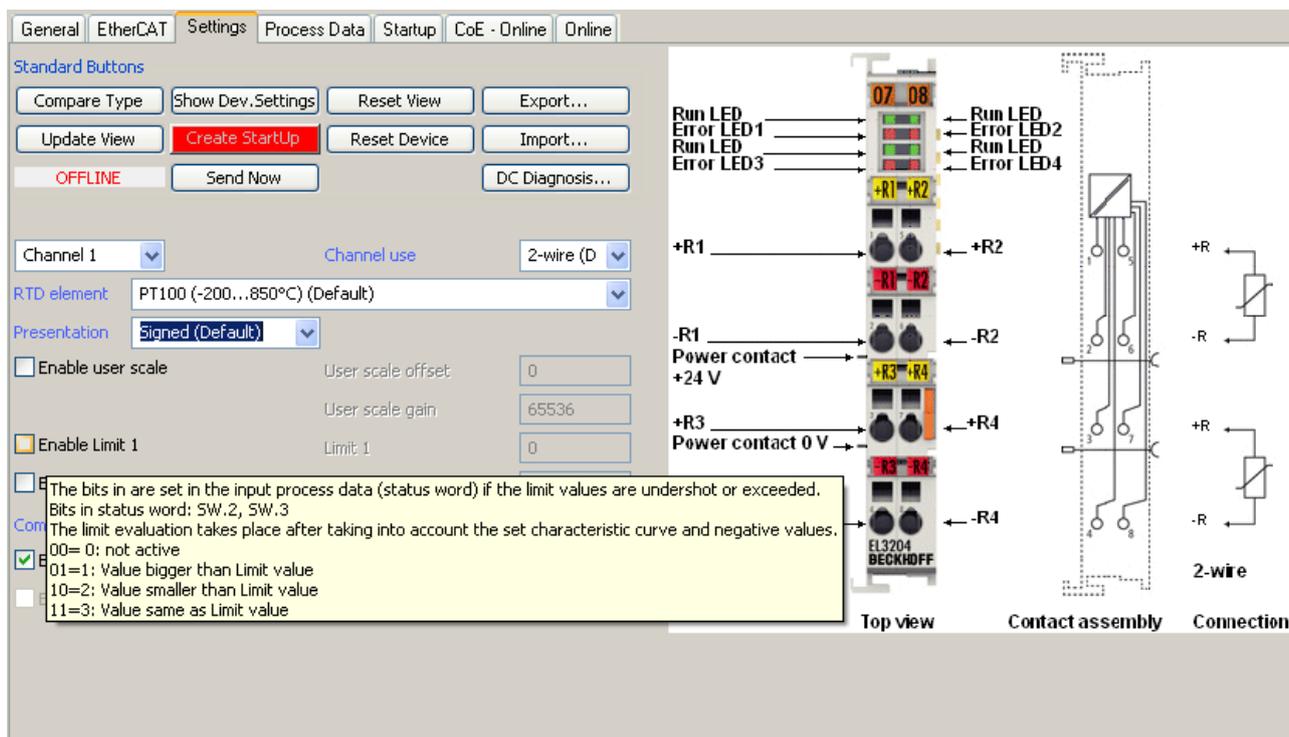


Abb. 154: Beispiel Inbetriebnahmehilfe für eine EL3204

Diese Inbetriebnahme verwaltet zugleich

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

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

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

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

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

- INIT
- PREOP
- SAFEOP
- OP

zu durchlaufen. Der EtherCAT Master ordnet diese Zustände an in Abhängigkeit der Initialisierungsroutinen, die zur Inbetriebnahme des Gerätes durch die ES/XML und Anwendereinstellungen (Distributed Clocks (DC), PDO, CoE) definiert sind. Siehe dazu auch Kapitel "Grundlagen der Kommunikation, EtherCAT State Machine [► 49]. Der Hochlauf kann je nach Konfigurationsaufwand und Gesamtkonfiguration bis zu einigen Sekunden dauern.

Auch der EtherCAT Master selbst muss beim Start diese Routinen durchlaufen, bis er in jedem Fall den Zielzustand OP erreicht.

Der vom Anwender beabsichtigte, von TwinCAT beim Start automatisch herbeigeführte Ziel-State kann im System Manager eingestellt werden. Sobald TwinCAT in RUN versetzt wird, wird dann der TwinCAT EtherCAT Master die Zielzustände anfahren.

**Standardeinstellung**

Standardmäßig ist in den erweiterten Einstellungen des EtherCAT Masters gesetzt:

- EtherCAT Master: OP
- Slaves: OP  
Diese Einstellung gilt für alle Slaves zugleich.

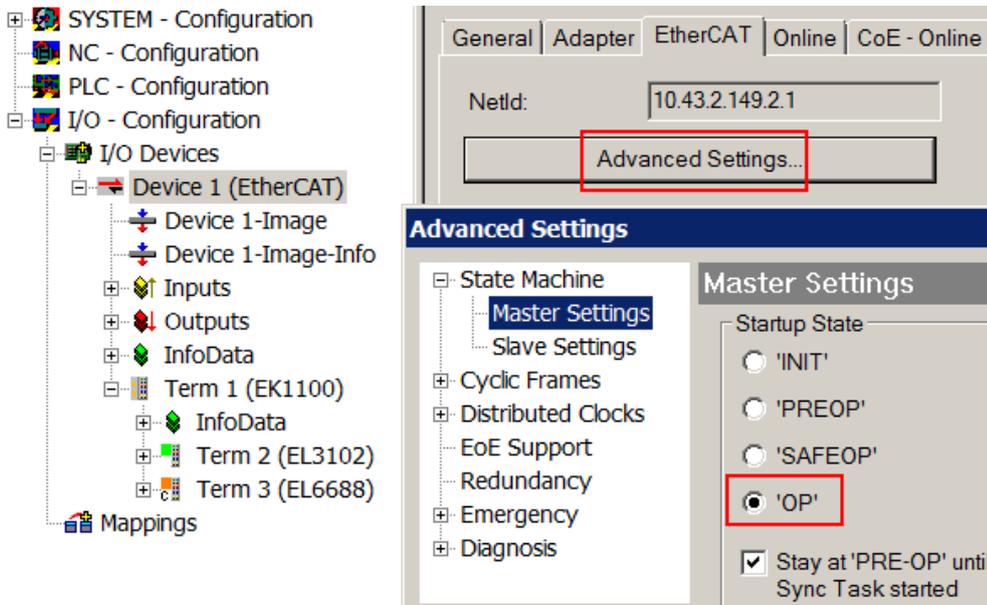


Abb. 155: Default Verhalten System Manager

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

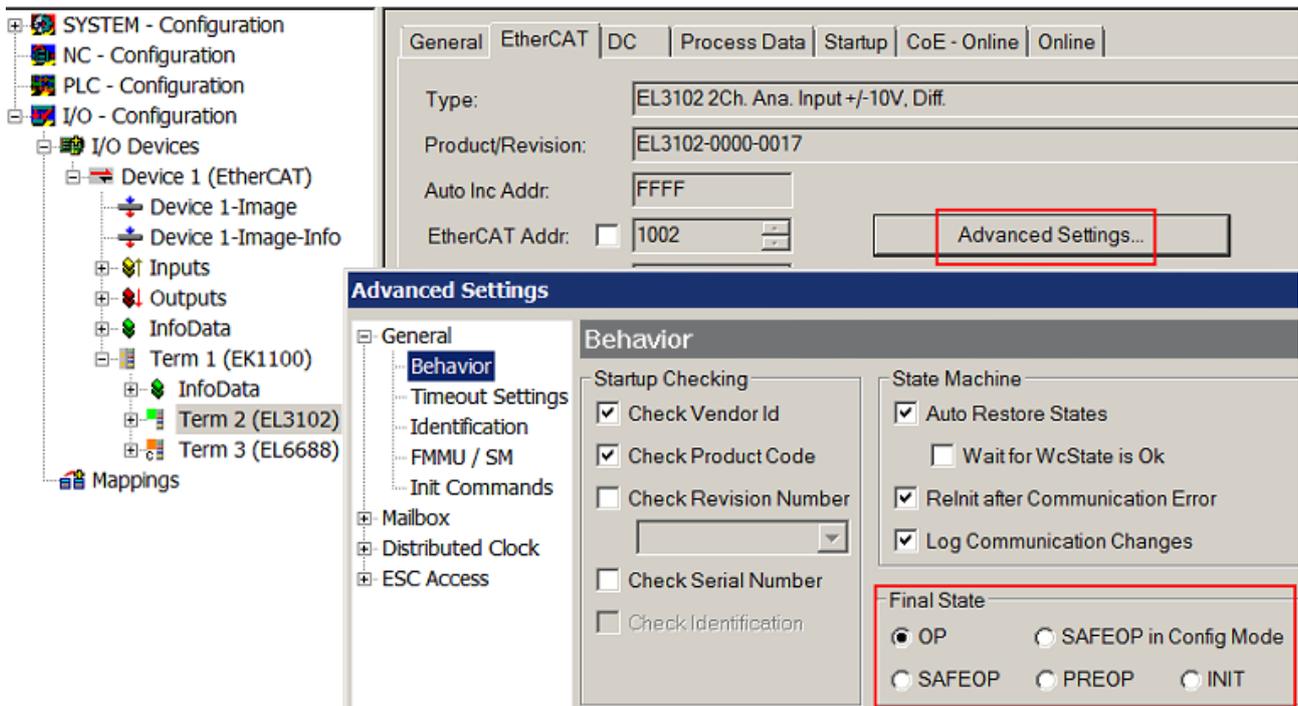


Abb. 156: Default Zielzustand im Slave

## Manuelle Führung

Aus bestimmten Gründen kann es angebracht sein, aus der Anwendung/Task/PLC die States kontrolliert zu fahren, z. B.

- aus Diagnosegründen
- kontrolliertes Wiederanfahren von Achsen
- ein zeitlich verändertes Startverhalten ist gewünscht

Dann ist es in der PLC-Anwendung sinnvoll, die PLC-Funktionsblöcke aus der standardmäßig vorhandenen *TcEtherCAT.lib* zu nutzen und z. B. mit *FB\_EcSetMasterState* die States kontrolliert anzufahren.

Die Einstellungen im EtherCAT Master sind dann sinnvollerweise für Master und Slave auf INIT zu setzen.

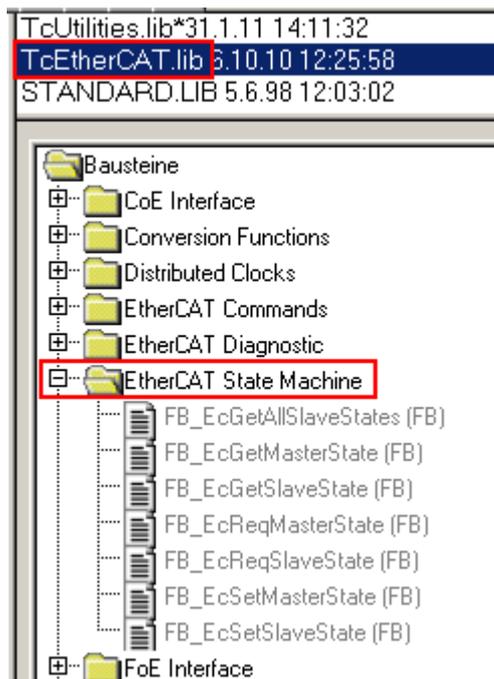


Abb. 157: PLC-Bausteine

## Hinweis E-Bus-Strom

EL/ES-Klemmen werden im Klemmenstrang auf der Hutschiene an einen Koppler gesetzt. Ein Buskoppler kann die an ihm angefügten EL-Klemmen mit der E-Bus-Systemspannung von 5 V versorgen, i.d.R. ist ein Koppler dabei bis zu 2 A belastbar. Zu jeder EL-Klemme ist die Information, wie viel Strom sie aus der E-Bus-Versorgung benötigt, online und im Katalog verfügbar. Benötigen die angefügten Klemmen mehr Strom als der Koppler liefern kann, sind an entsprechenden Positionen im Klemmenstrang Einspeiseklemmen (z. B. EL9410) zu setzen.

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

General							Adapter							EtherCAT							Online							CoE - Online						
NetId:		10.43.2.149.2.1										Advanced Settings...																						
Number	Box Name	Address	Type	In Size	Out S...	E-Bus (..																												
1	Term 1 (EK1100)	1001	EK1100																															
2	Term 2 (EL3102)	1002	EL3102	8.0		1830																												
3	Term 4 (EL2004)	1003	EL2004		0.4	1730																												
4	Term 5 (EL2004)	1004	EL2004		0.4	1630																												
5	Term 6 (EL7031)	1005	EL7031	8.0	8.0	1510																												
6	Term 7 (EL2808)	1006	EL2808		1.0	1400																												
7	Term 8 (EL3602)	1007	EL3602	12.0		1210																												
8	Term 9 (EL3602)	1008	EL3602	12.0		1020																												
9	Term 10 (EL3602)	1009	EL3602	12.0		830																												
10	Term 11 (EL3602)	1010	EL3602	12.0		640																												
11	Term 12 (EL3602)	1011	EL3602	12.0		450																												
12	Term 13 (EL3602)	1012	EL3602	12.0		260																												
13	Term 14 (EL3602)	1013	EL3602	12.0		70																												
14	Term 3 (EL6688)	1014	EL6688	22.0		-240 !																												

Abb. 158: Unzulässige Überschreitung E-Bus Strom

Ab TwinCAT 2.11 wird bei der Aktivierung einer solchen Konfiguration eine Warnmeldung „E-Bus Power of Terminal...“ im Logger-Fenster ausgegeben:



Abb. 159: Warnmeldung E-Bus-Überschreitung

**HINWEIS**

**Achtung! Fehlfunktion möglich!**

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

## 6.4 Einstellungen und Anwendungshinweise zur EL32xx-0010/0020

### Default-Einstellung

Die EL32xx-0000 kann zur direkten Temperatur- oder Widerstandsmessung eingesetzt werden. Die Version -0010/-0020 misst mit erhöhter Genauigkeit. 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 \[► 186\]](#) und [Prozessdaten und Betriebsmodi \[► 174\]](#)

### Hinweis zur Serie EL320x-0010/-0020 (hochpräzise)

Durch besondere Eigenschaften in Hardware und Firmware ist die EL320x-0010/0020 in der Lage, den Widerstandswert und damit ggf. die Temperatur hochgenau zu messen. Dabei ist zu beachten:

#### **i** Erhöhte Genauigkeit EL320x-0010/0020

Bei den hochpräzisen Klemmen soll die Einstellungen im Objekt 0x80n0 [\[► 186\]](#) / RTD-Settings nicht verändert werden! Die hochgenaue Widerstandermittlung/Temperaturmessung kann nur im Bereich 10 ... 220 Ohm erfolgen, dies entspricht einem Pt100-Messbereich von -200 ... 320°C.

Um die hohe Genauigkeit darstellen zu können, ist die 0,01°C/Digit Darstellung voreingestellt. Die erhöhte Genauigkeit der EL320x-00x0 gilt deshalb nur für folgende Einstellungen:

- Widerstandsmessung oder Pt100-Kennlinie (0,00385 Ω/Ω/°C, IEC60751 Kennlinie Pt385) - andere Kennlinie ohne Gewähr!
- Umgebungstemperatur von 40°C
- 4-Leiter-Anschlusstechnik
- Messbereich -200 bis 320°C
- 50 Hz Filter

Temperaturen bzw. Widerstände außerhalb des o.g. Bereichs können nicht hochgenau gemessen werden. Werden diese Eckwerte verlassen, verhält sich die hochgenaue Klemme wie eine Klemme mit Standard-Genauigkeit.

Um sicherzustellen, daß die Messungen auch langfristig mit der gewünschten erhöhten Genauigkeit durchgeführt werden, wird eine regelmäßige Überprüfung der Messgenauigkeit empfohlen, z.B. jährlich. So können Alterungseffekte oder Umgebungseinflüsse durch einen Neuabgleich (User calibration) ggf. kompensiert werden.

	<b>EL32xx-0000</b>	<b>EL320x-0010/-0020</b>
Default/Werkseinstellung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 2-Leiter-Anschluss</li> <li>• Pt100 (CoE 0x80n0:19)</li> <li>• Presentation signed (CoE 0x80n0:02)</li> <li>• Limits disabled</li> <li>• 50 Hz Filter enabled</li> <li>• alle Kanäle enabled</li> <li>• <b>für EL3214 und EL3218:</b></li> <li>• 3-Leiter-Anschluss</li> <li>• Pt100 (CoE 0x80n0:19)</li> <li>• Presentation signed (CoE 0x80n0:02)</li> <li>• 50 Hz Filter enabled</li> <li>• alle Kanäle enabled</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 4-Leiter-Anschluss (CoE 0x80n0:1A) Eine automatische Anschlussarterkennung erfolgt nicht.</li> <li>• Pt100 (CoE 0x80n0:19) Es erfolgt eine Messung im reduzierten Messbereich von -200..320°C bzw. im äquivalenten Widerstandsbereich. <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Die Beschriftung der Typ-Einstellung „Pt100 (-200..850°C)“ steht für den üblichen Messbereich eines Pt100-Elements</li> </ul> </li> <li>• Presentation HighResolution (CoE 0x80n0:02) Die Temperatur wird mit 1/100°C je Digit vorzeichenbehaftet dargestellt.</li> <li>• Limits disabled</li> <li>• 50 Hz Filter enabled</li> <li>• alle Kanäle enabled</li> </ul>
Einsatzbereich	Die Klemme wird im Messbereich "1/16 Ω" (10 Ω .. 4 kΩ) abgeglichen und kann in diesem Widerstandsbereich eingesetzt werden.	Die hochgenaue Version wird im Messbereich "1/64 Ω" (10 Ω...1 kΩ) und über einen Messbereich von 18...220 Ω abgeglichen und ist ausschließlich in diesem Bereich oder zur Pt100-Messung einzusetzen.  In anderen Messbereichen bietet sie die Standardgenauigkeit von <math>\pm 0.5^{\circ}\text{C}</math>.

**Hinweis zur Betriebsart "Widerstandsmessung"**

In der Betriebsart "Widerstandsmessung" wird der Messwert unabhängig von der Einstellung "Presentation" (Objekt 0x80n0:02 [▶ 187]) immer unsigned (vorzeichenlos) 0..xFFFF mit entsprechender Wertigkeit dargestellt.

1/16 Ω -> ~62 mΩ/Digit

1/64 Ω -> ~15 mΩ/Digit

**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, s. 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.

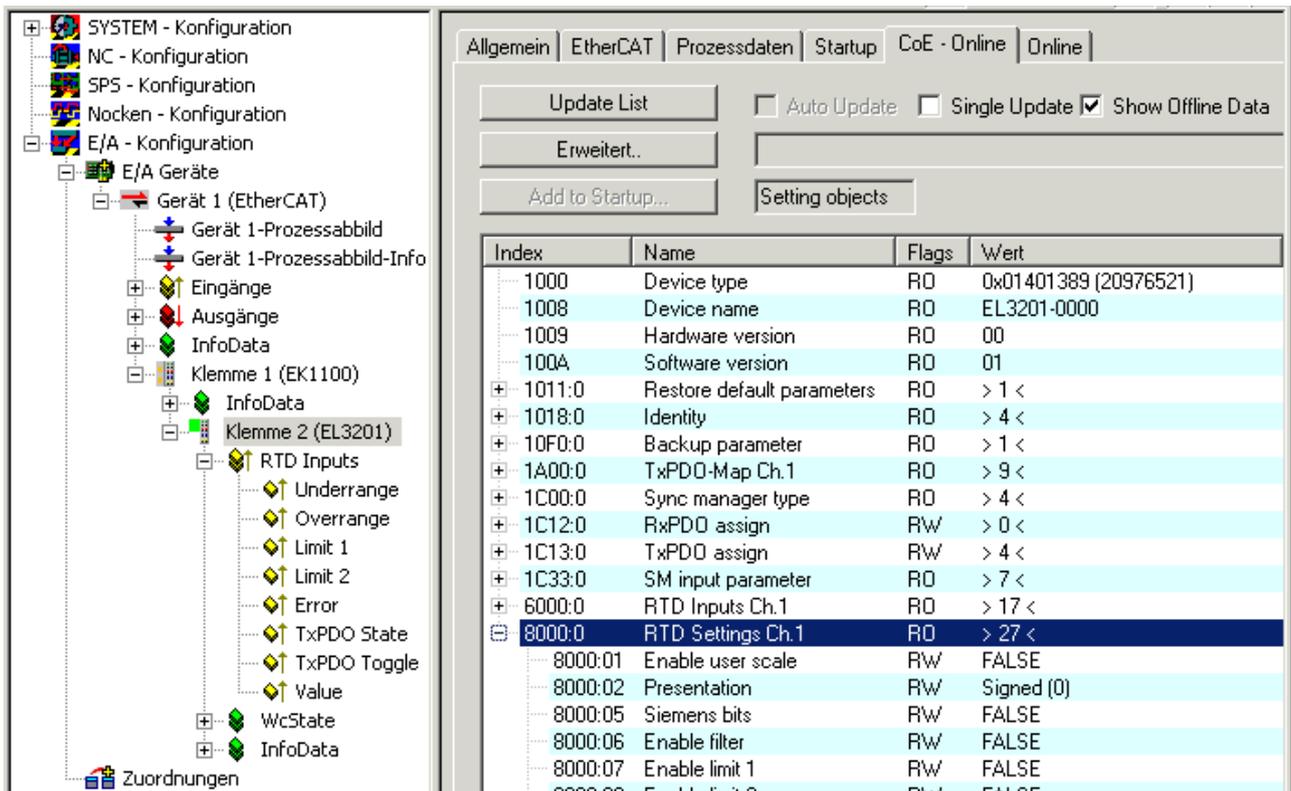


Abb. 160: Zugriff auf die CoE-Parameter im TwinCAT SystemManager , EL3201

**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**

**i** 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.

Für detaillierte Informationen zu Einstellungen und Betriebsmodi lesen Sie bitte das Kapitel "Prozessdaten und Betriebsmodi" [► 174].

**Weitere Anwendungshinweise**

**Einstellung "Filter enable"**

**i** Die Filterfunktion ist immer aktiv, auch wenn das Objekt 0x8000:06 "Filter enable" = FALSE gesetzt wird.

**Einstellung "Connection Technology"**

**i** Außer 2-, 3- und 4-Leiteranschluss\*\* kann hier auch kanalweise "not connected" gewählt werden. Der betreffende Kanal wird vollständig deaktiviert, die Wandlungszeit der EL32xx verkürzt sich entsprechend.

\*\* ) 4-wire nicht gültig für EL3214 und EL3218

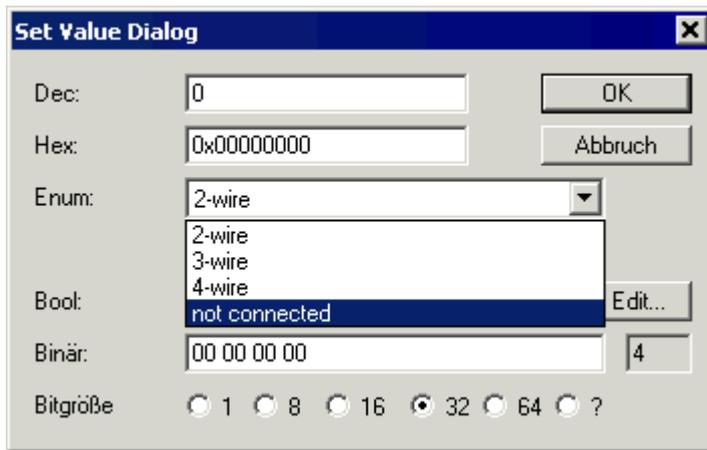


Abb. 161: Einstellung „not connected“

Durch einen Doppelklick auf das entsprechende Objekt `0x80n0:1A [▶_187]` können die entsprechenden Kanäle im Set Value Dialog abgeschaltet werden, indem der "Enum"-Wert "not connected" gewählt wird, siehe Abb. „Einstellung ‚not connected““

## 6.5 Einstellungen und Anwendungshinweise zur EL3204-0200

Die EL3204-0200 unterscheidet sich von der EL3204-0000 (Standard-Type) durch

- erweiterter Messbereich 0 ... 240 kΩ
- zusätzliche Linearisierungen/Sensorkennlinien
  - einprogrammierte Sensorkennlinien entsprechend dem Messbereich
  - frei programmierbar nach Stützstellentabelle
  - parametrierbare Formeln nach IEC 60751, Steinhart-Hart-Gleichung und B-Parameter-Gleichung

### 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 CoE-Veränderungen in der StartUp-Liste einzutragen.

#### **i** Veränderungen im CoE-Verzeichnis, Programmzugriff

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

Hinweis: die CoE-Parameter sollten im Status PreOp oder SafeOp geschrieben und dann der Slave in den Status OP geschaltet werden.

#### Messbereich

Die Genauigkeitsangabe der Klemme bezieht sich auf den Messbereichsendwert für die Widerstandsmessung.

Der Einsatz der Klemme im Bereich 0 bis 10 Ω wird aufgrund der dann relativ geringen (relativen) Messgenauigkeit nicht empfohlen. Für solche Messungen sind spezialisierte Widerstandsmessklemmen wie die [EL3692](#) in 4-Leiter-Messung zu verwenden.

## **i** Hinweise zur Genauigkeit

Das Messergebnis wird neben der Genauigkeit bei der Widerstandsmessung der Klemme auch von weiteren Faktoren beeinflusst; das Folgende sollte entlang der Messkette berücksichtigt werden:

- Messfehler des verwendeten Messsensors
- Messfehler der Klemme: < +/- 0,3% vom Messbereichsendwert (240 kΩ bei Widerstandsmessung); < +/- 0,5°C bei Pt-Sensoren
- Implementierung der Berechnungsparameter in der Firmware z.B. Anzahl Stützstellen, Genauigkeit der berechneten Parameter,...

Es wird eine Überprüfung der vorgenommenen Einstellungen gegen eine kalibrierte Temperaturquelle empfohlen.

## Einprogrammierte Sensorkennlinien

### • Direkte Widerstandsmessung

Die EL3204-0200 als direkte Widerstandsmessung in 3 Messbereichen (n = Kanal 0... 3) kann verwendet werden

Einstellung CoE <u>0x80n0:19</u> [▶ 199]	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 EL3204-0200 misst in diesen 3 Einstellungen elektrisch immer gleich, nur die dargestellte Auflösung wird in der Firmware verändert. Messbereichsendwert ist also für alle 3 Messungen 240 kΩ.

### • Fixe Sensorkennlinien

Weitere einprogrammierte Sensorkennlinie im definierten Messbereich können im CoE-Entry 0x80n0:19 [▶ 199] für jeden Kanal einzeln 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 bis 850°C	0,1°C
Ni1000 (PTC)	~700 ... ~2.300 Ω	-60°C bis 250°C	0,1°C
Ni1000 TK1500 (bei 100°C: 1500 Ω) (PTC)		-30 bis 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

## Frei programmierbare Linearisierung

Falls ein resistiver (widerstandsbehafteter) Sensor angeschlossen werden soll, dessen Kennlinie nicht in der EL32xx-xxxx implementiert aber anwenderseitig bekannt ist, kann diese Kennlinie über 4 verschiedene Verfahren in der Klemme eingegeben werden.

Dadurch ist jede Linearisierung und jede NTC/PTC-Kennlinie innerhalb des Messbereichs umsetzbar. Je nach Sensortyp eignen sich verschiedene Verfahren zur Implementierung.

CoE-Entry im <u>0x80n0:19</u> [▶ <u>199</u> ]	Kennlinien Typ	PTC-Sensoren (z.B. Pt100, Pt1000, Ni100, Ni1000,...)	NTC-Sensoren (NTC 5k, NTC 10k,..)
0x110	RTD-Tabelle/ Stützstellentabelle	X	X
0x111	B-Parameter Equation	-	X
0x112	DIN EN 60751 Equation	X (Norm für Pt-Sensoren)	-
0x113	Steinhart Hart Equation	-	X

Dazu ist im CoE-Entry 0x80n0:19 [▶ 199] das jeweilige Verfahren für den Kanal auszuwählen. Hierbei ist zu beachten, dass für jedes Verfahren nur jeweils 1 Satz an Parametern in der Klemme hinterlegt werden kann, der dann für alle Kanäle zur Verfügung steht.

Beispiel: es werden 2 Sensoren an Kanal 1 und 2 angeschlossen, die beide mit der B-Parameter-Gleichung linearisiert werden sollen. Dann müssen beide Sensoren "gleich" sein, da nicht unterschiedliche Sätze an B-Parametern für Kanal 1 und 2 angegeben werden können. Entsprechendes gilt für die Stützstellentabelle.

• **Stützstellentabelle (0x80n0:19, Entry 0x110)**

Die gewünschte Kennlinie für einen PTC oder NTC-Sensor kann als Tabelle im CoE 0x8001 [▶ 201] hinterlegt werden. Dazu kann sie aus der PLC ins CoE geladen, oder vom Anwender als XML-Datei in die Startup-Liste der Klemme eingetragen werden. Die Einträge aus der TwinCAT- Startup-Liste werden bei jedem Start von EtherCAT automatisch in die Klemme geschrieben.

