

Dokumentation | DE

EL407x

EtherCAT-Klemmen, Analog-Ausgang, Multifunktion, ± 10 V, ± 20 mA, 16 Bit, 2 kSps



EtherCAT®

Inhaltsverzeichnis

1	Vorwort	5
1.1	Produktübersicht Analoge Multifunktionsklemmen	5
1.2	Hinweise zur Dokumentation	6
1.3	Wegweiser durch die Dokumentation	7
1.4	Sicherheitshinweise	8
1.5	Ausgabestände der Dokumentation	9
1.6	Versionsidentifikation von EtherCAT-Geräten	10
1.6.1	Allgemeine Hinweise zur Kennzeichnung	10
1.6.2	Versionsidentifikation von EL-Klemmen.....	11
1.6.3	Beckhoff Identification Code (BIC).....	12
1.6.4	Elektronischer Zugriff auf den BIC (eBIC).....	14
2	Produktbeschreibung	16
2.1	EL407x	16
2.1.1	Einführung.....	16
2.1.2	Technische Daten EL407x	17
2.1.3	Anschlussbelegung, Anzeige und Diagnose.....	18
2.2	Weiterführende Dokumentation zu I/O-Komponenten mit analogen Ein- und Ausgängen	27
2.3	Start.....	28
3	Grundlagen der Kommunikation	29
3.1	EtherCAT-Grundlagen	29
3.2	EtherCAT-Verkabelung - Drahtgebunden	29
3.3	Allgemeine Hinweise zur Watchdog-Einstellung.....	31
3.4	EtherCAT State Machine	33
3.5	CoE-Interface	35
4	Montage und Verdrahtung	41
4.1	Hinweise zum ESD-Schutz	41
4.2	Tragschienenmontage	42
4.3	Positionierung von passiven Klemmen	45
4.4	Hinweis zur Spannungsversorgung	46
4.5	Anschluss.....	47
4.5.1	Anschlusstechnik	47
4.5.2	Verdrahtung	49
4.5.3	Schirmung.....	50
4.6	Einbaulagen	51
4.7	Entsorgung.....	54
5	Inbetriebnahme	55
5.1	TwinCAT/EtherCAT-Slave	55
5.1.1	TwinCAT Quickstart	55
5.1.2	TwinCAT Entwicklungsumgebung	82
5.1.3	Allgemeine Inbetriebnahmehinweise für einen EtherCAT-Slave	125
5.2	Grundlagen zur Funktion.....	133
5.2.1	Inbetriebnahme EL407x.....	133
5.2.2	Inbetriebnahme Analogausgang	139

5.3	Übersicht Parameter Objekte (CoE)	168
5.3.1	Restore-Objekte	168
5.3.2	Konfigurationsdaten	169
5.3.3	Eingangsdaten	172
5.3.4	Ausgangsdaten	173
5.3.5	Informations- und Diagnose-Daten	174
5.3.6	Standardobjekte	176
6	Anhang	190
6.1	EtherCAT AL Status Codes	190
6.2	Firmware Kompatibilität.....	191
6.3	Firmware Update EL/ES/ELM/EM/EP/EPP/ERPxxxx	192
6.3.1	Gerätebeschreibung ESI-File/XML	193
6.3.2	Erläuterungen zur Firmware.....	196
6.3.3	Update Controller-Firmware *.efw.....	197
6.3.4	FPGA-Firmware *.rbf.....	199
6.3.5	Gleichzeitiges Update mehrerer EtherCAT-Geräte.....	203
6.4	Wiederherstellen des Auslieferungszustandes	204
6.5	Support und Service.....	206

1 Vorwort

1.1 Produktübersicht Analoge Multifunktionsklemmen

[EL4072 \[► 16\]](#)

EtherCAT-Klemme, 2-Kanal-Analog-Ausgang, Multifunktion, ± 10 V, ± 20 mA, 16 Bit, 2 kSps

[EL4074 \[► 16\]](#)

EtherCAT-Klemme, 4-Kanal-Analog-Ausgang, Multifunktion, ± 10 V, ± 20 mA, 16 Bit, 2 kSps

[EL4078 \[► 16\]](#)

EtherCAT-Klemme, 8-Kanal-Analog-Ausgang, Multifunktion, ± 10 V, ± 20 mA, 16 Bit, 2 kSps

1.2 Hinweise zur Dokumentation

Zielgruppe

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

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

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

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

Disclaimer

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

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

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

Marken

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

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



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

Copyright

© Beckhoff Automation GmbH & Co. KG, Deutschland.

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

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

Fremdmarken

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

1.3 Wegweiser durch die Dokumentation

HINWEIS



Weitere Bestandteile der Dokumentation

Diese Dokumentation beschreibt gerätespezifische Inhalte. Sie ist Bestandteil des modular aufgebauten Dokumentationskonzepts für Beckhoff I/O-Komponenten. Für den Einsatz und sicheren Betrieb des in dieser Dokumentation beschriebenen Gerätes / der in dieser Dokumentation beschriebenen Geräte werden zusätzliche, produktübergreifende Beschreibungen benötigt, die der folgenden Tabelle zu entnehmen sind.

Titel	Beschreibung
EtherCAT System-Dokumentation (PDF)	<ul style="list-style-type: none"> • Systemübersicht • EtherCAT-Grundlagen • Kabel-Redundanz • Hot Connect • Konfiguration von EtherCAT-Geräten
I/O-Analog-Handbuch (PDF)	Hinweise zu I/O-Komponenten mit analogen Ein- und Ausgängen
Infrastruktur für EtherCAT/Ethernet (PDF)	Technische Empfehlungen und Hinweise zur Auslegung, Ausfertigung und Prüfung
Software-Deklarationen I/O (PDF)	Open-Source-Software-Deklarationen für Beckhoff-I/O-Komponenten

Die Dokumentationen können auf der Beckhoff-Homepage (www.beckhoff.com) eingesehen und heruntergeladen werden über:

- den Bereich „Dokumentation und Downloads“ der jeweiligen Produktseite,
- den [Downloadfinder](#),
- das [Beckhoff Information System](#).

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

1.4 Sicherheitshinweise

Sicherheitsbestimmungen

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

Haftungsausschluss

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

Qualifikation des Personals

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

Signalwörter

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

Warnungen vor Personenschäden

GEFAHR

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

WARNUNG

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

VORSICHT

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

Warnung vor Umwelt- oder Sachschäden

HINWEIS

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

Information zum Umgang mit dem Produkt



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

1.5 Ausgabestände der Dokumentation

Version	Kommentar
1.0.0	<ul style="list-style-type: none">• 1 Veröffentlichung
0.1.0 – 0.4.0	<ul style="list-style-type: none">• vorläufige Dokumentationen für EL407x

1.6 Versionsidentifikation von EtherCAT-Geräten

1.6.1 Allgemeine Hinweise zur Kennzeichnung

Bezeichnung

Ein Beckhoff EtherCAT-Gerät hat eine 14-stellige technische Bezeichnung, die sich zusammen setzt 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 Januar 2014 außen auf den IP20-Klemmen aufgebracht, siehe Abb. „EL2872 mit Revision 0022 und Seriennummer 01200815“.
- Typ, Version und Revision werden als dezimale Zahlen gelesen, auch wenn sie technisch hexadezimal gespeichert werden.

1.6.2 Versionsidentifikation von EL-Klemmen

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

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

KK - Produktionswoche (Kalenderwoche)

YY - Produktionsjahr

FF - Firmware-Stand

HH - Hardware-Stand

Beispiel mit Seriennummer 12 06 3A 02:

12 - Produktionswoche 12

06 - Produktionsjahr 2006

3A - Firmware-Stand 3A

02 - Hardware-Stand 02



Abb. 1: EL2872 mit Revision 0022 und Seriennummer 01200815

1.6.3 Beckhoff Identification Code (BIC)

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

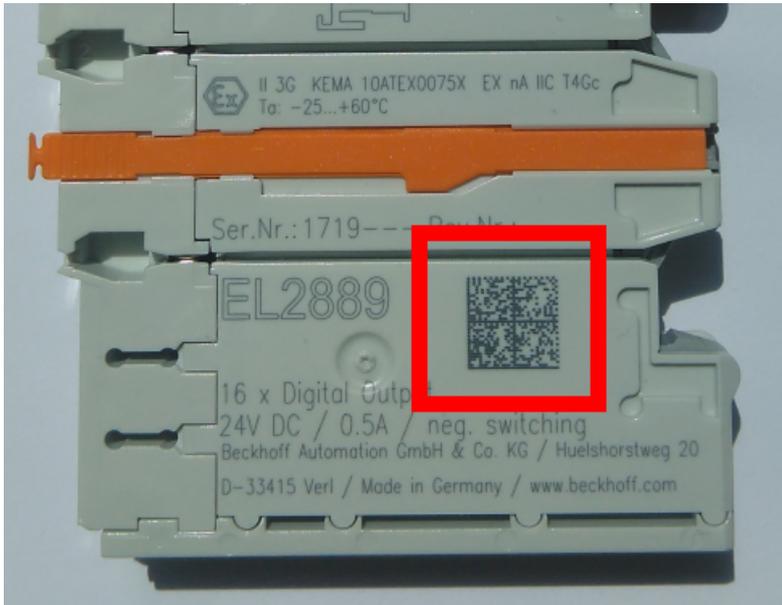


Abb. 2: BIC als Data Matrix Code (DMC, Code-Schema ECC200)

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

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

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

Jede Information ist anhand des so genannten Datenidentifikators (ANSI MH10.8.2-2016) eindeutig identifizierbar. Dem Datenidentifikator folgt eine Zeichenkette. Beide zusammen haben eine maximale Länge gemäß nachstehender Tabelle. Sind die Informationen kürzer, werden sie um Leerzeichen ergänzt.

Folgende Informationen sind möglich, die Positionen 1 bis 4 sind immer vorhanden, die weiteren je nach Produktfamilienbedarf:

Pos-Nr.	Art der Information	Erklärung	Datenidentifikator	Anzahl Stellen inkl. Datenidentifikator	Beispiel
1	Beckhoff-Artikelnummer	Beckhoff - Artikelnummer	1P	8	1P072222
2	Beckhoff Traceability Number (BTN)	Eindeutige Seriennummer, Hinweis s. u.	SBTN	12	SBTNk4p562d7
3	Artikelbezeichnung	Beckhoff Artikelbezeichnung, z. B. EL1008	1K	32	1KEL1809
4	Menge	Menge in Verpackungseinheit, z. B. 1, 10...	Q	6	Q1
5	Chargennummer	Optional: Produktionsjahr und -woche	2P	14	2P401503180016
6	ID-/Seriennummer	Optional: vorheriges Seriennummer-System, z. B. bei Safety-Produkten oder kalibrierten Klemmen	51S	12	51S678294
7	Variante	Optional: Produktvarianten-Nummer auf Basis von Standardprodukten	30P	12	30PF971, 2*K183
...					

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

Aufbau des BIC

Beispiel einer zusammengesetzten Information aus den Positionen 1 bis 4 und dem o.a. Beispielwert in Position 6. Die Datenidentifikatoren sind in Fettschrift hervorgehoben:

1P072222SBTNk4p562d71KEL1809 Q1 51S678294

Entsprechend als DMC:



Abb. 3: Beispiel-DMC **1P072222SBTNk4p562d71KEL1809 Q1 51S678294**

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 Dokumentation können keine Ansprüche auf Änderung geltend gemacht werden.

1.6.4 Elektronischer Zugriff auf den BIC (eBIC)

Elektronischer BIC (eBIC)

Der Beckhoff Identification Code (BIC) wird auf Beckhoff-Produkten außen sichtbar aufgebracht. Er soll, wo möglich, auch elektronisch auslesbar sein.

Für die elektronische Auslesung ist die Schnittstelle entscheidend, über die das Produkt angesprochen werden kann.

K-Bus Geräte (IP20, IP67)

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

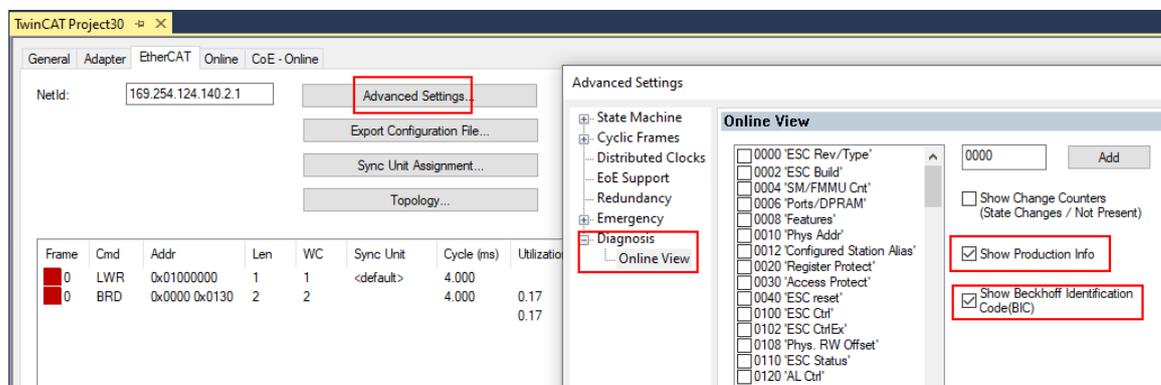
EtherCAT-Geräte (IP20, IP67)

Alle Beckhoff EtherCAT-Geräte haben ein sogenanntes ESI-EEPROM, das die EtherCAT-Identität mit der Revision beinhaltet. Darin wird die EtherCAT-Slave-Information gespeichert, umgangssprachlich auch als ESI/XML-Konfigurationsdatei für den EtherCAT-Master bekannt. Zu den Zusammenhängen siehe die entsprechenden Kapitel im EtherCAT-Systemhandbuch ([Link](#)).

In das ESI-EEPROM wird durch Beckhoff auch die eBIC geschrieben. Die Einführung des eBIC in die Beckhoff-IO-Produktion (Klemmen, Box-Module) erfolgt ab 2020; Stand 2023 ist die Umsetzung weitgehend abgeschlossen.

Anwenderseitig ist die eBIC (wenn vorhanden) wie folgt elektronisch zugänglich:

- Bei allen EtherCAT-Geräten kann der EtherCAT-Master (TwinCAT) den eBIC aus dem ESI-EEPROM auslesen:
 - Ab TwinCAT 3.1 Build 4024.11 kann der eBIC im Online-View angezeigt werden.
 - Dazu unter EtherCAT → Erweiterte Einstellungen → Diagnose das Kontrollkästchen „Show Beckhoff Identification Code (BIC)“ aktivieren:



- Die BTN und Inhalte daraus werden dann angezeigt:

No	Addr	Name	State	CRC	Fw	Hw	Production Data	ItemNo	BTN	Description	Quantity	BatchNo	SerialNo
1	1001	Term 1 (EK1100)	OP	0.0	0	0	---						
2	1002	Term 2 (EL1018)	OP	0.0	0	0	2020 KW36 Fr	072222	k4p562d7	EL1809	1		678294
3	1003	Term 3 (EL3204)	OP	0.0	7	6	2012 KW24 Sa						
4	1004	Term 4 (EL2004)	OP	0.0	0	0	---	072223	k4p562d7	EL2004	1		678295
5	1005	Term 5 (EL1008)	OP	0.0	0	0	---						
6	1006	Term 6 (EL2008)	OP	0.0	0	12	2014 KW14 Mo						
7	1007	Term 7 (EK1110)	OP	0	1	8	2012 KW25 Mo						

- Hinweis: ebenso können wie in der Abbildung zu sehen die seit 2012 programmierten Produktionsdaten HW-Stand, FW-Stand und Produktionsdatum per „Show Production Info“ angezeigt werden.
- Zugriff aus der PLC: Ab TwinCAT 3.1. Build 4024.24 stehen in der Tc2_EtherCAT Library ab v3.3.19.0 die Funktionen *FB_EcReadBIC* und *FB_EcReadBTN* zum Einlesen in die PLC bereit.

- Bei EtherCAT-Geräten mit CoE-Verzeichnis kann zusätzlich das Objekt 0x10E2:01 zur Anzeige der eigenen eBIC vorhanden sein, auch hierauf kann die PLC einfach zugreifen:
 - Das Gerät muss zum Zugriff in PREOP/SAFEOP/OP sein

Index	Name	Flags	Value
1000	Device type	RO	0x015E1389 (22942601)
1008	Device name	RO	ELM3704-0000
1009	Hardware version	RO	00
100A	Software version	RO	01
100B	Bootloader version	RO	J0.1.27.0
1011:0	Restore default parameters	RO	> 1 <
1018:0	Identity	RO	> 4 <
10E2:0	Manufacturer-specific Identification C...	RO	> 1 <
10E2:01	Subindex 001	RO	1P158442SBTN000@jekp1KELM3704 Q1 2P482001000016
10F0:0	Backup parameter handling	RO	> 1 <
10F3:0	Diagnosis History	RO	> 21 <
10F8	Actual Time Stamp	RO	0x170bfb277e

- Das Objekt 0x10E2 wird in Bestandsprodukten vorrangig im Zuge einer notwendigen Firmware-Überarbeitung eingeführt.
- Ab TwinCAT 3.1. Build 4024.24 stehen in der Tc2_EtherCAT Library ab v3.3.19.0 die Funktionen *FB_EcCoEReadBIC* und *FB_EcCoEReadBTN* zum Einlesen in die PLC zur Verfügung
- Zur Verarbeitung der BIC/BTN Daten in der PLC stehen noch als Hilfsfunktionen ab TwinCAT 3.1 Build 4024.24 in der *Tc2_Uutilities* zur Verfügung
 - *F_SplitBIC*: Die Funktion zerlegt den BIC sBICValue anhand von bekannten Kennungen in seine Bestandteile und liefert die erkannten Teil-Strings in einer Struktur *ST_SplittedBIC* als Rückgabewert
 - *BIC_TO_BTN*: Die Funktion extrahiert vom BIC die BTN und liefert diese als Rückgabewert
- Hinweis: bei elektronischer Weiterverarbeitung ist die BTN als String(8) zu behandeln, der Identifier „SBTN“ ist nicht Teil der BTN.
- Zum technischen Hintergrund:
 Die neue BIC Information wird als Category zusätzlich bei der Geräteproduktion ins ESI-EEPROM geschrieben. Die Struktur des ESI-Inhalts ist durch ETG Spezifikationen weitgehend vorgegeben, demzufolge wird der zusätzliche herstellerspezifische Inhalt mithilfe einer Category nach ETG.2010 abgelegt. Durch die ID 03 ist für alle EtherCAT-Master vorgegeben, dass sie im Updatefall diese Daten nicht überschreiben bzw. nach einem ESI-Update die Daten wiederherstellen sollen. Die Struktur folgt dem Inhalt des BIC, siehe dort. Damit ergibt sich ein Speicherbedarf von ca. 50..200 Byte im EEPROM.
- Sonderfälle
 - Bei einer hierarchischen Anordnung mehrerer ESC (EtherCAT Slave Controller) in einem Gerät trägt lediglich der oberste ESC die eBIC-Information.
 - Sind mehrere ESC in einem Gerät verbaut die nicht hierarchisch angeordnet sind, tragen alle ESC die eBIC-Information gleich.
 - Besteht das Gerät aus mehreren Sub-Geräten mit eigener Identität, aber nur das TopLevel-Gerät ist über EtherCAT zugänglich, steht im CoE-Objekt-Verzeichnis 0x10E2:01 die eBIC dieses ESC, in 0x10E2:nn folgen die eBIC der Sub-Geräte.

PROFIBUS-, PROFINET-, DeviceNet-Geräte usw.

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

2 Produktbeschreibung

2.1 EL407x

2.1.1 Einführung

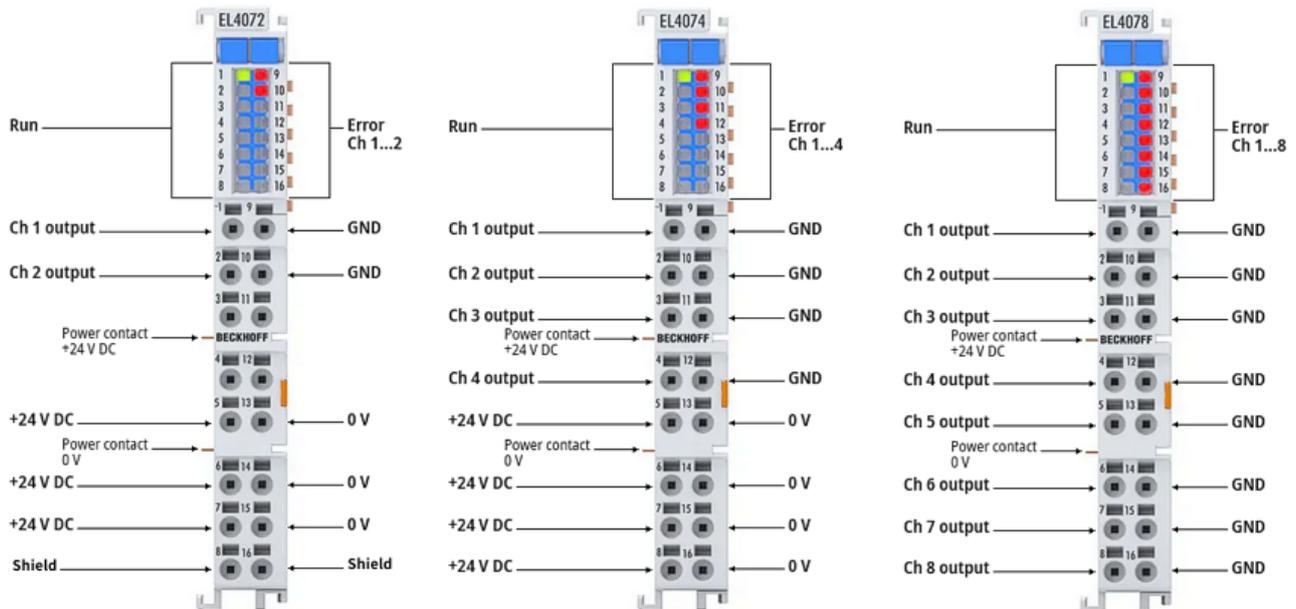


Abb. 4: EL407x

EtherCAT-Klemmen, Analog-Ausgang, Multifunktion, $\pm 10\text{ V}$, $\pm 20\text{ mA}$, 16 Bit, 2 kSps

Die analogen Ausgangsklemmen EL4072, EL4074 und EL4078 geben 10-V/20-mA-Normsignale mit einer Auflösung von 16 Bit und bis zu 2000 Werten je Sekunde aus. Jeder Kanal ist einzeln über die Steuerung/TwinCAT parametrierbar. Es können pro Kanal alle üblichen Normsignale im Bereich von $\pm 10\text{ V}$ und $\pm 20\text{ mA}$ ausgegeben werden, wie z. B. 0...10 V und 4...20 mA. Jeder Kanal meldet einen Kurzschluss bei Spannungsausgang bzw. Drahtbruch bei Stromausgang. Die Stromausgänge können auch hohe Bürdenwiderstände treiben. Die Ausgänge sind als single-ended ausgeführt, das bedeutet, jeweils ein Kanalanschlusspunkt ist bereits in der Klemme mit +24 V oder GND verbunden und muss nicht mehr separat verkabelt werden. Die EL4072 und EL4074 verfügen über 24-V/0-V-Kontakte zur Aktorversorgung. Mit einem technischen Ausgabebereich von $\pm 107\%$ vom nominellen Bereich können die Kanäle auch atypische Sollwerte transportieren, z. B. zur Fehlerübermittlung.

Die genannten Klemmen sind bis auf die Kanalanzahl weitgehend funktionsgleich und werden deshalb im Folgenden als EL407x behandelt.

Quick-Links

- [EtherCAT Funktionsgrundlagen](#)
- [Grundlagen zur Funktion](#) [► 133]
- [Anschlussbelegung, Anzeige und Diagnose](#) [► 18]
- [Inbetriebnahme](#) [► 55]
- [CoE-Objektbeschreibung und Parametrierung](#) [► 168]

2.1.2 Technische Daten EL407x

Technische Daten	EL4072	EL4074	EL4078
Anzahl Ausgänge	2	4	8
Verdrahtung	2-Leiter		
Massebezug	single-ended		
Max. Samplingrate	min. 500 µs (max. 2 kSps) je Kanal		
Samplingart	Multiplex, ca. 25 µs Delay zwischen den Kanälen n/n+1		
Bürde	Spannung: > 2 kΩ (kurzschlussfest) Strom: < 750 Ω	Spannung: > 5 kΩ (kurzschlussfest) Strom: < 500 Ω	Spannung: > 5 kΩ (kurzschlussfest) Strom: < 300 Ω
Ausgabebereich, nominell	-10 V / 0 V...+10 V -20 mA / 0 mA / +4 mA...+20 mA Hinweis ¹⁾ beachten		
Ausgabeendwert (AEW, FSV)	10 V / 20 mA		
Ausgabebereich, technisch	-10,73 V...+10,73 V -21,47 mA...+21,47 mA (AEW _{techn}) Hinweis ¹⁾ beachten		
Auflösung	16 Bit (inkl. Vorzeichen)		
Ausgabefehler / Unsicherheit	< ±0,07 % _{AEW} typ. (Spannung und Strom, bei 25 °C ±5 °C, sonst < ±0,1 % _{AEW} , mit Mittelwertbildung) ²⁾		
Temperaturkoeffizient	Tk _{Gain} : 10 ppm/K typ. ²⁾		
Rauschen	Spannung: ±0,005 % _{AEW} typ. (im Bereich 0...5 kHz) ²⁾ Strom: ±0,017 % _{AEW} typ. (im Bereich 0...5 kHz, an 200 Ω) ²⁾		
Kanalübersprechen	Spannung: < -70 dB typ. ²⁾ Strom: < -60 dB typ. ²⁾		
Lastart	Ohmsch		
Potenzialtrennung Kanal/Kanal	nein		

¹⁾ EL4078: wenn mehr als 4 Kanäle zur Stromausgabe konfiguriert werden, können aus thermischen Gründen die verbleibenden Spannungskanäle nur noch bis max. ±5V angesteuert werden.

²⁾ vorläufige Angabe

Technische Daten	Allgemein		
Spannungsversorgung	über Powerkontakte, 24 V DC (-15 % / +20 %)		
Distributed Clocks	–		
Potenzialtrennung Kanal/SGND	funktionale Trennung 707 V DC (Typ Test)		
Potenzialtrennung Kanal/E-Bus	funktionale Trennung 707 V DC (Typ Test)		
Stromaufnahme Powerkontakte	60 mA typ. (erforderlich zum Betrieb der Ausgänge, Angabe bei Vollast, Strombedarf an +24V/0V angeschlossener Lasten zusätzlich)		
Stromaufnahme E-Bus	100 mA typ.	110 mA typ.	135 mA typ.
Min. EtherCAT Zykluszeit	50 µs		
Besondere Eigenschaften	107 % Messbereich/Ausgabebereich, Ausgangsdiagnose		
Gewicht	ca. 55 g		
Betriebs-/Lagertemperatur	-25 °C...+55 °C / -40 °C...+85 °C		
Relative Feuchte	95 % ohne Betauung		
EMV-Festigkeit/-Aussendung	gemäß EN 61000-6-2/EN 61000-6-4		
Schwingungs-/Schockfestigkeit	gemäß EN 60068-2-6/EN 60068-2-27		
Schutzart/Einbaulage	IP20/beliebig		
Zulassungen/Kennzeichnungen ^{*)}	CE, UKCA, EAC		

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

2.1.3 Anschlussbelegung, Anzeige und Diagnose

2.1.3.1 EL4072

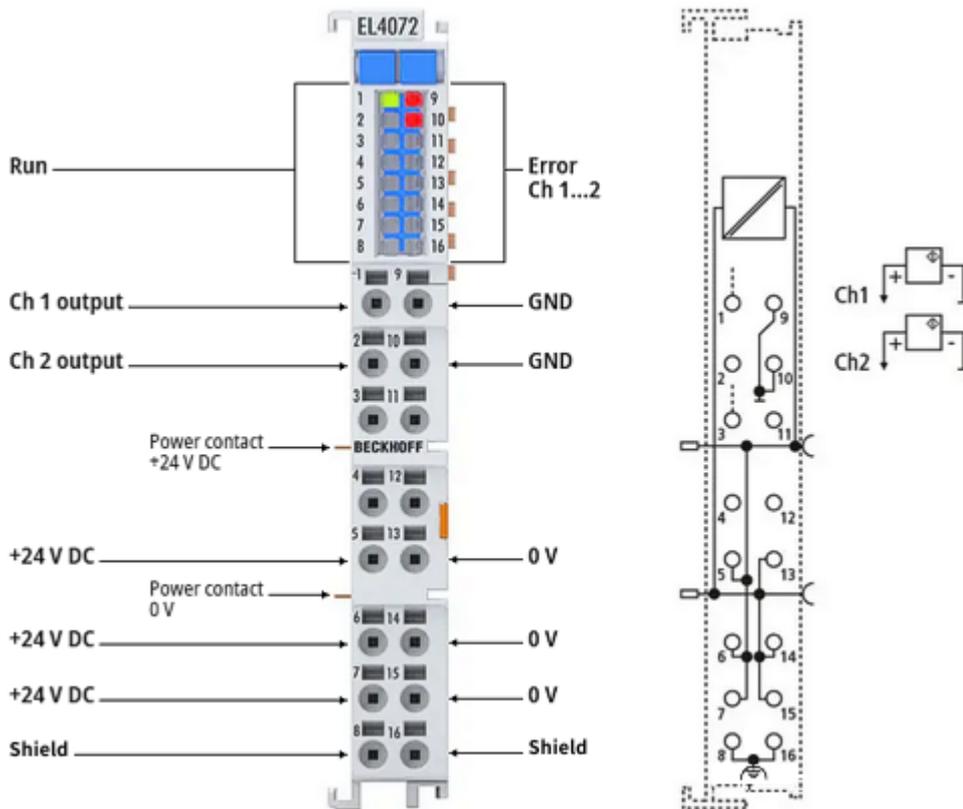


Abb. 5: EL4072 LED und Anschlussbelegung

LED	Farbe	Bedeutung	
RUN	grün	Diese LEDs geben den Betriebszustand der Klemme wieder:	
		aus	Zustand der EtherCAT State Machine [► 108]: INIT = Initialisierung der Klemme
		blinkend	Zustand der EtherCAT State Machine: PREOP = Funktion für Mailbox-Kommunikation und abweichende Standard-Einstellungen gesetzt
		Einzelblitz	Zustand der EtherCAT State Machine: SAFEOP = Überprüfung der Kanäle des Sync-Managers [► 108] und der Distributed Clocks. Ausgänge bleiben im sicheren Zustand
		an	Zustand der EtherCAT State Machine: OP = normaler Betriebszustand; Mailbox- und Prozessdatenkommunikation ist möglich
flimmernd	Zustand der EtherCAT State Machine: BOOTSTRAP = Funktion für Firmware-Updates [► 192] der Klemme		
ERROR Ch1, 2	rot	<ul style="list-style-type: none"> - Überlastung des Analogausgangs: Drahtbruch bei I-Ausgang, Kurzschluss bei U-Ausgang - Sollwert überschreitet Limiter: Low Grenze unterschritten/High Grenze überschritten - interner Fehler DAC 	

HINWEIS

Kabellängen >30 m

Bei größeren Kabellängen >30 m ist ein geeigneter Überspannungsschutz (Surge-Protection) vorzusehen (z.B. EL9540-0010), wenn entsprechende Störungen auf das Signalkabel einwirken könnten.

Anschlussbelegung EL4072

Klemmstelle	Nr.	Beschreibung	Intern verbunden mit Anschluss	Max. Strombelastbarkeit *)
Ch1 output	1	Spannungs-/ Stromausgang, Kanal 1	-	überlastgeschützt
Ch2 output	2	Spannungs-/ Stromausgang, Kanal 2	-	Überlastgeschützt
n.c.	3	-	-	-
n.c.	4	-	-	-
+24 V DC	5	+24 V	6; 7, +24 V Powerkontakt	1 A
+24 V DC	6	+24 V	5, 7, +24 V Powerkontakt	1 A
+24 V DC	7	+24 V	5, 6, +24 V Powerkontakt	1 A
Shield	8	Schirmanschluss	16	1 A ***)
GND	9	Analoge Masse (Bezugspotential für Ch1...Ch2)	10	100 mA **)
GND	10	Analoge Masse (Bezugspotential für Ch1...Ch2)	9	100 mA **)
n.c.	11	-	-	-
n.c.	12	-	-	-
0 V	13	0 V	14, 15, 0 V Powerkontakt	1 A
0 V	14	0 V	13, 15, 0 V Powerkontakt	1 A
0 V	15	0 V	13, 14, 0 V Powerkontakt	1A
Shield	16	Schirmanschluss	8	1 A ***)

*) Dauerstrom; kurzzeitig höhere Ströme sind zu vermeiden und können zu thermischer Überlastung (Beschädigung) führen

***) Das Potential „GND“ ist intern an das Potential „0V“ gekoppelt, unterliegt aber einer reduzierten Stromtragfähigkeit

**) Der Anschlusspunkt verbindet direkt mit dem Hutschienenkontakt. Schirmverbindungen sollten generell stromlos (DC) sein! Siehe analogtechnische Hinweise führung im Beckhoff Analoghandbuch [► 7].

Wenn möglich ist eine externe Schirmanbindung z.B. via Beckhoff ZB8511 o.ä. zu bevorzugen.

Spannungsausgang 0 ...10V / -10 ... +10V

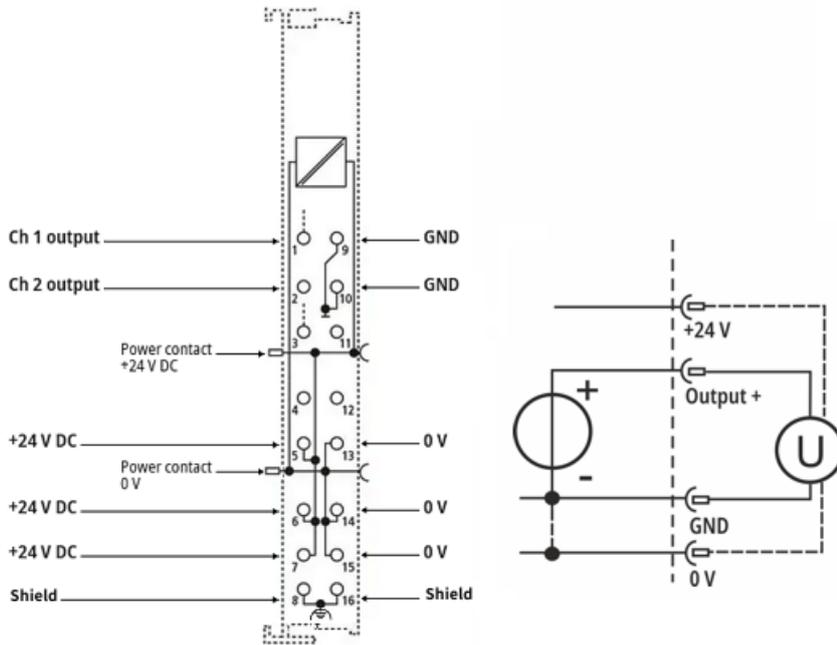


Abb. 6: Anschlussbeispiel EL4072, Spannungsausgang, 2- / 4-Leiter

- 2-Leiter: 2-poliger Spannungsausgang; 4-Leiter: mit zusätzlicher 24-V-Versorgung des Aktors

Stromausgang -20 / 0 / +4...+20 mA

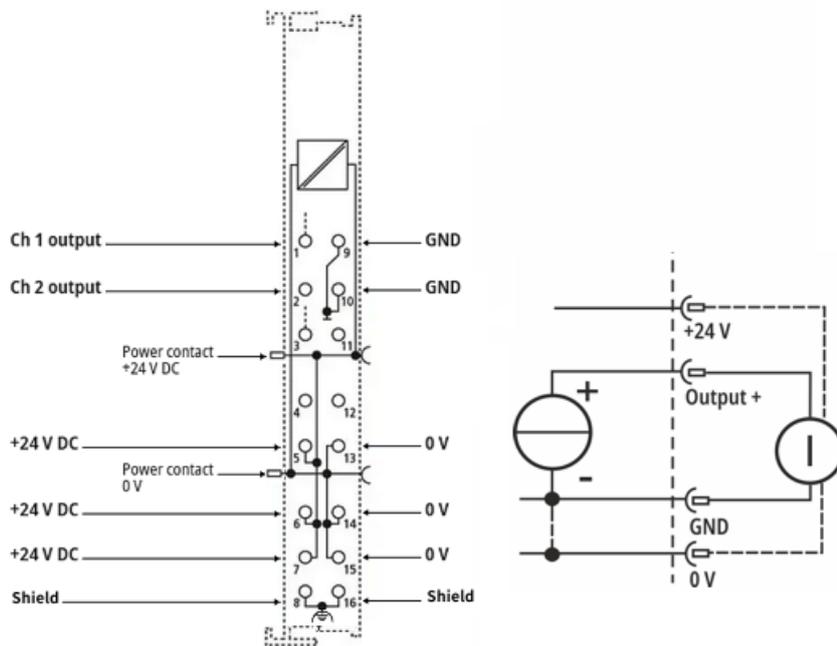


Abb. 7: Anschlussbeispiel EL4072, Stromausgang, 2- / 4-Leiter

- 2-Leiter: 2-poliger Stromausgang; 4-Leiter: mit zusätzlicher 24-V-Versorgung des Aktors

2.1.3.2 EL4074

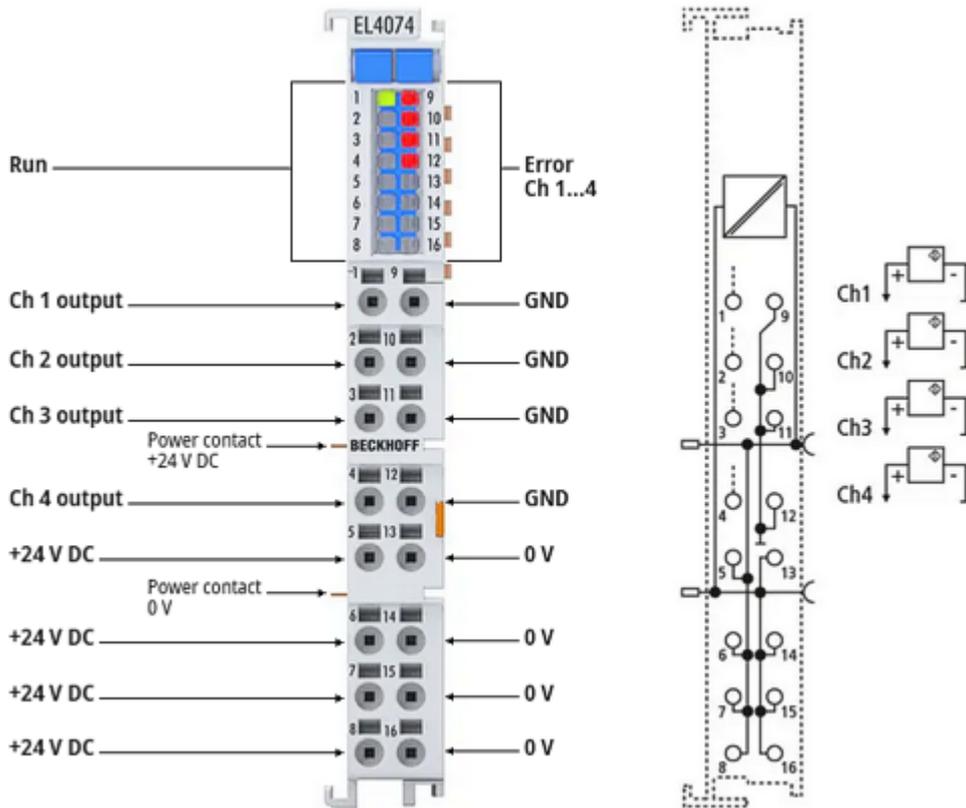


Abb. 8: EL4074 LED und Anschlussbelegung

LED	Farbe	Bedeutung	
RUN	grün	Diese LEDs geben den Betriebszustand der Klemme wieder:	
		aus	Zustand der EtherCAT State Machine [▶ 108] : INIT = Initialisierung der Klemme
		blinkend	Zustand der EtherCAT State Machine: PREOP = Funktion für Mailbox-Kommunikation und abweichende Standard-Einstellungen gesetzt
		Einzelblitz	Zustand der EtherCAT State Machine: SAFEOP = Überprüfung der Kanäle des Sync-Managers [▶ 108] und der Distributed Clocks. Ausgänge bleiben im sicheren Zustand
		an	Zustand der EtherCAT State Machine: OP = normaler Betriebszustand; Mailbox- und Prozessdatenkommunikation ist möglich
flimmernd	Zustand der EtherCAT State Machine: BOOTSTRAP = Funktion für Firmware-Updates [▶ 192] der Klemme		
ERROR Ch1...4	rot	- Überlastung des Analogausgangs: Drahtbruch bei I-Ausgang, Kurzschluss bei U-Ausgang - Sollwert überschreitet Limiter: Low Grenze unterschritten/High Grenze überschritten - interner Fehler DAC	

HINWEIS

Kabellängen >30 m

Bei größeren Kabellängen >30 m ist ein geeigneter Überspannungsschutz (Surge-Protection) vorzusehen (z.B. EL9540-0010), wenn entsprechende Störungen auf das Signalkabel einwirken könnten.

Anschlussbelegung EL4074

Klemmstelle	Nr.	Beschreibung	Intern verbunden mit Anschluss	Max. Strombelastbarkeit *)
Ch1 output	1	Spannungs-/ Stromausgang, Kanal 1	-	überlastgeschützt
Ch2 output	2	Spannungs-/ Stromausgang, Kanal 2	-	überlastgeschützt
Ch3 output	2	Spannungs-/ Stromausgang, Kanal 3	-	überlastgeschützt
Ch4 output	2	Spannungs-/ Stromausgang, Kanal 4	-	überlastgeschützt
+24 V DC	5	+24 V	6; 7, 8 +24 V Powerkontakt	1 A
+24 V DC	6	+24 V	5, 7, 8 +24 V Powerkontakt	1 A
+24 V DC	7	+24 V	5, 6, 8 +24 V Powerkontakt	1 A
+24 V DC	8	+24 V	5, 6, 7, +24 V Powerkontakt	1 A
GND	9	Analoge Masse (Bezugspotential für Ch1...Ch4)	10, 11, 12	100 mA **)
GND	10	Analoge Masse (Bezugspotential für Ch1...Ch4)	9, 11, 12	100 mA **)
GND	11	Analoge Masse (Bezugspotential für Ch1...Ch4)	9, 10, 12	100 mA **)
GND	12	Analoge Masse (Bezugspotential für Ch1...Ch4)	9, 10, 11	100 mA **)
0 V	13	0 V	14, 15, 16, 0 V Powerkontakt	1 A
0 V	14	0 V	13, 15, 16, 0 V Powerkontakt	1 A
0 V	15	0 V	13, 14, 16, 0 V Powerkontakt	1 A
0 V	16	0 V	13, 14, 15, 0 V Powerkontakt	1 A

*) Dauerstrom; kurzzeitige höhere Ströme sind zu vermeiden und können zu thermischer Überlastung (Beschädigung) führen

**) Das Potential „GND“ ist intern an das Potential „0V“ gekoppelt, unterliegt aber einer reduzierten Stromtragfähigkeit

Spannungsausgang 0 ...10V / -10 ... +10V

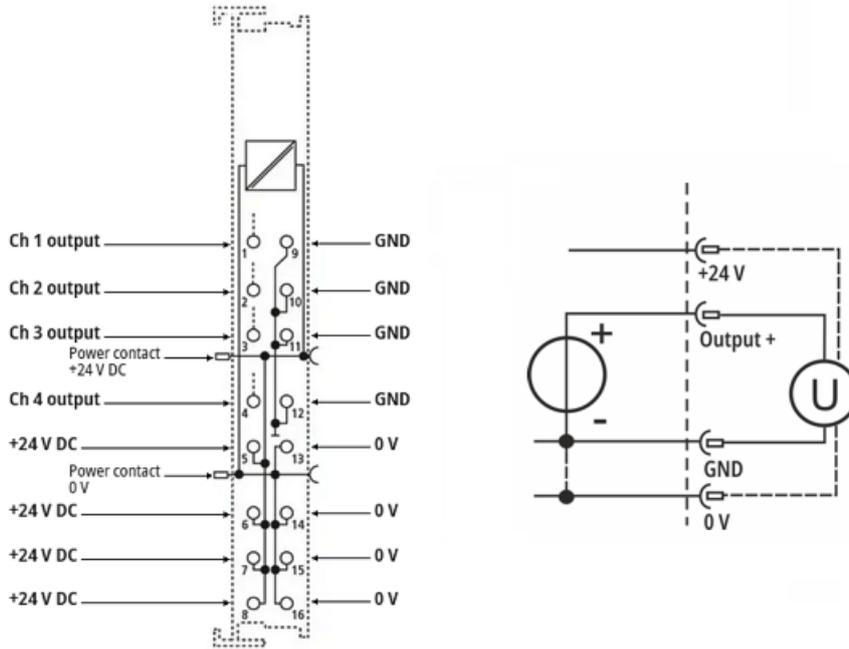


Abb. 9: Anschlussbeispiel EL4074, Spannungsausgang, 2- / 4-Leiter

- 2-Leiter: 2-poliger Spannungsausgang; 4-Leiter: mit zusätzlicher 24-V-Versorgung des Aktors

Stromausgang -20 / 0 / +4...+20 mA

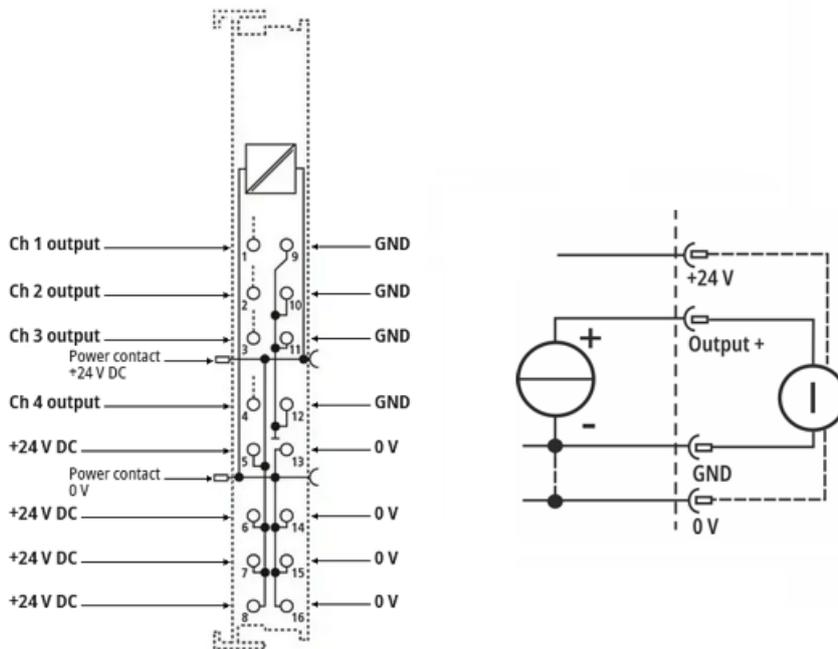


Abb. 10: Anschlussbeispiel EL4074, Stromausgang, 2- / 4-Leiter

- 2-Leiter: 2-poliger Stromausgang; 4-Leiter: mit zusätzlicher 24-V-Versorgung des Aktors

2.1.3.3 EL4078

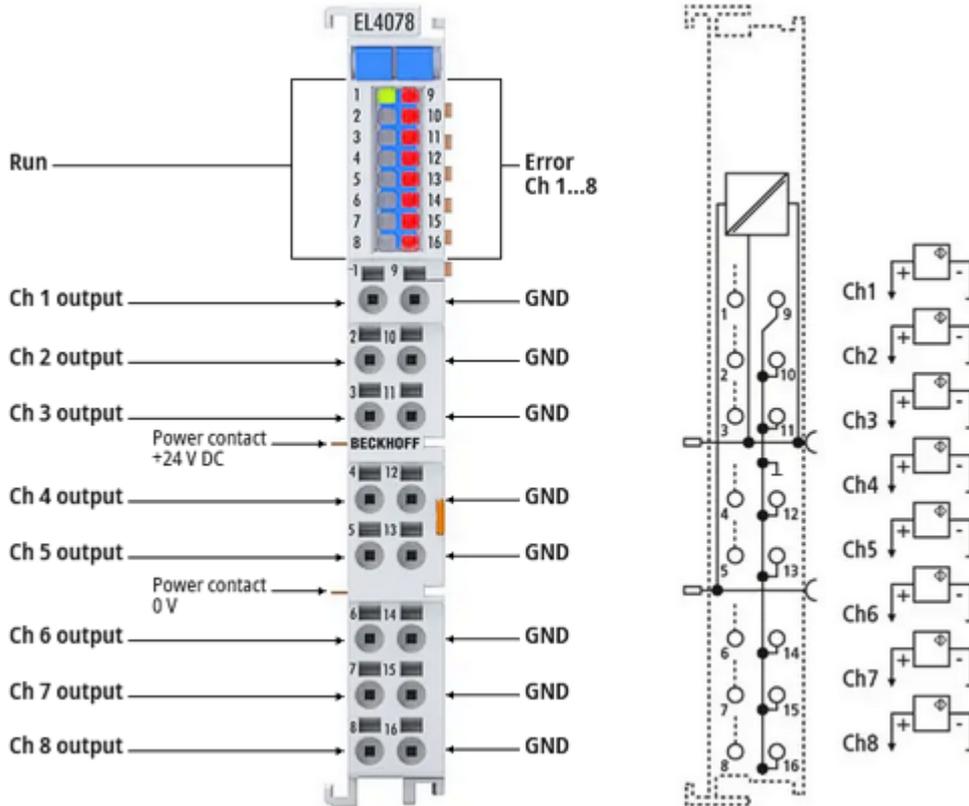


Abb. 11: EL4078 LED und Anschlussbelegung

LED	Farbe	Bedeutung	
RUN	grün	Diese LEDs geben den Betriebszustand der Klemme wieder:	
		aus	Zustand der EtherCAT State Machine [► 108]: INIT = Initialisierung der Klemme
		blinkend	Zustand der EtherCAT State Machine: PREOP = Funktion für Mailbox-Kommunikation und abweichende Standard-Einstellungen gesetzt
		Einzelblitz	Zustand der EtherCAT State Machine: SAFEOP = Überprüfung der Kanäle des Sync-Managers [► 108] und der Distributed Clocks. Ausgänge bleiben im sicheren Zustand
		an	Zustand der EtherCAT State Machine: OP = normaler Betriebszustand; Mailbox- und Prozessdatenkommunikation ist möglich
flimmernd	Zustand der EtherCAT State Machine: BOOTSTRAP = Funktion für Firmware-Updates [► 192] der Klemme		
ERROR Ch1...8	rot	<ul style="list-style-type: none"> - Überlastung des Analogausgangs: - Drahtbruch bei I-Ausgang, Kurzschluss bei U-Ausgang - Sollwert überschreitet Limiter: Low Grenze unterschritten/High Grenze überschritten - interner Fehler DAC 	

HINWEIS

Kabellängen >30 m

Bei größeren Kabellängen >30 m ist ein geeigneter Überspannungsschutz (Surge-Protection) vorzusehen (z.B. EL9540-0010), wenn entsprechende Störungen auf das Signalkabel einwirken könnten.