Im Allgemeinen besitzt die Stützstellentabelle folgenden Aufbau: eine Temperatur wird dem entsprechenden Widerstand zugeordnet. Dabei muss die vorliegende Temperatur eine konstante Schrittweite aufweisen. Zwischen diesen Schritten wird linearisiert.

Maximal sind 100 Stützstellen, mit einem maximalen Messbereich von 0...240 kΩ zugelassen.

Der genaue Aufbau der Stützstellentabelle ist in der die CoE-Übersicht [▶ 199] und zusätzlich in einer Beispieldatei (<https://infosys.beckhoff.com/content/1031/el32xx/Resources/zip/1525761547.zip>) für einen Pt1000 Sensor erläutert.

Die Beispieldatei zeigt exemplarisch den Aufbau einer zu importierenden XML-Datei. Zusätzlich ist eine Excel-Datei (Excel 2010) beigefügt, um eine entsprechende XML zu erzeugen. Erläuterungen zur Benutzung der Excel-Datei können der beigefügten Beschreibung entnommen werden.

Die XML-Datei kann direkt über das Startup-Feld importiert und über "Konfiguration aktivieren" aktiviert werden.

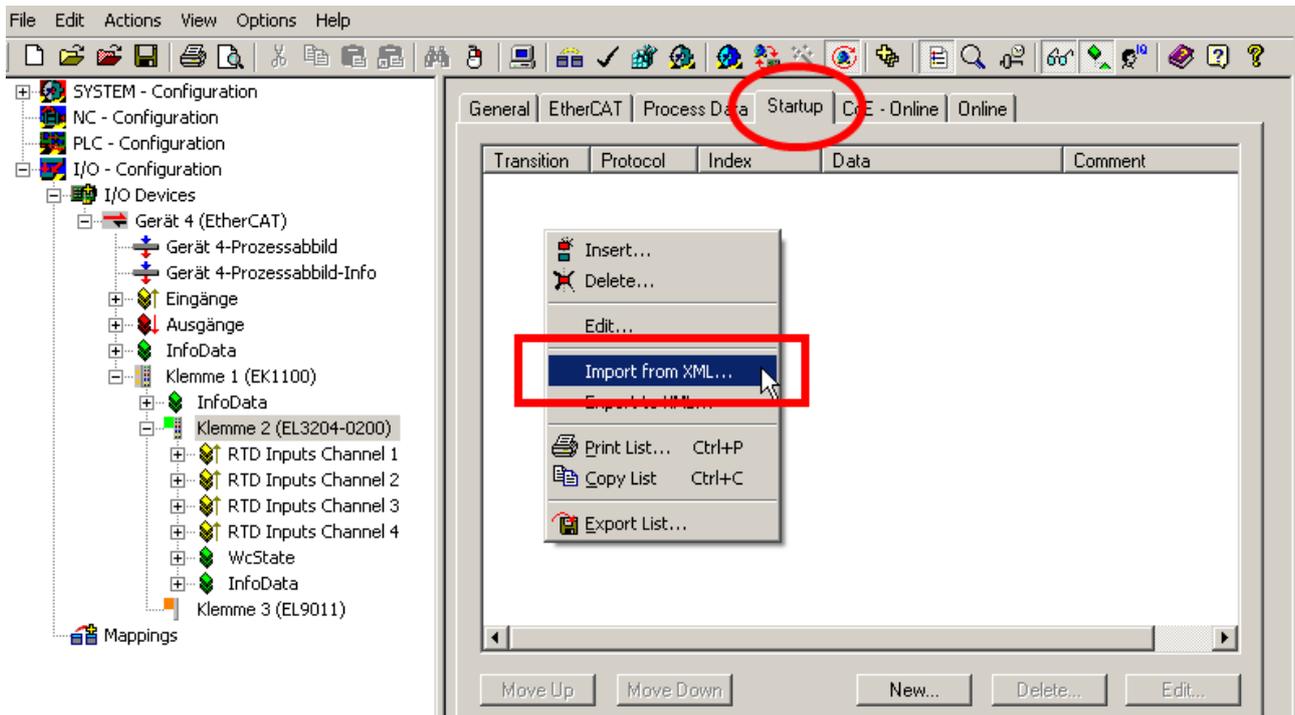


Abb. 162: Import der generierten XML-Datei

• **B-Parameter-Gleichung (0x80n0:19, Entry 0x111)**

Die B-Parameter-Gleichung kann auf NTC-Sensoren (Heißleiter), d.h. RTD-Elemente mit negativem Koeffizienten k, angewendet werden.

$$R_T = R(T) = A \cdot e^{\frac{B}{T}} = R_{T_0} \cdot e^{B \left( \frac{1}{T} - \frac{1}{T_0} \right)}$$

Dabei gibt der Koeffizienten  $R_{T_0}$  den Widerstand bei der Temperatur  $T_0$  an, der B-Parameter kann den Angaben des Sensorherstellers entnommen oder durch Messung des Widerstandes bei zwei bekannten Temperaturen bestimmt werden.

Zur Berechnung des B-Parameters kann folgende Beispieldatei (<https://infosys.beckhoff.com/content/1031/el32xx/Resources/zip/1525763723.zip>) verwendet werden. Die berechneten Parameter sind in das CoE-Verzeichnis [0x8002](#) [► [202](#)] einzutragen.

	A	B	D
1	To solve the B-Parameter Equation 2 resistor parameters at 2 defined		
2	temperatures are required:		
3			
4		<b>Temperatur [°C]</b>	<b>Resistance [Ω]</b>
5	Value 1	25	10000
6	Value 2	85	1450
7			
8	<b>CoE Index</b>	<b>Name</b>	<b>CoE Value</b>
9	8002:0	RTD B-Parameter Equation	
10	8002:01	Min Temperature	-50
11	8002:02	Max Temperature	110
12	8002:03	Rn	10000
13	8002:04	Tn	25
14	8002:05	B-Parameter	3437

Abb. 163: Tabelle Berechnung B-Parameter

**• Programmierbar nach DIN 60751 für Pt-Sensoren (0x80n0:19, Entry 0x112)**

Die IEC 751 bzw. die deutsche Übersetzung DIN EN 60751 definiert die elektrischen Eigenschaften von Platin-Temperatursensoren. Der Kennlinienverlauf wird folgendermaßen beschrieben:

für Temperaturen -200.. 0°C:

$$R(T) = R_0(1 + AT + BT^2 + C(T - 100^\circ\text{C})T^3)$$

für Temperaturen für 0.. 850°C:

$$R(T) = R_0(1 + AT + BT^2)$$

Mit den Parametern:

$$A = 3,9083 \times 10^{-3} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$$

$$B = -5,775 \times 10^{-7} \text{ }^\circ\text{C}^{-2}$$

$$C = -4,183 \times 10^{-12} \text{ }^\circ\text{C}^{-4}$$

Der Parameter  $R_0$  gibt den Widerstand in Ohm des Platinsensors bei  $T=0^\circ\text{C}$  an. Die Sensoren werden nach diesen Bezeichnungen qualifiziert, so spricht man vom Pt100, wenn  $R_0=100 \text{ } \Omega$  bei  $T=0^\circ\text{C}$  beträgt.

Die in der Norm definierten Parameter A, B und C sind bereits im CoE Verzeichnis [0x8003:yy \[► 202\]](#)

hinterlegt. Die Festlegung des Pt-Sensors erfolgt über den Parameter [0x8003:03 \[► 202\]](#), dieser entspricht  $R_0$ .

**• Steinhart-Hart-Gleichung (0x80n0:19, Entry 0x113)**

Die Steinhart-Hart Gleichung kann auf NTC-Sensoren (Heißleiter), d.h. RTD-Elemente mit negativem Koeffizienten k, angewendet werden.

$$\frac{1}{T} = C_1 + C_2 \ln(R) + C_4 (\ln(R))^3$$

Die Koeffizienten  $C_1$ ,  $C_2$  und  $C_4$  können entweder direkt den Herstellerdaten entnommen, oder aber berechnet werden.

Zur Berechnung der Steinhart-Hart Parameter steht eine Beispieldatei (<https://infosys.beckhoff.com/content/1031/el32xx/Resources/zip/1525765899.zip>) zur Verfügung. Zur Bestimmung der Parameter werden die Widerstandswerte bei drei bekannten Temperaturen benötigt. Diese können entweder den Herstellerdaten entnommen oder direkt am Sensor gemessen werden. Die berechneten Parameter sind in das CoE-Verzeichnis [0x8004 \[► 203\]](#) einzutragen. Der Parameter  $C_3$  läuft in den meisten Fällen gegen Null, und ist somit zu vernachlässigen, er wird daher nicht in der Berechnung der Beispieldatei berücksichtigt.

EL3204-0200\_Steinhart-Hart.xlsx

	A	B	D
1	To solve the Steinhart-Hart Equation 3 resistor parameters at 3 defined		
2	temperatures are required:		
3		<b>Temperatur [°C]</b>	<b>Resistance [Ω]</b>
4	Value 1	0	27280
5	Value 2	25	10000
6	Value 3	85	1450
7			
8	<b>CoE Index</b>	<b>Name</b>	<b>CoE Value</b>
9	8004:0	RTD Steinhart-Hart Equation	
10	8004:01	Min Temperature	-50
11	8004:02	Max Temperature	110
12	8004:03	C1	8,84E-04
13	8004:04	C2	2,52E-04
14	8004:05	C3	0,00E+00
15	8004:06	C4	1,90E-07

Abb. 164: Abb. 2: Tabelle Berechnung Steinhart-Hart-Parameter

### Beispielimplementierung eines NTC-Sensors

Im Folgenden soll gezeigt werden, wie ein NTC-Sensor, dessen Kennlinie nicht bereits in der EL3204-0200 Klemme hinterlegt ist, in den drei Varianten, RTD-Tabelle, B-Parameter-Gleichung und Steinhart-Hart-Gleichung implementiert werden kann.

Dies wird anhand eines NTC030WP00 Sensors gezeigt.

Der Hersteller gibt in diesem Fall eine Tabelle mit Temperatur und den entsprechenden Widerstandswerten bekannt sowie folgende Sensoreigenschaften: NTC 10kΩ +/- 1% bei 25°C, Beta 3435.

#### • Implementierung mit der Stützstellentabelle RTD - Tabelle

Das allgemeine Vorgehen wird im Kapitel [Stützstellentabelle](#) [167] erläutert, hier sollen an Hand eines Beispiels einige Spezialfälle aufgezeichnet werden. Eine Beispiel-XML-Datei (<https://infosys.beckhoff.com/content/1031/el32xx/Resources/zip/1525768075.zip>) für den NTC030WP00 Sensor steht zum Download bereit.

Beschreibung	Problem	Lösungsansatz
Die Tabelle umfasst den Temperaturbereich von -50°C...bis 110°C, in 1°Schritten	Gesamtanzahl der Stützstellen 160. Mit Hilfe der RTD-Tabelle können derzeit 100 Stützpunkte eingegeben werden.	1. Messbereich begrenzen, so dass man auf gesamt 100 Stützstellen kommt 2. Schrittweite vergrößern, z. B. Tabelle in 5°C Schritten implementieren. Die Schrittweite sollte nicht zu groß gewählt werden, da es sich bei NTC-Sensoren um einen exponentielle und nicht lineare Kennlinie (wie z. B. bei den PTC-Sensoren) handelt.
Widerstandswerte im Temperaturbereich -50°C...-44°C liegen zwischen 330 kΩ.. 240 kΩ	Messwerte bei niedrigen Temperaturen überschreiten den Gesamtmessbereich von 240 kΩ	1. Prüfen ob der Messbereich benötigt wird 2. Alternativsensor auswählen der bei den tiefen Temperaturen niedrigere Widerstandswerte aufweist.
Es soll der Bereich von -40°C...110°C in 2°C Schritten abgebildet werden. Neben der Implementierung der Tabelle werden folgende Einstellungen im CoE 0x8001 vorgenommen:	Mit Defaulteinstellungen des Conversion Factors 10 treten Fehler auf: Messbereich wurde nicht beachtet. Die Einheit der Widerstandswerte muss an den Conversion Factor angepasst werden	Messbereich muss beachtet werden, für den Gesamtmessbereich von 0...240 kΩ muss im <a href="#">0x8001:04 [▶ 201]</a> Conversion Factor = 100 eingegeben werden. Die Widerstandswerte müssen dann in 1/10 Ω eingegeben werden. Die Bereiche sind wie folgt definiert:
<a href="#">0x8001:01 [▶ 201]</a> Distance in Degrees	2	
<a href="#">0x8001:02 [▶ 201]</a> Amount of Entries	75	Conversion Factor <a href="#">0x8001:04 [▶ 201]</a>
<a href="#">0x8001:03 [▶ 201]</a> Start Temperatur	-40	1
<a href="#">0x8001:04 [▶ 201]</a> Conversion Factor	10	10
<a href="#">0x8001:05 [▶ 201]</a> Value 1	188500	100
		Messbereich
		0.. 6.533,5 Ω
		0..65.535,0 Ω
		0..240.000,0 Ω

• **Implementierung mit B-Parameter Gleichung**

Den Herstellerangaben kann der B-Parameter (Beta 3435) und die Parameter R<sub>n</sub> (10kΩ) und T<sub>n</sub> (25°C) entnommen und direkt ins CoE-Verzeichnis [0x8002 \[▶ 202\]](#) übernommen werden.

CoE Entry	Eintrag
0x8002:01 Min Temperature	-40
0x8002:02 Max Temperature	110
0x8002:03 Rn	10000
0x8002:04 Tn	25
0x8002:05 B-Parameter	3435

Vergleicht man die Implementierung der Tabelle und der B-Parameter-Gleichung, wie in der unteren Grafik dargestellt, so wird deutlich, dass die B-Parameter-Gleichung nur in einem begrenzten Bereich gültig ist und bei tiefen Temperaturen große Abweichungen aufweist. Wird der gesamte Temperaturbereich benötigt, so ist die Implementierung über die Steinhart-Hart-Gleichung vorzuziehen.

• **Implementierung mit Steinhart-Hart Gleichung**

Die Steinhart-Hart Parameter können mit Hilfe der Beispieldatei berechnet und die dafür benötigten Widerstandswerte bei drei definierten Temperaturen z.B. bei 0°C, 25°C und 85°C, der Herstellertabelle entnommen oder direkt am Sensor gemessen werden.

CoE Entry	Eintrag
0x8004:01 Min Temperature	-40
0x8004:02 Max Temperature	110
0x8004:03 C1	8,8424E-4
0x8004:04 C2	2,5202E-4
0x8002:04 C3	0
0x8002:04 C4	1,9018E-7

Aus der Grafik wird deutlich, dass die Implementierung über die Steinhart-Hart-Gleichung sich den Hersteller-Tabellenwerten besser annähert, als die Implementierung über die B-Parameter-Gleichung. Liegt jedoch eine Tabelle des Herstellers vor, so ist diese Methode immer vorzuziehen.

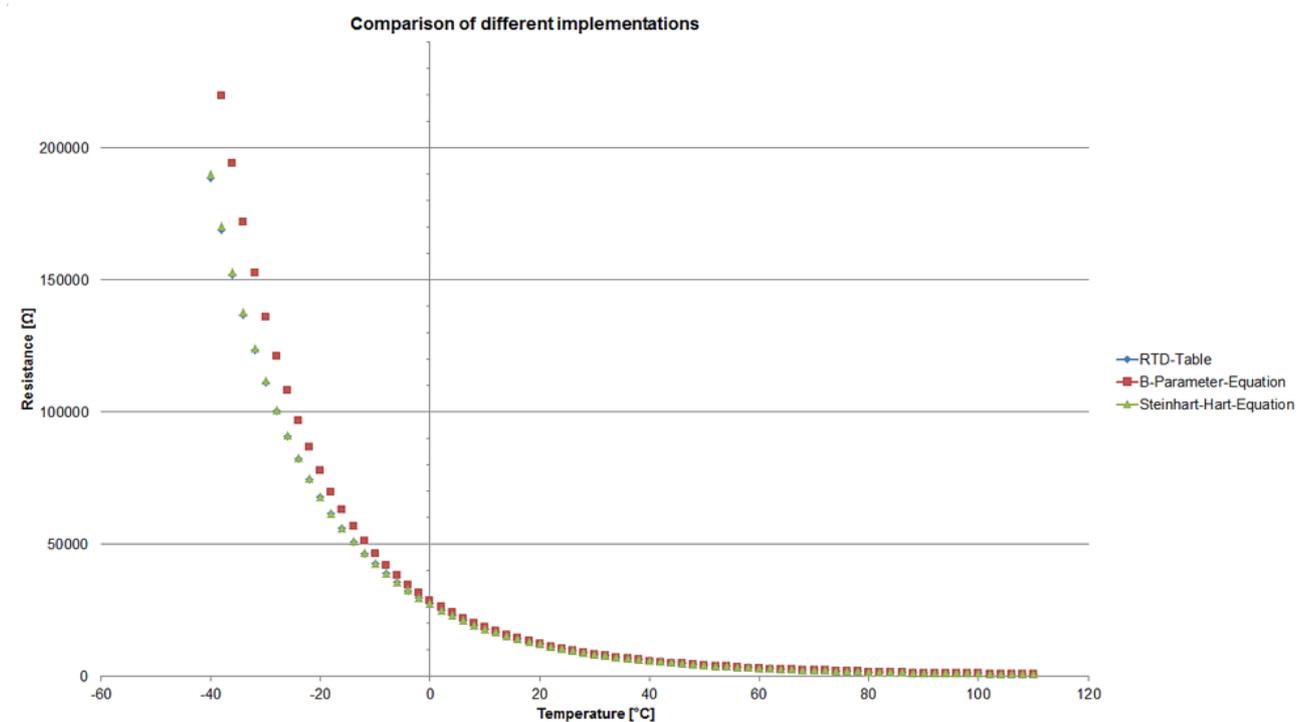


Abb. 165: Vergleich Implementierung B-Parameter- und Steinhart-Hart-Parameter

### Beispielimplementierung eines PTC-Sensors

Beispielimplementierung eines PTC-Sensors

Im Folgenden soll gezeigt werden, wie ein PTC-Sensor, speziell ein Platin-Sensor (Pt-Fühler), mit Hilfe der RTD-Tabelle und nach der DIN EN 60751 implementiert wird.

#### • Implementierung mit der Stützstellentabelle RTD - Tabelle

Das allgemeine Vorgehen ist im Kapitel [Stützstellentabelle](#) [▶ 167] erläutert, im Folgenden wird die Implementierung einer Tabelle für ein Pt500-Sensor gezeigt.

Beschreibung	Problem	Lösungsansatz								
Für die Pt-Sensoren sind Tabellen mit mehreren 100-Einträgen in 1°C-Schritten erhältlich.	Gesamtanzahl der Stützstellen wird überschritten. Mit Hilfe der RTD-Tabelle können derzeit 100 Stützpunkte eingegeben werden.	1. Messbereich begrenzen, so dass man auf gesamt 100 Stützstellen kommt 2. Schrittweite vergrößern, z.B. Tabelle in 5°C oder 10°C Schritten implementieren. Da der Verlauf bei Pt-Sensoren nahezu linear ist, hat eine größere Schrittzahl nur einen geringen Einfluss auf die Messgenauigkeit. Im Gegensatz zu den NTC-Sensoren, wo man einen exponentiellen Verlauf hat und somit ein geringes Schrittmaß zu bevorzugen ist.								
Die Herstellertabellen beinhalten allgemeingültige Werte	Die Tabellenwerte müssen zunächst auf den jeweiligen Sensortyp angepasst werden	Für die verschiedenen Pt-Sensoren müssen die Tabelleneinträge jeweils mit dem $R_0$ -Wert multipliziert werden. $R_0$ gibt jeweils den Widerstand bei 0°C an - wobei die Sensorbezeichnung direkt auf diesen Wert schließen lässt. <table border="1"> <thead> <tr> <th>Pt-Sensor</th> <th>R (Widerstand bei 0°C) <sub>0</sub></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Pt100</td> <td>100</td> </tr> <tr> <td>Pt500</td> <td>500</td> </tr> <tr> <td>Pt1000</td> <td>1000</td> </tr> </tbody> </table>	Pt-Sensor	R (Widerstand bei 0°C) <sub>0</sub>	Pt100	100	Pt500	500	Pt1000	1000
Pt-Sensor	R (Widerstand bei 0°C) <sub>0</sub>									
Pt100	100									
Pt500	500									
Pt1000	1000									

Für den Pt500-Sensor können folgende CoE-Einträge gewählt werden und mit folgender XML-Datei (<https://infosys.beckhoff.com/content/1031/el32xx/Resources/zip/1525770251.zip>) gearbeitet werden.:

CoE Entry	Eintrag
0x8001:01 Distance in Degrees	10
0x8001:02 Amount of Entries	60
0x8001:03 Start Temperature	-40
0x8001:04 Conversion Factor	10
0x8001:05 Value 1	4247
0x8001:0x weitere Tabelleneinträge	.....

**• Programmierbar nach DIN 60751 für Pt-Sensoren**

Die Implementierung nach der DIN EN 60751 ist im Abschnitt Programmierbar nach DIN 60751 für Pt-Sensoren [▶ 169] beschrieben. Die Parameter A, B, C sind bereits im CoE hinterlegt, es muss lediglich der Temperaturbereich und der  $R_0$ -Parameter für den zu verwendeten Sensor hinterlegt werden.  $R_0$  gibt jeweils den Widerstand bei 0°C an - wobei die Sensorbezeichnung direkt auf diesen Wert schließen lässt. Für den jeweiligen Sensor muss der CoE Eintrag angepasst werden.

Pt-Sensor	CoE Entry 0x8003:03
Pt100	100
Pt200	200
Pt500	500
Pt1000	1000

Vergleicht man nun den Verlauf der Widerstandswerte in Abhängigkeit von der Temperatur, durch die RTD-Tabelle und nach der DIN EN 60751, so wird deutlich, dass beide Implementierungsmethoden nahezu dasselbe Ergebnis liefern. Aufgrund der leichteren Implementierung, ist die Parametrierung nach der DIN 60571 vorzuziehen.

## Comparison for Pt500 - Sensor

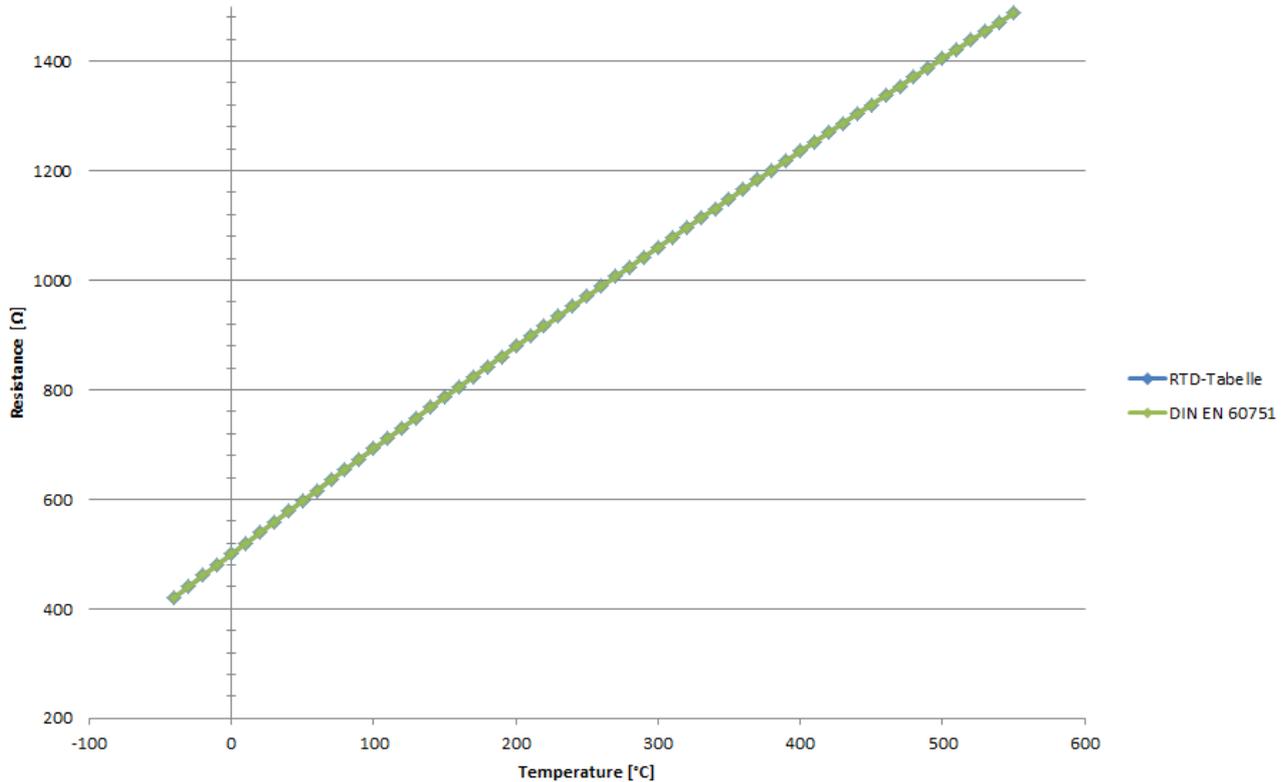


Abb. 166: Vergleich Implementierung Pt500-Sensor

## 6.6 Prozessdaten und Betriebsmodi

### Inhaltsverzeichnis

- [Datenfluss](#) [[▶ 175](#)]
- [Sync Manager](#) [[▶ 175](#)]
- [Betriebsmodi und Einstellungen](#) [[▶ 175](#)]
  - [Darstellung](#) [[▶ 175](#)]
  - [Siemens Bits](#) [[▶ 176](#)]
  - [Underrange, Ovrerrange](#) [[▶ 177](#)]
  - [Notch-Filter \(Wandlungszeiten\)](#) [[▶ 177](#)]
  - [Limit 1 und Limit 2](#) [[▶ 180](#)]
  - [Kalibration](#) [[▶ 180](#)]
  - [Producer Codeword](#) [[▶ 181](#)]
- [Beeinflussung durch störende Geräte](#) [[▶ 181](#)]

**Datenfluss**

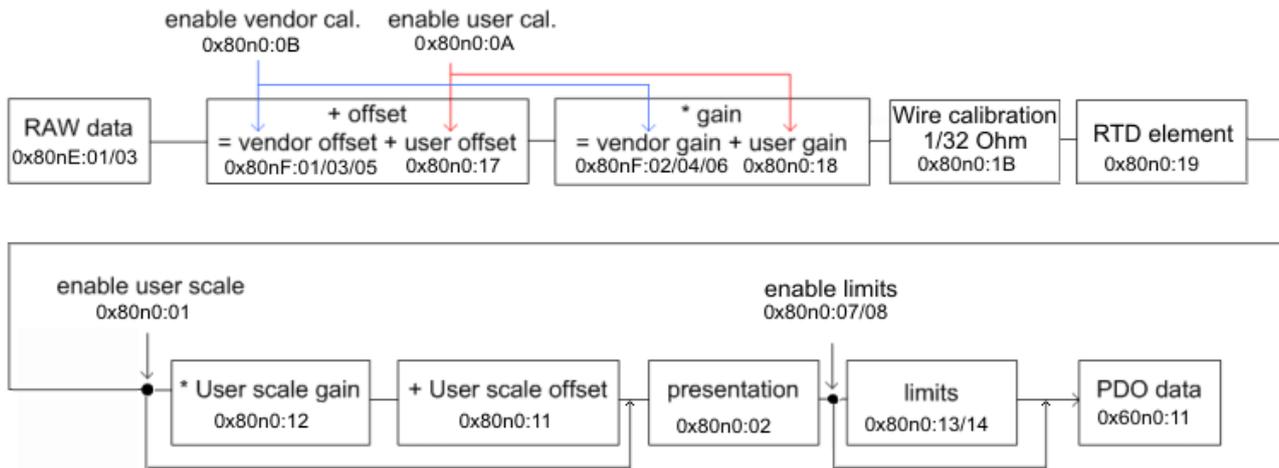


Abb. 167: Datenschema

**Sync Manager (SM)**

• **PDO-Zuordnung**

SM3, PDO-Zuordnung 0x1C13, für 0 ≤ n ≤ 7 (Ch. 1 - 8) (abhängig von Anzahl der Kanäle)				
Index	Index ausgeschlossener PDOs	Größe (Byte.Bit)	Name	PDO Inhalt
0x1A0n (default)	-	4.0	RTD Inputs Channel 1 - 8	Index 0x60n0:01 [▶ 196] - Underrange Index 0x60n0:02 [▶ 196] - Overrange Index 0x60n0:03 [▶ 196] - Limit 1* Index 0x60n0:05 [▶ 196] - Limit 2* Index 0x6000:07 [▶ 196] - Error  Index 0x180n:07 - TxPDO Status Index 0x180n:09 - TxPDO Toggle Index 0x60n0:11 [▶ 196] - Value

\*) nicht für EL3214, EL3208 und EL3218

**Betriebsmodi und Einstellungen**

**Darstellung (Presentation), Index 0x80n0:02 [▶ 187]**

Die Ausgabe des Messwertes erfolgt im Auslieferungszustand in 1/10° C Schritten in Zweierkomplement-Darstellung (Signed Integer).

Es wird für jeden Widerstandssensor der komplette Messbereich ausgegeben. Index 0x80n0:02 [▶ 187] 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 1/100 °C Schritten ausgegeben.  
Der maximale Messbereich ist dadurch auf  $32767_{dez} * (1/100) °C = 327,67 °C$  begrenzt, kann aber durch die Anwenderskalierung [► 180] erweitert werden!

### Siemens Bits, Index 80n0:05 [► 187]

Mit Setzen dieses Bits werden auf den niedrigsten 3 Bits Statusanzeigen eingeblendet. Im Fehlerfall "Overrange" bzw. "Underrange" wird Bit 0 gesetzt.

### Unterschreitung und Überschreitung des Messbereiches (Underrange, Overrange), Index [0x60n0:03](#) [[▶ 196](#)] [0x60n0:02](#) [[▶ 196](#)]

Pt100:  $T > 850 \text{ °C}$  ( $R > 400 \text{ }\Omega$ ): Index [0x60n0:02](#) 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.  $500 \text{ }\Omega$  bei Pt100) fortgesetzt.

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

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

### Notch- Filter, Index [0x80n0:06](#) [[▶ 187](#)], (nicht für EL3214, EL3208 und EL3218))

Die Klemmen EL32xx sind mit einem digitalen Filter ausgestattet. Das Filter arbeitet als Notch-Filter (Kerbfiler) und bestimmt die Wandlungszeit der Klemme. Es wird über den Index [0x8000:15](#) [[▶ 187](#)] parametrierbar. Je höher die Filterfrequenz, desto schneller ist die Wandlungszeit.

Kerbfiler 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.

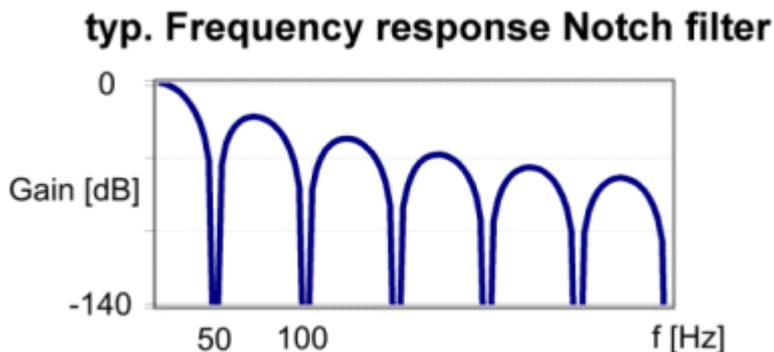


Abb. 168: Typischer Frequenzgang eines Kerbfilters, eingestellt auf 50 Hz

#### ● 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 groß wie bei 4-wire-Messung
- die Widerstandsmessung entspricht einer 4-wire-Messung
- das Prozessdatum *TxPDO Toggle* wechselt seinen Zustand, wenn ein neuer Messwert anliegt

#### ● Einstellung der Filtereigenschaften über Index [0x8000:15](#) [[▶ 187](#)]



Die Filterfrequenzen werden für alle Kanäle der Klemmen EL32xx zentral über den Index [0x8000:15](#) (Kanal 1) eingestellt. Die entsprechenden Indizes [0x8010:15](#) der EL3202 bzw. [0x8010:15](#), [0x8020:15](#), [0x8030:15](#) der EL3204 haben keine Parametrierungsfunktion.

#### ● Abschalten unbenutzter Kanäle von mehrkanaligen Klemmen



Bei Filterfrequenzen  $\geq 1 \text{ kHz}$  sollten unbenutzte Kanäle abgeschaltet werden (Optimierung der Wandlungszeiten)!

Der betreffende Kanal wird vollständig deaktiviert, die Wandlungszeit der EL32xx verkürzt sich entsprechend.

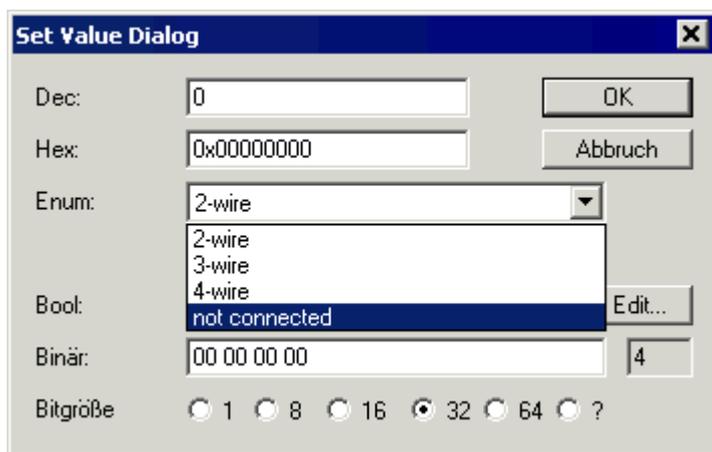


Abb. 169: *Set Value Dialog*

Durch einen Doppelklick auf das entsprechende Objekt `0x80n0:1A [▶_187]` können die entsprechenden Kanäle im Set Value Dialog abgeschaltet werden, indem der "Enum"-Wert "not connected" gewählt wird (siehe Abb. „Set Value Dialog“).

### Typische Wandlungszeiten

#### EL3208

Filterfrequenz	Wandlungszeit (Updatezeit)	
	1 Kanal aktiv	8 Kanäle aktiv
5 Hz	201 ms	1600 ms
10 Hz	101 ms	807 ms
50 Hz	22 ms	171 ms
60 Hz	18 ms	145 ms
100 Hz	12 ms	92 ms
500 Hz	4ms	29 ms
1000 Hz	3 ms	20 ms
2000 Hz	3 ms	20 ms
3750 Hz	3 ms	20 ms
7500 Hz	3 ms	20 ms
15000 Hz	3 ms	20 ms
30000 Hz	3 ms	20 ms

*Wandlungszeiten in Abhängigkeit der Filterfrequenzen, 2-wire-Messung - Beckhoff behält sich unangekündigte Änderungen vor*

**EL3214 und EL3218**

Filterfrequenz	Wandlungszeit (Updatezeit)	
	1 Kanal aktiv	4 Kanäle aktiv
5 Hz	402 ms	1607 ms
10 Hz	203 ms	811 ms
50 Hz	44 ms	175 ms
60 Hz	37 ms	148 ms
100 Hz	24 ms	95 ms
500 Hz	8 ms	32 ms
1000 Hz	6 ms	24 ms
2000 Hz	6 ms	22 ms
3750 Hz	5 ms	21 ms
7500 Hz	5 ms	20 ms

*Wandlungszeiten in Abhängigkeit der Filterfrequenzen, 3wire-Messung - Beckhoff behält sich unangekündigte Änderungen vor*

**EL3204**

Filterfrequenz	Wandlungszeit (Updatezeit)
5 Hz	800 ms
10 Hz	400 ms
50 Hz	82 ms (21 ms / 1 Kanal)
60 Hz	70 ms
100 Hz	43 ms
500 Hz	11 ms
1000 Hz	7 ms
2000 Hz	6,5 ms (2 ms / 1 Kanal)
3750 Hz	6 ms
7500 Hz	6 ms
15000 Hz	6 ms
30000 Hz	6 ms

*Wandlungszeiten in Abhängigkeit der Filterfrequenzen, 4-wire-Messung - Beckhoff behält sich unangekündigte Änderungen vor*

**EL3201, EL3201-0010**

Filterfrequenz	Wandlungszeit (Updatezeit)
5 Hz	205 ms
10 Hz	105 ms
50 Hz	25 ms
60 Hz	21 ms
100 Hz	15 ms
500 Hz	5 ms
1000 Hz	4 ms
2000 Hz	4 ms
3750 Hz	4 ms
7500 Hz	4 ms
15000 Hz	4 ms
30000 Hz	4 ms

Wandlungszeiten in Abhängigkeit der Filterfrequenzen, 4-wire-Messung - Beckhoff behält sich unangekündigte Änderungen vor

## ● Erhöhte Genauigkeit EL320x-00x0

**I** Bei den hochpräzisen Klemmen dürfen die Einstellungen im Objekt [0x8000 \[▶ 187\]](#) / RTD-Settings nicht verändert werden!

Die erhöhte Genauigkeit der EL320x-00x0 gilt nur für folgende Einstellungen:

- Pt100-Sensoren
- Umgebungstemperatur von 40°C
- 4-Leiter-Anschlussstechnik
- Messbereich -200 bis 320°C
- 50 Hz Filter

## Limit 1 und Limit 2, [80n0:13](#), [0x80n0:14 \[▶ 187\]](#) (nicht für EL3214, EL3208 und EL3218)

Es kann ein Temperaturbereich eingestellt werden, der mit den Werten in den Indizes [0x80n0:13 \[▶ 187\]](#) und [0x80n0:14 \[▶ 187\]](#) verglichen wird. Beim Unter/Überschreiten der Grenzwerte werden die Bits in den Prozessdaten gesetzt.

Die Limitauswertung erfolgt nach Berücksichtigung der eingestellten Kennlinie und negativer Werte.

Limit [2 Bit] Interpretation (default), Index [0x60n0:03 \[▶ 196\]](#), [0x60n0:05 \[▶ 196\]](#):

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

## Kalibrierung

### • Anwender Skalierung, Index [0x80n0:01 \[▶ 187\]](#)

Die Freigabe der Anwender-Skalierung erfolgt über den Index [0x80n0:01 \[▶ 187\]](#). Die Parametrierung erfolgt über die Indizes

- [0x80n0:11 \[▶ 187\]](#) Offset Anwender Skalierung
- [0x80n0:12 \[▶ 187\]](#) Gain Anwender Skalierung

### • Hersteller Abgleich, Index [0x80nF \[▶ 197\]](#)

Die Freigabe des Hersteller-Abgleich erfolgt über den Index [0x80n0:0B \[▶ 187\]](#). Die Parametrierung erfolgt über die Indizes

- [0x80nF:01 \[▶ 197\]](#) Offset Abgleich
- [0x80nF:02 \[▶ 197\]](#) Gain Abgleich
- [0x80nF:03 \[▶ 197\]](#) Offset Abgleich, Eingang RL
- [0x80nF:04 \[▶ 197\]](#) Gain Abgleich, Eingang RL
- [0x80nF:05 \[▶ 197\]](#) (nicht für EL3214, EL3208 und EL3218), Offset Abgleich 4-Leiter Anschlussstechnik
- [0x80nF:06 \[▶ 197\]](#) (nicht für EL3214, EL3208 und EL3218), Gain Abgleich 4-Leiter Anschlussstechnik

### • Anwender-Abgleich, Index [0x80n0:18 \[▶ 187\]](#), [0x80n0:17 \[▶ 187\]](#)

Die Freigabe des Anwender-Abgleichs erfolgt über den Index [0x80n0:0A \[▶ 187\]](#). Die Parametrierung erfolgt über die Indizes

- [0x80n0:17 \[▶ 187\]](#) User Offset Abgleich
- [0x80n0:18 \[▶ 187\]](#) User Gain Abgleich

**Berechnung Prozessdaten**

Die Klemme nimmt permanent Messwerte auf und legt die Rohwerte ihres A/D-Wandlers ins ADC raw value-Objekt [0x80nE:01 \[▶ 197\]](#) bzw. [0x80nE:02 \[▶ 197\]](#). 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 \[▶ 187\]](#) 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	<a href="#">0x80nE:01 [▶ 197]</a> , <a href="#">0x80nE:02 [▶ 197]</a>
$B_K$	Offset der Hersteller-Kalibrierung (nur veränderbar, wenn das Objekt <a href="#">Producer codeword [▶ 181]</a> <a href="#">0xF008 [▶ 198]</a> gesetzt wird)	<a href="#">0x80nF:01 [▶ 197]</a> , <a href="#">0x80nF:03 [▶ 197]</a>
$A_K$	Gain der Hersteller-Kalibrierung (nur veränderbar, wenn das Objekt <a href="#">Producer codeword [▶ 181]</a> <a href="#">0xF008 [▶ 198]</a> gesetzt wird)	<a href="#">0x80nF:02 [▶ 197]</a> , <a href="#">0x80nF:04 [▶ 197]</a>
$B_W$	Offset der Anwender-Skalierung (aktivierbar über Index <a href="#">0x80n0:0A [▶ 187]</a> )	<a href="#">0x80n0:17 [▶ 187]</a>
$A_W$	Gain der Anwender-Skalierung (aktivierbar über Index <a href="#">0x80n0:0A [▶ 187]</a> )	<a href="#">0x80n0:18 [▶ 187]</a>
$Y_A$	Prozessdaten zur Steuerung	-

**Producer Codeword**

**● Producer Codeword**  
**i**

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

**Beeinflussung durch störende Geräte**

Beim Betrieb der schnellen analogen EtherCAT-Klemmen EL320x können hochfrequente, überlagernde Signale von störenden Geräten (z. B. Proportionalventile, Schrittmotor- oder DC-Motor-Endstufen) von der Klemme erfasst werden. Um einen störungsfreien Betrieb zu gewährleisten, empfehlen wir den Einsatz getrennter Netzteile für die Klemmen und die Störungen verursachenden Geräte. Als zusätzliche Maßnahme sollte der integrierte Filter der Klemme (siehe Index [0x80n0:06 \[▶ 187\]](#) ) zugeschaltet werden.

**6.7 TwinSAFE SC**

**6.7.1 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.

## 6.7.2 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.

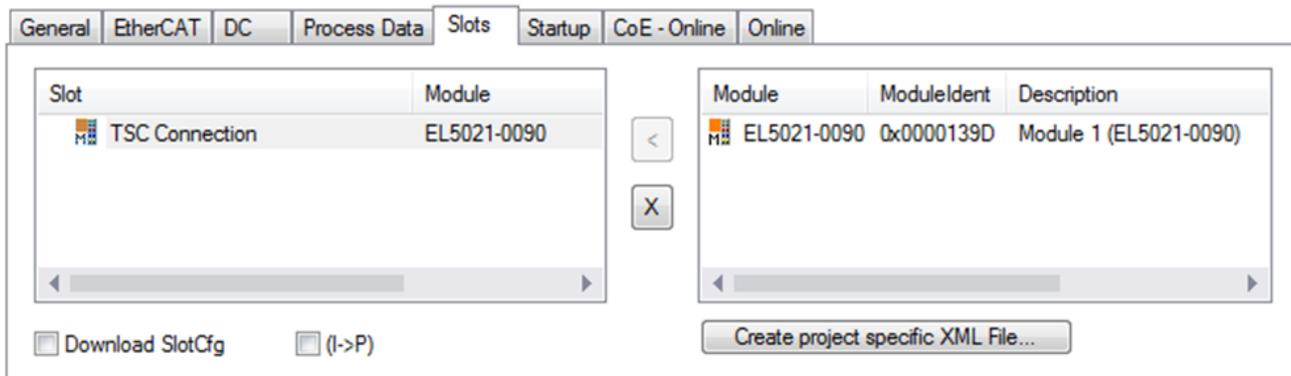


Abb. 170: Hinzufügen der TwinSAFE-SC-Prozessdaten unterhalb der Komponente z.B. EL5021-0090

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

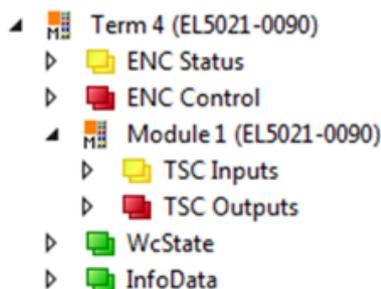


Abb. 171: Prozessdaten TwinSAFE SC Komponente, Beispiel EL5021-0090

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

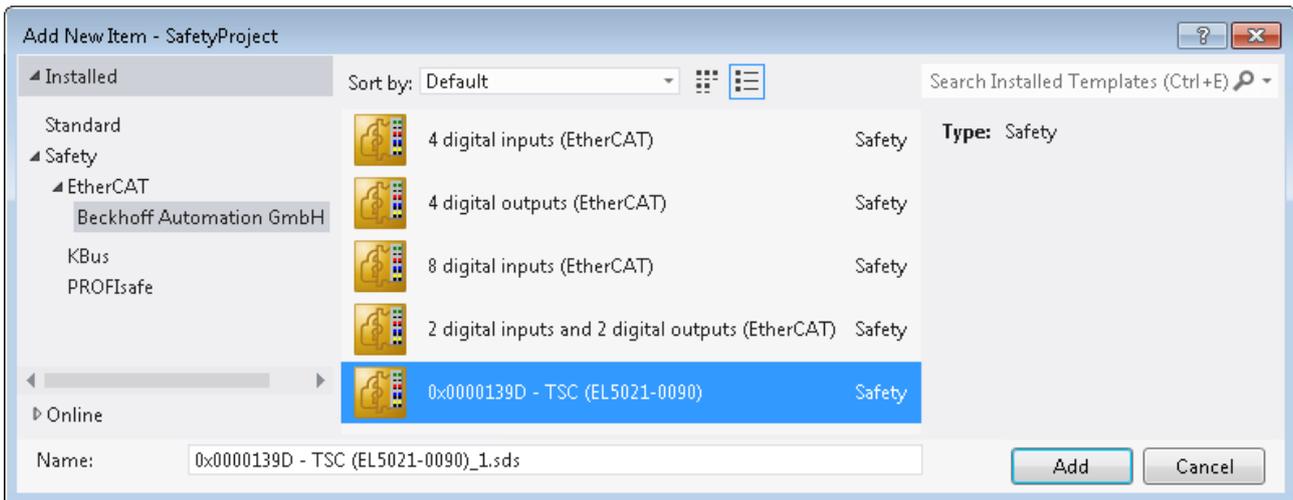


Abb. 172: Hinzufügen einer TwinSAFE-SC-Verbindung

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.

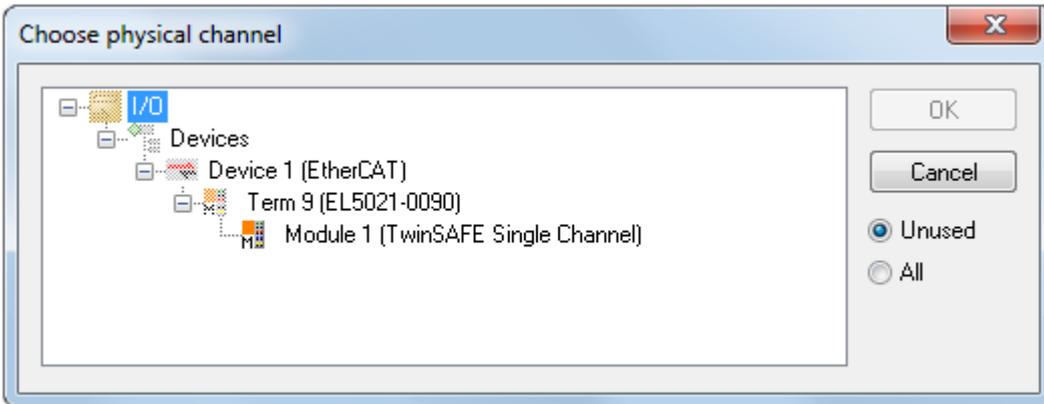


Abb. 173: Erstellen einer Verknüpfung zu einer TwinSAFE-SC-Klemme

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

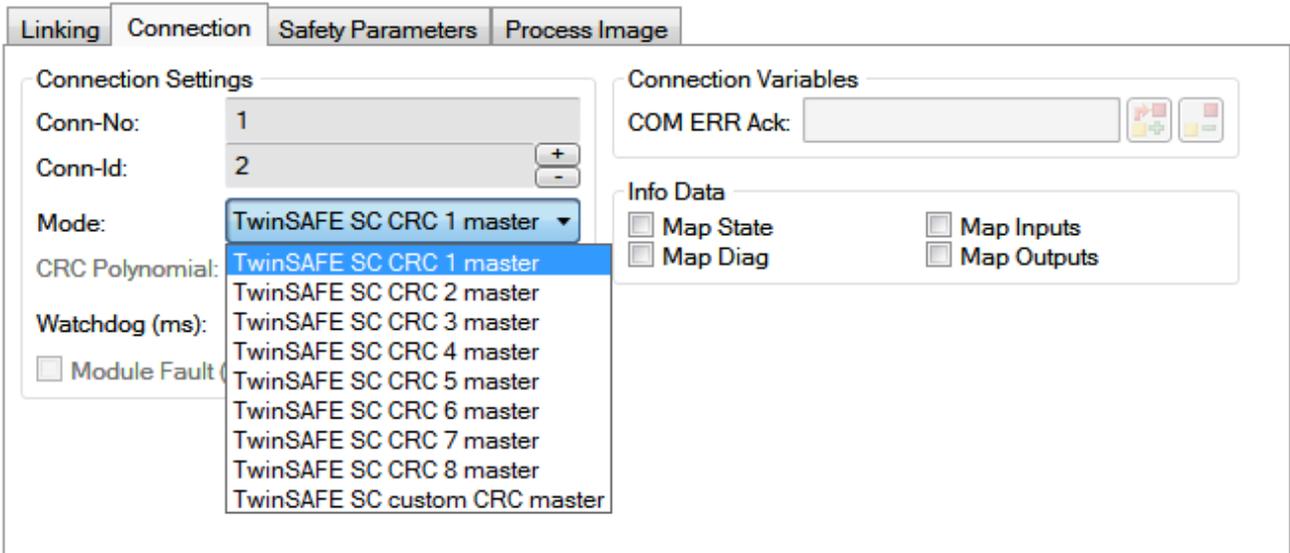


Abb. 174: Auswahl einer freien CRC

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.

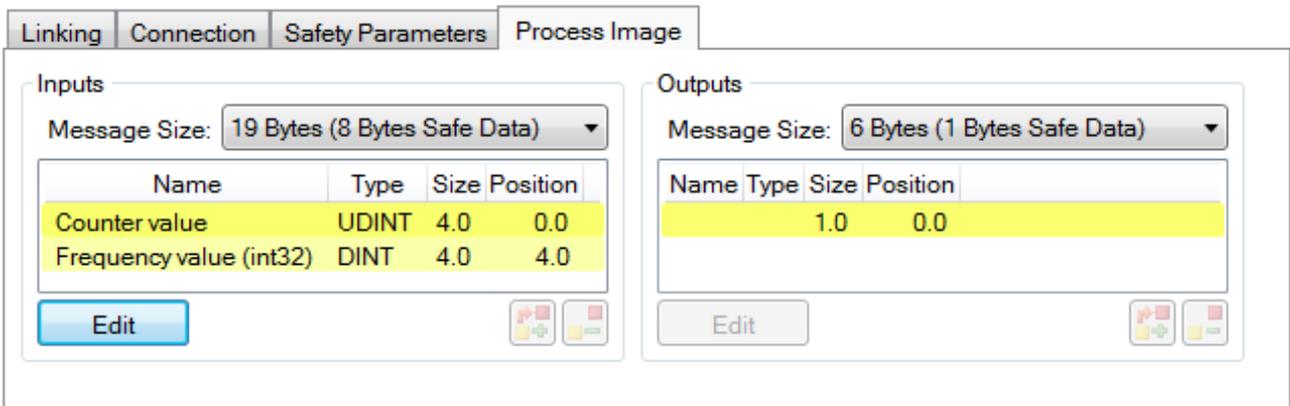


Abb. 175: Auswahl der Prozessdatengröße bzw. der Prozessdaten

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.

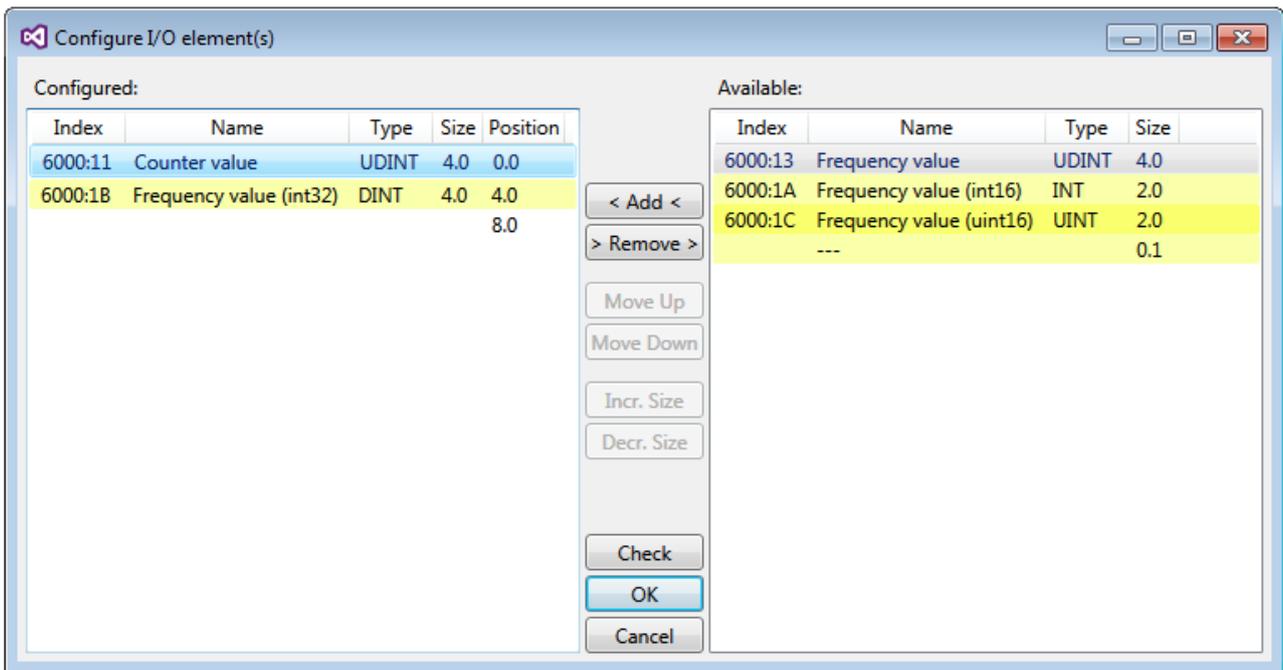


Abb. 176: Auswahl der Prozessdaten

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. 177: 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

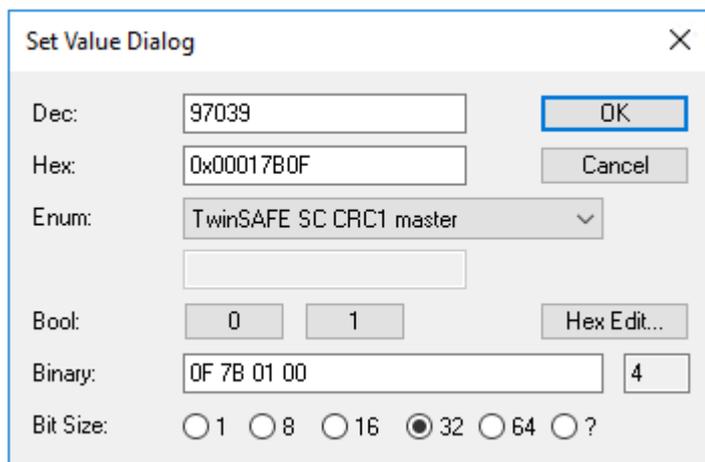


Abb. 178: Eintragen der Safety-Adresse und der CRC

### ● TwinSAFE-SC-Verbindungen

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

## 6.8 TwinSAFE SC Prozessdaten EL3214-0090

Die EL3214-0090 überträgt 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

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

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

## 6.9 CoE Objektverzeichnis EL32xx-00xx

### ● EtherCAT XML Device Description

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

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

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

### ● Relevante Objekte

**i** Die Objektbeschreibung bezieht sich auf die Analogen Eingangsklemmen Pt100 (RTD) in 1 bis 8 kanaloger 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 [▶ 187] und profilspezifische Objekte [▶ 196], die bei der Inbetriebnahme nötig sind
- Objekte die interne Settings [▶ 191] 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.

**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 <sub>dez</sub> )
1011:01	SubIndex 001	Wenn Sie dieses Objekt im Set Value Dialog auf <b>"0x64616F6C"</b> setzen, werden alle Backup Objekte wieder in den Auslieferungszustand gesetzt.	UINT32	RW	0x00000000 (0 <sub>dez</sub> )

**Index 80n0 RTD Settings für 0 ≤ n ≤ 7 (Ch. 1 - 8)**

● **Einstellung der Filtereigenschaften nur über Index 0x8000:15**



Die Filterfrequenzen werden für alle Kanäle der Klemmen EL32xx zentral über den Index 0x8000:15 (Kanal 1) eingestellt.