Anschlussbelegung EL4078

Klemmstelle	Nr.	Beschreibung	Intern verbunden mit Anschluss	Max. Strombelastbarkeit *)
Ch1 output	1	Spannungs-/ Stromausgang, Kanal 1	-	überlastgeschützt
Ch2 output	2	Spannungs-/ Stromausgang, Kanal 2	-	überlastgeschützt
Ch3 output	2	Spannungs-/ Stromausgang, Kanal 3	-	überlastgeschützt
Ch4 output	2	Spannungs-/ Stromausgang, Kanal 4	-	überlastgeschützt
Ch5 output	5	Spannungs-/ Stromausgang, Kanal 5	-	überlastgeschützt
Ch6 output	6	Spannungs-/ Stromausgang, Kanal 6	-	überlastgeschützt
Ch7 output	7	Spannungs-/ Stromausgang, Kanal 7	-	überlastgeschützt
Ch8 output	8	Spannungs-/ Stromausgang, Kanal 8	-	überlastgeschützt
GND	9	Analoge Masse (Bezugspotential für Ch1...Ch8)	10, 11, 12, 13, 14, 15, 16	100 mA **)
GND	10	Analoge Masse (Bezugspotential für Ch1...Ch8)	9, 11, 12, 13, 14, 15, 16	100 mA **)
GND	11	Analoge Masse (Bezugspotential für Ch1...Ch8)	9, 10, 12, 13, 14, 15, 16	100 mA **)
GND	12	Analoge Masse (Bezugspotential für Ch1...Ch8)	9, 10, 11, 13, 14, 15, 16	100 mA **)
GND	13	Analoge Masse (Bezugspotential für Ch1...Ch8)	9, 10, 11, 12, 14, 15, 16	100 mA **)
GND	14	Analoge Masse (Bezugspotential für Ch1...Ch8)	9, 10, 11, 12, 13, 15, 16	100 mA **)
GND	15	Analoge Masse (Bezugspotential für Ch1...Ch8)	9, 10, 11, 12, 13, 14, 16	100 mA **)
GND	16	Analoge Masse (Bezugspotential für Ch1...Ch8)	9, 10, 11, 12, 13, 14, 15	100 mA **)

*) Dauerstrom; kurzzeitige höhere Ströme sind zu vermeiden und können zu thermischer Überlastung (Beschädigung) führen

**) Das Potential „GND“ ist intern an das Potential „0V“ gekoppelt, unterliegt aber einer reduzierten Stromtragfähigkeit

Spannungsausgang 0 ...10V / -10 ... +10V

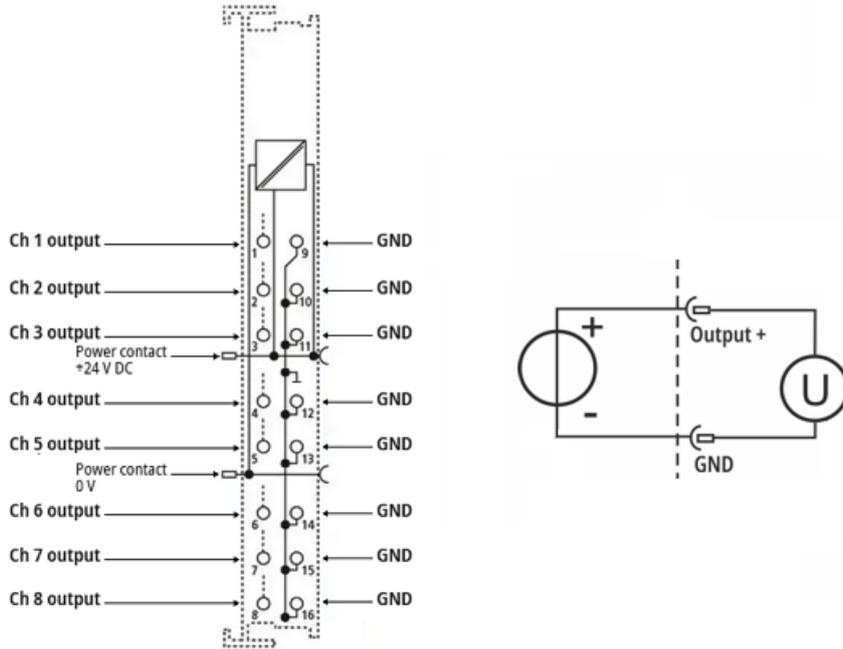


Abb. 12: Anschlussbeispiel EL4078, Spannungsausgang, 2-Leiter

- 2-Leiter: 2-poliger Spannungsausgang

Stromausgang -20 / 0 / +4...+20 mA

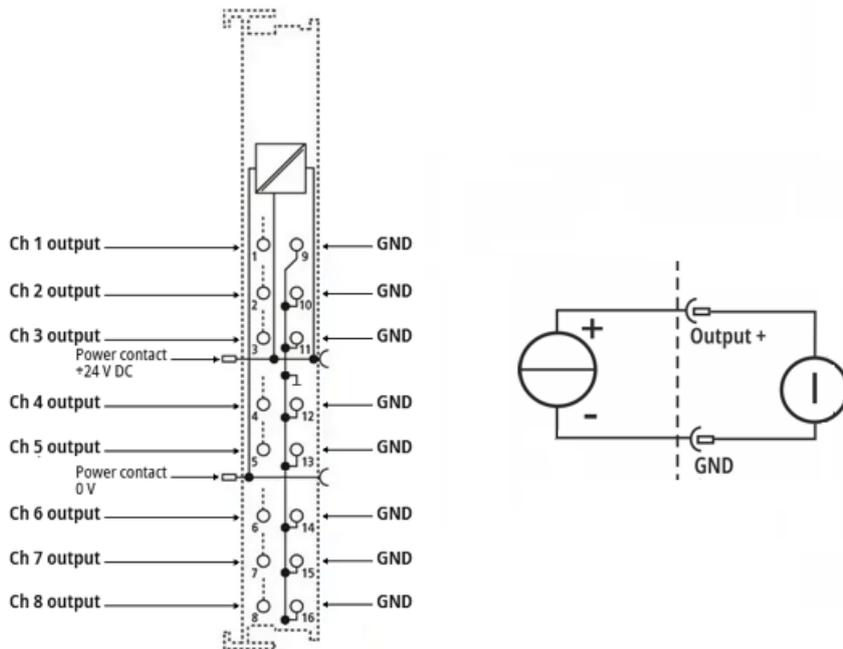


Abb. 13: Anschlussbeispiel EL4078, Stromausgang, 2-Leiter

- 2-Leiter: 2-poliger Stromausgang

2.2 Weiterführende Dokumentation zu I/O-Komponenten mit analogen Ein- und Ausgängen

HINWEIS



Weiterführende Dokumentation zu I/O-Komponenten mit analogen Ein- und Ausgängen

Beachten Sie auch die weiterführende Dokumentation:

I/O-Analog-Handbuch

Hinweise zu I/O-Komponenten mit analogen Ein- und Ausgängen,

die Ihnen im Beckhoff [Information-System](#) und auf der Beckhoff-Webseite

www.beckhoff.com auf den jeweiligen Produktseiten zum [Download](#) zur Verfügung steht.

Die Inhalte umfassen Grundlagen der Sensortechnik sowie Hinweise zu analogen Messwerten.

2.3 Start

Zur Inbetriebsetzung

- montieren Sie die EL407x wie im Kapitel Montage und Verdrahtung [▶ 41] beschrieben.
- konfigurieren Sie die EL407x in TwinCAT wie im Kapitel Inbetriebnahme [▶ 55] beschrieben.

3 Grundlagen der Kommunikation

3.1 EtherCAT-Grundlagen

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

3.2 EtherCAT-Verkabelung - Drahtgebunden

Die zulässige Leitungslänge zwischen zwei EtherCAT-Geräten darf maximal 100 Meter betragen. Dies resultiert aus der FastEthernet-Technologie, die vor allem aus Gründen der Signaldämpfung über die Leitungslänge eine maximale Linklänge von 5 m + 90 m + 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 vier 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 gekreuzte Leitungen (Cross-Over) verwendet werden.

i Empfohlene Kabel

- Kabelsätze ZK1090-9191-xxxx bzw.
- feldkonfektionierbare RJ45 Stecker ZS1090-0005 oder
- 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 berechnete, theoretische maximale E-Bus-Strom angezeigt. Eine Unterschreitung wird durch einen negativen Summenbetrag und Ausrufezeichen markiert, vor einer solchen Stelle ist eine Einspeiseklemme zu setzen.

The screenshot shows the 'I/O Devices' tree on the left and a table of power calculation on the right. The table has columns: Number, Box Name, Add..., Type, In Si..., Out ..., and E-Bus (mA). The E-Bus (mA) column is highlighted with a red border.

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. 14: System Manager Stromberechnung

HINWEIS

Fehlfunktion möglich!

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

3.3 Allgemeine Hinweise zur Watchdog-Einstellung

Die EtherCAT-Klemmen sind mit einer Sicherungseinrichtung (Watchdog) ausgestattet, die z. B. bei unterbrochenem Prozessdatenverkehr nach einer voreinstellbaren Zeit die Ausgänge (sofern vorhanden) in einen gegebenenfalls vorgebbaren Zustand schaltet, in Abhängigkeit von Gerät und Einstellung z. B. auf FALSE (aus) oder einen Ausgabewert.

Der EtherCAT Slave Controller verfügt dazu über zwei Watchdogs:

- Sync Manager (SM)-Watchdog (default: 100 ms)
- Process-Data (PDI)-Watchdog (default: 100 ms)

Deren Zeiten werden in TwinCAT wie folgt einzeln parametrisiert:

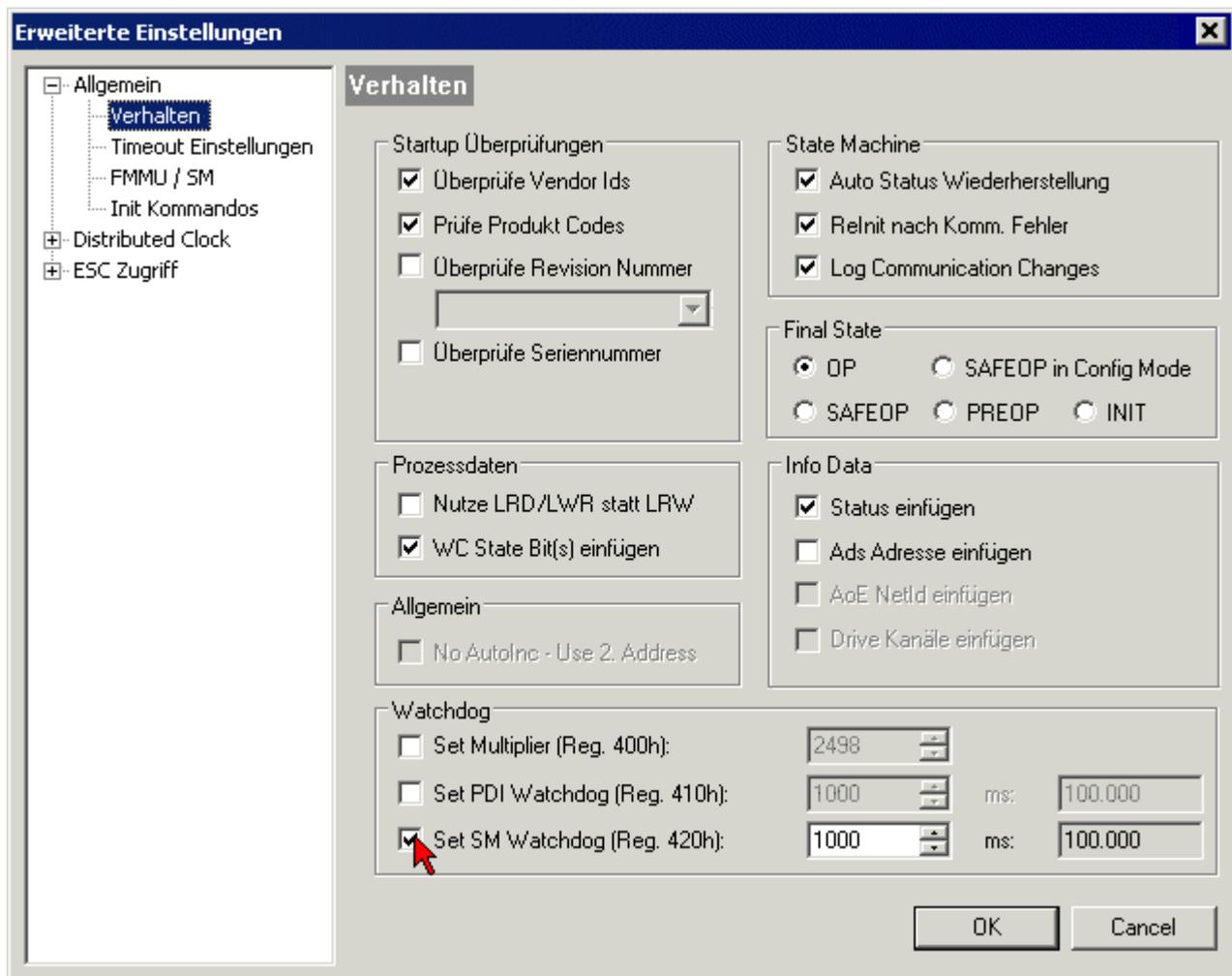


Abb. 15: Karteireiter EtherCAT -> Erweiterte Einstellungen -> Verhalten -> Watchdog

Anmerkungen:

- Das Multiplier-Register 400h (hexadezimal, also 0x0400), ist für beide Watchdogs gültig.
- Jeder Watchdog hat seine eigene Timer-Einstellung 410h bzw. 420h, die zusammen mit dem Multiplier eine resultierende Zeit ergibt.
- Wichtig: die Multiplier-/Timer-Einstellung wird nur dann beim EtherCAT-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.
- Die heruntergeladenen Werte können in den ESC-Registern 400h, 410h und 420h eingesehen werden: ESC Zugriff -> Speicher (ESC Access -> Memory).

SM-Watchdog (SyncManager-Watchdog)

Der SyncManager-Watchdog wird bei jeder erfolgreichen EtherCAT-Prozessdatenkommunikation mit der Klemme zurückgesetzt. Findet z. B. durch eine Leitungsunterbrechung länger als die eingestellte und aktivierte SM-Watchdog-Zeit keine EtherCAT-Prozessdatenkommunikation mit der Klemme statt, löst der Watchdog aus. Der Status der Klemme (in der Regel OP) bleibt davon unberührt. Der Watchdog wird erst wieder durch einen erfolgreichen EtherCAT-Prozessdatenzugriff zurückgesetzt.

Der SyncManager-Watchdog ist also eine Überwachung auf korrekte und rechtzeitige Prozessdatenkommunikation zwischen Master und ESC, die allein auf EtherCAT-Ebene abläuft.

Die maximal mögliche Watchdog-Zeit ist geräteabhängig. Beispielsweise beträgt sie bei „einfachen“ EtherCAT-Slaves (ohne Firmware) mit Watchdog-Ausführung im ESC in der Regel bis zu 170 Sekunden. Bei komplexen EtherCAT-Slaves (mit Firmware) wird die SM-Watchdog-Funktion in der Regel zwar über Register 400h/420h parametrisiert, aber vom Microcontroller (μC) ausgeführt und kann deutlich darunter liegen. Außerdem kann die Ausführung dann einer gewissen Zeitunsicherheit unterliegen. Da der TwinCAT-Dialog ggf. Eingaben bis 65535 zulässt, wird ein Test der gewünschten Watchdog-Zeit empfohlen.

PDI-Watchdog (Process Data Watchdog)

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

PDI 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, nun aber von der Applikationsseite aus betrachtet.

Berechnung

Watchdog-Zeit = $[1/25 \text{ MHz} * (\text{Watchdog-Multiplier} + 2)] * \text{SM/PDI Watchdog}$

Beispiel: Default-Einstellung Multiplier = 2498, SM-Watchdog = 1000 => 100 ms

Der Wert in „Watchdog-Multiplier + 2“ in der oberen Formel entspricht der Anzahl 40ns-Basisticks, die einen Watchdog-Tick darstellen.

⚠ VORSICHT

Ungewolltes Verhalten des Systems möglich!

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

⚠ VORSICHT

Beschädigung von Geräten und ungewolltes Verhalten des Systems möglich!

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

3.4 EtherCAT State Machine

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

Es werden folgende Zustände unterschieden:

- Init
- Pre-Operational
- Safe-Operational
- Operational
- Bootstrap

Regulärer Zustand eines jeden EtherCAT-Slaves nach dem Hochlauf ist der Status Operational (OP).

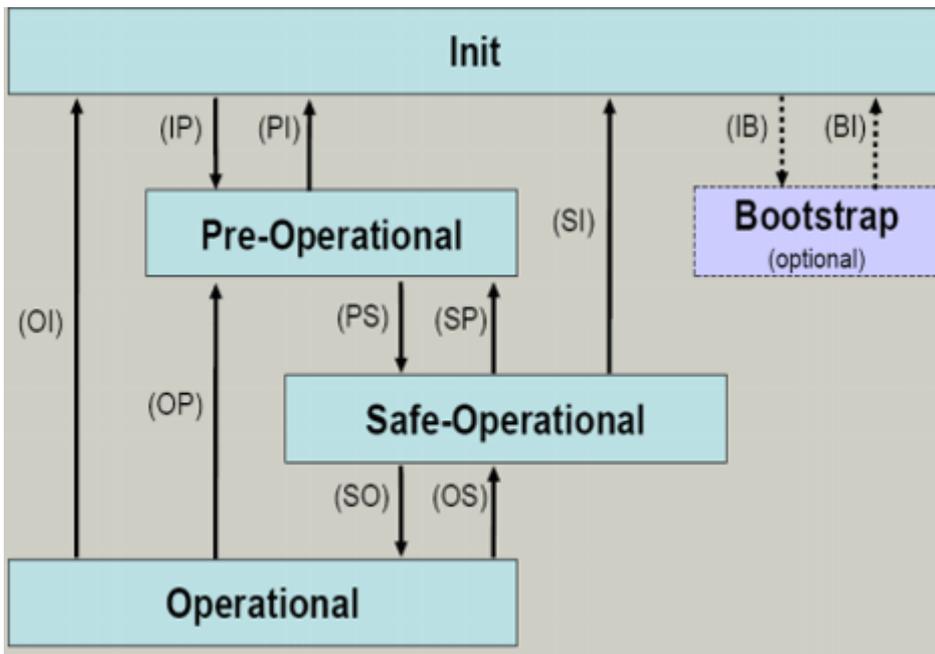


Abb. 16: Zustände der EtherCAT State Machine

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 Prozessdatenkommunikation möglich. Der EtherCAT-Master initialisiert die Sync-Manager-Kanäle für Prozessdaten (ab Sync-Manager-Kanal 2), die Kanäle der Fieldbus Memory Management Unit (FMMU) und, falls der Slave ein konfigurierbares Mapping unterstützt, das Mapping der Prozessdatenobjekte (PDOs) 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 Default-Einstellungen 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. die Einstellungen für die Distributed Clocks korrekt sind. Bevor er den Zustandswechsel quittiert, kopiert der EtherCAT-Slave aktuelle Inputdaten in die entsprechenden Dual Port (DP)-RAM-Bereiche des ESC.

Im Zustand *Safe-Op* ist Mailbox- und Prozessdatenkommunikation 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 Überwachung mittels Watchdog bringt die Ausgänge im ESC-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 Überwachung 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 Mailboxkommunikation 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- und Prozessdatenkommunikation.

3.5 CoE-Interface

Allgemeine Beschreibung

Das CoE-Interface (CAN application protocol over EtherCAT Interface) 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 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-Datentypen 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, Geräte name, Abgleichwerte für analoge Messungen 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_{dez})
- Subindex: 0x00...0xFF (0...255_{dez})

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 Identitätsinformationen 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 („Eingänge“ aus Sicht des EtherCAT-Masters)
- 0x7000: Hier liegen die Ausgangs-PDO („Ausgänge“ aus Sicht des EtherCAT-Masters)

● 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:

Index	Name	Flags	Value
1000	Device type	RO	0x00FA1389 (16389001)
1008	Device name	RO	EL2502-0000
1009	Hardware version	RO	
100A	Software version	RO	
1011:0	Restore default parameters	RO	> 1 <
1018:0	Identity	RO	> 4 <
1018:01	Vendor ID	RO	0x00000002 (2)
1018:02	Product code	RO	0x09C63052 (163983442)
1018:03	Revision	RO	0x00130000 (1245184)
1018:04	Serial number	RO	0x00000000 (0)
10F0:0	Backup parameter handling	RO	> 1 <
1400:0	PwM RxDPO-Par Ch.1	RO	> 6 <
1401:0	PwM RxDPO-Par Ch.2	RO	> 6 <
1402:0	PwM RxDPO-Par h.1 Ch.1	RO	> 6 <
1403:0	PwM RxDPO-Par h.1 Ch.2	RO	> 6 <
1600:0	PwM RxDPO-Map Ch.1	RO	> 1 <

Abb. 17: Karteireiter „CoE-Online“

In der Abbildung „Karteireiter ‚CoE-Online‘“ sind die im Gerät „EL2502“ verfügbaren CoE-Objekte von 0x1000 bis 0x1600 zu sehen, die Subindizes von 0x1018 sind aufgeklappt.