Die entsprechenden Indizes 0x80n0:15 der EL3202, EL3204 und EL3208 haben keine Parametrierungsfunktion!

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default		
80n0:0	RTD Settings	Maximaler Subindex	UINT8	RO	0x1B (27 <sub>dez</sub> )		
80n0:01	<a href="#">Enable user scale</a> <a href="#">[► 180]</a>	Die Anwender Skalierung ist aktiv.	BOOLEAN	RW	0x00 (0 <sub>dez</sub> )		
80n0:02	<a href="#">Presentation</a> <a href="#">[► 175]</a>	0: Signed presentation 1: Absolute value with MSB as sign Betragsvorzeichendarstellung 2: High resolution (1/100 C°) [default für Hochpräzise Klemmen EL320x-00x0, siehe Hinweis <a href="#">[► 24]</a> !]	BIT3	RW	0x00 (0 <sub>dez</sub> )		
80n0:05	<a href="#">Siemens bits</a> <a href="#">[► 176]</a>	Die S5 Bits werden in den drei niederwertigen Bits (Value 0x60n0:11 <a href="#">[► 196]</a> ) eingeblendet Bit 0 = 1 ("Overrange" oder "Underrange") Bit 1 (not used) Bit 2 (not used)	BOOLEAN	RW	0x00 (0 <sub>dez</sub> )		
80n0:06*	<a href="#">Enable filter</a> <a href="#">[► 177]</a>	Filter aktivieren, dadurch entfällt der SPS-zyklussynchrone Datenaustausch	BOOLEAN	RW	0x00 (0 <sub>dez</sub> )		
80n0:07*	<a href="#">Enable limit 1</a> <a href="#">[► 180]</a>	Die Statusbits werden abhängig von Limit 1 gesetzt	BOOLEAN	RW	0x00 (0 <sub>dez</sub> )		
80n0:08*	<a href="#">Enable limit 2</a> <a href="#">[► 180]</a>	Die Statusbits werden abhängig von Limit 2 gesetzt	BOOLEAN	RW	0x00 (0 <sub>dez</sub> )		
8010:09*	<a href="#">Enable automatic calibration</a>	Es wird zyklisch eine Kalibrierung angestoßen. (optional)	BOOLEAN	RW	0x00 (0 <sub>dez</sub> )		
80n0:0A	<a href="#">Enable user calibration</a> <a href="#">[► 180]</a>	Freigabe des Anwender Abgleichs	BOOLEAN	RW	0x00 (0 <sub>dez</sub> )		
80n0:0B	<a href="#">Enable vendor calibration</a> <a href="#">[► 180]</a>	Freigabe des Hersteller Abgleichs	BOOLEAN	RW	0x01 (1 <sub>dez</sub> )		
80n0:11	<a href="#">User scale offset</a> <a href="#">[► 180]</a>	Offset der Anwenderskalierung	INT16	RW	0x0000 (0 <sub>dez</sub> )		
80n0:12	<a href="#">User scale gain</a> <a href="#">[► 180]</a>	Die ist der Gain der Anwenderskalierung. Der Gain besitzt eine Festkommadarstellung mit dem Faktor 2 <sup>-16</sup> . Der Wert 1 entspricht 65535 (0x00010000).	INT32	RW	0x00010000 (65536 <sub>dez</sub> )		
80n0:13*	<a href="#">Limit 1</a> <a href="#">[► 180]</a>	Erster Grenzwert zum Setzen der Statusbits (Auflösung 0,1 °C)	INT16	RW	0x0000 (0 <sub>dez</sub> )		
80n0:14*	<a href="#">Limit 2</a> <a href="#">[► 180]</a>	Zweiter Grenzwert zum Setzen der Statusbits (Auflösung 0,1 °C)	INT16	RW	0x0000 (0 <sub>dez</sub> )		
80n0:15	<a href="#">Filter settings</a> <a href="#">[► 177]</a>	Dieses Objekt bestimmt die digitalen Filtereinstellungen, wenn es über Enable filter (Index 0x80n0:06) aktiv ist. Die möglichen Einstellungen sind fortlaufend nummeriert.  <table border="0" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; vertical-align: top;">                     nur <b>EL3208-0010</b>:                      0: 50 Hz                      1: 60 Hz                      2: 100 Hz                      3: 500 Hz                      4: 1 kHz                      5: 2 kHz                      6: 3,75 kHz                      7: 7,5 kHz                      8: 15 kHz                      9: 30 kHz                      10: 5 Hz                      11: 10 Hz                 </td> <td style="width: 50%; vertical-align: top;">                     0: 50/60 Hz 120 ms                      1: 4 ms                      2: 8 ms                      3: 16 ms                      4: 32 ms                      5: 40 ms                      6: 48 ms                      7: 60 ms                      8: 101 ms                      9: 120 ms                      10: 50/60 Hz                      11: 160 ms                      12: 200 ms                      13: 240 ms                      14: 320 ms                      15: 480 ms                 </td> </tr> </table>	nur <b>EL3208-0010</b> : 0: 50 Hz 1: 60 Hz 2: 100 Hz 3: 500 Hz 4: 1 kHz 5: 2 kHz 6: 3,75 kHz 7: 7,5 kHz 8: 15 kHz 9: 30 kHz 10: 5 Hz 11: 10 Hz	0: 50/60 Hz 120 ms 1: 4 ms 2: 8 ms 3: 16 ms 4: 32 ms 5: 40 ms 6: 48 ms 7: 60 ms 8: 101 ms 9: 120 ms 10: 50/60 Hz 11: 160 ms 12: 200 ms 13: 240 ms 14: 320 ms 15: 480 ms	UINT16	RW	0x0000 (0 <sub>dez</sub> )
nur <b>EL3208-0010</b> : 0: 50 Hz 1: 60 Hz 2: 100 Hz 3: 500 Hz 4: 1 kHz 5: 2 kHz 6: 3,75 kHz 7: 7,5 kHz 8: 15 kHz 9: 30 kHz 10: 5 Hz 11: 10 Hz	0: 50/60 Hz 120 ms 1: 4 ms 2: 8 ms 3: 16 ms 4: 32 ms 5: 40 ms 6: 48 ms 7: 60 ms 8: 101 ms 9: 120 ms 10: 50/60 Hz 11: 160 ms 12: 200 ms 13: 240 ms 14: 320 ms 15: 480 ms						
80n0:17	<a href="#">User calibration offset</a> <a href="#">[► 180]</a>	Anwender Offset Abgleich	INT16	RW	0x0000 (0 <sub>dez</sub> )		
80n0:18	<a href="#">User calibration gain</a> <a href="#">[► 180]</a>	Anwender Gain Abgleich	UINT16	RW	0xFFFF (65535 <sub>dez</sub> )		

\*) nicht für EL3208, EL3214-00x0 und EL3218

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
80n0:19	RTD element [ <a href="#">▶ 25</a> ]	RTD Element	UINT16	RW	0x0000 (0 <sub>dez</sub> )
		<p>nur <b>EL3208-0010</b>:</p> <p>0: Pt100 (für Hochpräzise Klemmen <a href="#">siehe Hinweis ▶ 24!</a>)</p> <p>1: Ni100 -60°C bis 250°</p> <p>2:Pt1000 -200°C bis 850°C</p> <p>3: Pt500 -200°C bis 850°C</p> <p>4: Pt200 -200°C bis 850°C</p> <p>5: Ni1000 -60°C bis 250°C</p> <p>6: Ni1000 TK5000, 100°C: 1500 Ohm (-30 bis 160°C)</p> <p>7: Ni120 -60°C bis 320°C</p> <p>8: Ausgabe in Ohm Auflösung 1/16 Ohm (0 .. 4096 Ohm)***</p> <p>9: Ausgabe in Ohm Auflösung 1/64 Ohm (0 .. 1024 Ohm)***</p> <p>10-32: KT100/110/130/210/230 KTY10/11/13/16/19 KTY81/82-110,120,150 (-50...150°C) KTY81-121 KTY81-122 KTY81-151 KTY81-152 KTY81/82-210,220,250 KTY81-221 KTY81-222 KTY81-251 KTY81-252 KTY83-110,120,150 (-50...175°C) KTY83-121 KTY83-122 KTY83-151 KTY83-152 KTY84-130,150 (-40...300°C) KTY84-151 KTY21/23-6 (-50...150°C) KTY1x-5 KTY1x-7 KTY21/23-5 KTY21/23-7</p> <p>***) bitte Kapitel <a href="#">Funktion ▶ 23</a> beachten!</p>	<p>2: Pt1000 -50°C bis 150°C</p> <p>3: Pt500 -50°C bis 150°C</p> <p>5: Ni1000 -50°C bis 150°C</p> <p>6: Ni1000 TK5000, 100°C: 1500 Ohm (-30°C bis 150°C)</p> <p>8: Ausgabe in Ohm Auflösung 1/16 Ohm (0 .. 4096 Ohm)***</p> <p>50: NTC1K8 -40°C bis 130°C R<sub>0°C</sub>=4940 Ohm</p> <p>51: NTC1K8 TK -30°C bis 150°C R<sub>0°C</sub>=5200 Ohm</p> <p>52: NTC2K2 -50°C bis 130°C R<sub>0°C</sub>=7373 Ohm</p> <p>53: NTC3K -30°C bis 80°C R<sub>0°C</sub>=9822 Ohm</p> <p>54: NTC5K -40°C bis 100°C R<sub>0°C</sub>=9822 Ohm</p> <p>55: NTC10K -30°C bis 150°C R<sub>0°C</sub>=32650 Ohm</p> <p>56: NTC10K PRE -30°C bis 150°C R<sub>0°C</sub>=29490 Ohm</p> <p>57: NTC10k 3204 -40°C bis 110°C R<sub>0°C</sub>=27080 Ohm</p> <p>58: NTC10k Type 2 -50°C bis 130°C R<sub>0°C</sub>=32770 Ohm</p> <p>59: NTC10k Type 3 -50°C bis 130°C R<sub>0°C</sub>=29588 Ohm</p> <p>60: NTC10K Dale -50°C bis 130°C R<sub>0°C</sub>=32660 Ohm</p> <p>61: NTC10K 3A221 -40°C bis 130°C R<sub>0°C</sub>=32639 Ohm</p> <p>62: NTC20K -20 bis 150°C R<sub>0°C</sub>=70200 Ohm</p> <p>99: B-Parameter Equation</p> <p>100: Poti 0,1 Ohm 0..5k</p> <p>101: Poti 1 Ohm res</p> <p>102: Poti 10 Ohm res</p> <p>103: Poti 20 Ohm res</p> <p>200: NTC100K R<sub>0°C</sub>=3266 kOhm</p>	UINT16	RW
80n0:1A	<a href="#">Connection technology ▶ 24</a>	<p>Anschlussstechnik</p> <p>0: Zweileiter-Anschluss (EL3214-0090 ab Firmware 02)</p>	UINT16	RW	0x0000 (0 <sub>dez</sub> )

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
		1*: Dreileiter-Anschluss 2*: Vierleiter-Anschluss [default für Hochpräzise Klemmen EL320x-00x0, siehe Hinweis <a href="#">[► 24]!</a> 3*: not connected			
80n0:1B	<a href="#">Wire calibration 1/32 Ohm <a href="#">[► 25]</a></a>	Abgleich der Zuleitungen	INT16	RW	0x0000 (0 <sub>dez</sub> )

\*) nicht für EL3208, EL3214-00x0 und EL3218

**Index 8002 B-Parameter Equation (nur EL3208-0010)**

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
8002:0	B_parameter Equation	Maximaler Subindex	UINT8	RO	0x02 (5 <sub>dez</sub> )
8002:01	Min Temperature		UINT16	RW	- 50
8002:02	Max Temperature		UINT16	RW	150
8002:03	Rn 10 Ohm res.		UINT16	RW	1000
8002:04	Tn		UINT16	RW	25
8002:05	B-Parameter		UINT32	RO	3710.000000

**Index 8040 TSC Settings (nur EL3214-0090)**

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
8040:0	<a href="#">TSC Settings <a href="#">[► 182]</a></a>	Maximaler Subindex	UINT8	RO	0x02 (2 <sub>dez</sub> )
8040:01	Address	TwinSAFE SC Adresse	UINT16	RW	0x0000 (0 <sub>dez</sub> )
8040:02	Connection Mode	Auswahl der TwinSAFE SC CRC	UINT32	RO	0x00000000 (0 <sub>dez</sub> )

**Vollständige Übersicht**

**Standardobjekte (0x1000-0x1FFF)**

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

**Index 1000 Device type**

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

**Index 1008 Device name**

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

**Index 1009 Hardware version**

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

**Index 100A Software version**

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

**Index 1018 Identity**

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
1018:0	Identity	Informationen, um den Slave zu identifizieren	UINT8	RO	0x04 (4 <sub>dez</sub> )
1018:01	Vendor ID	Hersteller-ID des EtherCAT-Slaves	UINT32	RO	0x00000002 (2 <sub>dez</sub> )
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 <sub>dez</sub> )
10F0:01	Checksum	Checksumme über alle Backup-Entries des EtherCAT-Slaves	UINT32	RO	0x00000000 (0 <sub>dez</sub> )

**Index 1604 TSC RxPDO-Map Master Message (nur EL3214-0090)**

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
1604:0	TSC RxPDO-Map Master Message	PDO Mapping RxPDO	UINT8	RO	0x04 (4 <sub>dez</sub> )
1604:01	SubIndex 001	1. PDO Mapping entry (object 0x7040 (TSC Master Frame Elements), entry 0x01 (TSC__Master Cmd))	UINT32	RO	0x7040:01, 8
1604:02	SubIndex 002	2. PDO Mapping entry (8 bits align)	UINT32	RO	0x0000:00, 8
1604:03	SubIndex 003	3. PDO Mapping entry (object 0x7040 (TSC Master Frame Elements), entry 0x03 (TSC__Master CRC_0))	UINT32	RO	0x7040:03, 16
1604:04	SubIndex 004	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  $0 \leq n \leq 3$  (Ch. 1 - 4) [für EL3201, EL3202, EL3204]**

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
1A0n:0	TxPDO-Map Ch.1	PDO Mapping TxPDO 1	UINT8	RW	0x09 (9 <sub>dez</sub> )
1A0n:01	SubIndex 001	1. PDO Mapping entry (object 0x60n0 (RTD Inputs Ch.1), entry 0x01 (Underrange))	UINT32	RW	0x60n0:01, 1
1A0n:02	SubIndex 002	2. PDO Mapping entry (object 0x60n0 (RTD Inputs Ch.1), entry 0x02 (Overrange))	UINT32	RW	0x60n0:02, 1
1A0n:03	SubIndex 003	3. PDO Mapping entry (object 0x60n0 (RTD Inputs Ch.1), entry 0x03 (Limit 1))	UINT32	RW	0x60n0:03, 2
1A0n:04	SubIndex 004	4. PDO Mapping entry (object 0x60n0 (RTD Inputs Ch.1), entry 0x05 (Limit 2))	UINT32	RW	0x60n0:05, 2
1A0n:05	SubIndex 005	5. PDO Mapping entry (object 0x60n0 (RTD Inputs Ch.1), entry 0x07 (Error))	UINT32	RW	0x60n0:07, 1
1A0n:06	SubIndex 006	6. PDO Mapping entry (7 bits align)	UINT32	RW	0x0000:00, 7
1A0n:07	SubIndex 007	7. PDO Mapping entry (object 0x180n (TxPDO-Par Ch.1), entry 0x07 (TxPDO-State))	UINT32	RW	0x180n:07, 1
1A0n:08	SubIndex 008	8. PDO Mapping entry (object 0x180n (TxPDO-Par Ch.1), entry 0x09 (TxPDO-Toggle))	UINT32	RW	0x180n:09, 1
1A0n:09	SubIndex 009	9. PDO Mapping entry (object 0x60n0 (RTD Inputs Ch.1), entry 0x11 (Value))	UINT32	RW	0x60n0:11, 16

**Index 1A0n TxPDO-Map für  $0 \leq n \leq 3$  (Ch. 1 - 4) [für EL3214-00x0 und EL3218-00x0]**

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
1A0n:0	TxPDO-Map Ch.1	PDO Mapping TxPDO 1	UINT8	RW	0x09 (9 <sub>dez</sub> )
1A0n:01	SubIndex 001	1. PDO Mapping entry (object 0x60n0 (RTD Inputs Ch.1), entry 0x01 (Underrange))	UINT32	RW	0x60n0:01, 1
1A0n:02	SubIndex 002	2. PDO Mapping entry (object 0x60n0 (RTD Inputs Ch.1), entry 0x02 (Overrange))	UINT32	RW	0x60n0:02, 1
1A0n:03	SubIndex 003	3. PDO Mapping entry (4 bits align)	UINT32	RW	0x0000:00, 4
1A0n:04	SubIndex 004	4. PDO Mapping entry (object 0x60n0 (RTD Inputs Ch.1), entry 0x07 (Error))	UINT32	RW	0x60n0:07, 1
1A0n:05	SubIndex 005	5. PDO Mapping entry (7 bits align)	UINT32	RW	0x0000:00, 7
1A0n:06	SubIndex 006	6. PDO Mapping entry (object 0x180n (TxPDO-Par Ch.1), entry 0x07 (TxPDO-State))	UINT32	RW	0x180n:07, 1
1A0n:07	SubIndex 007	7. PDO Mapping entry (object 0x180n (TxPDO-Par Ch.1), entry 0x09 (TxPDO-Toggle))	UINT32	RW	0x180n:09, 1
1A0n:08	SubIndex 008	8. PDO Mapping entry (object 0x60n0 (RTD Inputs Ch.1), entry 0x11 (Value))	UINT32	RW	0x60n0:11, 16

**Index 1A0n TxPDO-Map für  $0 \leq n \leq 7$  (Ch. 1 - 8) [für EL3208]**

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
1A0n:0	TxPDO-Map Ch.1	PDO Mapping TxPDO 1	UINT8	RW	0x09 (9 <sub>dez</sub> )
1A0n:01	SubIndex 001	1. PDO Mapping entry (object 0x60n0 (RTD Inputs Ch.1), entry 0x01 (Underrange))	UINT32	RW	0x60n0:01, 1
1A0n:02	SubIndex 002	2. PDO Mapping entry (object 0x60n0 (RTD Inputs Ch.1), entry 0x02 (Overrange))	UINT32	RW	0x60n0:02, 1
1A0n:03	SubIndex 003	3. PDO Mapping entry (4 bits align)	UINT32	RW	0x0000:00, 4
1A0n:04	SubIndex 004	4. PDO Mapping entry (object 0x60n0 (RTD Inputs Ch.1), entry 0x07 (Error))	UINT32	RW	0x60n0:07, 1
1A0n:05	SubIndex 005	5. PDO Mapping entry (7 bits align)	UINT32	RW	0x0000:00, 7
1A0n:06	SubIndex 006	6. PDO Mapping entry (object 0x180n (TxPDO-Par Ch.1), entry 0x07 (TxPDO-State))	UINT32	RW	0x180n:07, 1
1A0n:07	SubIndex 007	7. PDO Mapping entry (object 0x180n (TxPDO-Par Ch.1), entry 0x09 (TxPDO-Toggle))	UINT32	RW	0x180n:09, 1
1A0n:08	SubIndex 008	8. PDO Mapping entry (object 0x60n0 (RTD Inputs Ch.1), entry 0x11 (Value))	UINT32	RW	0x60n0:11, 16

**Index 1A04 TSC TxPDO-Map Slave Message (nur EL3214-0090)**

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
1A04:0	TSC TxPDO-Map Slave Message	PDO Mapping TxPDO	UINT8	RW	0x0A (10 <sub>dez</sub> )
1A04:01	SubIndex 001	1. PDO Mapping entry (object 0x6040 (TSC Slave Frame Elements), entry 0x01 (TSC__Slave Cmd))	USINT8	RW	0x6040:01, 8
1A04:02	SubIndex 002	2. PDO Mapping entry (object 0x6000 (ENC Inputs), entry 0x11 (Counter value))	INT16	RW	0x6000:11, 16
1A04:03	SubIndex 003	3. PDO Mapping entry (object 0x6040 (TSC Slave Frame Elements), entry 0x03 (TSC__Slave CRC_0))	UINT16	RW	0x6040:03, 16
1A04:04	SubIndex 004	4. PDO Mapping entry (object 0x6010 (ENC Inputs), entry 0x11 (Counter value))	INT16	RW	0x6010:11, 16
1A04:05	SubIndex 005	5. PDO Mapping entry (object 0x6040 (TSC Slave Frame Elements), entry 0x04 (TSC__Slave CRC_1))	UINT16	RW	0x6040:04, 16
1A04:06	SubIndex 006	6. PDO Mapping entry (object 0x6020 (ENC Inputs), entry 0x11 (Counter value))	INT16	RW	0x6020:11, 16
1A04:07	SubIndex 007	7. PDO Mapping entry (object 0x6040 (TSC Slave Frame Elements), entry 0x05 (TSC__Slave CRC_2))	UINT16	RW	0x6040:05, 16
1A04:08	SubIndex 008	8. PDO Mapping entry (object 0x6030 (ENC Inputs), entry 0x11 (Counter value))	INT16	RW	0x6030:11, 16
1A04:09	SubIndex 009	9. PDO Mapping entry (object 0x6040 (TSC Slave Frame Elements), entry 0x06 (TSC__Slave CRC_3))	UINT16	RW	0x6040:06, 16
1A04:0A	SubIndex 010	10. PDO Mapping entry (object 0x6040 (TSC Slave Frame Elements), entry 0x02 (TSC__Slave Con-nID))	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 <sub>dez</sub> )
1C00:01	SubIndex 001	Sync-Manager Type Channel 1: Mailbox Write	UINT8	RO	0x01 (1 <sub>dez</sub> )
1C00:02	SubIndex 002	Sync-Manager Type Channel 2: Mailbox Read	UINT8	RO	0x02 (2 <sub>dez</sub> )
1C00:03	SubIndex 003	Sync-Manager Type Channel 3: Process Data Write (Outputs)	UINT8	RO	0x03 (3 <sub>dez</sub> )
1C00:04	SubIndex 004	Sync-Manager Type Channel 4: Process Data Read (Inputs)	UINT8	RO	0x04 (4 <sub>dez</sub> )

**Index 1C12 RxPDO assign**

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

**Index 1C13 TxPDO assign\*\*\***

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
1C13:0	TxPDO assign	PDO Assign Inputs	UINT8	RW	0x08 (8 <sub>dez</sub> )
1C13:01	Subindex 001	1. zugeordnete TxPDO (enthält den Index des zugehörigen TxPDO Mapping Objekts)	UINT16	RW	0x1A00 (6656 <sub>dez</sub> )
1C13:02	Subindex 002	2. zugeordnete TxPDO (enthält den Index des zugehörigen TxPDO Mapping Objekts)	UINT16	RW	0x1A01 (6657 <sub>dez</sub> )
1C13:03	Subindex 003	3. zugeordnete TxPDO (enthält den Index des zugehörigen TxPDO Mapping Objekts)	UINT16	RW	0x1A02 (6658 <sub>dez</sub> )
1C13:04	Subindex 004	4. zugeordnete TxPDO (enthält den Index des zugehörigen TxPDO Mapping Objekts)	UINT16	RW	0x1A03 (6659 <sub>dez</sub> )
1C13:05	Subindex 005	5. zugeordnete TxPDO (enthält den Index des zugehörigen TxPDO Mapping Objekts)	UINT16	RW	0x1A04 (6660 <sub>dez</sub> )
1C13:06	Subindex 006	6. zugeordnete TxPDO (enthält den Index des zugehörigen TxPDO Mapping Objekts)	UINT16	RW	0x1A05 (6661 <sub>dez</sub> )
1C13:07	Subindex 007	7. zugeordnete TxPDO (enthält den Index des zugehörigen TxPDO Mapping Objekts)	UINT16	RW	0x1A06 (6662 <sub>dez</sub> )
1C13:08	Subindex 008	8. zugeordnete TxPDO (enthält den Index des zugehörigen TxPDO Mapping Objekts)	UINT16	RW	0x1A07 (6663 <sub>dez</sub> )

\*\*\*) für EL3201: Subindex x01, für EL3202: Subindex x01, x02...usw.

**Index 1C33 SM input parameter**

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
1C33:0	SM input parameter	Synchronisierungsparameter der Inputs	UINT8	RO	0x07 (7 <sub>dez</sub> )
1C33:01	Sync mode	Aktuelle Synchronisierungsbetriebsart: <ul style="list-style-type: none"> <li>• 0: Free Run</li> <li>• 1: Synchron with SM 3 Event (keine Outputs vorhanden)</li> <li>• 2: DC - Synchron with SYNC0 Event</li> <li>• 3: DC - Synchron with SYNC1 Event</li> <li>• 34: Synchron with SM 2 Event (Outputs vorhanden)</li> </ul>	UINT16	RW	0x0000 (0 <sub>dez</sub> )
1C33:02	Cycle time	Zykluszeit (in ns): <ul style="list-style-type: none"> <li>• Free Run: Zykluszeit des lokalen Timers</li> <li>• Synchron with SM 2 Event: Zykluszeit des Masters</li> <li>• DC-Mode: SYNC0/SYNC1 Cycle Time</li> </ul>	UINT32	RW	0x00000000 (0 <sub>dez</sub> )
1C33:03	Shift time	Zeit zwischen SYNC0-Event und Einlesen der Inputs (in ns, nur DC-Mode)	UINT32	RW	0x00000000 (0 <sub>dez</sub> )
1C33:04	Sync modes supported	Unterstützte Synchronisierungsbetriebsarten: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bit 0: Free Run wird unterstützt</li> <li>• Bit 1: Synchron with SM 2 Event wird unterstützt (Outputs vorhanden)</li> <li>• Bit 1: Synchron with SM 3 Event wird unterstützt (keine Outputs vorhanden)</li> <li>• Bit 2-3 = 01: DC-Mode wird unterstützt</li> <li>• Bit 4-5 = 01: Input Shift durch lokales Ereignis (Outputs vorhanden)</li> <li>• Bit 4-5 = 10: Input Shift mit SYNC1 Event (keine Outputs vorhanden)</li> <li>• Bit 14 = 1: dynamische Zeiten (Messen durch Beschreiben von 0x1C33:08)</li> </ul>	UINT16	RO	0x8007 (32775 <sub>dez</sub> )
1C33:05	Minimum cycle time	Minimale Zykluszeit (in ns)	UINT32	RO	0x00000000 (0 <sub>dez</sub> )
1C33:06	Calc and copy time	Zeit zwischen Einlesen der Eingänge und Verfügbarkeit der Eingänge für den Master (in ns, nur DC-Mode)	UINT32	RO	0x00000000 (0 <sub>dez</sub> )
1C33:08	Command	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 0: Messung der lokalen Zykluszeit wird gestoppt</li> <li>• 1: Messung der lokalen Zykluszeit wird gestartet</li> </ul> <p>Die Entries 0x1C33:03, 0x1C33:06, 0x1C33:09 werden mit den maximal gemessenen Werten aktualisiert.                      Wenn erneut gemessen wird, werden die Messwerte zurückgesetzt</p>	UINT16	RW	0x0000 (0 <sub>dez</sub> )
1C33:09	Delay time	Zeit zwischen SYNC1-Event und Einlesen der Eingänge (in ns, nur DC-Mode)	UINT32	RO	0x00000000 (0 <sub>dez</sub> )
1C33:0B	SM event missed counter	Anzahl der ausgefallenen SM-Events im OPERATIONAL (nur im DC Mode)	UINT16	RO	0x0000 (0 <sub>dez</sub> )
1C33:0C	Cycle exceeded counter	Anzahl der Zykluszeitverletzungen im OPERATIONAL (Zyklus wurde nicht rechtzeitig fertig bzw. der nächste Zyklus kam zu früh)	UINT16	RO	0x0000 (0 <sub>dez</sub> )
1C33:0D	Shift too short counter	Anzahl der zu kurzen Abstände zwischen SYNC0 und SYNC1 Event (nur im DC Mode)	UINT16	RO	0x0000 (0 <sub>dez</sub> )
1C33:20	Sync error	Im letzten Zyklus war die Synchronisierung nicht korrekt (Ausgänge wurden zu spät ausgegeben, nur im DC Mode)	BOOLEAN	RO	0x00 (0 <sub>dez</sub> )

### Profilspezifische Objekte (0x6000-0xFFFF)

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

#### Index 60n0 RTD Inputs für $0 \leq n \leq 7$ (Ch. 1 - 8)

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
60n0:0	RTD Inputs	Maximaler Subindex	UINT8	RO	0x11 (17 <sub>dez</sub> )
60n0:01	Underrange	Der Messbereich wird unterschritten.	BOOLEAN	RO	0x00 (0 <sub>dez</sub> )
60n0:02	Overrange	Der Messbereich wird überschritten. ("open circuit" Erkennung wenn "Error" [Index 0x60n0:07 [▶ 196]] gesetzt ist	BOOLEAN	RO	0x00 (0 <sub>dez</sub> )
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	0x00 (0 <sub>dez</sub> )
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	0x00 (0 <sub>dez</sub> )
60n0:07	Error	Das Fehlerbit wird gesetzt, wenn das Datum ungültig ist.	BOOLEAN	RO	0x00 (0 <sub>dez</sub> )
60n0:0F	TxPDO State	Gültigkeit der Daten der zugehörigen TxPDO (0=valid, 1=invalid).	BOOLEAN	RO	0x00 (0 <sub>dez</sub> )
60n0:10	TxPDO Toggle	Der TxPDO Toggle wird vom Slave getoggelt, wenn die Daten der zugehörigen TxPDO aktualisiert wurden.	BOOLEAN	RO	0x00 (0 <sub>dez</sub> )
60n0:11	Value	Das analoge Eingangsdatum	INT16	RO	0x0000 (0 <sub>dez</sub> )

\*) nicht für EL3208, EL3214-00x0 und EL3218-00x0

#### Index 6040 TSC Slave Frame Elements (nur EL3214-0090)

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
6040:0	TSC Slave Frame Elements [▶ 182]	Maximaler Subindex	UINT8	RO	0x06 (6 <sub>dez</sub> )
6040:01	TSC__Slave Cmd	reserviert	UINT8	RO	0x00 (0 <sub>dez</sub> )
6040:02	TSC__Slave ConnID	reserviert	UINT16	RO	0x0000 (0 <sub>dez</sub> )
6040:03	TSC__Slave CRC_0	reserviert	UINT16	RO	0x0000 (0 <sub>dez</sub> )
6040:04	TSC__Slave CRC_1	reserviert	UINT16	RO	0x0000 (0 <sub>dez</sub> )
6040:05	TSC__Slave CRC_2	reserviert	UINT16	RO	0x0000 (0 <sub>dez</sub> )
6040:06	TSC__Slave CRC_3	reserviert	UINT16	RO	0x0000 (0 <sub>dez</sub> )

#### Index 7040 TSC Master Frame Elements (nur EL3214-0090)

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

**Index 80nE RTD Internal data für  $0 \leq n \leq 7$  (Ch. 1 - 8)**

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

\*) nicht für EL3208

**Index 80nF RTD Vendor data für  $0 \leq n \leq 3$  (Ch. 1 - 4) [nicht für EL3208-00x0, EL3214-00x0 und EL3218-00x0]**

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
80nF:0	RTD Vendor data	Maximaler Subindex	UINT8	RO	0x06 (6 <sub>dez</sub> )
80nF:01	Calibration offset	Hersteller Offset Abgleich	INT16	RW	0x0000 (0 <sub>dez</sub> )
80nF:02	Calibration gain	Hersteller Gain Abgleich	UINT16	RW	0x9E50 (40528 <sub>dez</sub> )
80nF:03	Calibration offset RL	Hersteller Offset Abgleich (Eingang RL)	INT16	RW	0x0000 (0 <sub>dez</sub> )
80nF:04	Calibration gain RL	Hersteller Gain Abgleich (Eingang RL)	UINT16	RW	0x9E50 (40528 <sub>dez</sub> )
80nF:05	Calibration offset 4-wire	Hersteller Offset Abgleich (4- Leiter Anschlusstechnik)	INT16	RW	0x0000 (0 <sub>dez</sub> )
80nF:06	Calibration gain 4-wire	Hersteller Gain Abgleich (4- Leiter Anschlusstechnik)	UINT16	RW	0x9E50 (40528 <sub>dez</sub> )

**Index 80nF RTD Vendor data für  $0 \leq n \leq 7$  (Ch. 1 - 8) [nur EL3208-0000, EL3214-00x0 und EL3218-00x0]**

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
80nF:0	RTD Vendor data	Maximaler Subindex	UINT8	RO	-
80nF:01	Calibration offset	Hersteller Offset Abgleich	INT16	RW	-
80nF:02	Calibration gain	Hersteller Gain Abgleich	UINT16	RW	-
80nF:03	Calibration offset Pt1000	Hersteller Offset Abgleich Pt1000	INT16	RW	-
80nF:04	Calibration gain Pt1000	Hersteller Gain Abgleich Pt000)	UINT16	RW	-
80nF:05*	Calibration gain RL	Hersteller Gain Abgleich (Eingang RL)	UINT16	RW	-
80nF:06*	Calibration gain RL	Hersteller Gain Abgleich (Eingang RL)	UINT16	RW	-

\*) nicht für EL3208

**Index 80nF RTD Vendor data für  $0 \leq n \leq 7$  (Ch. 1 - 8) [nur EL3208-0010]**

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
80nF:0	RTD Vendor data	Maximaler Subindex	UINT8	RO	-
80nF:01	Calibration offset	Hersteller Offset Abgleich	INT16	RW	-
80nF:02	Calibration gain	Hersteller Gain Abgleich	UINT16	RW	-
80nF:03	Calibration offset NTC1	Hersteller Offset Abgleich NTC1	INT16	RW	-
80nF:04	Calibration gain NTC1	Hersteller Gain Abgleich NTC1	UINT16	RW	-
80nF:05	Calibration offset NTC2	Hersteller Offset Abgleich NTC2	INT16	RW	-
80nF:06	Calibration gain NTC2	Hersteller Gain Abgleich NTC2	UINT16	RW	-
80nF:07	RefA_5k	Erweiterter Hersteller Abgleich Referenzwiderstand 5k	UINT16	RW	-
80nF:08	RefC_5k	Erweiterter Hersteller Abgleich Referenzwiderstand 5k	UINT16	RW	-
80nF:09	RefA_35k	Erweiterter Hersteller Abgleich Referenzwiderstand 35k	UINT16	RW	-
80nF:0A	RefC_35k	Erweiterter Hersteller Abgleich Referenzwiderstand 35k	UINT16	RW	-

**Index F000 Modular device profile**

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
F000:0	Modular device profile	Allgemeine Informationen des Modular Device Profiles	UINT8	RO	0x02 (2 <sub>dez</sub> )
F000:01	Module index distance	Indexabstand der Objekte der einzelnen Kanäle	UINT16	RO	0x0010 (16 <sub>dez</sub> )
F000:02	Maximum number of modules	Anzahl der Kanäle	UINT16	RO	0x0008 (8 <sub>dez</sub> )

**Index F008 Code word**

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
F008:0	Code word [► 181]	z.Zt. reserviert	UINT32	RW	0x00000000 (0 <sub>dez</sub> )

**Index F010 Module list [für {n=1} (1 Kanal) bis {n=1,..,n=8} (8 Kanal)]**

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
F010:0	Module list	Maximaler Subindex	UINT8	RO	0x08 (n <sub>dez</sub> )
F010:0n	Subindex 00n	Profil 320	INT32	RO	0x00000140 (320 <sub>dez</sub> )

**Sehen Sie dazu auch**

- 📖 CoE Objektverzeichnis EL32xx-00xx [► 187]
- 📖 CoE Objektverzeichnis EL32xx-00xx [► 191]

## 6.10 CoE Objektverzeichnis EL3204-0200

● **EtherCAT XML Device Description**

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

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

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

### Einführung

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

- [Objekte die zu Parametrierung \[▶ 199\]](#) und [profilspezifische Objekte \[▶ 207\]](#), die bei der Inbetriebnahme nötig sind
- [Objekte die interne Settings \[▶ 203\]](#) 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.

### 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 <sub>dez</sub> )
1011:01	SubIndex 001	Wenn Sie dieses Objekt im Set Value Dialog auf "0x64616F6C" setzen, werden alle Backup Objekte wieder in den Auslieferungszustand gesetzt.	UINT32	RW	0x00000000 (0 <sub>dez</sub> )

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

● **Einstellung der Filtereigenschaften nur über Index 0x8000:15**

**i** Die Filterfrequenzen werden für alle Kanäle der Klemmen EL3204-0200 zentral über den Index 0x8000:15 (Kanal 1) eingestellt. Die entsprechenden Indizes 0x80n0:15 haben keine Parametrierungsfunktion!

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
80n0:0	RTD Settings	Maximaler Subindex	UINT8	RO	0x1B (27 <sub>dez</sub> )
80n0:01	Enable user scale	Die Anwender Skalierung ist aktiv.	BOOLEAN	RW	0x00 (0 <sub>dez</sub> )
80n0:02	Process data Presentation	erlaubte Werte 0: Signed 1: Absolute MSB sign 2: High resolution (1/100°C)	BIT3	RW	0x00 (0 <sub>dez</sub> )
80n0:05	Siemens bits	Die S5 Bits werden in den drei niederwertigen Bits (Value 0x60n0:11 [► 207]) eingeblendet Bit 0 = 1 ("Overrange" oder "Underrange") Bit 1 (not used) Bit 2 (not used)	BOOLEAN	RW	0x00 (0 <sub>dez</sub> )
80n0:06	Enable filter	Filter aktivieren, dadurch entfällt der SPS-zyklussynchrone Datenaustausch	BOOLEAN	RW	0x00 (0 <sub>dez</sub> )
80n0:0A	Enable user calibration	Freigabe des Anwender Abgleichs	BOOLEAN	RW	0x00 (0 <sub>dez</sub> )
80n0:0B	Enable vendor calibration	Freigabe des Hersteller Abgleichs	BOOLEAN	RW	0x01 (1 <sub>dez</sub> )

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
80n0:11	User scale offset	Offset der Anwenderskalierung	INT16	RW	0x0000 (0 <sub>dez</sub> )
80n0:12	User scale gain	Die ist der Gain der Anwenderskalierung. Der Gain besitzt eine Festkommadarstellung mit dem Faktor 2 <sup>-16</sup> . Der Wert 1 entspricht 65535 (0x00010000).	INT32	RW	0x00010000 (65536 <sub>dez</sub> )
80n0:15	Filter settings	Dieses Objekt bestimmt die digitalen Filtereinstellungen, wenn es über Enable filter (Index <a href="#">0x80n0:06</a> [► 199]) aktiv ist. Die möglichen Einstellungen sind fortlaufend nummeriert. erlaubte Werte: 0: 50 Hz 1: 60 Hz 2: 100 Hz 3: 500 Hz 4: 1 kHz 5: 2 kHz 6: 3,75 kHz 7: 7,5 kHz 8: 15 kHz 9: 30 kHz 10: 5 Hz 11: 10 Hz	UINT16	RW	0x0000 (0 <sub>dez</sub> )
80n0:17	User calibration offset	Anwender Offset Abgleich	INT16	RW	0x0000 (0 <sub>dez</sub> )
80n0:18	User calibration gain	Anwender Gain Abgleich	UINT16	RW	0xFFFF (65535 <sub>dez</sub> )
80n0:19	RTD element	erlaubte Werte: 0: Pt1000 (-200...850°C) 2: NI1000 100°C (TK5000, bei 100°C 1500 Ohm, -30...160°C) 3: NI1000 (-60...250°C) 4: NTC 5k (0°C: 16325 Ohm, -40...100°C) 5: NTC 10k (0°C: 32650 Ohm, -30...150°C) 6: NTC 10k (0°C: 29490 Ohm, -30...150°C) 7: NTC 10k (0°C: 27280 Ohm, -40...110°C, wie KL3204-0030) 8: NTC 20k (0°C: 70200 Ohm, -20...150°C) 9: Fet (-30...150°C) 101: Widerstand 1/10 Ohm Auflösung (0...6553,5 Ohm) 102: Widerstand 1/10 Ohm Auflösung (0...65 535 Ohm) 103: Widerstand 1/10 Ohm Auflösung (0...240 kOhm) 110: RTD-Tabelle (weitere Parameter siehe <a href="#">0x80n1</a> [► 201]) 111: B-Parameter Equation (weitere Parameter siehe <a href="#">0x80n2</a> [► 202]) 112: DIN IEC 60751 Equation (weitere Parameter siehe <a href="#">0x80n3</a> [► 202]) 113: Steinhart Hart Equation (weitere Parameter siehe <a href="#">0x80n4</a> [► 203])	UINT16	RW	0x0000 (0 <sub>dez</sub> )
80n0:1A	Connection technology	erlaubte Werte 0: Zweileiter-Anschluss 3: n. c. (Kanal deaktiviert)	UINT16	RW	0x0000 (0 <sub>dez</sub> )
80n0:1B	Wire calibration	Offset-Wert zum Abgleich der Zuleitungen [1/10] Ohm	INT16	RW	0x0000 (0 <sub>dez</sub> )

**Index 80n1 RTD Table**

Die Standardwerte in der folgenden Tabelle zeigen beispielhaft die Umrechnungswerte eines Pt1000 im Bereich von 0°C bis 140°C mit einer Auflösung von 1/10 Ohm

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
80n1:0	RTD Table	Mit dieser Tabelle kann die Sensor Charakteristik programmiert werden	UINT8	RO	105
80n1:01	Distance in Degrees	Gesetzter Wert beschreibt den Abstand der Einträge in °C	UINT16	RW	10
80n1:02	Amount of Entries	Eingetragener Wert beschreibt die Anzahl der Einträge, mit der nach der unteren Gleichung die Abhängigkeit von Abstand in °C, Start-Temperatur vom Messbereich und Endtemperatur dargestellt wird Endtemperatur = Starttemperatur + ((Anzahl der Einträge - 1) * Abstand in °C)	UINT16	RW	15
80n1:03	Start Temperature	Der eingetragene Wert beschreibt den Anfang des Messbereichs Standardwert 0°C	INT16	RW	0
80n1:04	Conversion Factor	1 = 1/10 Ohm pro Digit in der Tabelleneinträgen 10 = 1 Ohm pro Digit in der Tabelleneinträgen 100 = 10 Ohm pro Digit in der Tabelleneinträgen	UINT16	RW	1
80n1:05	Value 1		UINT16	RW	0x2710 (10000 <sub>dez</sub> )
80n1:06	Value 2		UINT16	RW	0x2896 (10390 <sub>dez</sub> )
80n1:07	Value 3		UINT16	RW	0x2A1B (10779 <sub>dez</sub> )
80n1:08	Value 4		UINT16	RW	0x2B9F (11167 <sub>dez</sub> )
80n1:09	Value 5		UINT16	RW	0x2D22 (11554 <sub>dez</sub> )
80n1:0A	Value 6		UINT16	RW	0x2EA3 (11939 <sub>dez</sub> )
80n1:0B	Value 7		UINT16	RW	0x3024 (12324 <sub>dez</sub> )
80n1:0C	Value 8		UINT16	RW	0x31A3 (12707 <sub>dez</sub> )
80n1:0D	Value 9		UINT16	RW	0x3321 (13089 <sub>dez</sub> )
80n1:0E	Value 10		UINT16	RW	0x349E (13470 <sub>dez</sub> )
80n1:0F	Value 11		UINT16	RW	0x361A (13850 <sub>dez</sub> )
80n1:10	Value 12		UINT16	RW	0x3795 (14229 <sub>dez</sub> )
80n1:11	Value 13		UINT16	RW	0x390E (14606 <sub>dez</sub> )
80n1:13	Value 14		UINT16	RW	0x3A87 (14983 <sub>dez</sub> )
80n1:14	Value 15		UINT16	RW	0x3BFE (15358 <sub>dez</sub> )
80n1:15	Value 16		UINT16	RW	0x0000 (0 <sub>dez</sub> )
...	...		...	...	...
80n1:69	Value 100		UINT16	RW	0x0000 (0 <sub>dez</sub> )

### Index 80n2 RTD B-Parameter Equation für $0 \leq n \leq 3$ (Ch. 1 - 4)

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
80n2:0	RTD B-Parameter Equation		UINT8	RO	0x05 (5 <sub>dez</sub> )
80n2:01	Min Temperature	Anfang des Messbereichs in °C.	INT16	RW	-30
80n2:02	Max Temperature	Ende des Messbereichs in °C.	INT16	RW	150
80n2:03	Rn	Widerstandswert bei Tn. In den meisten Fällen = 25°C.	INT16	RW	1000
80n2:04	Tn	Referenztemperatur für Rn [°C]	INT16	RW	25
80n2:05	B-Parameter	B-Parameter [Kelvin]	REAL32	RW	3710

### Index 80n3 RTD DIN EN 60751 Equation für $0 \leq n \leq 3$ (Ch. 1 - 4)

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
80n3:0	RTD DIN EN 60751 Equation	Standard-Parameter Pt1000 im Bereich von 0 bis 850°C.	UINT8	RO	0x06 (6 <sub>dez</sub> )
80n3:01	Min Temperature	Anfang des Messbereichs in °C.	INT16	RW	0
80n3:02	Max Temperature	Ende des Messbereichs in °C.	INT16	RW	850
80n3:03	R0	siehe Gleichung <a href="#"> ▶_169 </a>	UINT16	RW	1000
80n3:04	A Parameter	siehe Gleichung <a href="#"> ▶_169 </a>	REAL32	RW	3,908E-3
80n3:05	B Parameter	siehe Gleichung <a href="#"> ▶_169 </a>	REAL32	RW	-5,775E-7
80n3:06	C Parameter	siehe Gleichung <a href="#"> ▶_169 </a>	REAL32	RW	-4,183E-12

**Index 80n4 RTD Steinhart Hart Equation für  $0 \leq n \leq 3$  (Ch. 1 - 4)**

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
80n4:0	RTD Steinhart Hart Equation	Standardwerte für einen NTC10K mit 32650 Ohm bei 0°C: C1 default = 1.12119E-03 C2 default = 2.35346E-04 C3 default = 0 C4 default = 8.34620E-08	UINT8	RO	0x06 (6 <sub>dez</sub> )
80n4:01	Min Temperature	Anfang des Messbereichs in °C.	INT16	RW	-30
80n4:02	Max Temperature	Ende des Messbereichs in °C.	INT16	RW	150
80n4:03	C1	siehe <a href="#">Gleichung [► 166]</a>	REAL32	RW	1,1211E-03
80n4:04	C2	siehe <a href="#">Gleichung [► 166]</a>	REAL32	RW	2,35346E-04
80n4:05	C3	siehe <a href="#">Gleichung [► 166]</a>	REAL32	RW	0
80n4:06	C4	siehe <a href="#">Gleichung [► 166]</a>	REAL32	RW	8,24620E-08

**Index 80nE RTD Internal Data für  $0 \leq n \leq 3$  (Ch. 1 - 4)**

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
80nE:0	RTD Internal Data	Max. Subindex	UINT8	RO	
80nE:01	ADC raw value	ADC raw value.	INT32	RO	
80nE:02	Resistor (1/10 Ohm)	resultierender gemessener Widerstand	UINT32	RO	

**Index 80nF RTD Vendor Data für  $0 \leq n \leq 3$  (Ch. 1 - 4)**

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
80nF:0	RTD Vendor Data	Max. Subindex	UINT8	RO	0x03 (3 <sub>dez</sub> )
80nF:01	Calibration offset	Kalibrierungs-Offset	INT32	RW	0x00000DAC (3500 <sub>dez</sub> )
80nF:02	Calibration gain	Gain Wert für Messbereich 0..5000 Ohm	UINT16	RW	0x3D68 (15720 <sub>dez</sub> )
80nF:03	Calibration gain ext.	Gain Wert für Messbereichrange 5..240 kOhm	UINT16	RW	0x05A0 (1440 <sub>dez</sub> )

**Vollständige Übersicht**

**Standardobjekte**

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

**Index 1000 Device type**

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
1000:0	Device type	Geräte-Typ des EtherCAT-Slaves: Das Lo-Word enthält das verwendete CoE Profil (5001). Das Hi-Word enthält das Modul Profil entsprechend des Modular Device Profile.	UINT32	RO	0x01401389 (20976521 <sub>dez</sub> )

**Index 1008 Device name**

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
1008:0	Device name	Geräte-Name des EtherCAT-Slave	STRING	RO	EL3204-0200

**Index 1009 Hardware version**

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

**Index 100A Software version**

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

**Index 1018 Identity**

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
1018:0	Identity	Informationen, um den Slave zu identifizieren	UINT8	RO	0x04 (4 <sub>dez</sub> )
1018:01	Vendor ID	Hersteller-ID des EtherCAT-Slaves	UINT32	RO	0x00000002 (2 <sub>dez</sub> )
1018:02	Product code	Produkt-Code des EtherCAT-Slaves	UINT32	RO	0x0C843052 (209989714 <sub>dez</sub> )
1018:03	Revision	Revisionsnummer des EtherCAT-Slaves, das Low-Word (Bit 0-15) kennzeichnet die Sonderklemmennummer, das High-Word (Bit 16-31) verweist auf die Gerätebeschreibung	UINT32	RO	0x00000000 (0 <sub>dez</sub> )
1018:04	Serial number	Seriennummer des EtherCAT-Slaves, das Low-Byte (Bit 0-7) des Low-Words enthält das Produktionsjahr, das High-Byte (Bit 8-15) des Low-Words enthält die Produktionswoche, das High-Word (Bit 16-31) ist 0	UINT32	RO	0x00000000 (0 <sub>dez</sub> )

**Index 10F0 Backup parameter handling**

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

**Index 180n RTD TxPDO-Par für  $0 \leq n \leq 3$  (Ch. 1 - 4)**

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
180n:0	RTD TxPDO-Par	PDO Parameter TxPDO 1	UINT8	RO	0x09 (9 <sub>dez</sub> )
180n:06	Exclude TxPDOs	Dieser Eintrag enthält die TxPDOs (Index der TxPDO Mapping Objekte) die nicht mit TxPDO 1 übertragen werden dürfen	OCTET-STRING[0]	RO	
180n:07	TxPDO State	Der TxPDO State wird gesetzt, wenn die zugehörigen Eingangsdaten nicht korrekt eingelesen werden konnten	BOOLEAN	RO	0x00 (0 <sub>dez</sub> )
180n:09	TxPDO Toggle	Das TxPDO Toggle wird mit jedem aktualisieren der zugehörigen Eingangsdaten getoggelt	BOOLEAN	RO	0x00 (0 <sub>dez</sub> )

**Index 1A0n RTD TxPDO-Map  $0 \leq n \leq 3$  (Ch. 1 - 4)**

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
1A0n:0	RTD TxPDO-Map	PDO Mapping TxPDO 1	UINT8	RO	0x08 (8 <sub>dez</sub> )
1A0n:01	SubIndex 001	1. PDO Mapping entry (object 0x60n0 (RTD Inputs Ch.1), entry 0x01 (Underrange))	UINT32	RO	0x60n0:01, 1
1A0n:02	SubIndex 002	2. PDO Mapping entry (object 0x60n0 (RTD Inputs Ch.1), entry 0x02 (Overrange))	UINT32	RO	0x60n0:02, 1
1A0n:03	SubIndex 003	3. PDO Mapping entry (4 bits align)	UINT32	RO	0x0000:00, 4
1A0n:04	SubIndex 004	4. PDO Mapping entry (object 0x60n0 (RTD Inputs Ch.1), entry 0x07 (Error))	UINT32	RO	0x60n0:07, 1
1A0n:05	SubIndex 005	5. PDO Mapping entry (7 bits align)	UINT32	RO	0x00n0:00, 7
1A0n:06	SubIndex 006	6. PDO Mapping entry (object 0x180n (RTD TxPDO-Par Ch.1), entry 0x07 (TxPDO State))	UINT32	RO	0x180n:07, 1
1A0n:07	SubIndex 007	7. PDO Mapping entry (object 0x180n (RTD TxPDO-Par Ch.1), entry 0x09 (TxPDO Toggle))	UINT32	RO	0x180n:09, 1
1A0n:08	SubIndex 008	8. PDO Mapping entry (object 0x60n0 (RTD Inputs Ch.1), entry 0x11 (Value))	UINT32	RO	0x60n0:11, 16

**Index 1C00 Sync manager type**

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

**Index 1C12 RxPDO assign**

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

**Index 1C13 TxPDO assign**

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
1C13:0	TxPDO assign	PDO Assign Inputs	UINT8	RO	0x04 (4 <sub>dez</sub> )
1C13:01	Subindex 001	1. zugeordnete TxPDO (enthält den Index des zugehörigen TxPDO Mapping Objekts)	UINT16	RO	0x1A00 (6656 <sub>dez</sub> )
1C13:02	Subindex 002	2. zugeordnete TxPDO (enthält den Index des zugehörigen TxPDO Mapping Objekts)	UINT16	RO	0x1A01 (6657 <sub>dez</sub> )
1C13:03	Subindex 003	3. zugeordnete TxPDO (enthält den Index des zugehörigen TxPDO Mapping Objekts)	UINT16	RO	0x1A02 (6658 <sub>dez</sub> )
1C13:04	Subindex 004	4. zugeordnete TxPDO (enthält den Index des zugehörigen TxPDO Mapping Objekts)	UINT16	RO	0x1A03 (6659 <sub>dez</sub> )

## Index 1C33 SM input parameter

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
1C33:0	SM input parameter	Synchronisierungsparameter der Inputs	UINT8	RO	0x20 (32 <sub>dez</sub> )
1C33:01	Sync mode	Aktuelle Synchronisierungsbetriebsart: <ul style="list-style-type: none"> <li>• 0: Free Run</li> <li>• 1: Synchron with SM 3 Event (keine Outputs vorhanden)</li> <li>• 2: DC - Synchron with SYNC0 Event</li> <li>• 3: DC - Synchron with SYNC1 Event</li> <li>• 34: Synchron with SM 2 Event (Outputs vorhanden)</li> </ul>	UINT16	RW	0x0000 (0 <sub>dez</sub> )
1C33:02	Cycle time	Zykluszeit (in ns): <ul style="list-style-type: none"> <li>• Free Run: Zykluszeit des lokalen Timers</li> <li>• Synchron with SM 2 Event: Zykluszeit des Masters</li> <li>• DC-Mode: SYNC0/SYNC1 Cycle Time</li> </ul>	UINT32	RW	0x00000000 (0 <sub>dez</sub> )
1C33:03	Shift time	Zeit zwischen SYNC0-Event und Einlesen der Inputs (in ns, nur DC-Mode)	UINT32	RO	0x00000000 (0 <sub>dez</sub> )
1C33:04	Sync modes supported	Unterstützte Synchronisierungsbetriebsarten: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bit 0: Free Run wird unterstützt</li> <li>• Bit 1: Synchron with SM 2 Event wird unterstützt (Outputs vorhanden)</li> <li>• Bit 1: Synchron with SM 3 Event wird unterstützt (keine Outputs vorhanden)</li> <li>• Bit 2-3 = 01: DC-Mode wird unterstützt</li> <li>• Bit 4-5 = 01: Input Shift durch lokales Ereignis (Outputs vorhanden)</li> <li>• Bit 4-5 = 10: Input Shift mit SYNC1 Event (keine Outputs vorhanden)</li> <li>• Bit 14 = 1: dynamische Zeiten (Messen durch Beschreiben von 1C33:08)</li> </ul>	UINT16	RO	0xC007 (49159 <sub>dez</sub> )
1C33:05	Minimum cycle time	Minimale Zykluszeit (in ns)	UINT32	RO	0x00000000 (0 <sub>dez</sub> )
1C33:06	Calc and copy time	Zeit zwischen Einlesen der Eingänge und Verfügbarkeit der Eingänge für den Master (in ns, nur DC-Mode)	UINT32	RO	0x00000000 (0 <sub>dez</sub> )
1C33:07	Minimum delay time		UINT32	RO	0x00000000 (0 <sub>dez</sub> )
1C33:08	Command	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 0: Messung der lokalen Zykluszeit wird gestoppt</li> <li>• 1: Messung der lokalen Zykluszeit wird gestartet</li> </ul> <p>Die Entries 0x1C33:03, 0x1C33:06, 0x1C33:09 werden mit den maximal gemessenen Werten aktualisiert. Wenn erneut gemessen wird, werden die Messwerte zurückgesetzt</p>	UINT16	RW	0x0000 (0 <sub>dez</sub> )
1C33:09	Maximum delay time	Zeit zwischen SYNC1-Event und Einlesen der Eingänge (in ns, nur DC-Mode)	UINT32	RO	0x00000000 (0 <sub>dez</sub> )
1C33:0B	SM event missed counter	Anzahl der ausgefallenen SM-Events im OPERATIONAL (nur im DC Mode)	UINT16	RO	0x0000 (0 <sub>dez</sub> )
1C33:0C	Cycle exceeded counter	Anzahl der Zykluszeitverletzungen im OPERATIONAL (Zyklus wurde nicht rechtzeitig fertig bzw. der nächste Zyklus kam zu früh)	UINT16	RO	0x0000 (0 <sub>dez</sub> )
1C33:0D	Shift too short counter	Anzahl der zu kurzen Abstände zwischen SYNC0 und SYNC1 Event (nur im DC Mode)	UINT16	RO	0x0000 (0 <sub>dez</sub> )
1C33:20	Sync error	Im letzten Zyklus war die Synchronisierung nicht korrekt (Ausgänge wurden zu spät ausgegeben, nur im DC Mode)	BOOLEAN	RO	0x00 (0 <sub>dez</sub> )

**Profilspezifische Objekte**

**Index 60n0 RTD Inputs für  $0 \leq n \leq 3$  (Ch. 1 – 4)**

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
60n0:0	RTD Inputs	Maximaler Subindex	UINT8	RO	0x11 (17 <sub>dez</sub> )
60n0:01	Underrange	Der Messbereich wird unterschritten.	BOOLEAN	RO	0x00 (0 <sub>dez</sub> )
60n0:02	Overrange	Der Messbereich wird überschritten.	BOOLEAN	RO	0x00 (0 <sub>dez</sub> )
60n0:07	Error	Das Fehlerbit wird gesetzt, wenn das Datum ungültig ist.	BOOLEAN	RO	0x00 (0 <sub>dez</sub> )
60n0:0F	TxPDO State	Gültigkeit der Daten der zugehörigen TxPDO (0=valid, 1=invalid).	BOOLEAN	RO	0x00 (0 <sub>dez</sub> )
60n0:10	TxPDO Toggle	Der TxPDO Toggle wird vom Slave getoggelt, wenn die Daten der zugehörigen TxPDO aktualisiert wurden.	BOOLEAN	RO	0x00 (0 <sub>dez</sub> )
60n0:11	Value	Das analoge Eingangsdatum	INT16	RO	0x0000 (0 <sub>dez</sub> )

**Index F000 Modular device profile**

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
F000:0	Modular device profile	Allgemeine Informationen des Modular Device Profiles	UINT8	RO	0x02 (2 <sub>dez</sub> )
F000:01	Module index distance	Indexabstand der Objekte der einzelnen Kanäle	UINT16	RO	0x0010 (16 <sub>dez</sub> )
F000:02	Maximum number of modules	Anzahl der Kanäle	UINT16	RO	0x0004 (4 <sub>dez</sub> )

**Index F008 Code word**

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

**Index F010 Module list**

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
F010:0	Module list	Maximaler Subindex	UINT8	RW	0x04 (4 <sub>dez</sub> )
F010:01	SubIndex 001	Analog Input Profile for RTD	UINT32	RW	0x00000140 (320 <sub>dez</sub> )
F010:02	SubIndex 002	Analog Input Profile for RTD	UINT32	RW	0x00000140 (320 <sub>dez</sub> )
F010:03	SubIndex 003	Analog Input Profile for RTD	UINT32	RW	0x00000140 (320 <sub>dez</sub> )
F010:04	SubIndex 004	Analog Input Profile for RTD	UINT32	RW	0x00000140 (320 <sub>dez</sub> )

**6.11 Status-Wort**

Die Statusinformationen für jeden Kanal der EL32xx und EL33xx werden als Prozessdaten (PDO) zyklisch von der Klemme zum EtherCAT Master übertragen. Für die EL32xx und EL33xx sind 2 Gerätebeschreibungsversionen verfügbar, die das Prozessdatenabbild in einzelner und erweiterter Form darstellen.