HINWEIS

Veränderungen im CoE-Verzeichnis (CAN over EtherCAT-Verzeichnis), Programmzugriff

Beachten Sie bei Verwendung/Manipulation der CoE-Parameter die allgemeinen CoE-Hinweise im Kapitel „CoE-Interface“ der EtherCAT-System-Dokumentation:

- Startup-Liste führen für den Austauschfall,
- Unterscheidung zwischen Online/Offline Dictionary,
- Vorhandensein aktueller XML-Beschreibung (Download von der [Beckhoff Website](#)),
- "CoE-Reload" zum Zurücksetzen der Veränderungen
- Programmzugriff im Betrieb über die PLC (s. [TwinCAT 3 | PLC-Bibliothek: „Tc2_EtherCAT“](#) und [Beispielprogramm R/W CoE](#))

Datenerhaltung und Funktion „NoCoeStorage“

Einige, insbesondere die vorgesehenen Einstellungsparameter des Slaves, sind veränderlich und beschreibbar,

- über den System Manager (siehe Abb. „Karteireiter ‚CoE-Online‘“) durch Anklicken. Dies bietet sich bei der Inbetriebnahme der Anlage bzw. 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 bzw. PLC über ADS z. B. durch die Bausteine aus der TcEtherCAT.lib Bibliothek. Dies wird für Änderungen während der Anlagenlaufzeit 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 (Re Power) 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 Lebensdauerergrenze des EEPROMs 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 der entsprechenden Dokumentation zu entnehmen.

- Wird diese unterstützt: Die Funktion ist per einmaligem Eintrag des Codeworts 0x12345678 im CoE-Index 0xF008 zu aktivieren. Die Funktion ist solange aktiv, wie das Codewort unverändert bleibt. 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 diese nicht unterstützt: Eine fortlaufende Änderung von CoE-Werten ist angesichts der o.a. Lebensdauerergrenze nicht zulässig.

i Startup-Liste

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

Wenn EtherCAT-Slaves verwendet werden, die lokal CoE-Werte 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.

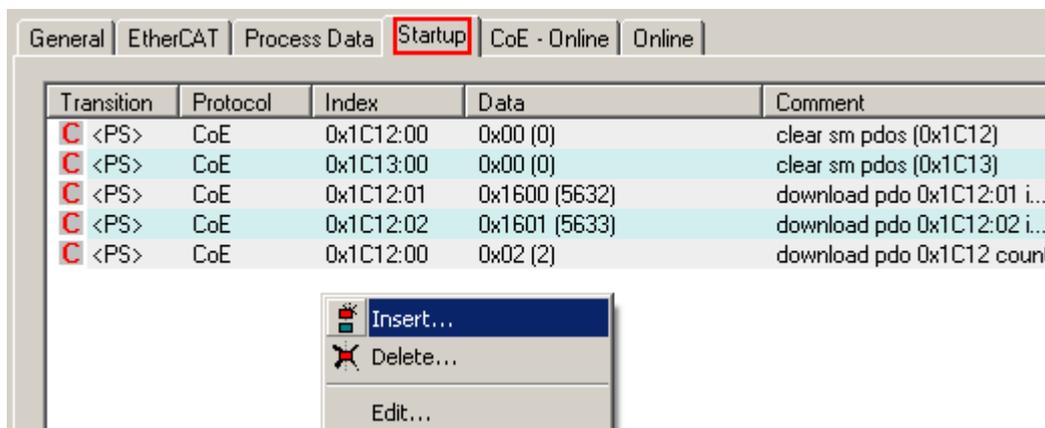


Abb. 18: Startup-Liste im TwinCAT System Manager

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 ebenfalls angelegt werden.

Online- / Offline Verzeichnis

Im Rahmen der Arbeit mit dem TwinCAT System Manager ist zu differenzieren, ob das EtherCAT-Gerät gegenwärtig „verfügbar“ ist, also angeschaltet und über EtherCAT verbunden – somit **online** – oder ob eine Konfiguration **offline** erstellt wird, ohne dass Slaves angeschlossen sind.

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

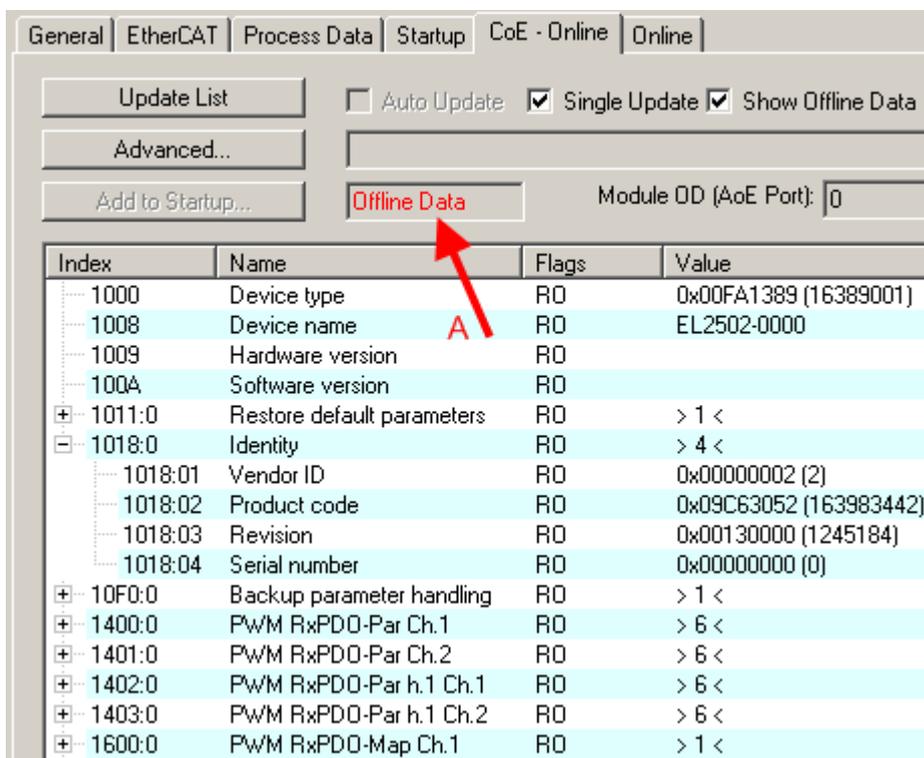


Abb. 19: Offline-Verzeichnis

- 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 im CoE angezeigt.
 - ist ein grünes **Online Data** zu sehen.

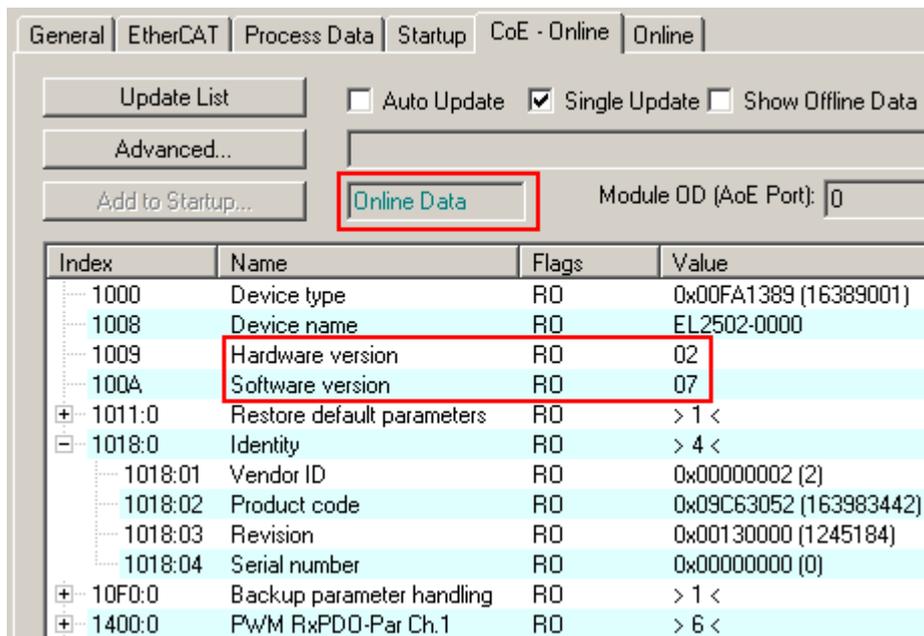


Abb. 20: Online-Verzeichnis

Kanalweise Ordnung

Das CoE-Verzeichnis ist in EtherCAT-Geräten angesiedelt, die meist mehrere funktional gleichwertige Kanäle umfassen; z. B. hat eine vierkanalige Analogeingangsklemme 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_{dez} bzw. 10_{hex} -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.

BackUp-Objekte und Checksumme 0x10F0:01

In Bezug auf den Informationserhalt sind für das CoE-Parameter-/Objektverzeichnis u. a. folgende Objekttypen definiert, die aber nicht alle zugleich in jedem Gerät vorkommen müssen:

- Vendor-Objekte
 - Sind persistent (versorgungsausfallsicher) im Gerät gespeichert.
 - Technisch mit der Eigenschaft ReadWrite (RW).
 - Sie sind nur unter Kenntnis des jeweiligen Herstellerpassworts änderbar/löschbar.
 - Sie werden für herstellerbezogene Justage- oder Identitätsdaten verwendet.
- BackUp-Objekte
 - Das sind Objekte die persistent im Gerät gespeichert werden, auch nach Änderung.
 - Technisch mit der Eigenschaft ReadWrite (RW).
 - Sie sind jederzeit durch CoE-Zugriff aus dem EtherCAT-Master änderbar/löschbar

- Insbesondere werden sie durch „Restore Default Parameters“ (siehe Kapitel „Wiederherstellen des Auslieferungszustandes“) auf den Default-/Initialzustand zurückgesetzt, wie er in der Firmware unveränderlich gespeichert ist. Da dieses Zurücksetzen auf einen ehemaligen Wert wie die Wiederherstellung eines Backups erscheint, werden sie „BackUp-Objekte“ genannt.
- Sie werden für reguläre Funktionsparameter des Geräts verwendet, die das Verhalten festlegen.
- BackUp-Objekte mit Schreibschutzmöglichkeit.
 - Es gilt das Gleiche wie für die Backup-Objekte.
 - Zusätzlich kann der Anwender für diese Objekte einen Schreibschutz per Codewort in xF009 aktivieren und so die versehentliche Veränderung blockieren. Details dazu finden sich in den Gerätedokumentationen der Geräte, die diese Objekte enthalten.
- Volatile Objekte
 - Das sind Objekte, die nicht persistent im Gerät gespeichert werden.
 - Sie werden zur Anzeige von internen Informationen (Prozessdaten, Zustände, Temperaturen ...) verwendet und sind als ReadOnly (RO) oder als Funktionsparameter (ReadWrite) verfügbar. Letztere müssen jedoch bei jedem PowerOn vom EtherCAT Master beschrieben werden, wenn sie einen anderen Wert als den Default-Wert haben sollen.

Über den aktuellen Zustand der sogenannten BackUp-Objekte zeigt das Gerät eine 16-Bit-CRC im 32-Bit-Objekt 0x10F0:01 CheckSum, Subindex 01 von Backup Parameter Handling an:

10F0:0	Backup parameter handling	RO	> 1 <
10F0:01	Checksum	RO	0x00003C62 (15458)

Abb. 21: CoE Index 10F0

Wird ein BackUp-Objekt verändert, errechnet die Firmware entsprechend eine neue Checksumme. Diese kann verwendet werden, um Änderungen der BackUp-Objekte festzustellen.

Hinweis: Der Initialwert kann sich je nach Firmware-Stand ändern, wenn durch Funktionserweiterungen Objekte in den Erfassungsbereich der CRC dazukommen.

4 Montage und Verdrahtung

4.1 Hinweise zum ESD-Schutz

HINWEIS

Zerstörung der Geräte durch elektrostatische Aufladung möglich!

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

- Beim Umgang mit den Bauteilen ist auf elektrostatische Entladung zu achten; außerdem ist das direkte Berühren der Federkontakte (siehe Abbildung) zu vermeiden.
- Der Kontakt mit hoch isolierenden Stoffen (Kunstfasern, Kunststofffolien etc.) sollte beim gleichzeitigen Umgang mit Komponenten vermieden werden.
- Beim Umgang mit den Komponenten ist auf eine sachgemäße Erdung der Umgebung (Arbeitsplatz, Verpackung und Personen) zu achten.
- Jede Busstation muss auf der rechten Seite mit der Endkappe [EL9011](#) oder [EL9012](#) abgeschlossen werden, um die Schutzart und den ESD-Schutz zu gewährleisten.

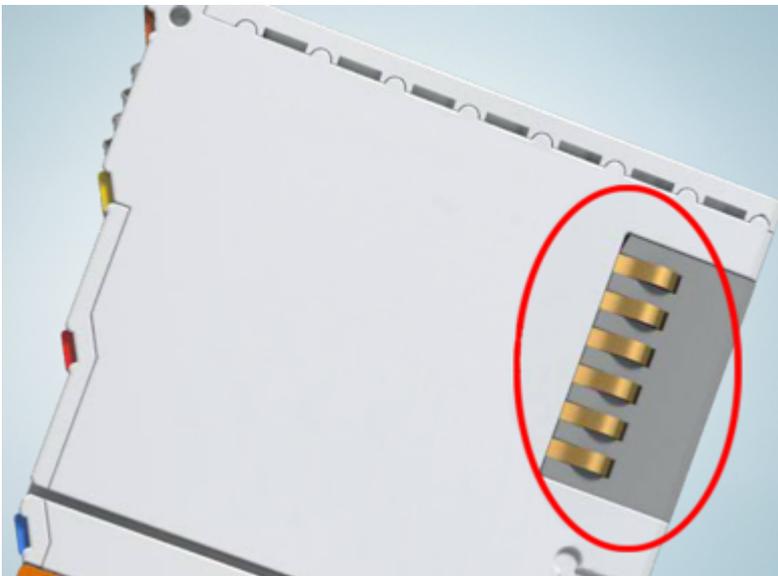


Abb. 22: Federkontakte der Beckhoff I/O-Komponenten

4.2 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!

Das Busklemmen-System ist für die Montage in einem Schaltschrank oder Klemmkasten vorgesehen.

Montage

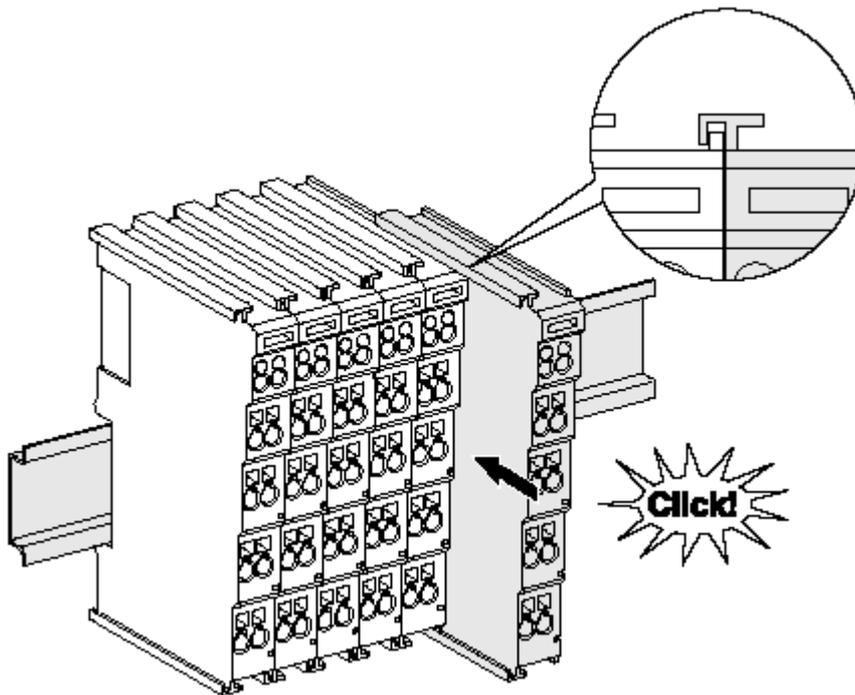


Abb. 23: Montage auf Tragschiene

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 angereicht. Stecken Sie dazu die Komponenten mit Nut und Feder zusammen und schieben Sie die Klemmen gegen die Tragschiene, bis die Verriegelung hörbar auf der Tragschiene einrastet. Wenn Sie die Klemmen erst auf die Tragschiene schnappen und dann nebeneinander schieben, ohne dass Nut und Feder ineinander greifen, wird keine funktionsfähige Verbindung hergestellt! Bei richtiger Montage darf kein nennenswerter Spalt zwischen den Gehäusen zu sehen sein.

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.

HINWEIS

Tragschiene erden!

Stellen Sie sicher, dass die Tragschiene ausreichend geerdet ist.

Verbindungen innerhalb eines Busklemmenblocks

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

- Die sechs Federkontakte des E-Bus/K-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 Klemmenstellen am 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 (EL91xx, EL92xx bzw. KL91xx, KL92xx) unterbrechen die Powerkontakte und stellen so den Anfang einer neuen Versorgungsschiene dar.

Powerkontakt \perp

Der Powerkontakt mit der Kennzeichnung \perp (Erdungsanschluss nach IEC 60417-5017) kann als Erdung genutzt werden. Der Kontakt ist aus Sicherheitsgründen beim Zusammenstecken voreilend und kann Kurzschlussströme bis 125 A ableiten.

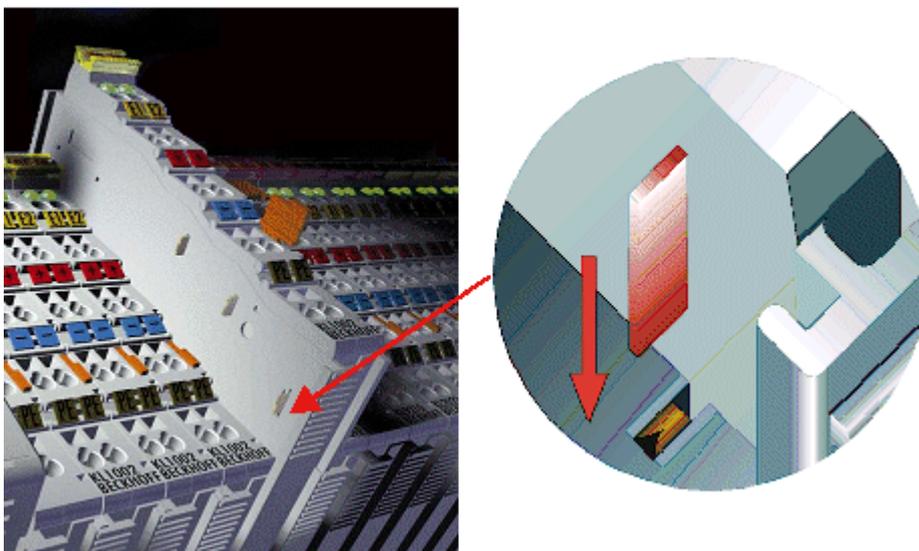


Abb. 24: Linksseitiger Powerkontakt

⚠️ WARNUNG

Verletzungsgefahr durch Stromschlag!

Der Powerkontakt mit der Kennzeichnung \perp darf nicht für andere Potentiale verwendet werden!

HINWEIS

Beschädigung des Gerätes möglich

Beachten Sie, dass aus EMV-Gründen die Erdungskontakte 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 Erdleitung bei der Isolationsprüfung eines Verbrauchers mit 230 V Nennspannung). Klemmen Sie zur Isolationsprüfung die Erdungszuleitung 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.

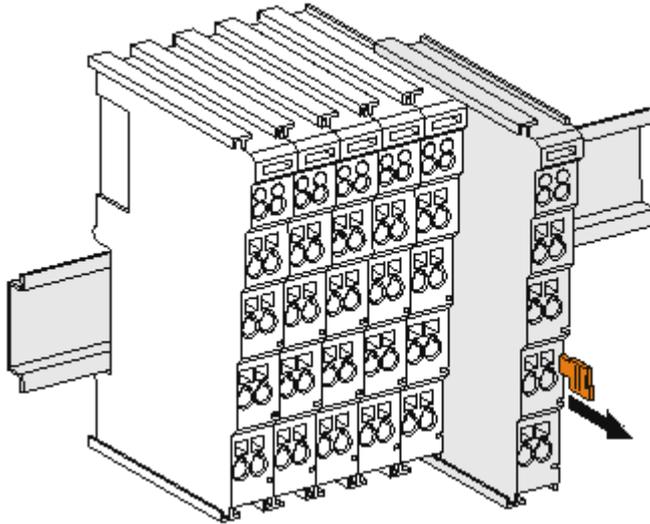
Demontage

Abb. 25: 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 Tragschiennenverriegelung dieser Klemme automatisch gelöst und Sie können die Klemme nun ohne großen Kraftaufwand aus dem Busklemmenblock herausziehen.
2. Greifen Sie dazu mit Daumen und Zeigefinger die entriegelte Klemme gleichzeitig oben und unten an den Gehäuseflächen und ziehen Sie sie aus dem Busklemmenblock heraus.

4.3 Positionierung von passiven Klemmen

i Hinweis zur Positionierung von passiven Klemmen im Busklemmenblock

EtherCAT-Klemmen (ELxxxx / ESxxxx), die nicht aktiv am Datenaustausch innerhalb des Busklemmenblocks teilnehmen, werden als passive Klemmen bezeichnet. Diese Klemmen sind an der nicht vorhandenen Stromaufnahme aus dem E-Bus zu erkennen. 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)

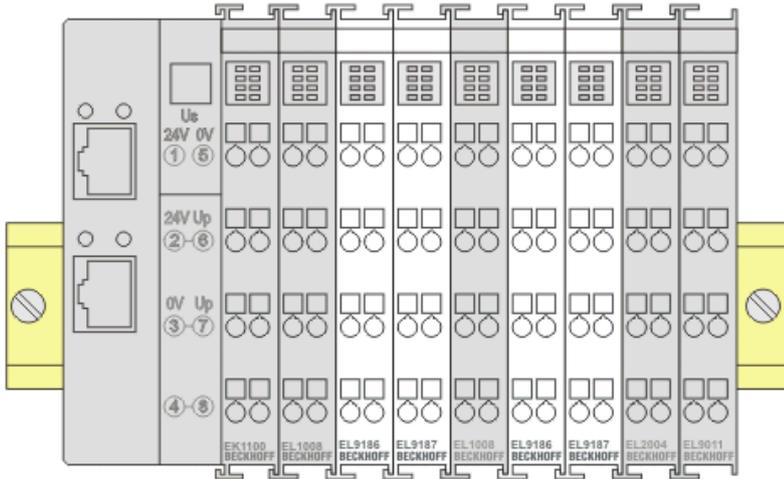


Abb. 26: Korrekte Positionierung

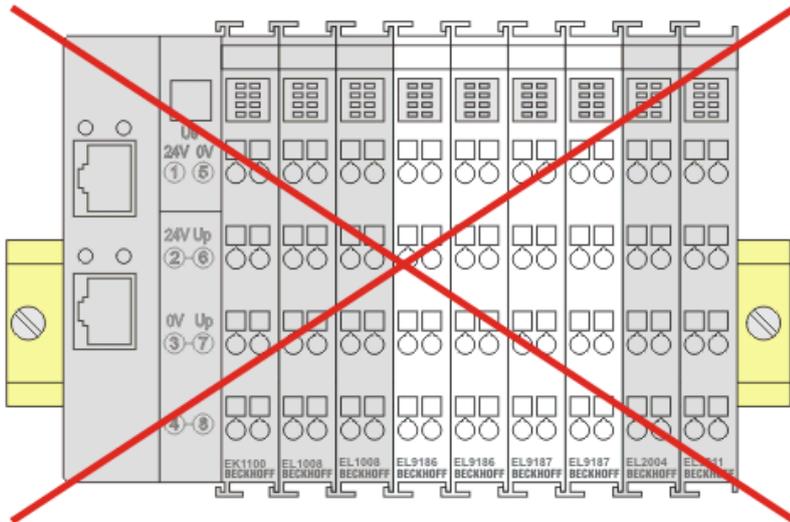


Abb. 27: Inkorrekte Positionierung

4.4 Hinweis zur Spannungsversorgung

WARNUNG

Spannungsversorgung aus SELV- / PELV-Netzteil!

Zur Versorgung dieses Geräts müssen SELV- / PELV-Stromkreise (Sicherheitskleinspannung, "safety extra-low voltage" / Schutzkleinspannung, „protective extra-low voltage“) nach IEC 61010-2-201 verwendet werden.