Anhand der Revisionsnummer EL3xxx-xxxx-**XXXX** ist die Unterscheidung sichtbar.

Als Prozessdaten überträgt die EL32xx bzw. EL33xx:

- **Underrange:** Messbereich unterschritten
- **Overrange:** Messbereich überschritten ("Leitungsbruch" zusammen mit "Error")
- **Limit 1:** Grenzwertüberwachung 0: ok, 1: Grenzbereich überschritten, 2: Grenzbereich unterschritten
- **Limit 2:** Grenzwertüberwachung 0: ok, 1: Grenzbereich überschritten, 2: Grenzbereich unterschritten
- **Error:** Das Fehlerbit wird gesetzt, wenn das Prozessdatum ungültig ist (Leitungsbruch, Overrange, Underrange)

- **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

Die Einstellung der Limit-Auswertung wird im CoE-Verzeichnis in den 8000er Objekten vorgenommen.

**1 Unterschiede in den Revisionen der EL32xx- und EL33xx-Serien**

Nachfolgend werden an der EL32xx-Serie exemplarisch die Revisions-Unterschiede dargestellt. Sinngemäß gilt die Beschreibung auch für die EL33xx-Serie.

**Revision -0016 (EL32xx-xxxx-0016)**

Diese Klemmenrevisionen verfügen über das **Einzel-Prozessabbild**, s. „EL32xx-0000-0016 Prozessabbild in der Darstellung TwinCAT 2.11“.

Jede Statusinformation wird als einzelnes, verlinkbares Prozessdatum übertragen.

Name	Type	Size
RTD Inputs Channel 1		
Underrange	BOOL	0.1
Overrange	BOOL	0.1
Limit 1	BIT2	0.2
Limit 2	BIT2	0.2
Error	BOOL	0.1
TxPDO State	BOOL	0.1
TxPDO Toggle	BOOL	0.1
Value	INT	2.0
RTD Inputs Channel 2		
Underrange	BOOL	0.1
Overrange	BOOL	0.1
Limit 1	BIT2	0.2
Limit 2	BIT2	0.2
Error	BOOL	0.1
TxPDO State	BOOL	0.1
TxPDO Toggle	BOOL	0.1
Value	INT	2.0
WcState		
WcState	BOOL	0.1
InfoData		
State	UINT	2.0
AdsAddr	AMSADD...	8.0

Abb. 179: EL32xx-0000-0016 Prozessabbild in der Darstellung TwinCAT 2.11

**Revision -0017 (EL32xx-xxxx-0017) und höher**

Diese Klemmenrevisionen verfügen auch über das **zusammengefasste Prozessabbild**, s. Abb. „EL32xx-0000-0017 Prozessabbild in der Darstellung TwinCAT 2.11“.

Die Einzelinformationen sind hier in der Beckhoff üblichen Darstellung als 16-Bit-Status-Wort zusammengefasst und können so in die Steuerung verlinkt werden.

**Status-Wort**

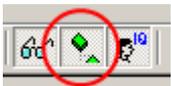
Bit	SW.15	SW.14	SW.13	SW.12	SW.11	SW.10	SW.9	SW.8	SW.7	SW.6	SW.5	SW.4	SW.3	SW.2	SW.1	SW.0
Name	TxPDO Toggle	TxPDO State	-	-	-	-	-	-	-	Error	Limit 2		Limit 1		Overrange	Under-range

Darüber hinaus kann der zusammengefasste "Status" über das "+" -Symbol aufgeklappt und die Prozessdaten einzeln verlinkt werden.

Name	Type	Size
↕↑ Status	Status_4...	2.0
↕↑ Value	INT	2.0
↕↑ Status	Status_4...	2.0
↕↑ Value	INT	2.0
↕↑ WcState	BOOL	0.1
↕↑ State	UINT	2.0
↕↑ AdsAddr	AMSADD...	8.0

Abb. 180: EL32xx-0000-0017 Prozessabbild in der Darstellung TwinCAT 2.11

Die Anzeige der Einzelinformationen ist auch im rechten Übersichtsfenster (A) möglich. Durch den Button



in der Menüleiste werden die Informationen auch dort angezeigt.



Name	Type	Size
Term 2 (EL3202)		
RTD Inputs Channel 1		
Status__Underrange	BOOL	0.1
Status__Overrange	BOOL	0.1
Status__Limit 1	BIT2	0.2
Status__Limit 2	BIT2	0.2
Status__Error	BOOL	0.1
Status__TxPDO State	BOOL	0.1
Status__TxPDO Toggle	BOOL	0.1
Value	INT	2.0
RTD Inputs Channel 2		
Status__Underrange	BOOL	0.1
Status__Overrange	BOOL	0.1
Status__Limit 1	BIT2	0.2
Status__Limit 2	BIT2	0.2
Status__Error	BOOL	0.1
Status__TxPDO State	BOOL	0.1
Status__TxPDO Toggle	BOOL	0.1
Value	INT	2.0
WcState		
WcState	BOOL	0.1
InfoData		
State	UINT	2.0
AdsAddr	AMSADD...	8.0

Abb. 182: Zusammengefasstes Prozessabbild in Darstellung unter TwinCAT 2.10

- Eine Abhängigkeit der Revision vom in der Klemme vorliegenden Firmware-Stand ist für die Revisionen -0016 und -0017 nicht gegeben. Das bedeutet, auch Klemmen die als EL32xx-xxxx-0016 ausgeliefert wurden, können mit einer -0017 und somit "neueren" Konfiguration und damit dem zusammengefassten Prozessabbild angesprochen werden. Dieser "Aufwärtskompatibilität" genannte Fall ist für die EL32xx-xxxx-0016 und -0017 erlaubt.
- Die in der Klemme vorliegende Revision kann am einfachsten durch Scannen des EtherCAT-Systems ermittelt werden. Der Vergleichsbericht zeigt die Unterschiede.

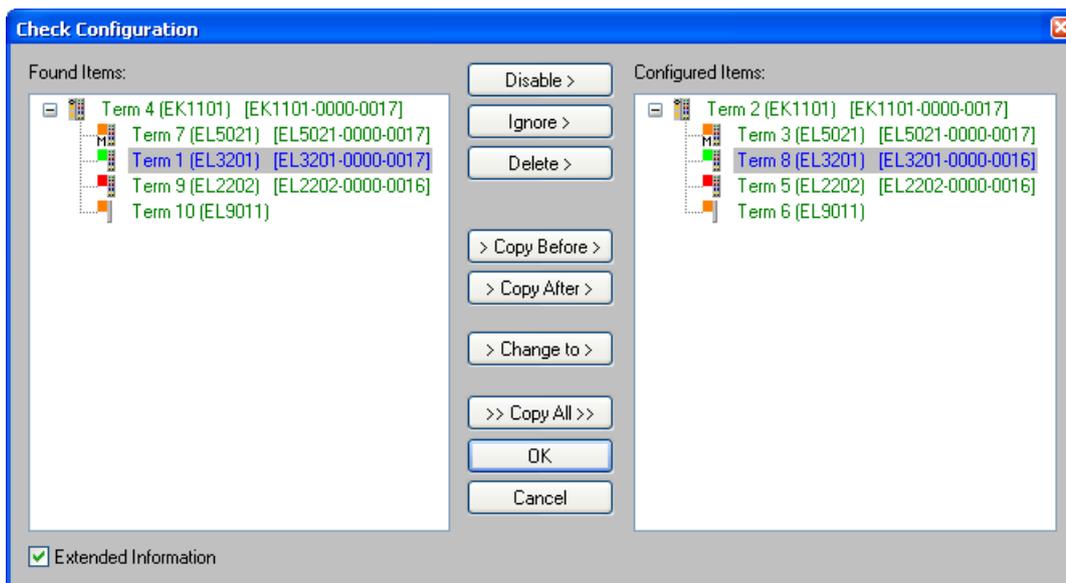
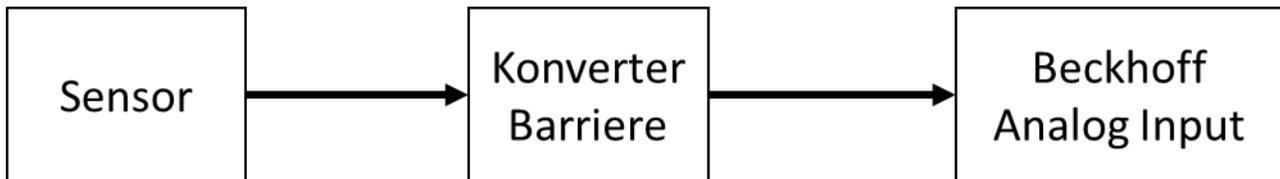


Abb. 183: Beispielhaftes Ergebnis nach dem Scannen eines EtherCAT-Systems

Erläuterung zu Abb. „*Beispielhaftes Ergebnis nach dem Scannen eines EtherCAT-Systems*“: Laut rechter Übersicht befindet sich eine EL3201-0000-0016 in der Konfiguration (\*.tsm-Datei), gefunden wurde aber laut linker Übersicht eine Revision -0017. Die generelle Abwärtskompatibilität von EL-Klemmen stellt sicher, dass dieser Einsatzfall möglich ist.

## 6.12 Grundlagen zu Signaltrennern, Barrieren

Gelegentlich können analoge Signale nicht direkt vom Sensor zur Beckhoff Analog-Eingangsklemme geführt werden, sondern es muss ein besonderes Gerät dazwischengeschaltet werden.

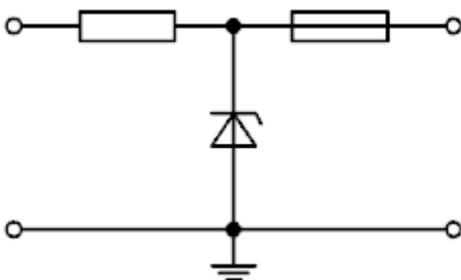


Gründe dafür können sein

- Der Sensor ist im Ex-Bereich installiert und nach der Zündschutzart Eigensicherheit (Ex i) geschützt, wobei für die gewünschte Anwendung noch keine Beckhoff ELX3xxx-Klemme verfügbar ist
- Es wird eine separate galvanische Trennung zwischen Sensor und Beckhoff Klemme gewünscht
- Der Sensor hat ein elektrisches Ausgangssignal, für das Beckhoff noch keine passende Eingangsklemme anbietet.

Die Art des zwischengeschalteten Geräts ist von den folgenden Kriterien abhängig

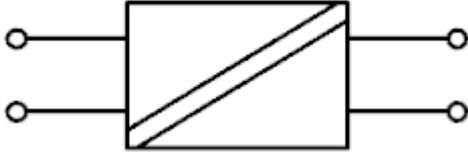
- Welches elektrische Signal liefert der Sensor: Spannung 10 V oder  $\mu\text{V}$ , AC oder DC, 20 mA oder 1 A, Widerstand, ...
- muss der Sensor irgendwie gespeist werden, z.B.
  - ein IEPE Sensor benötigt 2..8 mA Konstantstrom
  - ein Widerstand benötigt einen Messstrom
  - ein elektronischer Sensor benötigt ggf. 24V Versorgung, oder er wird 20 mA-Schleifengespeist
- welche dynamische Übertragungsqualität für AC Signale muss der Sensor über das Zwischengerät liefern? Jedes Zwischengerät beeinflusst das Analogsignal z.B. in frequenzabhängiger Dämpfung, Übersprechen, Leitungswiderstand, Bandbreite – dies gilt es zu beachten wenn in einer messtechnischen Applikation ein Zwischengerät eingesetzt wird.
- Wird das Gerät zur Energiebegrenzung nach der Zündschutzart Eigensicherheit (Ex i) eingesetzt? In diesem Fall ist eine Barriere mit entsprechender Zulassung zu wählen. Häufig werden Zenerbarrieren eingesetzt, die aus Widerständen, Sicherungen und Zenerdioden aufgebaut sind



Wie o.a. können diese die analoge Signalqualität in Bezug auf die o. g. Merkmale beeinflussen, z. B. durch temperaturabhängige Änderung des Innenwiderstands.

Begriffe dafür: Zenerbarriere

- Muss es eine galvanische Trennung des Analogsignals sicherstellen?



Soll eine galvanische Trennung des analogen Signals hergestellt werden? Geräte, die das übertragene Signal galvanisch trennen, bauen dieses elektrisch vollständig neu auf, sodass in diesem Fall besonderes Augenmerk auf die Signalbeeinflussung gelegt werden muss. Faktisch verketteten sich dann die analogen Eigenschaften von Trenner und Beckhoff Analogklemme, gerade beim Einsatz von Beckhoff ELM-Messtechnik-Klemmen oder anderen hochwertigen Analogklemmen sind die Eigenschaften des Trenners dann dominant. Ausgangsseitig liefern sie typischerweise Normsignale, wie z. B. 10 V oder 20 mA. Gegenüber dem Einsatz externer Geräte für die galvanische Trennung ist die Verwendung von Beckhoff-Eingangsklemmen mit kanalweiser galvanischer Trennung vorteilhaft. Begriffe dafür: Signaltrenner, Signalkonverter, Signalwandler, Trennverstärker, Messverstärker, Pegelwandler

- Sind sowohl Explosionsschutz nach Zündschutzart Ex i als auch eine galvanische Trennung notwendig? In diesem Fall kommen sogenannte Trennbarrieren zum Einsatz, die zum einen die Energiebegrenzung für die Eigensicherheit und zum anderen die galvanische Trennung des Signals gewährleisten. Es gelten dann bzgl. der analogen Signalbeeinflussung die gleichen Punkte wie im Punkt zuvor.

Aus messtechnischer Sicht sollte wenn möglich auf signalbeeinflussende Zwischengeräte verzichtet werden.

## 6.13 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.

### 6.13.1 Messbereichsendwert (MBE)

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

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

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

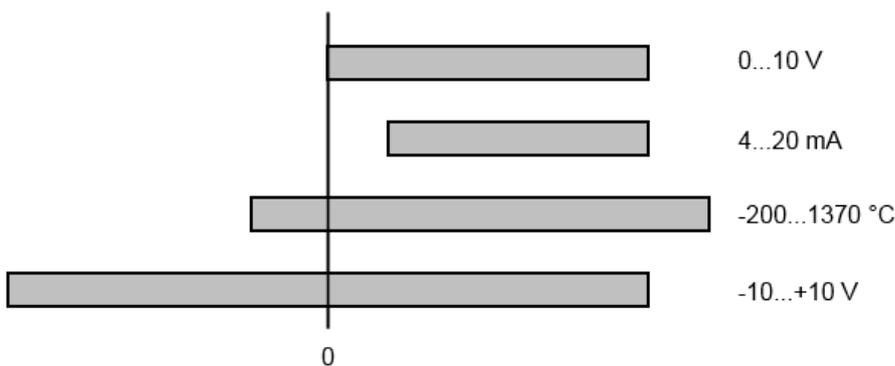


Abb. 184: Messbereichsendwert, Messspanne

Für die obigen **Beispiele** bedeutet dies:

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

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

### 6.13.2 Messfehler/ Messabweichung

Der relative Messfehler (% vom MBE) bezieht sich auf den MBE und wird berechnet als Quotient aus der zahlenmäßig größten Abweichung vom wahren Wert („Messfehler“) in Bezug auf den MBE.

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

Der Messfehler hat im Allgemeinen Gültigkeit für den gesamten zulässigen Betriebstemperaturbereich, auch „Gebrauchsfehlergrenze“ genannt und enthält zufällige und systematische Anteile auf das bezogene Gerät (also „alle“ Einflüsse wie Temperatur, Eigenrauschen, Alterung usw.).

Er ist immer als positiv/negativ-Spanne mit  $\pm$  zu verstehen, auch wenn fallweise ohne  $\pm$  angegeben.

Die maximale Abweichung kann auch direkt angegeben werden.

**Beispiel:** Messbereich 0...10 V und Messfehler  $< \pm 0,3\%$  MBE  $\rightarrow$  maximale Abweichung  $\pm 30$  mV im zulässigen Betriebstemperaturbereich.

### ● Geringerer Messfehler

**i** Da 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.

Dies gilt entsprechend für analoge Ausgangsgeräte.

## 6.13.3 Temperaturkoeffizient tK [ppm/K]

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

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

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

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

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

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

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

## 6.13.4 Langzeiteinsatz

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

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

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

## 6.13.5 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.

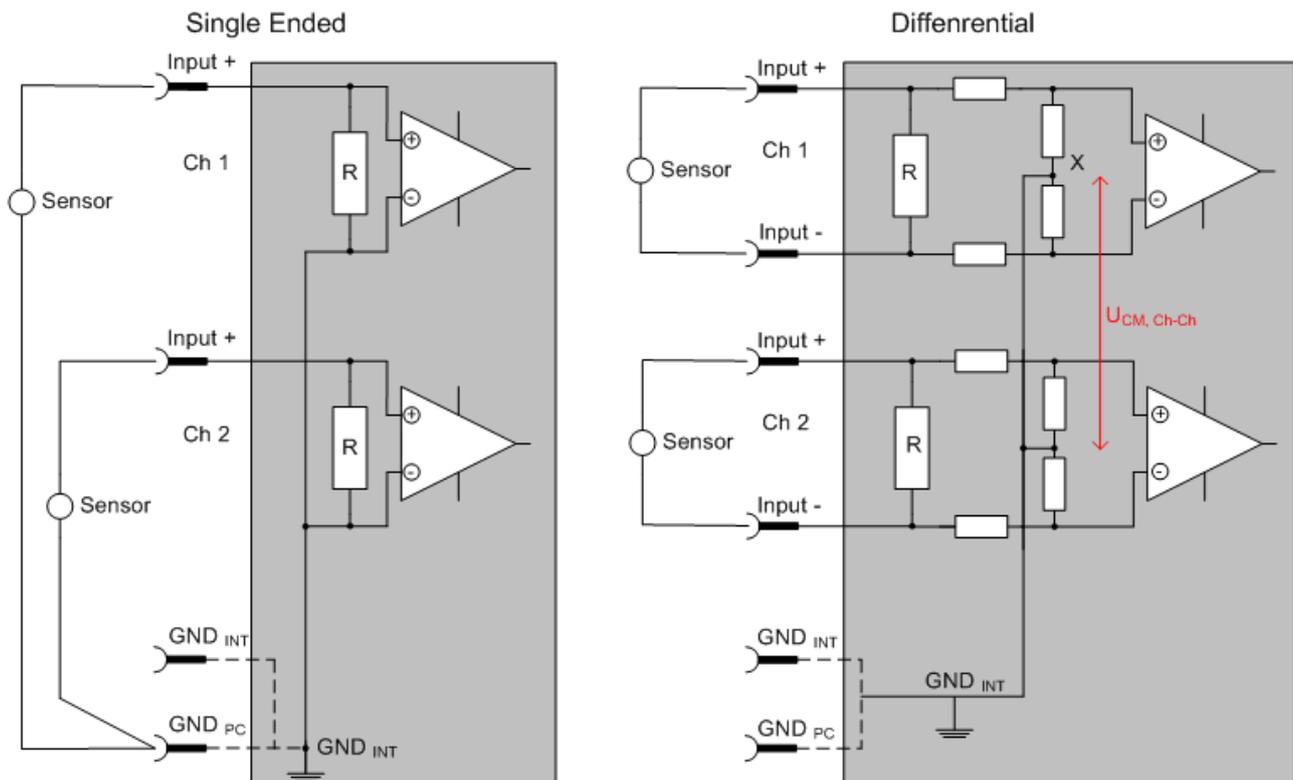


Abb. 185: SE und DIFF-Modul als 2-kanalige Variante

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

### Grundsätzlich gilt:

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

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

## Erläuterung

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

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

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

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

#### Selbstversorgende Sensoren

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

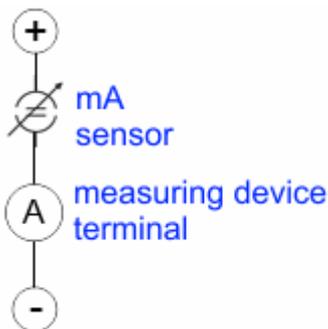


Abb. 186: 2-Leiter-Anschluss

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

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

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

#### Extern versorgte Sensoren

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

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

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

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

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

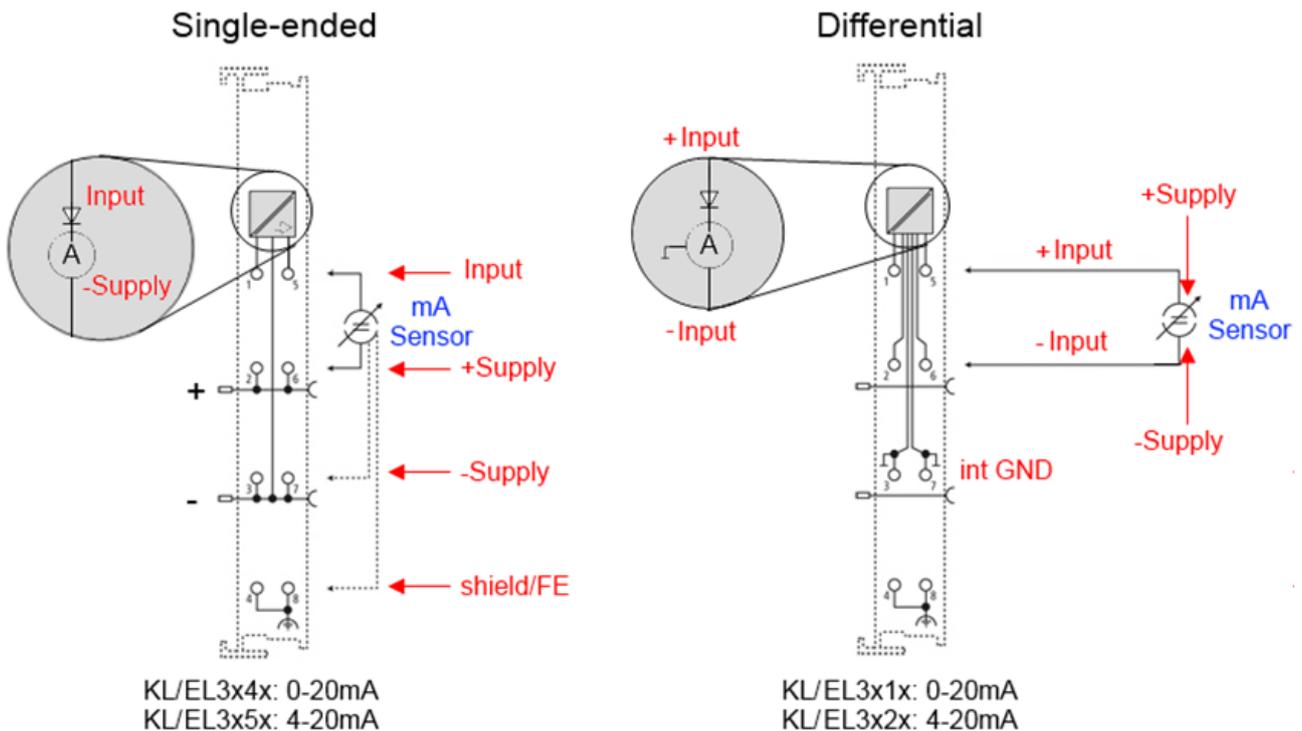


Abb. 187: Anschluss extern versorgte Sensoren

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

**Single-ended**

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

Stromvorzugsrichtung da interne Diode

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

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

**differenziell**

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

Stromvorzugsrichtung da interne Diode

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

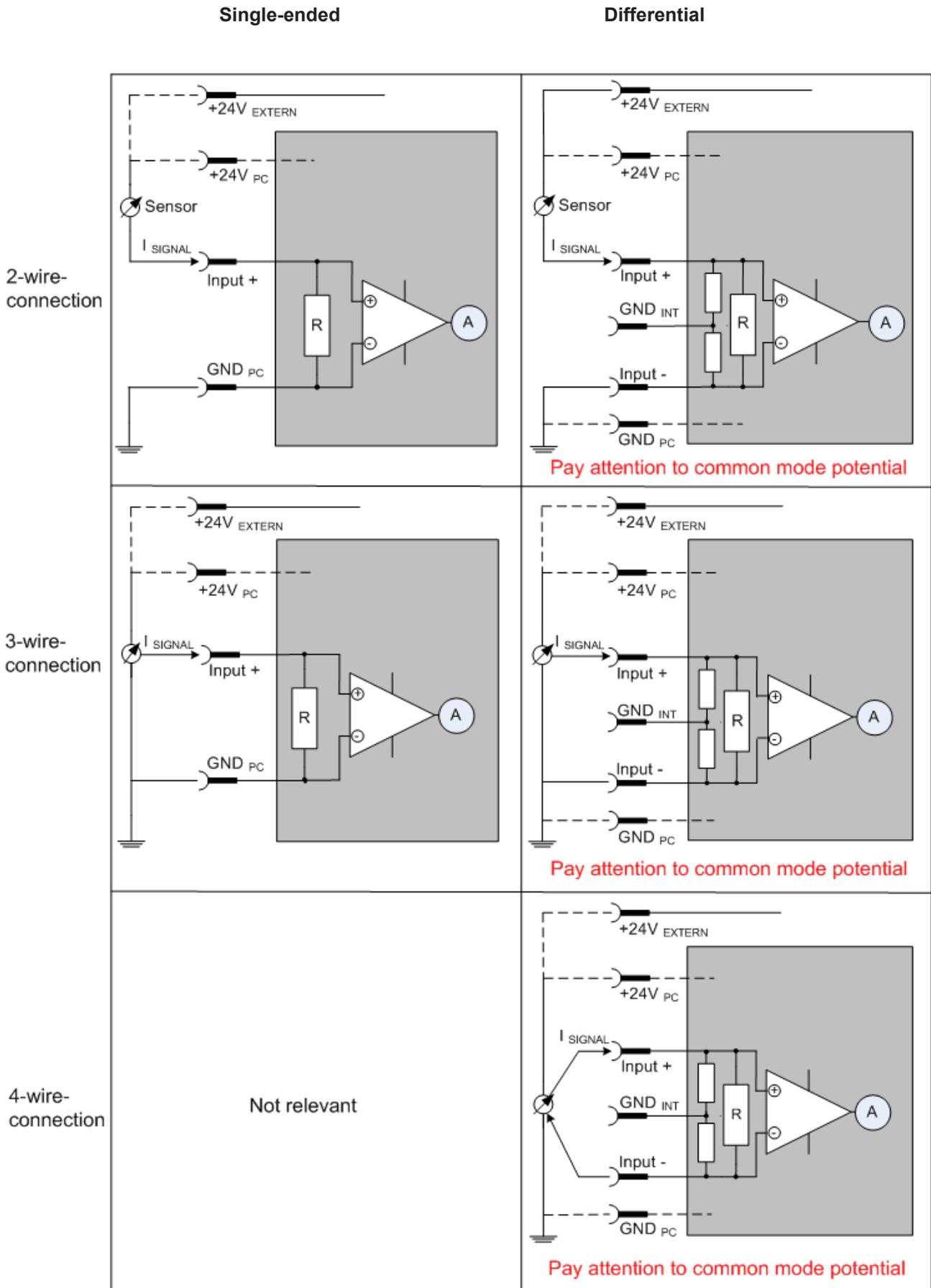


Abb. 188: 2-, 3- und 4-Leiter-Anschluss an Single Ended - und Differenz Eingänge

### 6.13.6 Gleichtaktspannung und Bezugsmasse (bezogen auf Differenzeingänge)

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

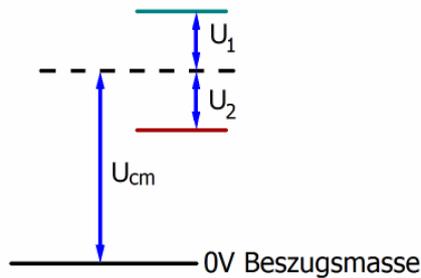


Abb. 189: Gleichtaktspannung ( $U_{cm}$ )

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

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

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

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

#### Beispiele für Bezugsmassen bei Beckhoff IO Geräten:

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

### 6.13.7 Spannungsfestigkeit

Es ist zu unterscheiden zwischen:

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

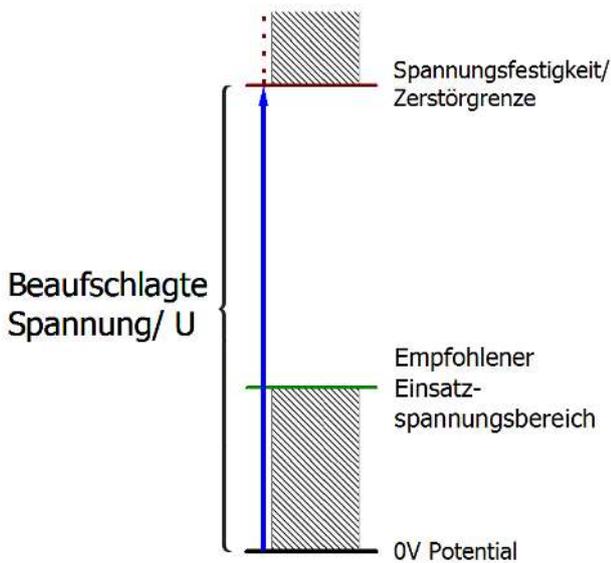


Abb. 190: Empfohlener Einsatzspannungsbereich

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)

### 6.13.8 Zeitliche Aspekte der analog/digital Wandlung

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

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

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

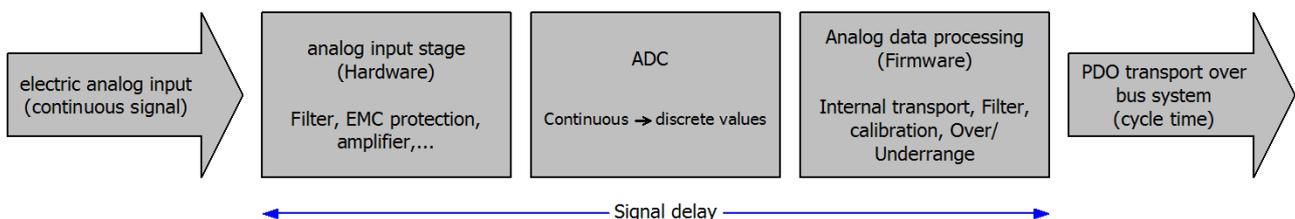


Abb. 191: Signalverarbeitung Analogeingang

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)

Stichworte: 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.

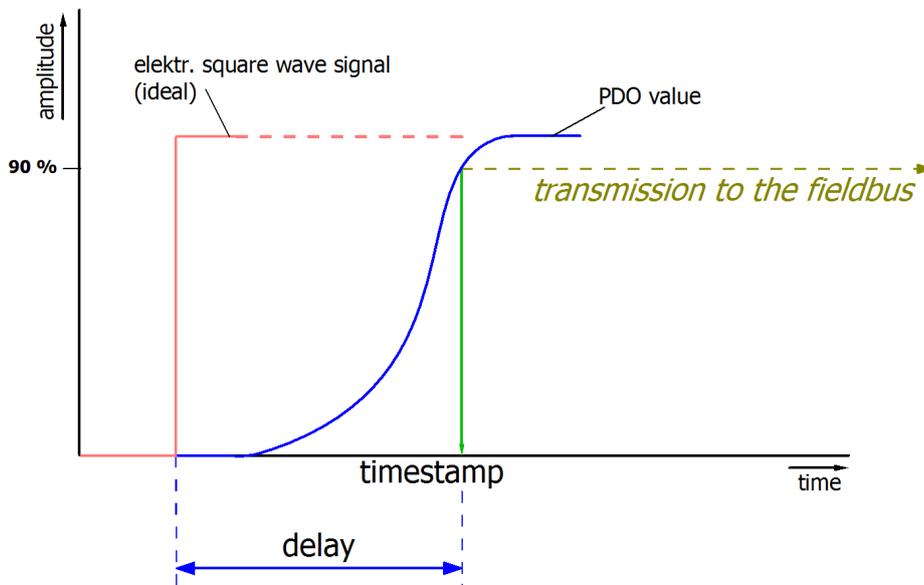


Abb. 192: Diagramm Signalverzögerung (Sprungantwort)

## 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,  $\mu$ s] ist dann der zeitliche Abstand zwischen dem eingespeisten elektrischen Signal einer bestimmten Amplitude und dem Moment wo 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.

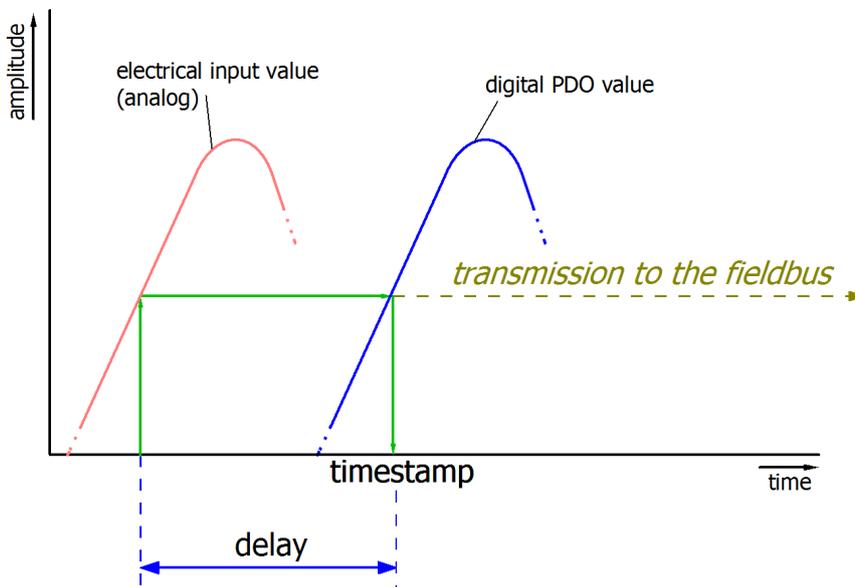


Abb. 193: Diagramm Signalverzögerung (linear)

## 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.

## 7 Anhang

### 7.1 EtherCAT AL Status Codes

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

### 7.2 Kalibrierungs-Zertifikat

Für die hochpräzisen Klemmen EL320x-0020 wird ein individuelles Kalibrierungs-Zertifikat ausgestellt, das Sie im Downloadbereich auf der Beckhoff-Website herunterladen können.

Unter <http://www.beckhoff.de/certificates> ist das Zertifikat anhand einer ID zu identifizieren. Diese ID ist auf die Klemme aufgelasert (siehe Abb. „Aufgelaserte ID“)



Abb. 194: Aufgelaserte ID

## 7.3 Firmware Kompatibilität

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

### Anmerkung

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

### HINWEIS

#### Beschädigung des Gerätes möglich!

Beachten Sie die Hinweise zum Firmware Update auf der gesonderten Seite. Wird ein Gerät in den BOOTSTRAP-Mode zum Firmware-Update versetzt, prüft es u.U. beim Download nicht, ob die neue Firmware geeignet ist. Dadurch kann es zur Beschädigung des Gerätes kommen! Vergewissern Sie sich daher immer, ob die Firmware für den Hardware-Stand des Gerätes geeignet ist!

EL3201			
Hardware (HW)	Firmware (FW)	Revision-Nr.	Release-Datum
00 - 02	03	EL3201-0000-0016	2008/03
	04		2009/04
	05		2009/05
02	06	EL3201-0000-0017	2010/04
03 - 12*	07*		2010/06
		EL3201-0000-0018	2012/06
		EL3201-0000-0019	2012/07
		EL3201-0000-0020	2014/07
		EL3201-0000-0021	2015/01
	EL3201-0000-0022	2016/01	

EL3201-0010			
Hardware (HW)	Firmware (FW)	Revision-Nr.	Release-Datum
00 - 02	03	EL3201-0010-0016	2008/11
	04		2009/04
	05		2009/05
02	06	EL3201-0010-0017	2010/04
03 - 11*	07*		2010/06
		EL3201-0010-0018	2012/06
		EL3201-0010-0019	2012/07
		EL3201-0010-0020	2014/07
		EL3201-0010-0021	2015/01
	EL3201-0010-0022	2016/02	

EL3201-0020			
Hardware (HW)	Firmware (FW)	Revision-Nr.	Release-Datum
00 - 02	03	EL3201-0020-0016	2008/11
	04		2009/04
	05		2009/05
02	06	EL3201-0020-0017	2010/04
03 - 12*	07*		2010/06
		EL3201-0020-0018	2012/06
		EL3201-0020-0019	2012/07
		EL3201-0020-0020	2014/07
		EL3201-0020-0021	2015/01
	EL3201-0020-0022	2016/02	

<b>EL3202</b>			
<b>Hardware (HW)</b>	<b>Firmware (FW)</b>	<b>Revision-Nr.</b>	<b>Release-Datum</b>
00 - 02	03	EL3202-0000-0016	2008/03
	04		2009/04
	05		2009/05
03 - 13*	06	EL3202-0000-0017	2010/04
	07*	EL3202-0000-0018	2012/06
		EL3202-0000-0019	2012/07
		EL3202-0000-0020	2014/07
		EL3202-0000-0021	2015/01
		EL3202-0000-0022	2016/01

<b>EL3202-0010</b>				
<b>Hardware (HW)</b>	<b>Firmware (FW)</b>	<b>Revision-Nr.</b>	<b>Release-Datum</b>	
00 - 01	05	EL3202-0010-0016	2009/07	
	06	EL3202-0010-0017	2010/04	
01 - 09*	07		2010/06	
	08		2010/10	
	09		2011/07	
	10*			2011/09
		EL3202-0010-0018	2012/06	
		EL3202-0010-0019	2012/07	
		EL3202-0010-0020	2014/07	
		EL3202-0010-0021	2015/01	
EL3202-0010-0022	2016/01			

<b>EL3202-0020</b>			
<b>Hardware (HW)</b>	<b>Firmware (FW)</b>	<b>Revision-Nr.</b>	<b>Release-Datum</b>
01 - 09*	09	EL3202-0020-0017	2011/02
	10*		2011/09
		EL3202-0020-0018	2012/06
		EL3202-0020-0019	2012/07
		EL3202-0020-0020	2014/07
		EL3202-0020-0021	2015/01
		EL3202-0020-0022	2016/01

<b>EL3204</b>			
<b>Hardware (HW)</b>	<b>Firmware (FW)</b>	<b>Revision-Nr.</b>	<b>Release-Datum</b>
00 - 02	03	EL3204-0000-0016	2008/03
	04		2009/04
	05		2009/05
03 - 12*	06	EL3204-0000-0017	2010/04
	07*		2011/06
		EL3204-0000-0018	2012/07
		EL3204-0000-0019	2014/07
		EL3204-0000-0020	2015/01
		EL3204-0000-0021	2016/01

<b>EL3204-0200</b>			
<b>Hardware (HW)</b>	<b>Firmware (FW)</b>	<b>Revision-Nr.</b>	<b>Release-Datum</b>
00 - 03*	01	EL3204-0200-0016	2013/08
	02*	EL3204-0200-0017	2014/04
		EL3204-0200-0018	2016/02

<b>EL3208</b>			
<b>Hardware (HW)</b>	<b>Firmware (FW)</b>	<b>Revision-Nr.</b>	<b>Release-Datum</b>
00 - 05*	01*	EL3208-0000-0017	2014/04
		EL3208-0000-0018	2016/02

EL3208-0010			
Hardware (HW)	Firmware (FW)	Revision-Nr.	Release-Datum
00 - 02*	01*	EL3208-0010-0016	2018/09

EL3214			
Hardware (HW)	Firmware (FW)	Revision-Nr.	Release-Datum
00 - 01*	01*	EL3214-0000-0016	2015/01
		EL3214-0000-0017	2017/06

EL3214-0090			
Hardware (HW)	Firmware (FW)	Revision-Nr.	Release-Datum
00 - 03*	01	EL3214-0090-0016	2017/02
	02*		2018/09

EL3218			
Hardware (HW)	Firmware (FW)	Revision-Nr.	Release-Datum
01*	01*	EL3218-0000-0016	2020/02

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

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

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

### HINWEIS

#### Nur TwinCAT 3 Software verwenden!

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

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

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

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

### Speicherorte

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

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

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

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

### Vereinfachtes Update per Bundle-Firmware

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

- dass die Firmware in dem gepackten Format vorliegt: erkenntlich an dem Dateinamen der auch die Revisionsnummer enthält, z. B. ELxxx-xxx\_REV0016\_SW01.efw
- dass im Download-Dialog das Passwort=1 angegeben wird. Bei Passwort=0 (default Einstellung) wird nur das Firmware-Update durchgeführt, ohne ESI-Update.
- dass das Gerät diese Funktion unterstützt. Die Funktion kann in der Regel nicht nachgerüstet werden, sie wird Bestandteil vieler Neuentwicklungen ab Baujahr 2016.

Nach dem Update sollte eine Erfolgskontrolle durchgeführt werden

- ESI/Revision: z. B. durch einen Online-Scan im TwinCAT ConfigMode/FreeRun – dadurch wird die Revision bequem ermittelt
- Firmware: z. B. durch einen Blick ins Online-CoE des Gerätes

#### HINWEIS

##### Beschädigung des Gerätes möglich!

- ✓ Beim Herunterladen von neuen Gerätedateien ist zu beachten
- a) Das Herunterladen der Firmware auf ein EtherCAT-Gerät darf nicht unterbrochen werden.
- b) Eine einwandfreie EtherCAT-Kommunikation muss sichergestellt sein, CRC-Fehler oder LostFrames dürfen nicht auftreten.
- c) Die Spannungsversorgung muss ausreichend dimensioniert, die Pegel entsprechend der Vorgabe sein.
  - ⇒ Bei Störungen während des Updatevorgangs kann das EtherCAT-Gerät ggf. nur vom Hersteller wieder in Betrieb genommen werden!

## 7.4.1 Gerätebeschreibung ESI-File/XML

#### HINWEIS

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

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

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

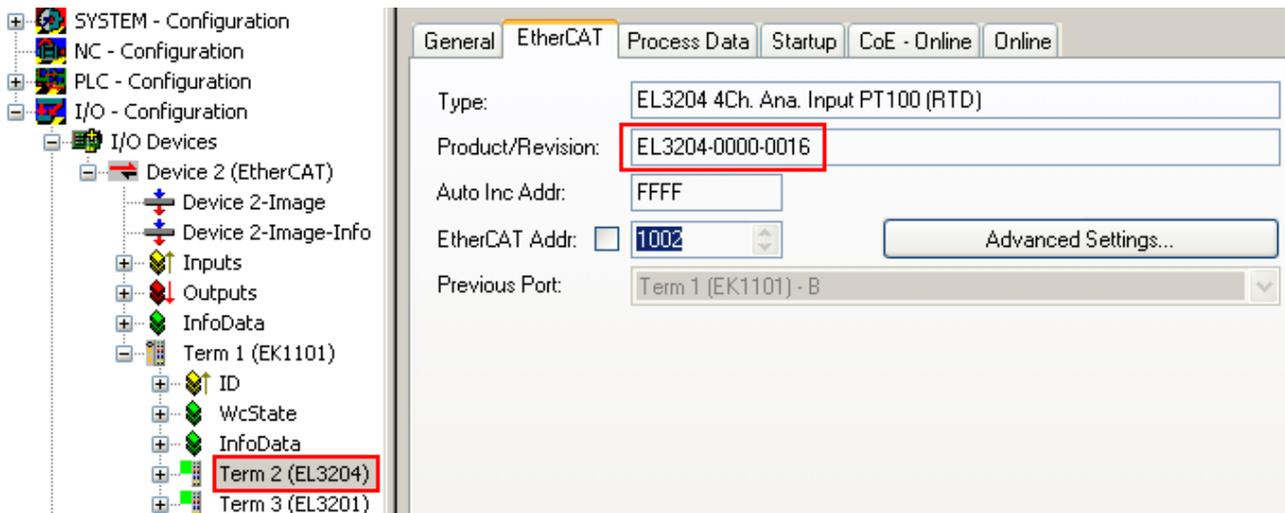


Abb. 195: Geräteerkennung aus Name EL3204-0000 und Revision -0016

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

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

### **i** Update von XML/ESI-Beschreibung

Die Geräteversion steht in engem Zusammenhang mit der verwendeten Firmware bzw. Hardware. Nicht kompatible Kombinationen führen mindestens zu Fehlfunktionen oder sogar zur endgültigen Außerbetriebsetzung des Gerätes. Ein entsprechendes Update sollte nur in Rücksprache mit dem Beckhoff Support ausgeführt werden.

### Anzeige der Slave-Kennung ESI

Der einfachste Weg die Übereinstimmung von konfigurierter und tatsächlicher Gerätebeschreibung festzustellen, ist im TwinCAT-Modus Config/FreeRun das Scannen der EtherCAT-Boxen auszuführen:

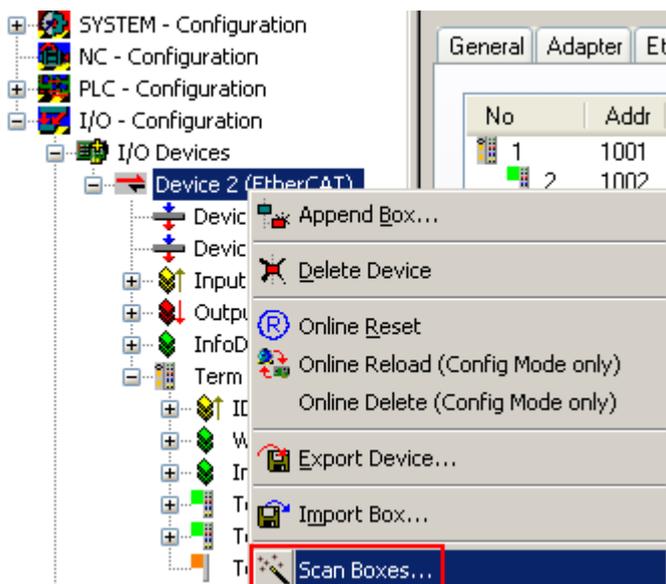


Abb. 196: Rechtsklick auf das EtherCAT Gerät bewirkt das Scannen des unterlagerten Feldes

Wenn das gefundene Feld mit dem konfigurierten übereinstimmt, erscheint



Abb. 197: Konfiguration identisch

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

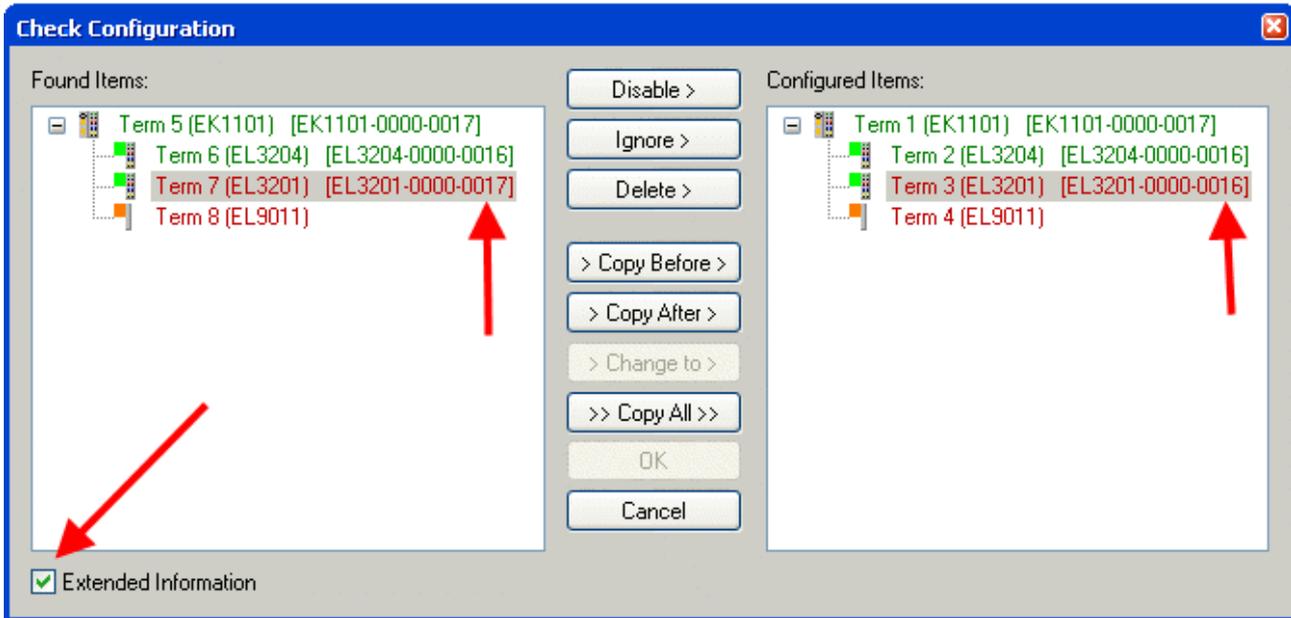


Abb. 198: Änderungsdialog

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

### Änderung der Slave-Kennung ESI

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

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

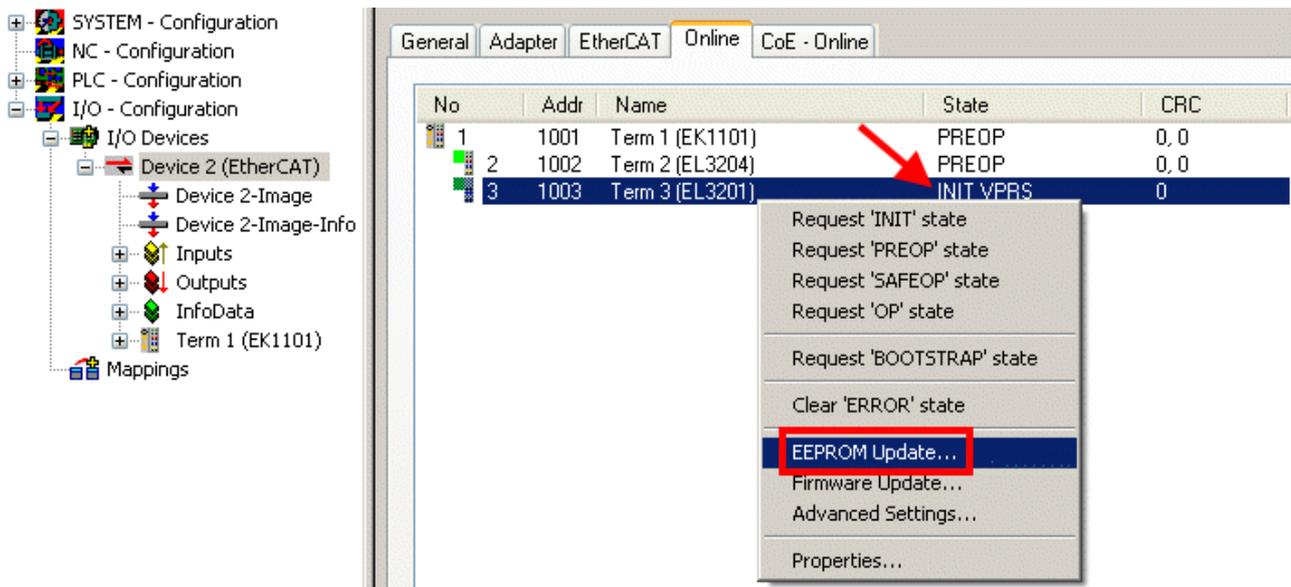


Abb. 199: EEPROM Update

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

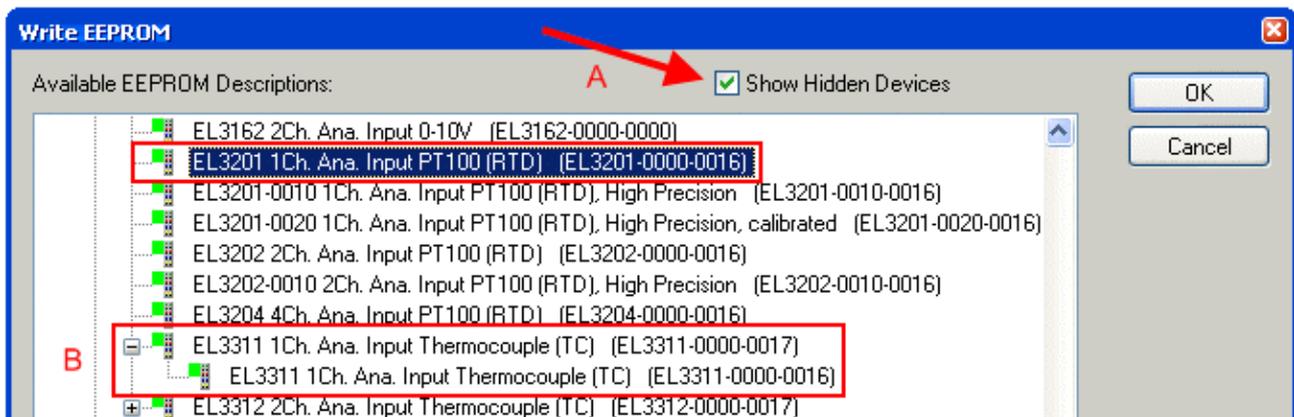


Abb. 200: Auswahl des neuen ESI

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

### ● Änderung erst nach Neustart wirksam

**i** Die meisten EtherCAT-Geräte lesen eine geänderte ESI-Beschreibung umgehend bzw. nach dem Aufstarten aus dem INIT ein. Einige Kommunikationseinstellungen wie z. B. Distributed Clocks werden jedoch erst bei PowerOn gelesen. Deshalb ist ein kurzes Abschalten des EtherCAT Slave nötig, damit die Änderung wirksam wird.

## 7.4.2 Erläuterungen zur Firmware

### Versionsbestimmung der Firmware

### Versionsbestimmung nach Laseraufdruck

Auf einem Beckhoff EtherCAT Slave ist eine Seriennummer aufgelasert. Der Aufbau der Seriennummer lautet: **KK YY FF HH**

KK - Produktionswoche (Kalenderwoche)  
 YY - Produktionsjahr  
 FF - Firmware-Stand  
 HH - Hardware-Stand

Beispiel mit Ser. Nr.: 12 10 03 02:

12 - Produktionswoche 12  
 10 - Produktionsjahr 2010  
 03 - Firmware-Stand 03  
 02 - Hardware-Stand 02

**Versionsbestimmung mit dem System-Manager**

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

**i CoE-Online und Offline-CoE**

Es existieren zwei CoE-Verzeichnisse:

- **online:** es wird im EtherCAT Slave vom Controller angeboten, wenn der EtherCAT Slave dies unterstützt. Dieses CoE-Verzeichnis kann nur bei angeschlossenem und betriebsbereitem Slave angezeigt werden.
- **offline:** in der EtherCAT Slave Information ESI/XML kann der Default-Inhalt des CoE enthalten sein. Dieses CoE-Verzeichnis kann nur angezeigt werden, wenn es in der ESI (z. B. „Beckhoff EL5xxx.xml“) enthalten ist.