Hinweise:

- Durch SELV/PELV-Stromkreise entstehen eventuell weitere Vorgaben aus Normen wie IEC 60204-1 et al., zum Beispiel bezüglich Leitungsabstand und -isolierung.
- Eine SELV-Versorgung liefert sichere elektrische Trennung und Begrenzung der Spannung ohne Verbindung zum Schutzleiter, eine PELV-Versorgung benötigt zusätzlich eine sichere Verbindung zum Schutzleiter.

4.5 Anschluss

4.5.1 Anschlusstechnik

⚠️ WARNUNG

Verletzungsgefahr durch Stromschlag und Beschädigung des Gerätes möglich!

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

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. 28: Standardverdrahtung

Die Klemmen der Serien ELxxxx und KLxxxx integrieren die schraublose Federkrafttechnik zur schnellen und einfachen Verdrahtung.

Steckbare Verdrahtung (ESxxxx / KSxxxx)



Abb. 29: 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 mm² bis 2,5 mm² 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. 30: High-Density-Klemmen

Die Klemmen dieser Baureihe mit 16/32 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

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

Ultraschallverdichtete Litzen

● Ultraschallverdichtete Litzen

i An die Standard- und High-Density-Klemmen können auch ultraschallverdichtete (ultraschallverschweißte) Litzen angeschlossen werden. Beachten Sie die Tabellen zum [Leitungsquerschnitt](#) ▶ [50](#)!

4.5.2 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

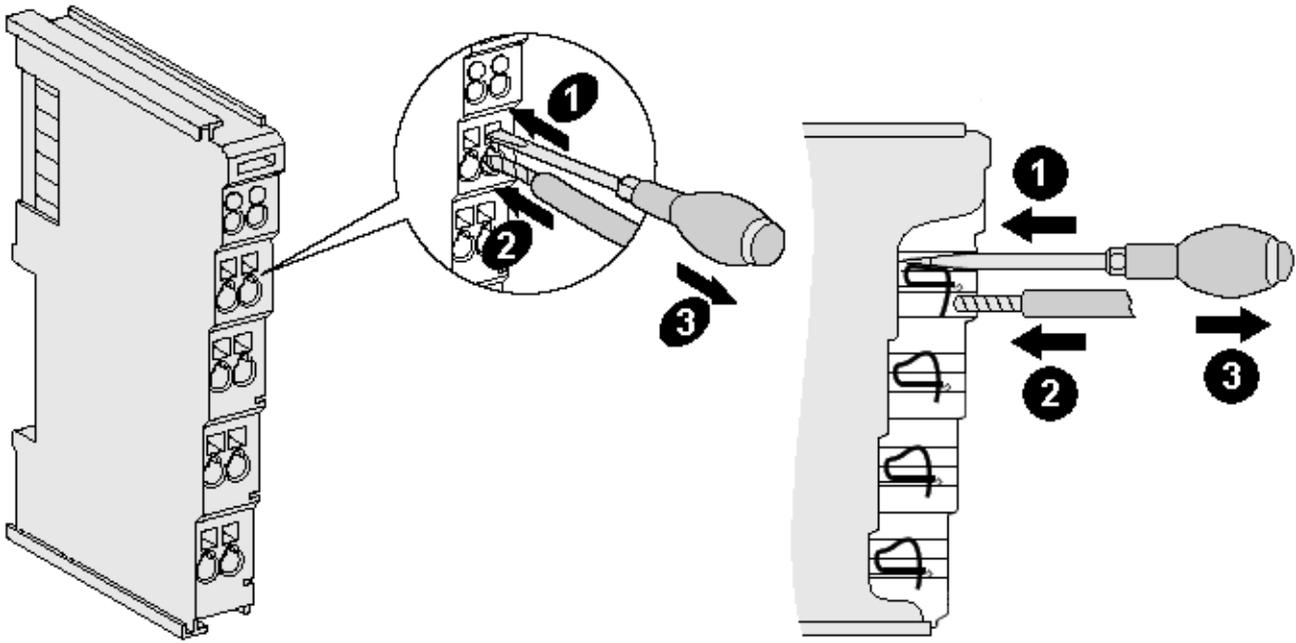


Abb. 31: Anschluss einer Leitung an eine Klemmstelle

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 (vgl. Abb. „Anschluss einer Leitung an eine Klemmstelle“:

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 Entfernen des Schraubendrehes 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 ²	0,08 ... 2,5 mm ²
Leitungsquerschnitt (feindrätig)	0,08 ... 2,5 mm ²	0,08 ... 2,5 mm ²
Leitungsquerschnitt (Aderleitung mit Aderendhülse)	0,14 ... 1,5 mm ²	0,14 ... 1,5 mm ²
Abisolierlänge	8 ... 9 mm	9 ... 10 mm

High-Density-Klemmen (HD-Klemmen [[▶ 48](#)]) mit 16/32 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 Leitung 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 ²
Leitungsquerschnitt (feindrätig)	0,25 ... 1,5 mm ²
Leitungsquerschnitt (Aderleitung mit Aderendhülse)	0,14 ... 0,75 mm ²
Leitungsquerschnitt (ultraschallverdichtete Litze)	nur 1,5 mm ² (siehe Hinweis ▶ 48)
Abisolierlänge	8 ... 9 mm

4.5.3 Schirmung



Schirmung

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

4.6 Einbaulagen

HINWEIS

Einschränkung von Einbaulage und Betriebstemperaturbereich

- Entnehmen Sie den technischen Daten des Geräts, ob es Einschränkungen bei Einbaulage und/oder Betriebstemperaturbereich unterliegt.
- Sorgen Sie bei der Montage von Geräten mit erhöhter thermischer Verlustleistung dafür, dass im Betrieb oberhalb und unterhalb der Geräte ausreichend Abstand zu anderen Komponenten eingehalten wird, so dass die Belüftung gewährleistet ist!

Im Folgenden werden die Einbaulagen und deren Benennung für die Montage von Geräten auf Tragschienen definiert. Die Darstellung der Geräte in den folgenden Abbildungen ist exemplarisch. Für alle Einbaulagen gilt: Bezugsrichtung "unten" (siehe Pfeil) ist hier die Erdbeschleunigung.

Einbaulage Waagrecht (Standard-Einbaulage)

Die Tragschiene wird waagrecht an eine senkrechte Montageplatte montiert. Die Anschlussebene der Geräte weist nach vorne.

Die Geräte werden dabei von unten nach oben durchlüftet, was eine optimale Kühlung der Elektronik durch Konvektionslüftung ermöglicht. Deshalb stellt dies auch die empfohlene Einbaulage dar.

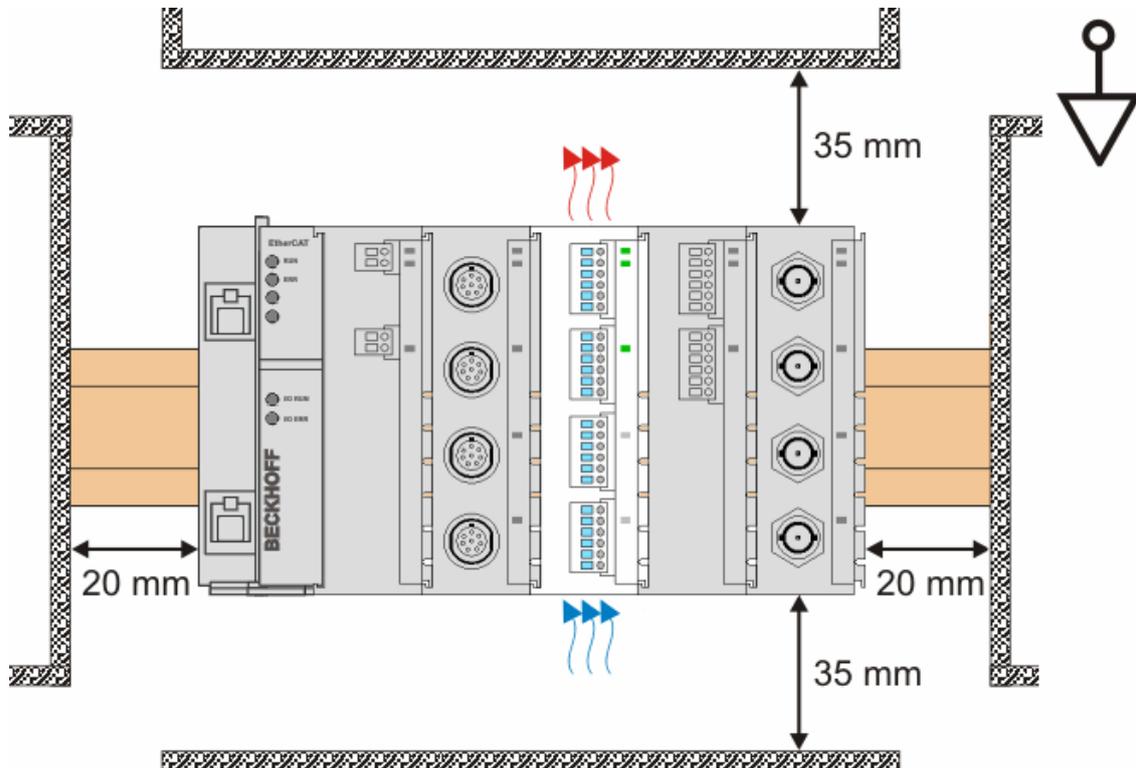


Abb. 32: Empfohlene Mindestabstände bei Standard-Einbaulage

HINWEIS

Einhaltung der Mindestabstände

Die Einhaltung der Mindestabstände gemäß Abbildung „Empfohlene Mindestabstände bei Standard Einbaulage“ wird in allen Einbaulagen dringend empfohlen.

Einbaulage Senkrecht

Die Tragschiene wird senkrecht an eine senkrechte Montageplatte montiert.
Die Anschlussebene der Geräte zeigt nach vorne.
Die Geräte können dabei wie folgt angeordnet werden:

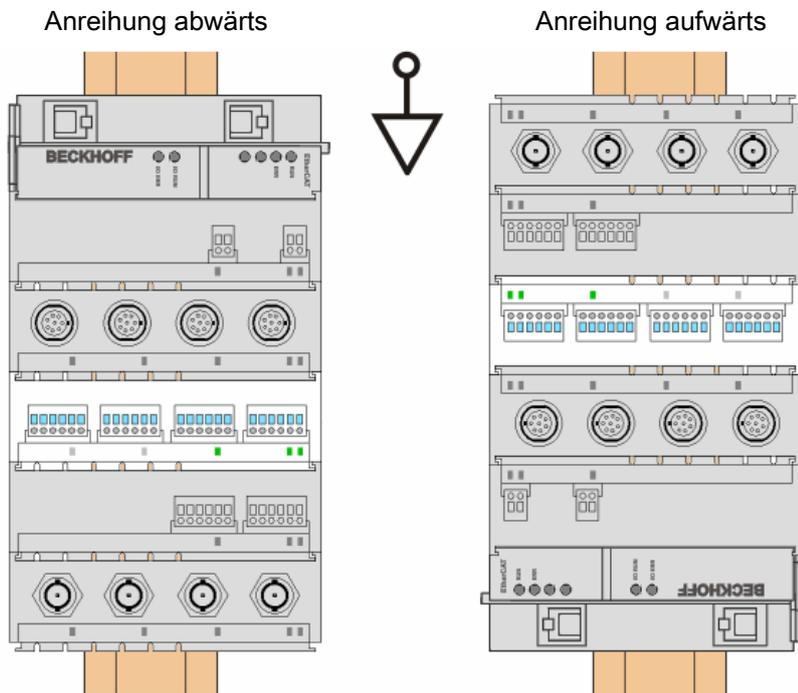


Abb. 33: Einbaulage Senkrecht, Anreihung abwärts (links) / Anreihung aufwärts (rechts)

Einbaulage Liegend

Die Tragschiene wird auf einer waagerechten liegenden Montageplatte montiert.
Die Anschlussebene der Geräte zeigt nach oben.



Abb. 34: Einbaulage Liegend

HINWEIS

Gefahr durch Abrutschen von der Tragschiene

Insbesondere in der Einbaulage „Senkrecht“, aber bei entsprechender mechanischer Belastung auch in anderen Einbaulagen, kann es zu Verschiebewebewegungen des Klemmenstrangs auf der Tragschiene kommen. Diese können zu unerwünschten Fehlfunktionen führen.

- Wenn diese Gefahr besteht, sichern sie den Klemmenstrang durch entsprechende Arretierungen z. B. durch Schraubklemmung auf der Tragschiene.

HINWEIS

Einhaltung der Mindestabstände

Die Einhaltung der Mindestabstände gemäß Abbildung „Empfohlene Mindestabstände bei Standard Einbaulage“ wird in allen Einbaulagen dringend empfohlen.

Einbaulagen mit Lüftermodul ZB8610

Soll oder muss die Kühlung für den beabsichtigten Einsatzfall verstärkt werden, kann das Lüftermodul ZB8610 an der Geräteunterseite montiert werden. In Waagerechter Einbaulage werden die Geräte dabei vom Lüftermodul unterstützend von unten nach oben durchlüftet. Dabei wird die optimale Kühlung durch Konvektionslüftung zusätzlich verstärkt (s. folgende Abb.).

Der Einsatz des Lüftermoduls ist in jeder Einbaulage möglich.

Weitere Hinweise zum Betrieb mit und ohne Lüfter sind ggf. den Technischen Daten des Geräts zu entnehmen (z. B. Derating, Hinweise zu Einbaulagen etc.).

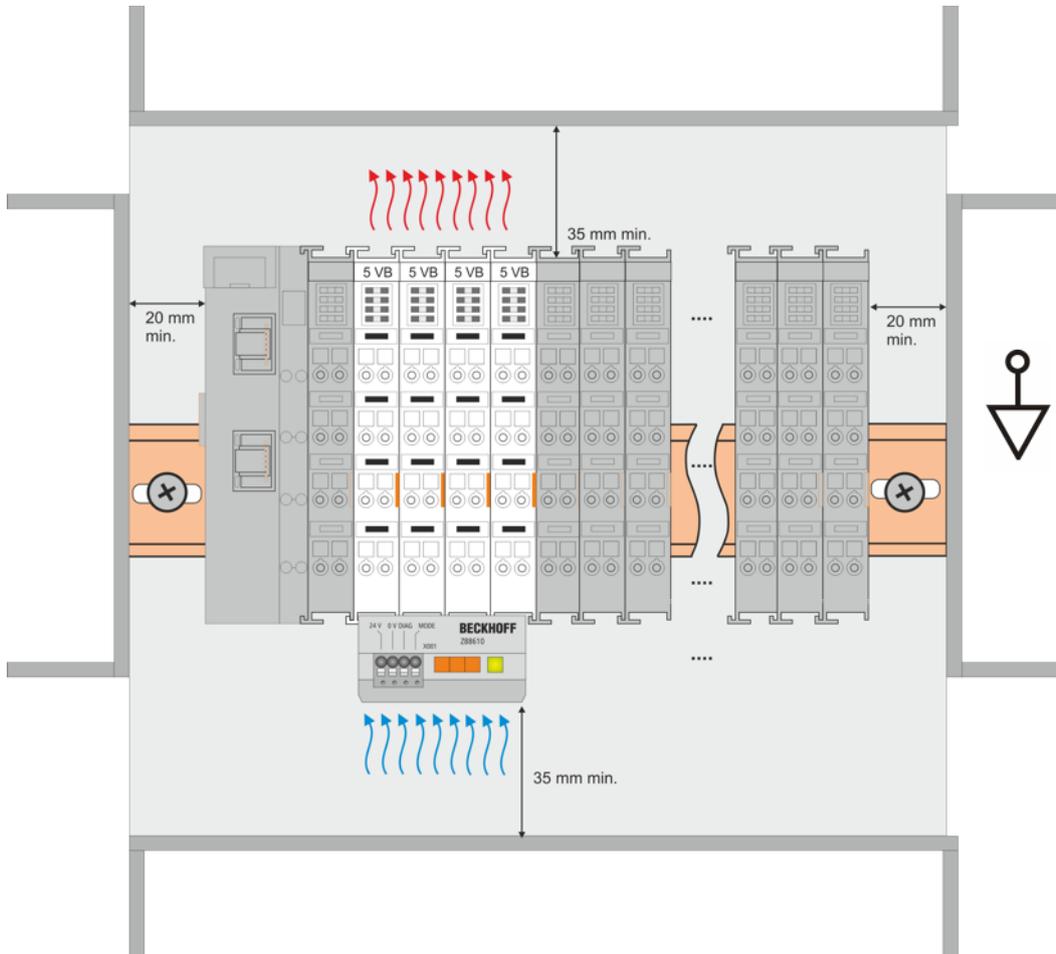


Abb. 35: Empfohlene Mindestabstände bei Betrieb mit Lüfter, am Beispiel Einbaulage Waagrecht

HINWEIS

Einhaltung der Mindestabstände

Die Einhaltung der Mindestabstände gemäß Abbildung „Empfohlene Mindestabstände bei Betrieb mit Lüfter“ wird dringend empfohlen.

4.7 Entsorgung



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

5 Inbetriebnahme

5.1 TwinCAT/EtherCAT-Slave

5.1.1 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:

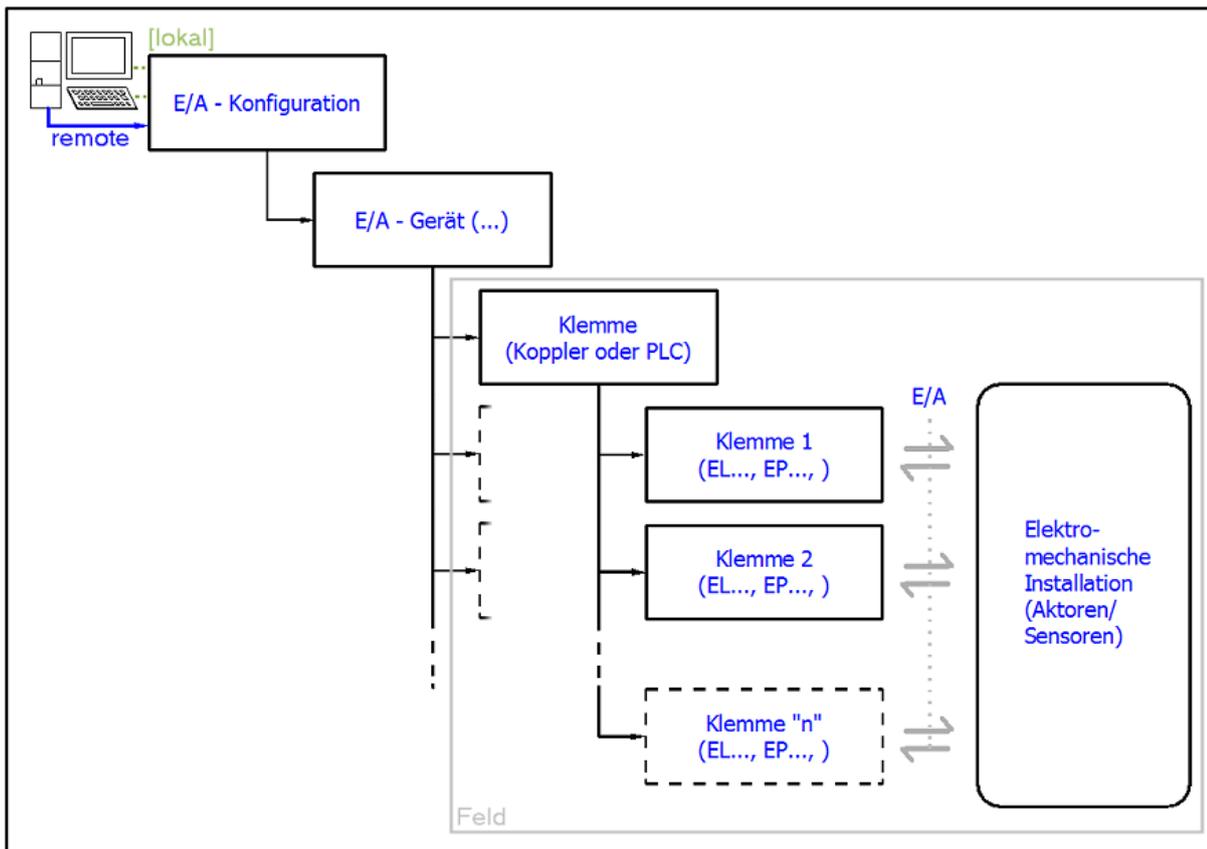


Abb. 36: Bezug von der Anwender Seite (Inbetriebnahme) zur Installation

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_{DC})
- 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_{DC}; 0,5 A)
- (Optional über X000: ein Link zu einen externen PC für die Benutzeroberfläche)

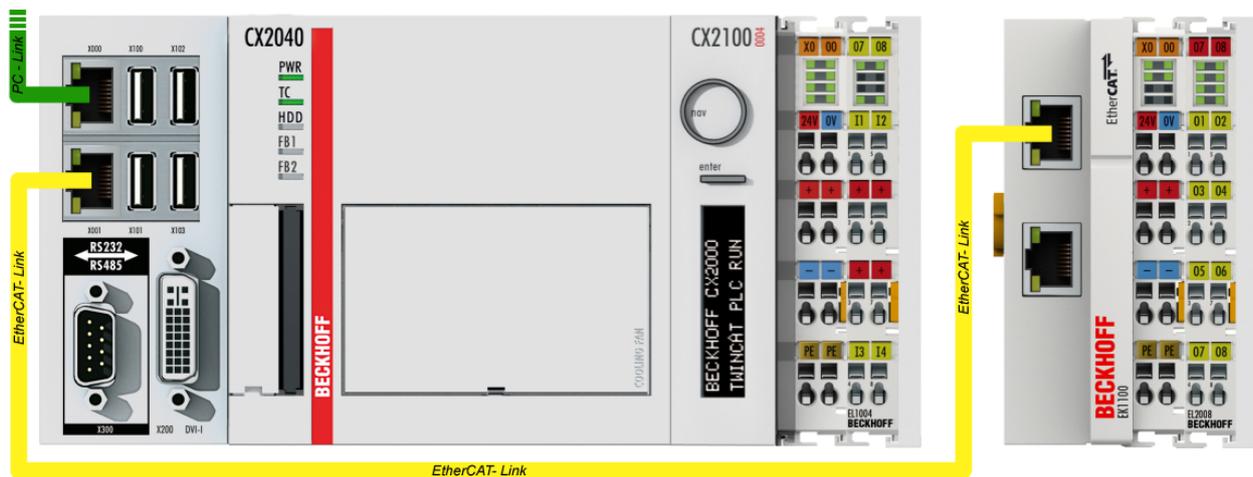


Abb. 37: Aufbau der Steuerung mit Embedded-PC, Eingabe (EL1004) und Ausgabe (EL2008)

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

5.1.1.1 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 Managers.