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

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

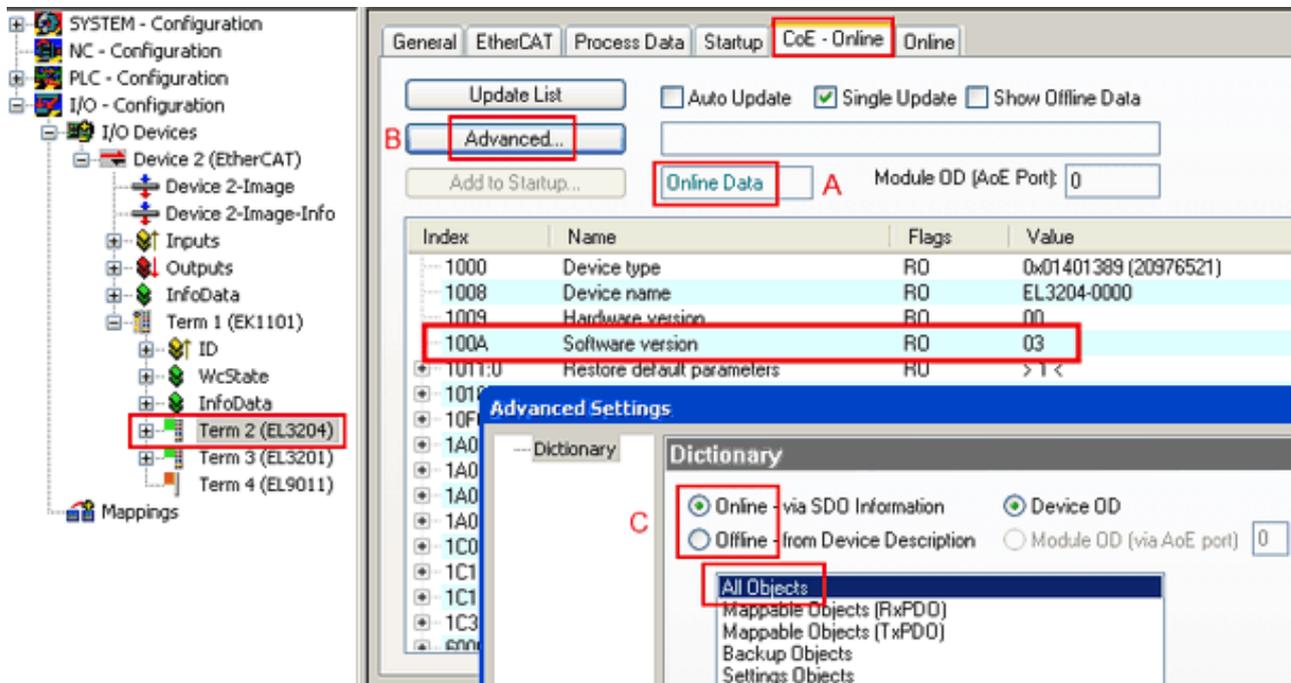


Abb. 201: Anzeige FW-Stand EL3204

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

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

#### **i** CoE-Verzeichnis

Das Online-CoE-Verzeichnis wird vom Controller verwaltet und in einem eigenen EEPROM gespeichert. Es wird durch ein FW-Update im allgemeinen nicht verändert.

Um die Controller-Firmware eines Slave zu aktualisieren, wechseln Sie zum Karteireiter *Online*, s. Abb. *Firmware Update*.

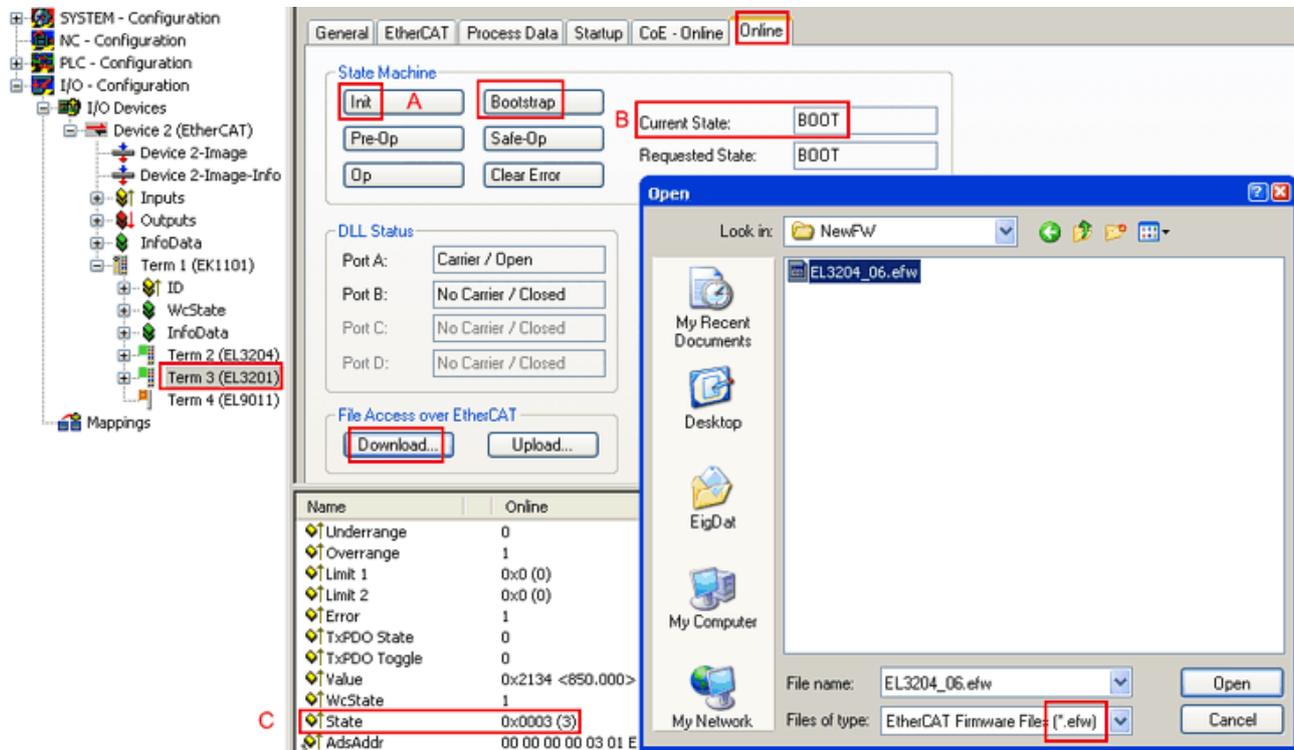
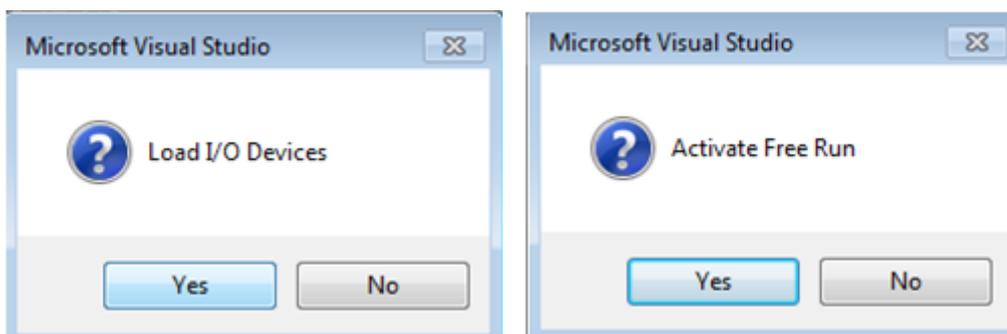


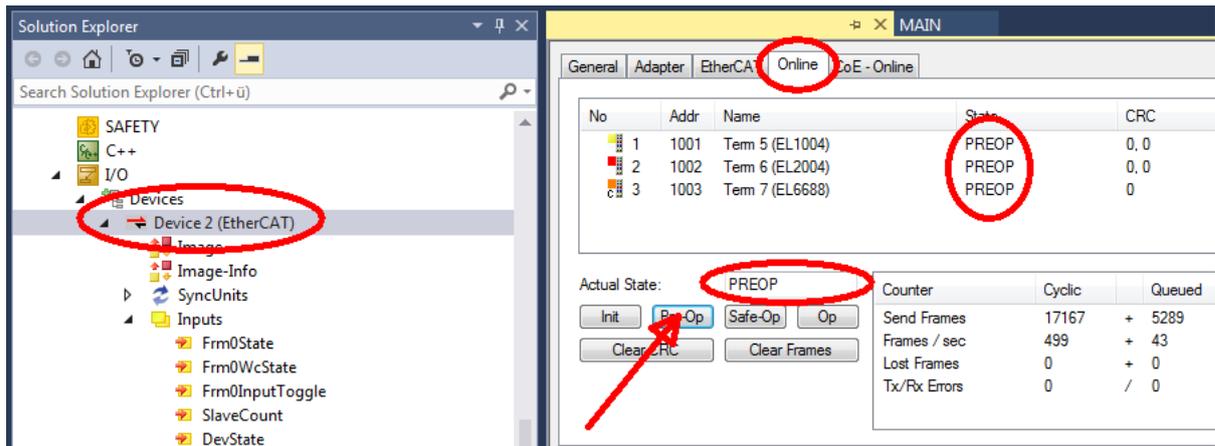
Abb. 202: Firmware Update

Es ist folgender Ablauf einzuhalten, wenn keine anderen Angaben z. B. durch den Beckhoff Support vorliegen. Gültig für TwinCAT 2 und 3 als EtherCAT Master.

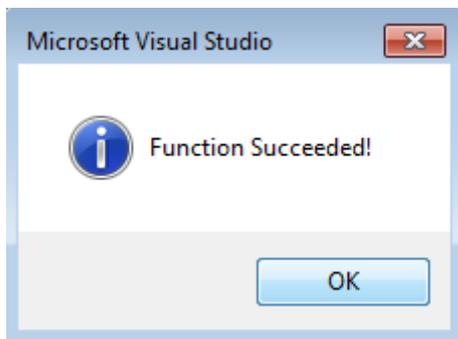
- TwinCAT System in ConfigMode/FreeRun mit Zykluszeit  $\geq 1$  ms schalten (default sind im ConfigMode 4 ms). Ein FW-Update während Echtzeitbetrieb ist nicht zu empfehlen.



- EtherCAT Master in PreOP schalten



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



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

### 7.4.4 FPGA-Firmware \*.rbf

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

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

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

#### Versionsbestimmung mit dem System-Manager

Der TwinCAT System-Manager zeigt die Version der FPGA-Firmware an. Klicken Sie hierzu auf die Ethernet-Karte Ihres EtherCAT-Stranges (im Beispiel Gerät 2) und wählen Sie den Karteireiter *Online*.

Die Spalte *Reg:0002* zeigt die Firmware-Version der einzelnen EtherCAT-Geräte in hexadezimaler und dezimaler Darstellung an.

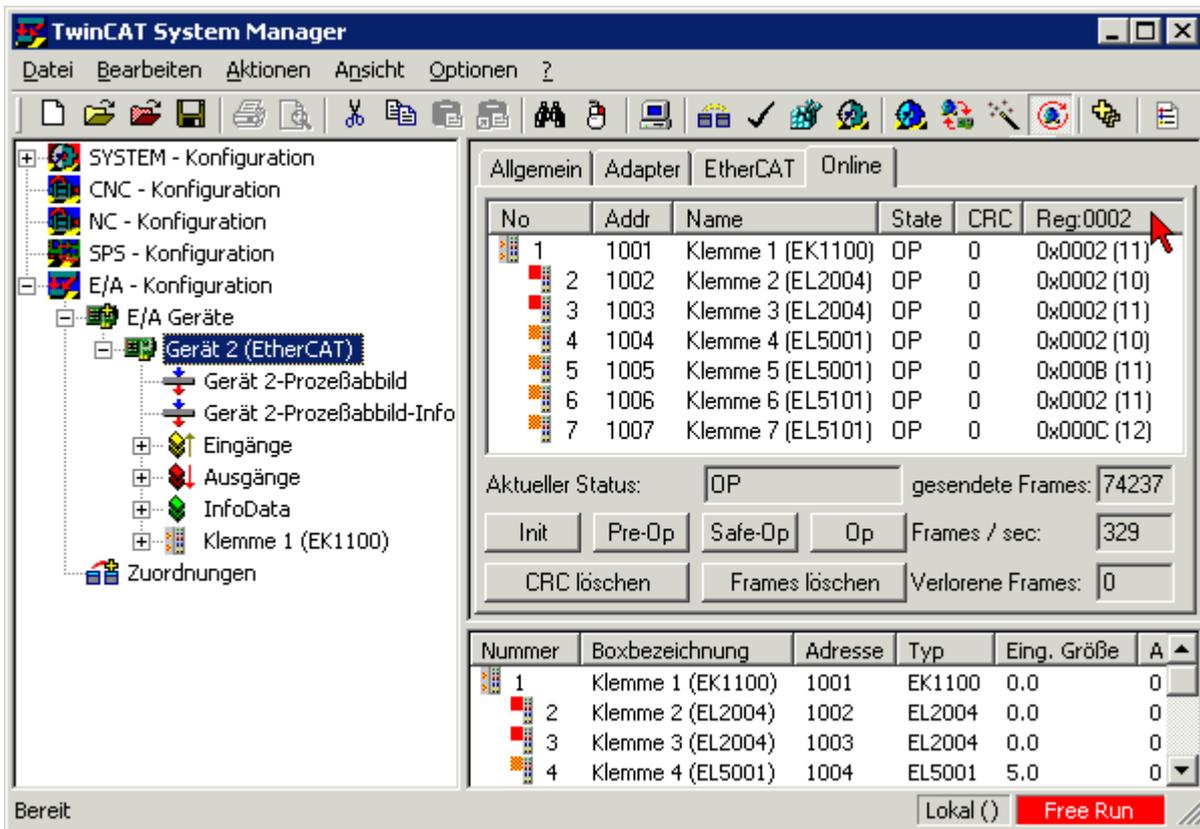
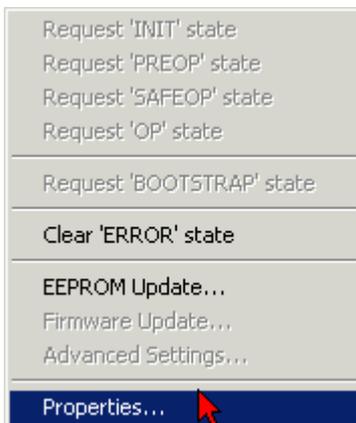


Abb. 203: Versionsbestimmung FPGA-Firmware

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

Abb. 204: Kontextmenu *Eigenschaften (Properties)*

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

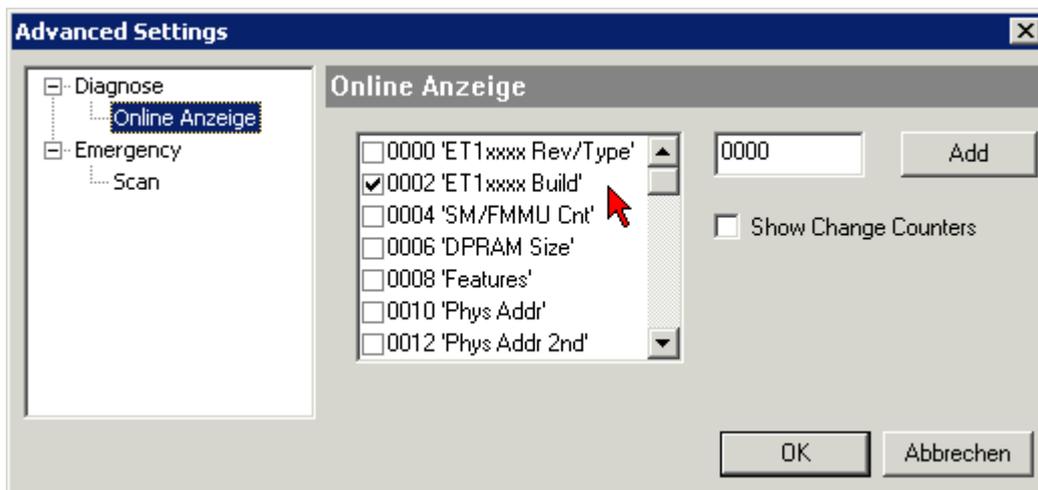


Abb. 205: Dialog *Advanced settings*

### Update

Für das Update der FPGA-Firmware

- eines EtherCAT-Kopplers, muss auf diesem Koppler mindestens die FPGA-Firmware-Version 11 vorhanden sein.
- einer E-Bus-Klemme, muss auf dieser Klemme mindestens die FPGA-Firmware-Version 10 vorhanden sein.

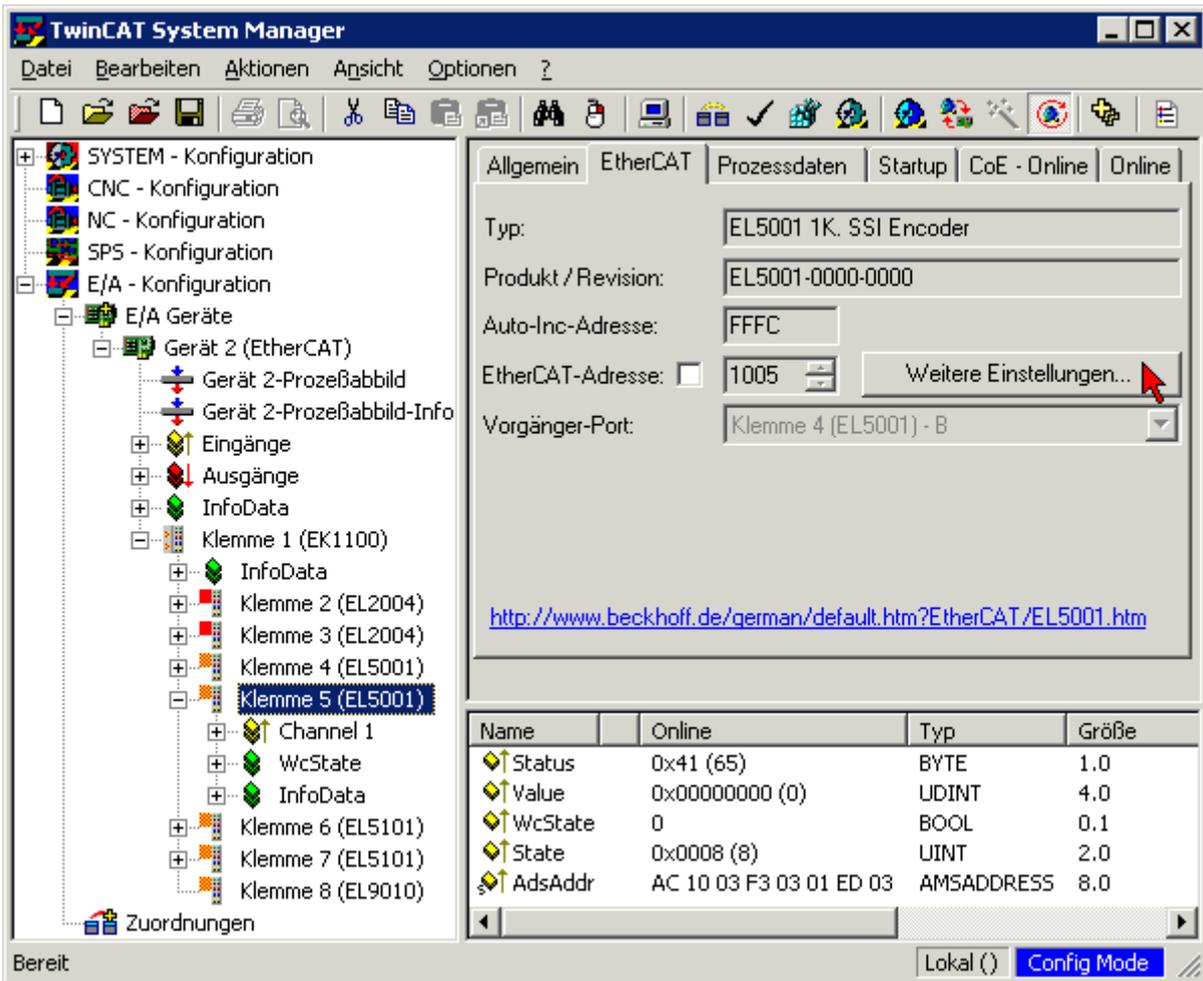
Ältere Firmware-Stände können nur vom Hersteller aktualisiert werden!

### Update eines EtherCAT-Geräts

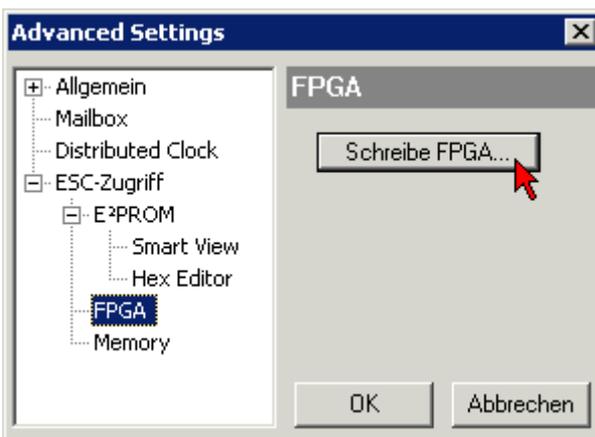
Es ist folgender Ablauf einzuhalten, wenn keine anderen Angaben z. B. durch den Beckhoff Support vorliegen:

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

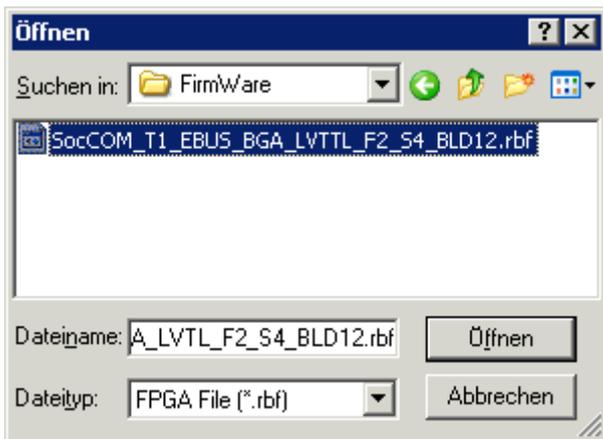
- Wählen Sie im TwinCAT System-Manager die Klemme an, deren FPGA-Firmware Sie aktualisieren möchten (im Beispiel: Klemme 5: EL5001) und klicken Sie auf dem Karteireiter *EtherCAT* auf die Schaltfläche *Weitere Einstellungen*:



- Im folgenden Dialog *Advanced Settings* klicken Sie im Menüpunkt *ESC-Zugriff/E<sup>2</sup>PROM/FPGA* auf die Schaltfläche *Schreibe FPGA*:



- Wählen Sie die Datei (\*.rbf) mit der neuen FPGA-Firmware aus und übertragen Sie diese zum EtherCAT-Gerät:



- Abwarten bis zum Ende des Downloads
- Slave kurz stromlos schalten (nicht unter Spannung ziehen!). Um die neue FPGA-Firmware zu aktivieren ist ein Neustart (Aus- und Wiedereinschalten der Spannungsversorgung) des EtherCAT-Geräts erforderlich
- Kontrolle des neuen FPGA-Standes

**HINWEIS**

**Beschädigung des Gerätes möglich!**

Das Herunterladen der Firmware auf ein EtherCAT-Gerät dürfen Sie auf keinen Fall unterbrechen! Wenn Sie diesen Vorgang abbrechen, dabei die Versorgungsspannung ausschalten oder die Ethernet-Verbindung unterbrechen, kann das EtherCAT-Gerät nur vom Hersteller wieder in Betrieb genommen werden!

### 7.4.5 Gleichzeitiges Update mehrerer EtherCAT-Geräte

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

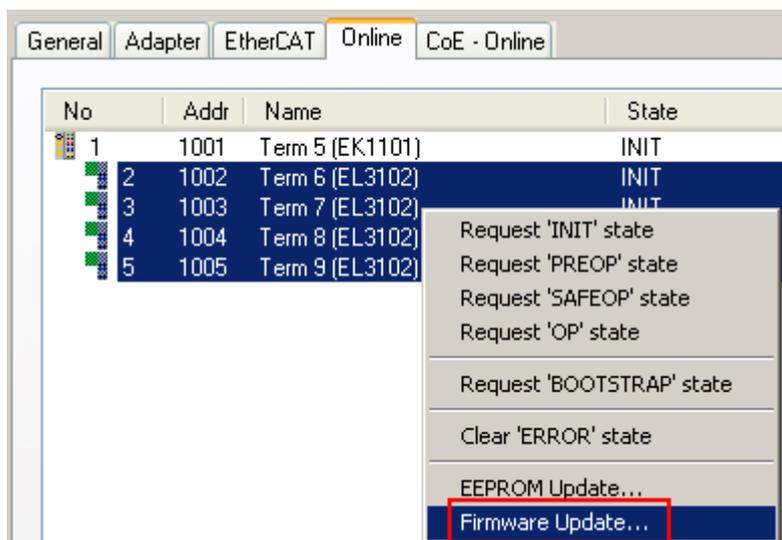


Abb. 206: Mehrfache Selektion und FW-Update

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

## 7.5 Wiederherstellen des Auslieferungszustandes

Um den Auslieferungszustand der Backup-Objekte bei den ELxxx-Klemmen wiederherzustellen, kann im TwinCAT System Manger (Config-Modus) das CoE-Objekt *Restore default parameters*, Subindex 001 angewählt werden (s. Abb. *Auswahl des PDO, Restore default parameters*)

The screenshot shows the 'CoE - Online' tab in the TwinCAT System Manager. A table lists various PDO objects. The object '1011:01 SubIndex 001' is selected, and a red arrow points to it. Below the table is a detailed view of the selected object's properties.

Index	Name	Flags	Wert
1000	Device type	RO	0x00001389 (5001)
1008	Device name	RO	EL5101
1009	Hardware version	RO	09
100A	Software version	RO	10
1011:0	Restore default parameters	RO	> 1 <
1011:01	SubIndex 001	RW	0x00000000 (0)
1018:0	Identity	RO	> 4 <

Name	Typ	Größe	>Adre...	Ein/Aus	User ID	Verknüpft mit
Status	USINT	1.0	26.0	Eingang	0	
Value	UINT	2.0	27.0	Eingang	0	
Latch	UINT	2.0	29.0	Eingang	0	
WcState	BOOL	0.1	1522.0	Eingang	0	
State	UINT	2.0	1550.0	Eingang	0	
AdsAddr	AMSADDRESS	8.0	1552.0	Eingang	0	
netId	ARRAY Tn....	6.0	1552.0	Finnann	0	

Abb. 207: Auswahl des PDO *Restore default parameters*

Durch Doppelklick auf *SubIndex 001* gelangen Sie in den Set Value -Dialog. Tragen Sie im Feld *Dec* den Wert **1684107116** oder alternativ im Feld *Hex* den Wert **0x64616F6C** ein und bestätigen Sie mit OK (Abb. *Eingabe des Restore-Wertes im Set Value Dialog*).

Alle Backup-Objekte werden so in den Auslieferungszustand zurückgesetzt.

The 'Set Value Dialog' window is shown with the following fields and values:

- Dec: 1684107116
- Hex: 0x64616F6C
- Float: 1684107116
- Bool: 0
- Binär: 6C 6F 61 64
- Bitgröße: 32 (selected)

The 'OK' button is highlighted with a red arrow.

Abb. 208: Eingabe des Restore-Wertes im Set Value Dialog

### ● Alternativer Restore-Wert

**I** Bei einigen Klemmen älterer Bauart lassen sich die Backup-Objekte mit einem alternativen Restore-Wert umstellen: Dezimalwert: 1819238756, Hexadezimalwert: 0x6C6F6164. Eine falsche Eingabe des Restore-Wertes zeigt keine Wirkung!

## 7.6 Support und Service

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

### Beckhoff Niederlassungen und Vertretungen

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

Die Adressen der weltweiten Beckhoff Niederlassungen und Vertretungen entnehmen Sie bitte unseren Internetseiten: <https://www.beckhoff.de>

Dort finden Sie auch weitere Dokumentationen zu Beckhoff Komponenten.

### Beckhoff Support

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

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

Hotline: +49(0)5246 963 157  
Fax: +49(0)5246 963 9157  
E-Mail: [support@beckhoff.com](mailto:support@beckhoff.com)

### Beckhoff Service

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

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

Hotline: +49(0)5246 963 460  
Fax: +49(0)5246 963 479  
E-Mail: [service@beckhoff.com](mailto:service@beckhoff.com)

### Beckhoff Firmenzentrale

Beckhoff Automation GmbH & Co. KG

Hülshorstweg 20  
33415 Verl  
Deutschland

Telefon: +49(0)5246 963 0  
Fax: +49(0)5246 963 198  
E-Mail: [info@beckhoff.com](mailto:info@beckhoff.com)  
Internet: <https://www.beckhoff.de>



Mehr Informationen:

[www.beckhoff.com/de-de/produkte/i-o/ethercat-klemmen/  
el3xxx-analog-eingang/](http://www.beckhoff.com/de-de/produkte/i-o/ethercat-klemmen/el3xxx-analog-eingang/)

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