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:

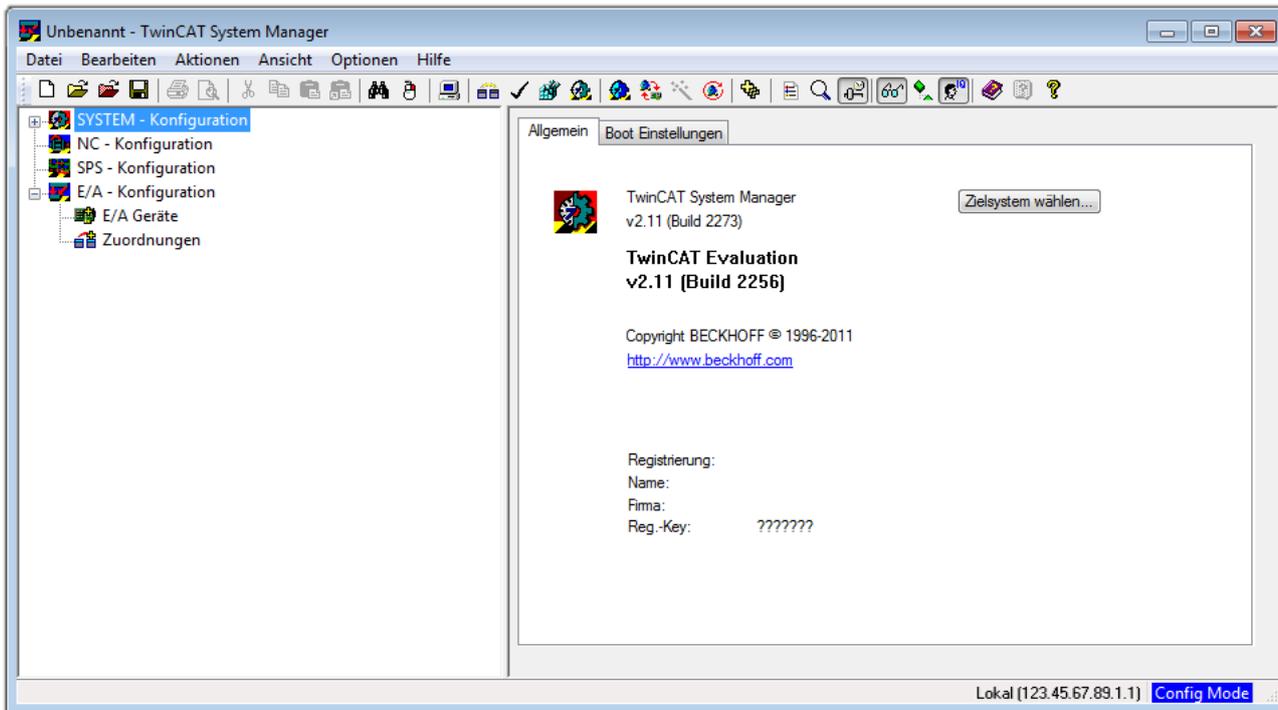


Abb. 38: Initiale Benutzeroberfläche TwinCAT 2

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 [▶ 60]“ 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:

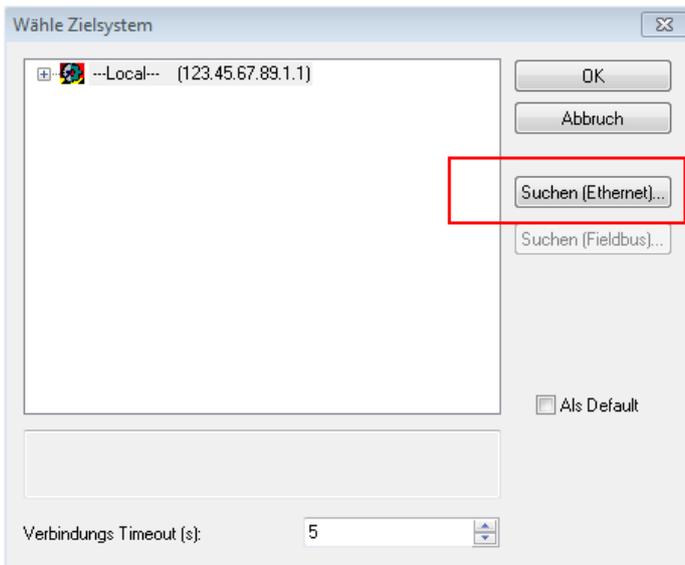


Abb. 39: Wähle Zielsystem

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 Rechnername nicht genau bekannt)
- die bekannte Rechner - IP oder AmsNetId einzutragen

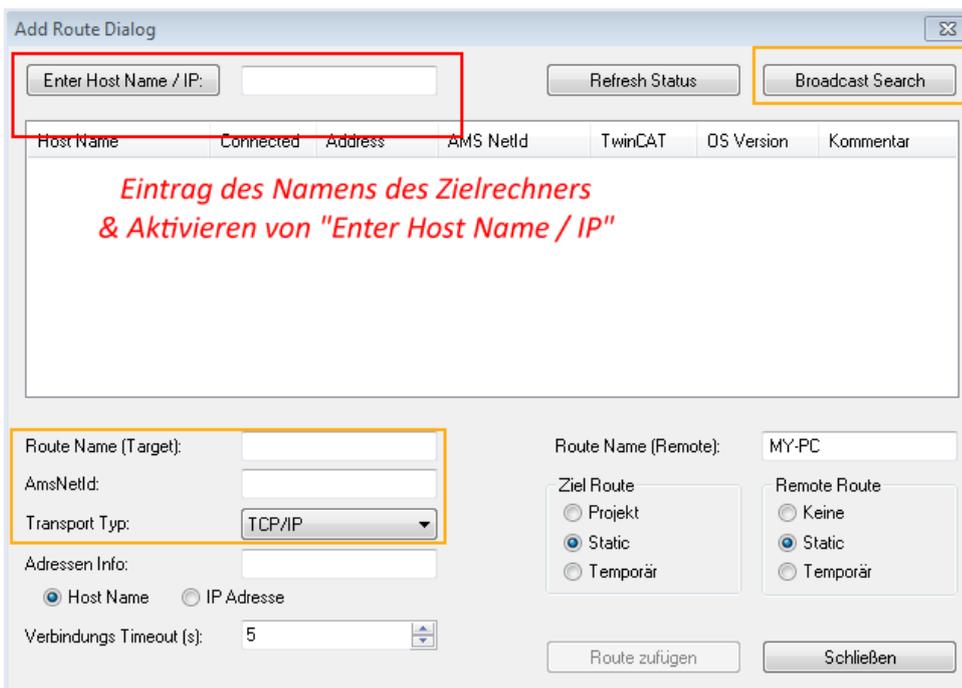
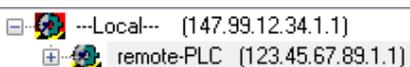


Abb. 40: PLC für den Zugriff des TwinCAT System Managers festlegen: Auswahl des Zielsystems

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.

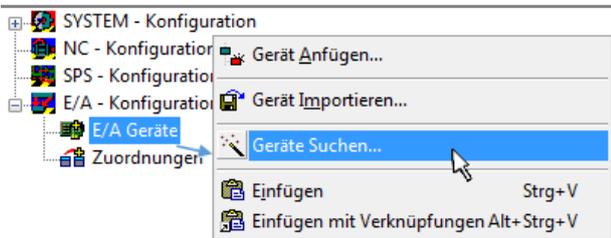


Abb. 41: Auswahl „Gerät Suchen...“

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

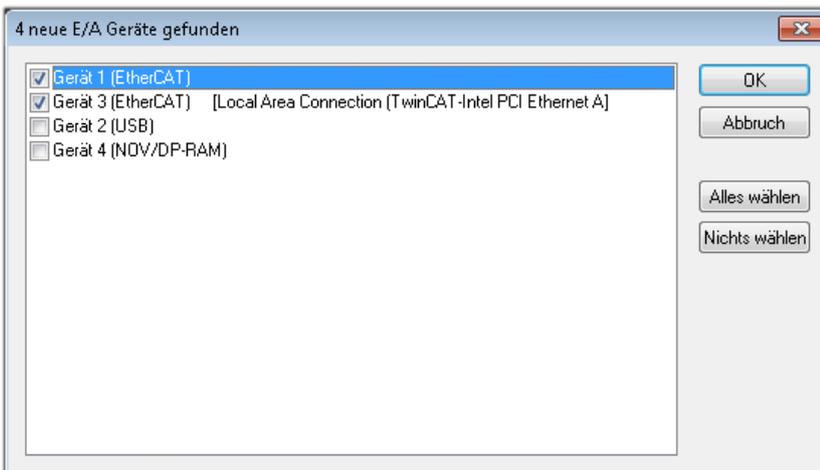


Abb. 42: Automatische Erkennung von E/A-Geräten: Auswahl der einzubindenden Geräte

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

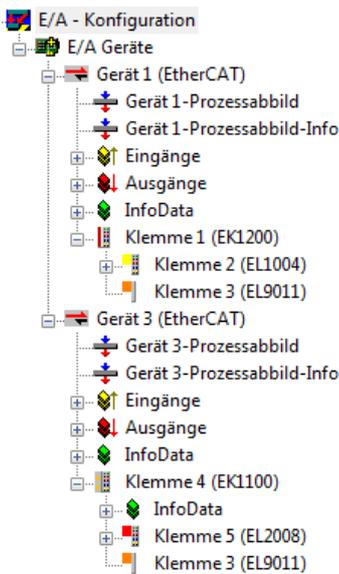


Abb. 43: Abbildung der Konfiguration im TwinCAT 2 System Manager

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 Box-Module, 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:

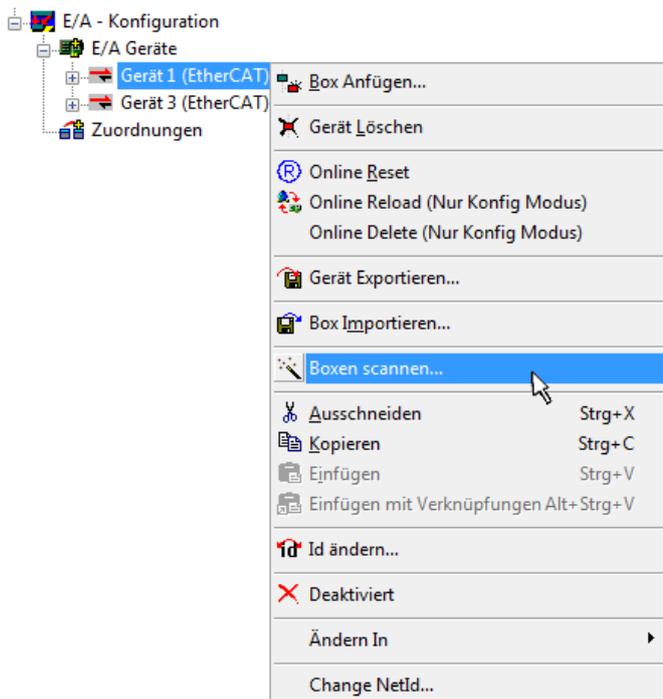


Abb. 44: Einlesen von einzelnen an einem Gerät befindlichen Klemmen

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:

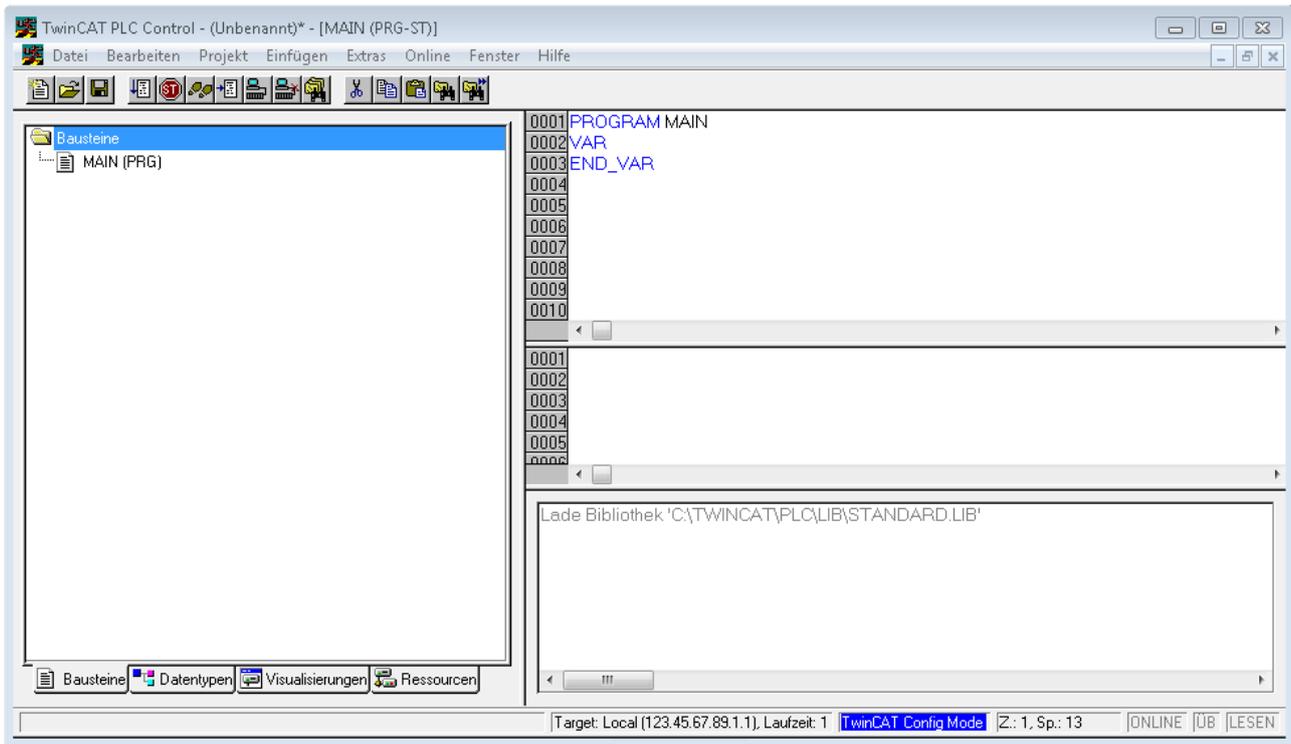


Abb. 45: TwinCAT PLC Control nach dem Start

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

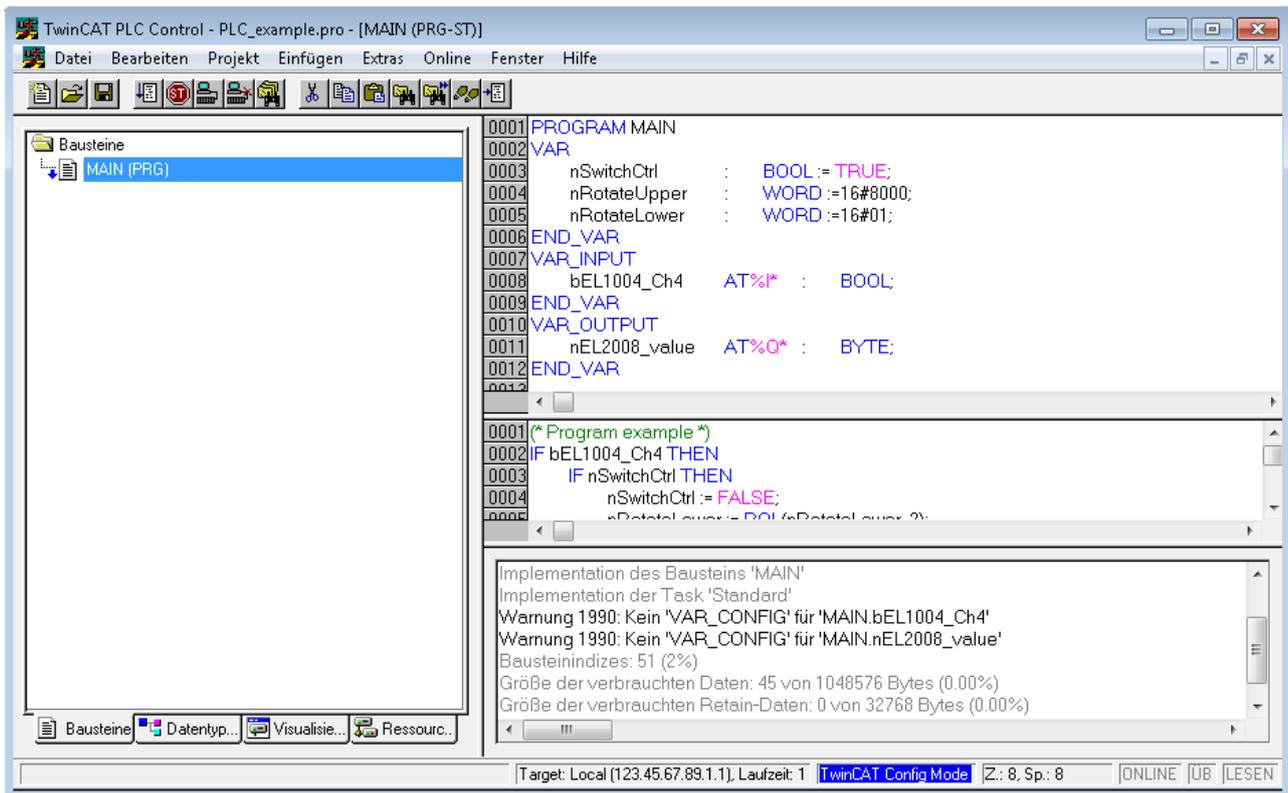


Abb. 46: Beispielprogramm mit Variablen nach einem Kompilervorgang (ohne Variablenanbindung)

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...“:

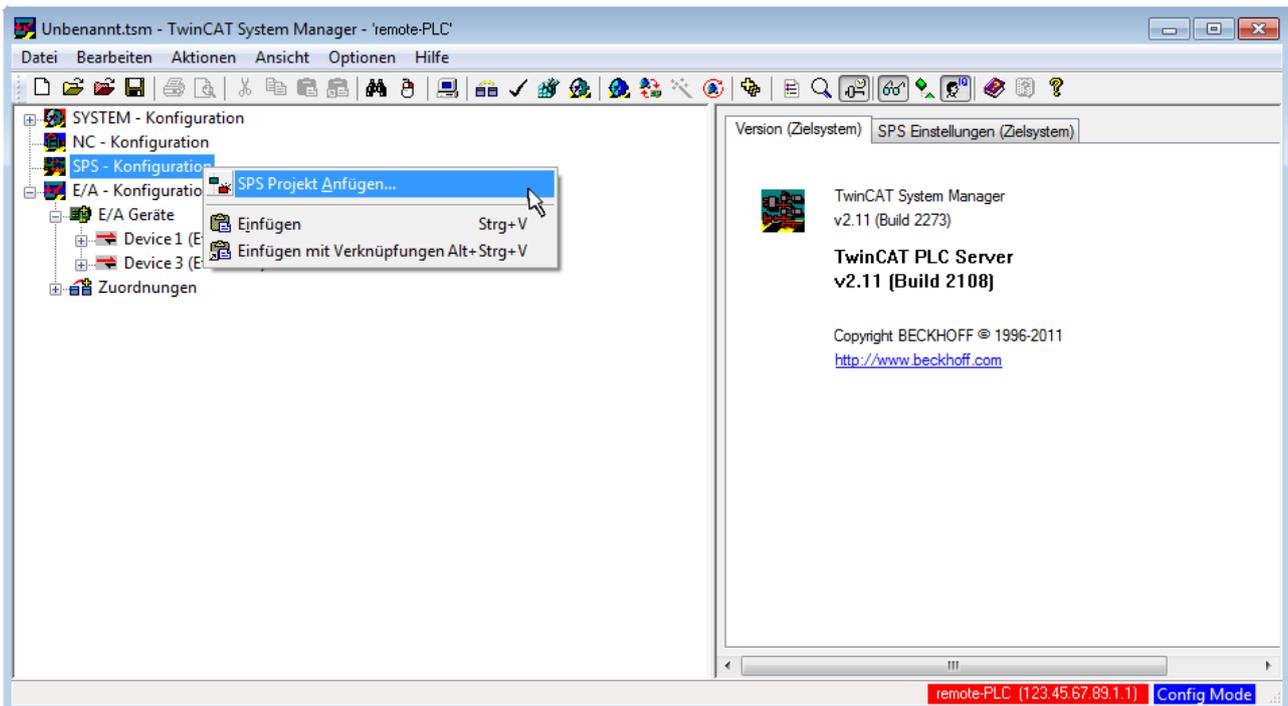


Abb. 47: Hinzufügen des Projektes des TwinCAT PLC Control

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

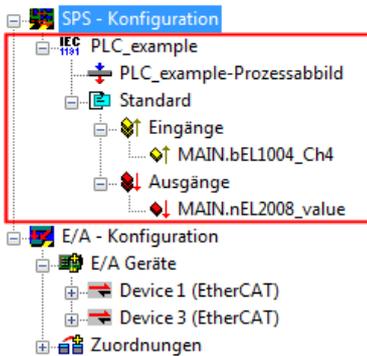


Abb. 48: Eingebundenes PLC-Projekt in der SPS-Konfiguration des System Managers

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:

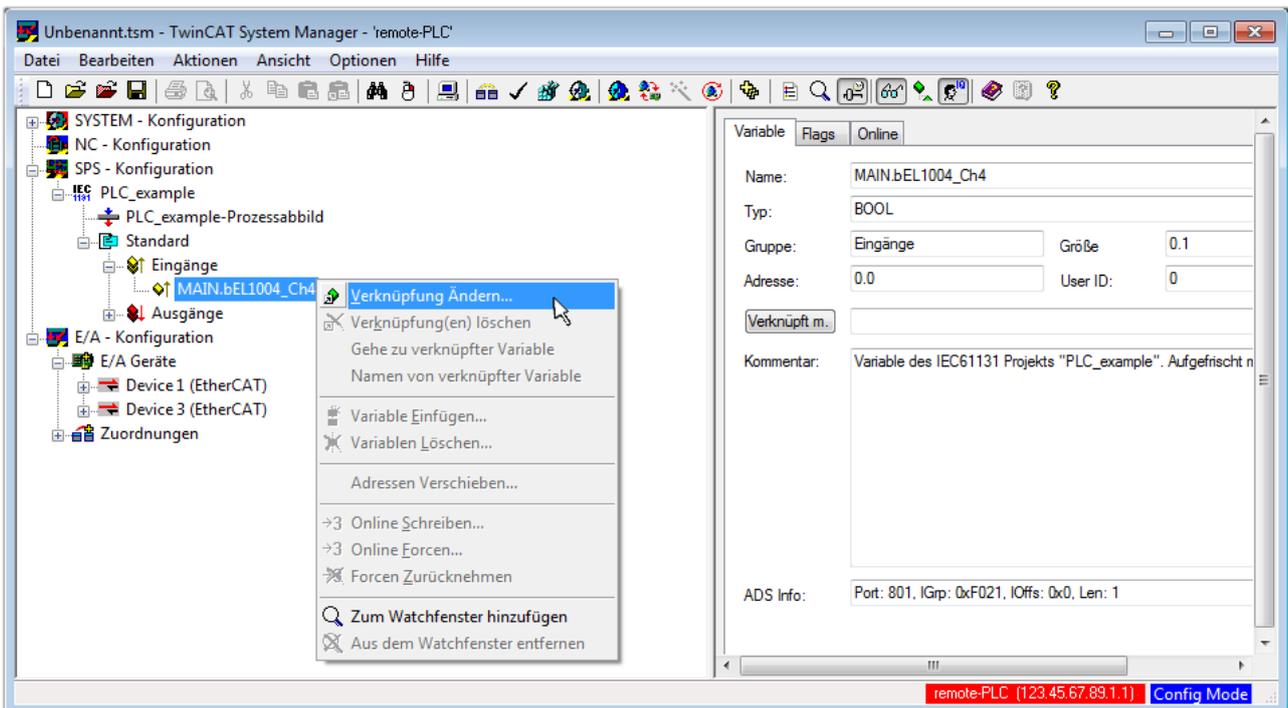


Abb. 49: Erstellen der Verknüpfungen PLC-Variablen zu Prozessobjekten

In dem dadurch geöffneten Fenster kann aus dem SPS-Konfigurationsbaum das Prozessobjekt für die Variable „bEL1004_Ch4“ vom Typ BOOL selektiert werden:

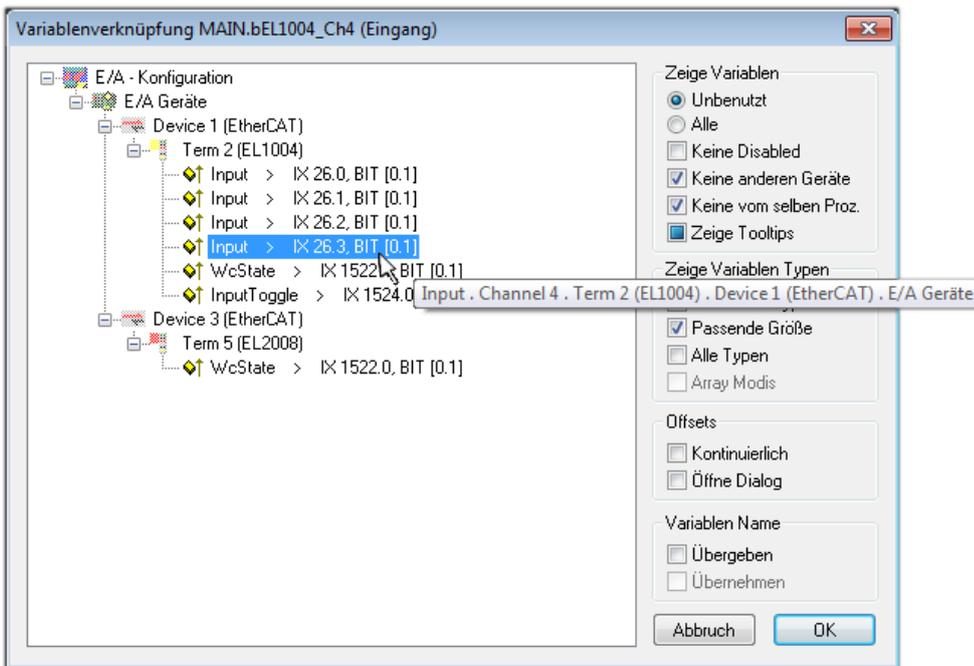


Abb. 50: Auswahl des PDO vom Typ BOOL

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:

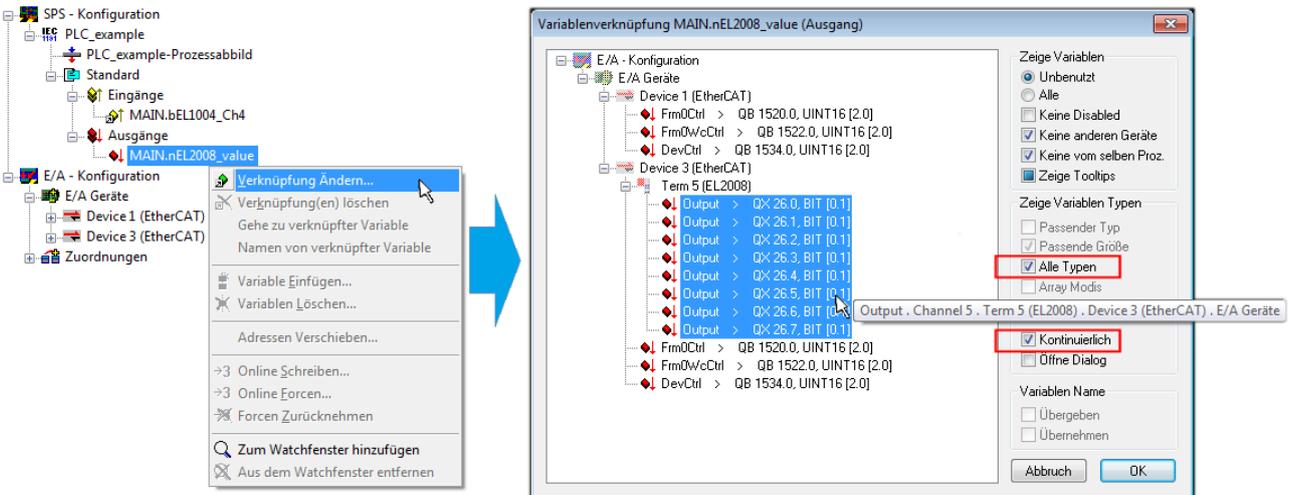


Abb. 51: Auswahl von mehreren PDO gleichzeitig: Aktivierung von „Kontinuierlich“ und „Alle Typen“

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:

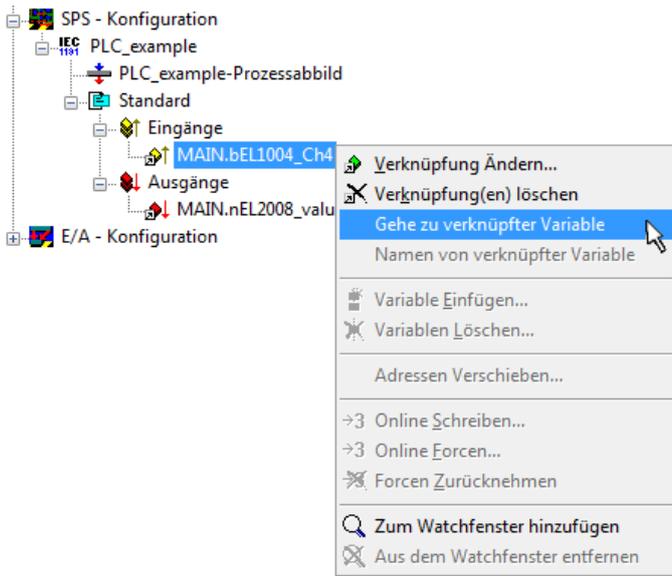


Abb. 52: Anwendung von „Goto Link Variable“ am Beispiel von „MAIN.bEL1004_Ch4“

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 ein Byte, Word, Integer oder ein ähnliches PDO, so ist es möglich dies wiederum einen Satz von bit-typisierten Variablen 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 darauffolgenden 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:

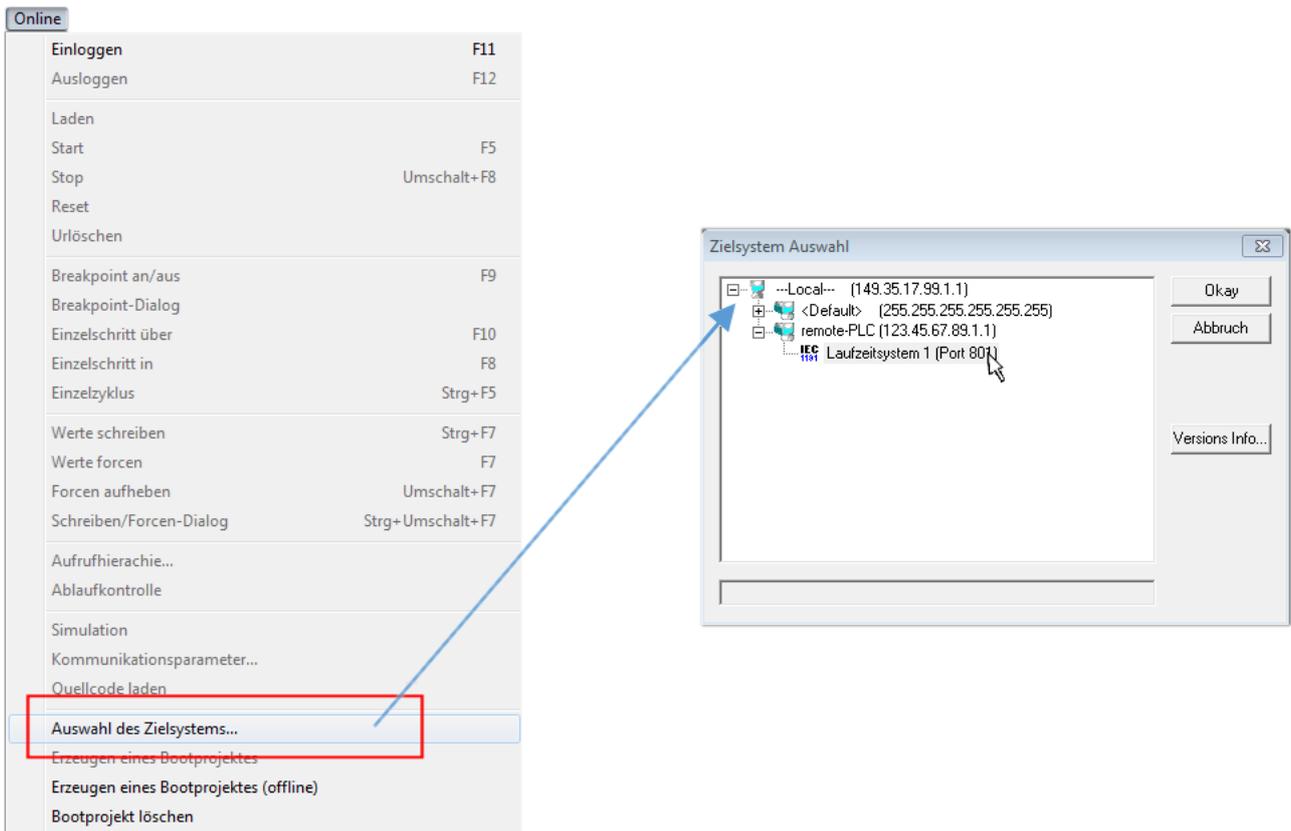


Abb. 53: Auswahl des Zielsystems (remote)

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:

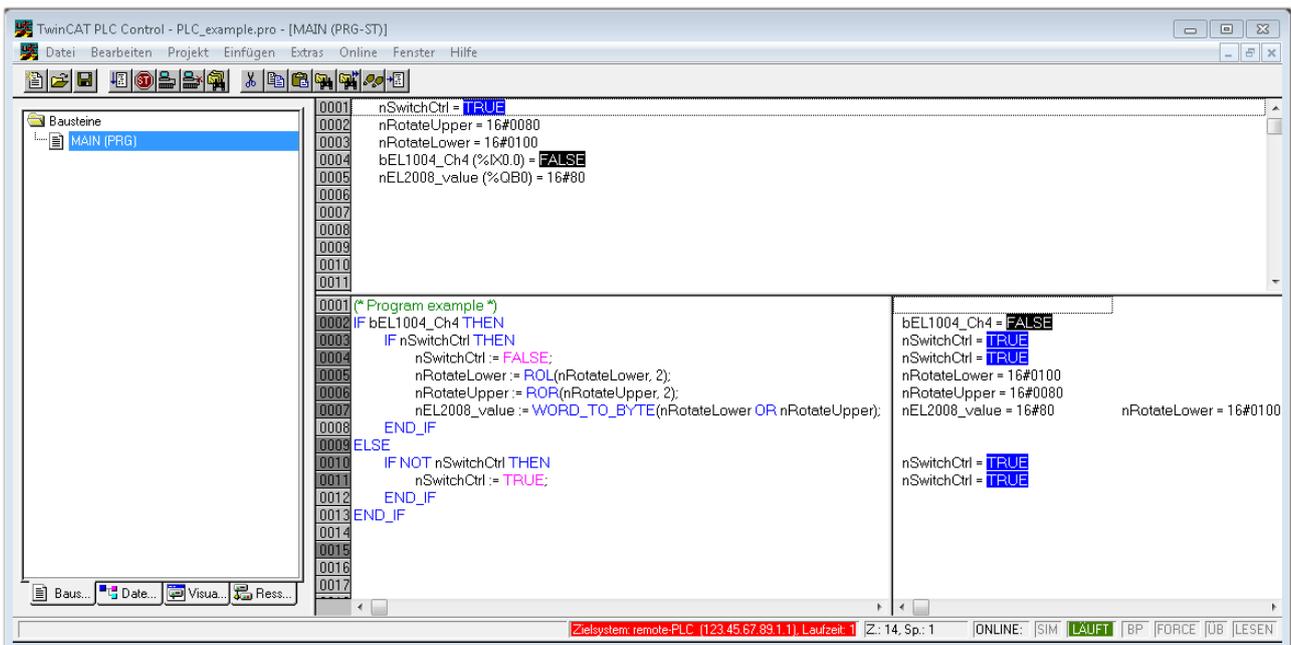


Abb. 54: PLC Control Logged-in, bereit zum Programmstart

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

5.1.1.2 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:

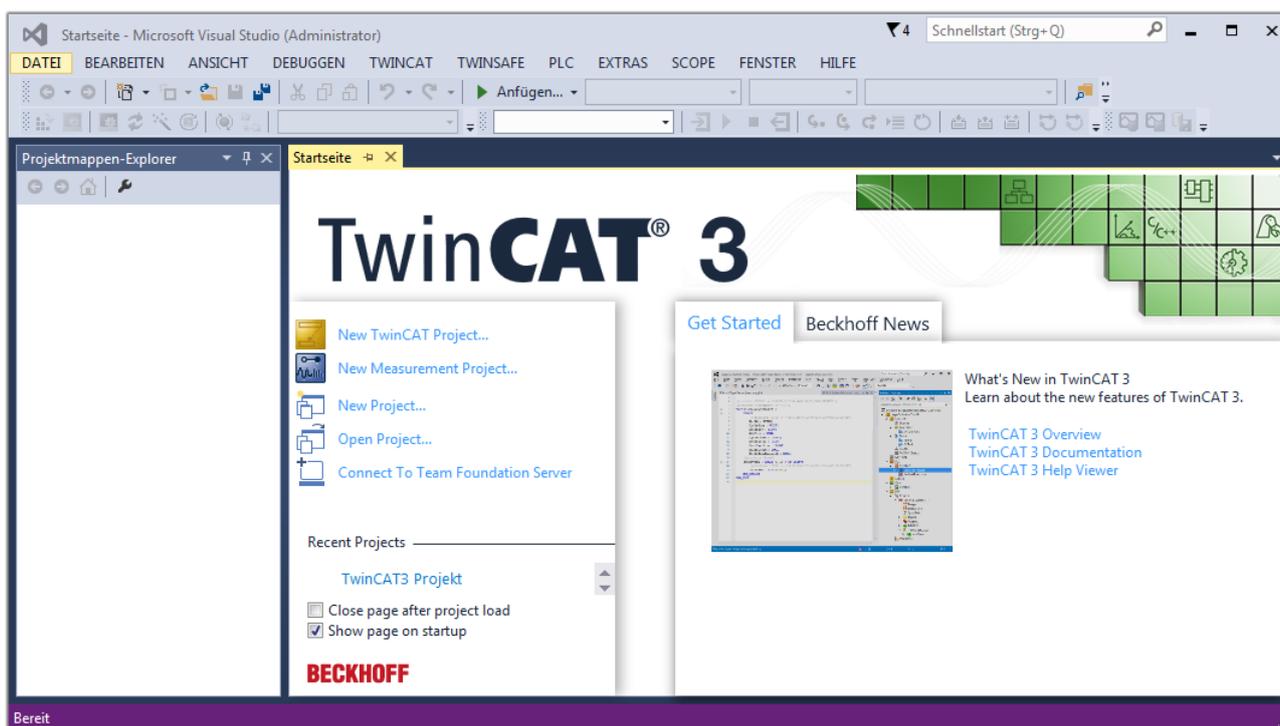


Abb. 55: Initiale Benutzeroberfläche TwinCAT 3

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

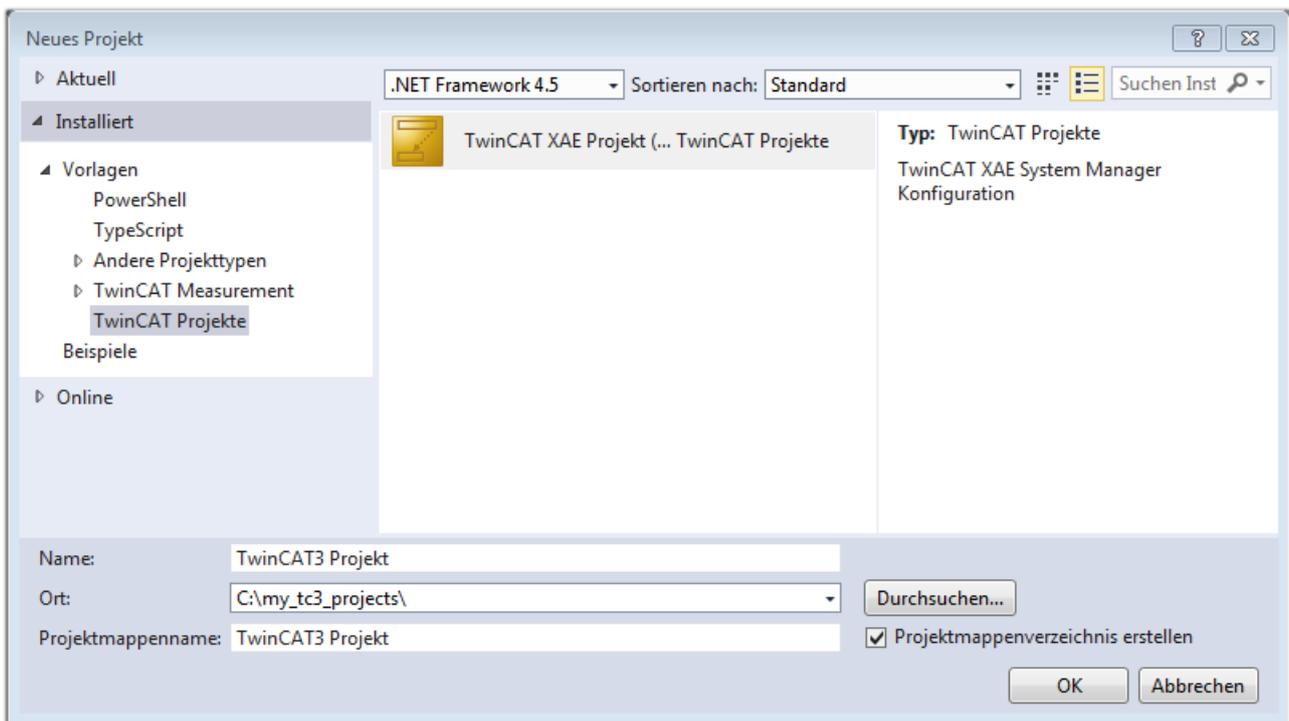


Abb. 56: Neues TwinCAT 3 Projekt erstellen

Im Projektmappen-Explorer liegt sodann das neue Projekt vor:

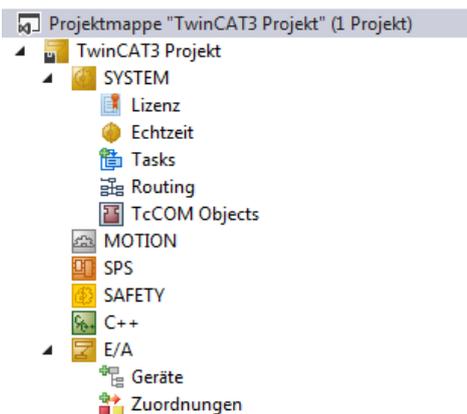


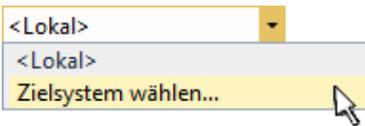
Abb. 57: Neues TwinCAT 3 Projekt im Projektmappen-Explorer

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 |> 71|“ 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:

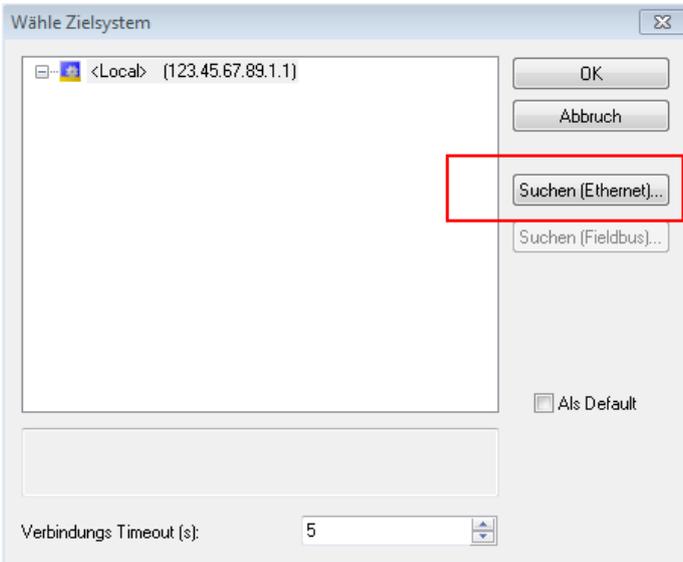


Abb. 58: Auswahldialog: Wähle Zielsystem

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

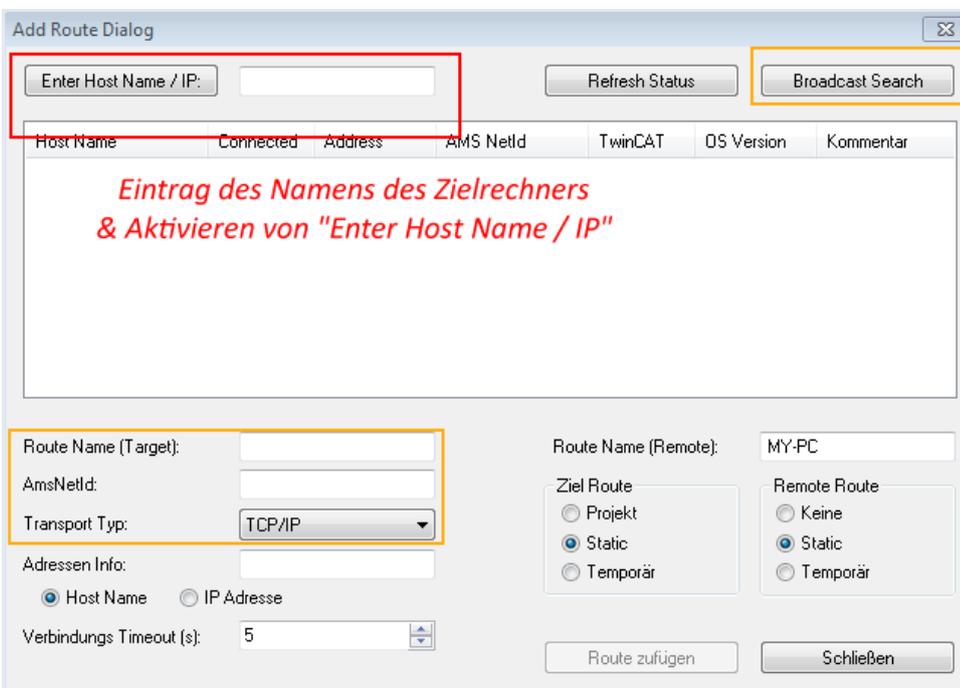
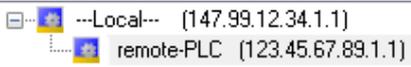


Abb. 59: PLC für den Zugriff des TwinCAT System Managers festlegen: Auswahl des Zielsystems

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.

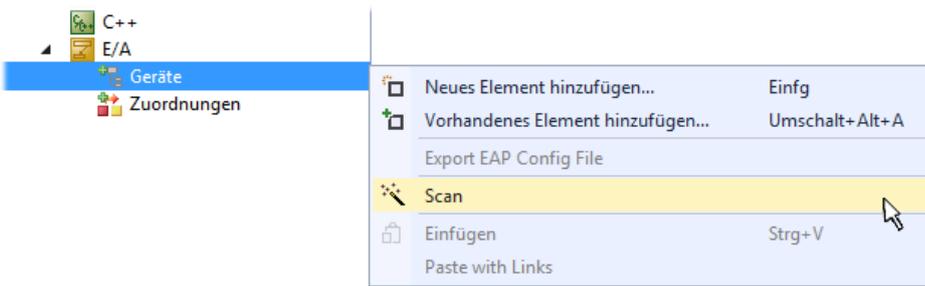


Abb. 60: Auswahl „Scan“

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

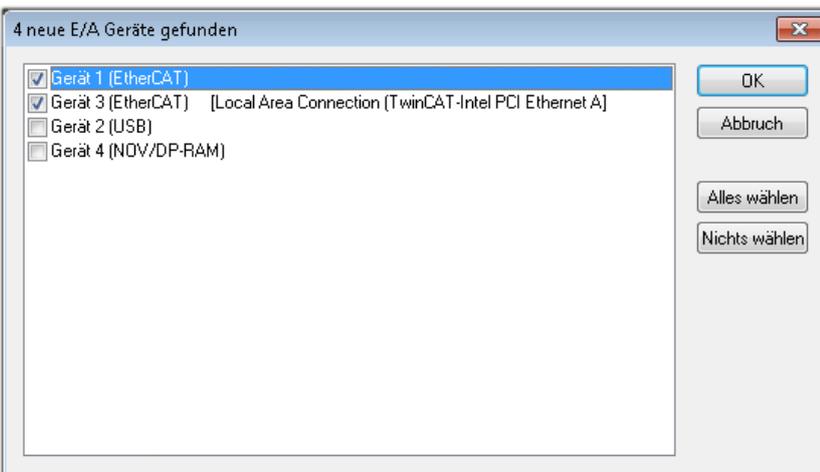


Abb. 61: Automatische Erkennung von E/A-Geräten: Auswahl der einzubindenden Geräte

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

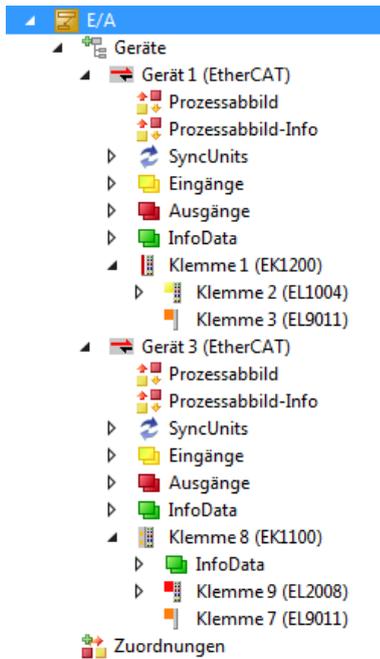


Abb. 62: Abbildung der Konfiguration in VS Shell der TwinCAT 3 Umgebung

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 Box-Module, 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:

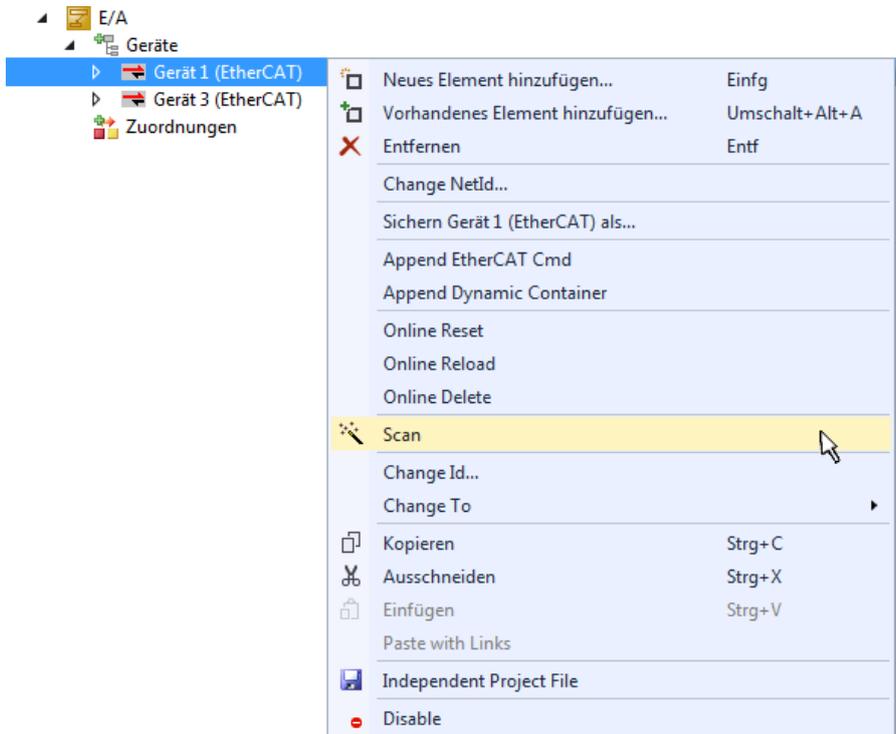


Abb. 63: Einlesen von einzelnen an einem Gerät befindlichen Klemmen

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:

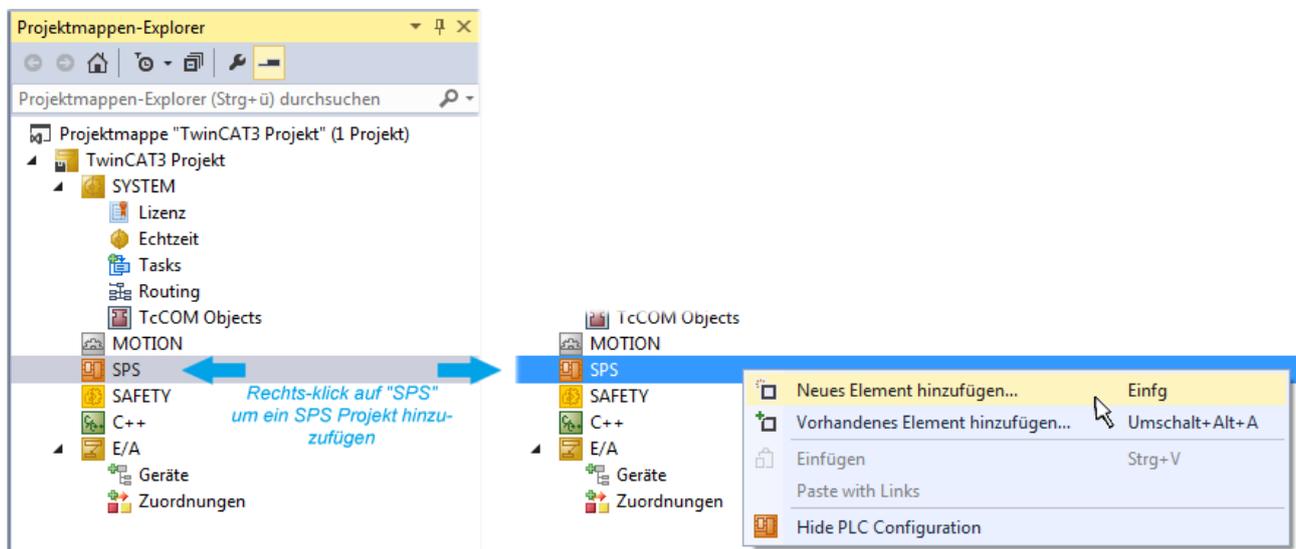


Abb. 64: Einfügen der Programmierumgebung in „SPS“

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

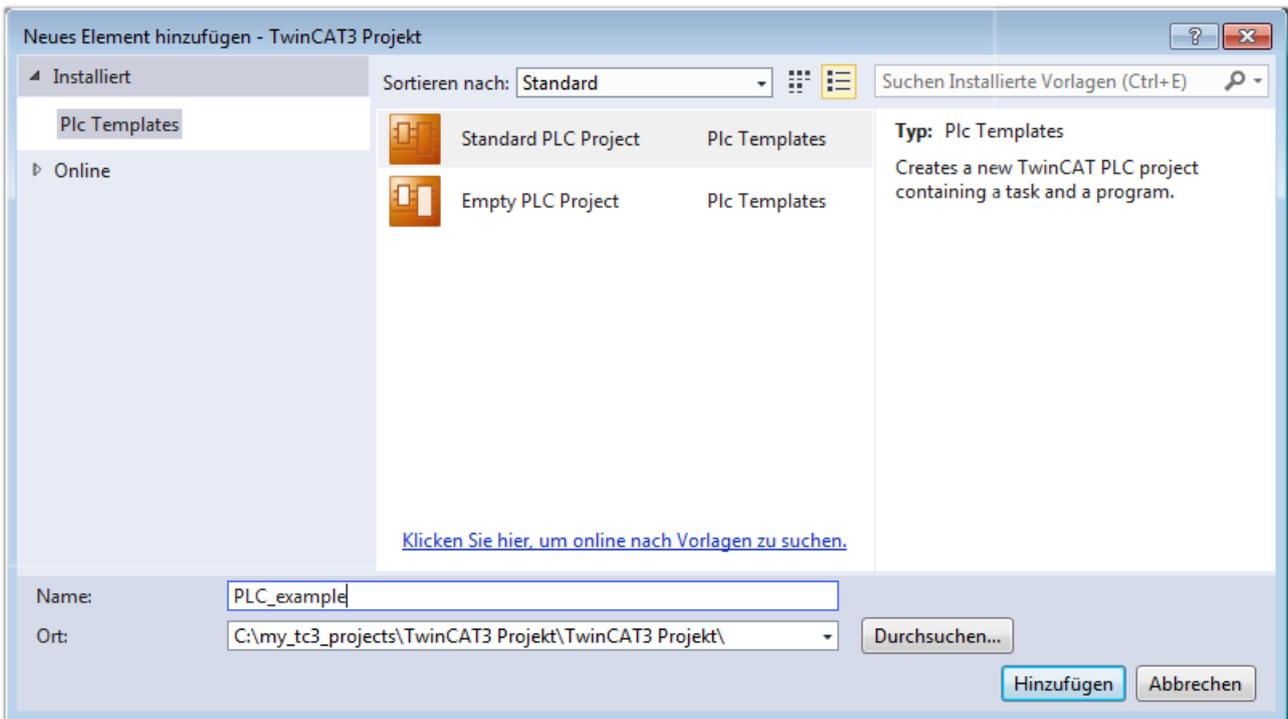


Abb. 65: Festlegen des Namens bzw. Verzeichnisses für die PLC Programmierungsumgebung

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:

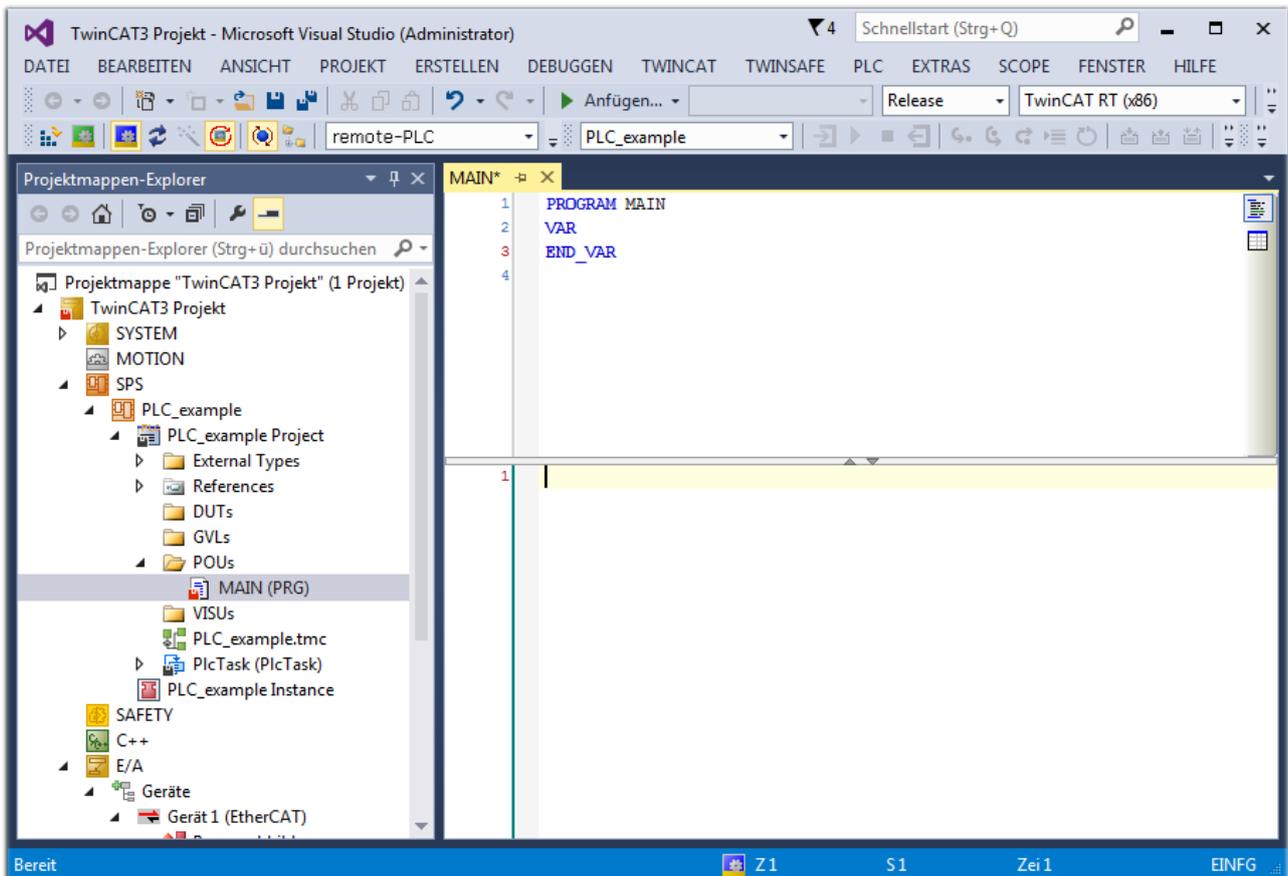


Abb. 66: Initiales Programm „Main“ des Standard PLC Projektes

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

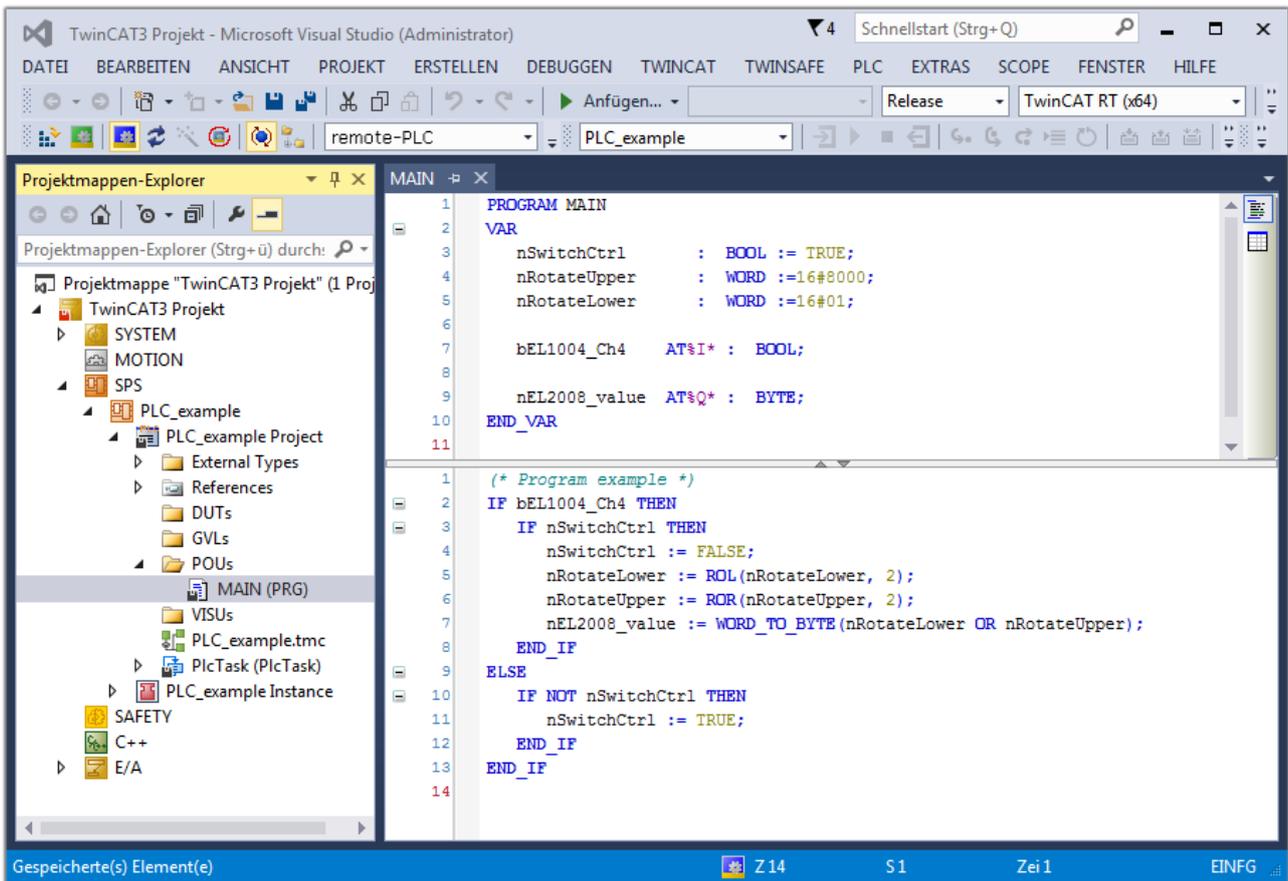


Abb. 67: Beispielprogramm mit Variablen nach einem Kompilervorgang (ohne Variablenanbindung)

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

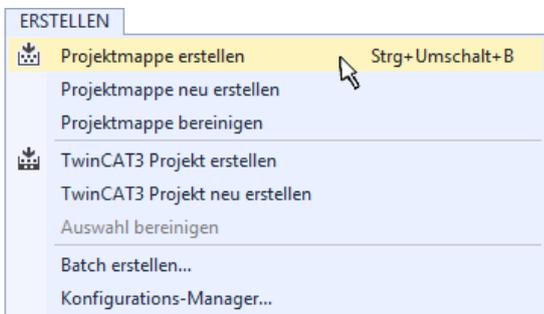
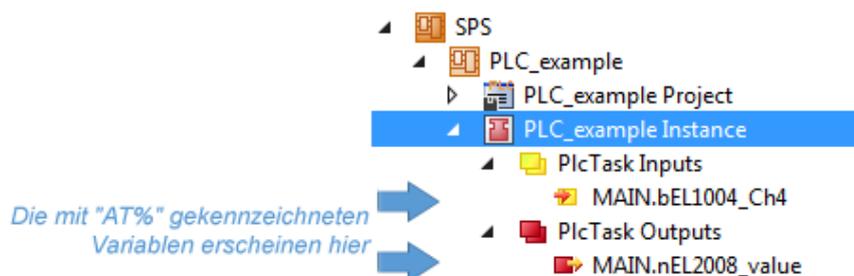


Abb. 68: Kompilierung des Programms starten

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:

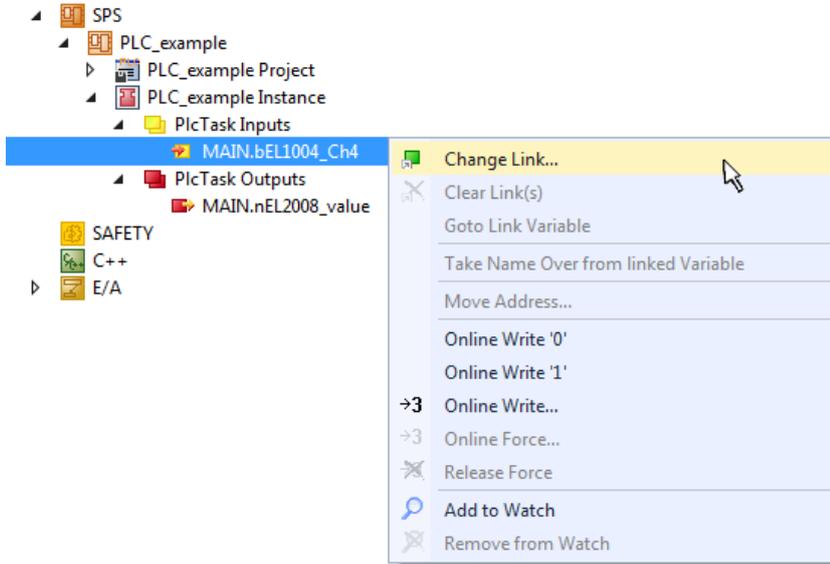


Abb. 69: Erstellen der Verknüpfungen PLC-Variablen zu Prozessobjekten

In dem dadurch geöffneten Fenster kann aus dem SPS-Konfigurationsbaum das Prozessobjekt für die Variable „bEL1004_Ch4“ vom Typ BOOL selektiert werden:

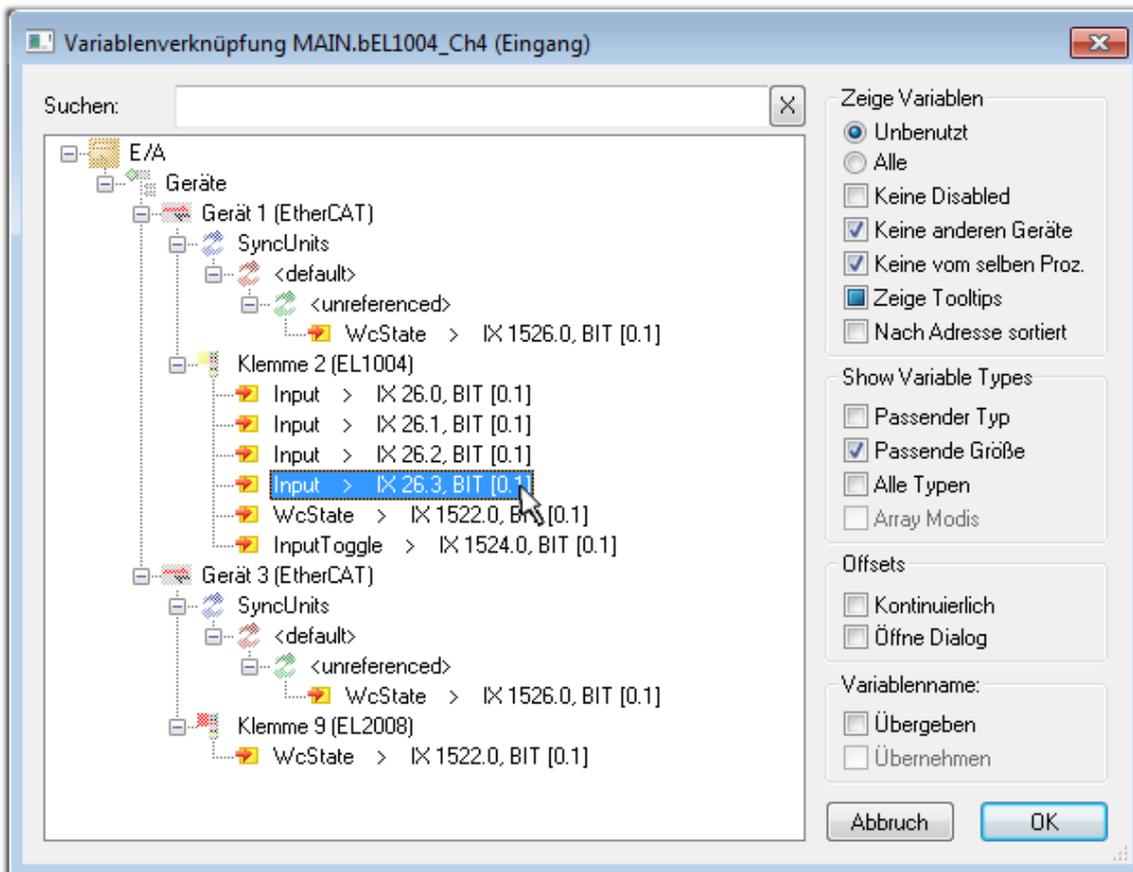


Abb. 70: Auswahl des PDO vom Typ BOOL

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:

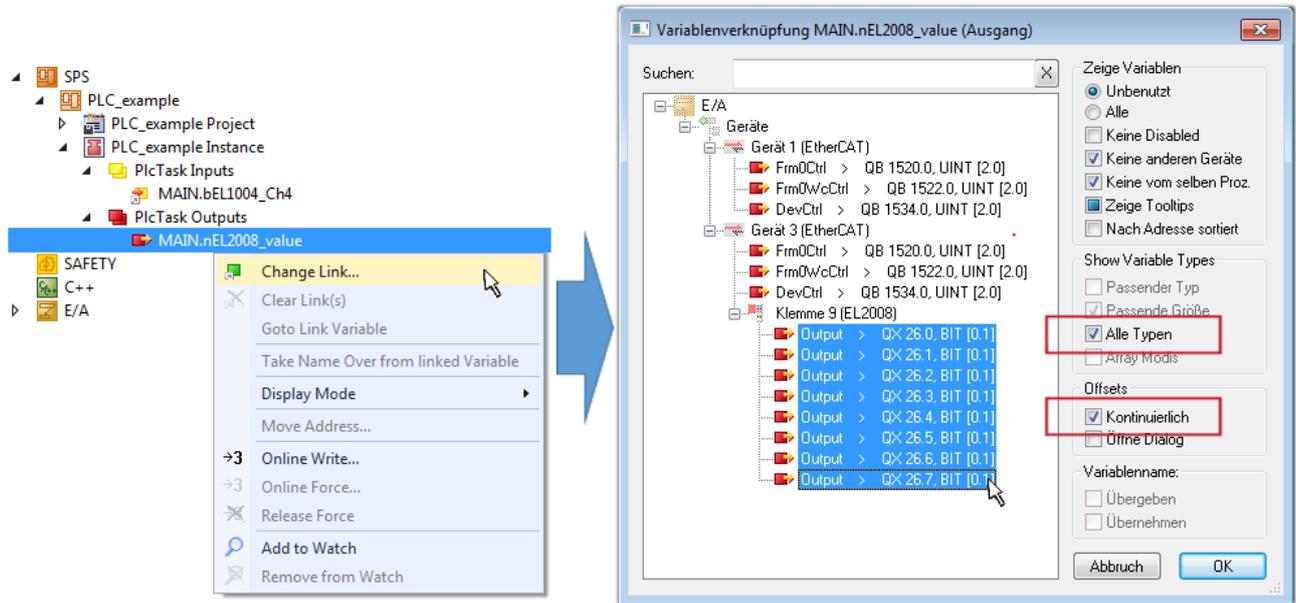


Abb. 71: Auswahl von mehreren PDO gleichzeitig: Aktivierung von „Kontinuierlich“ und „Alle Typen“

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:

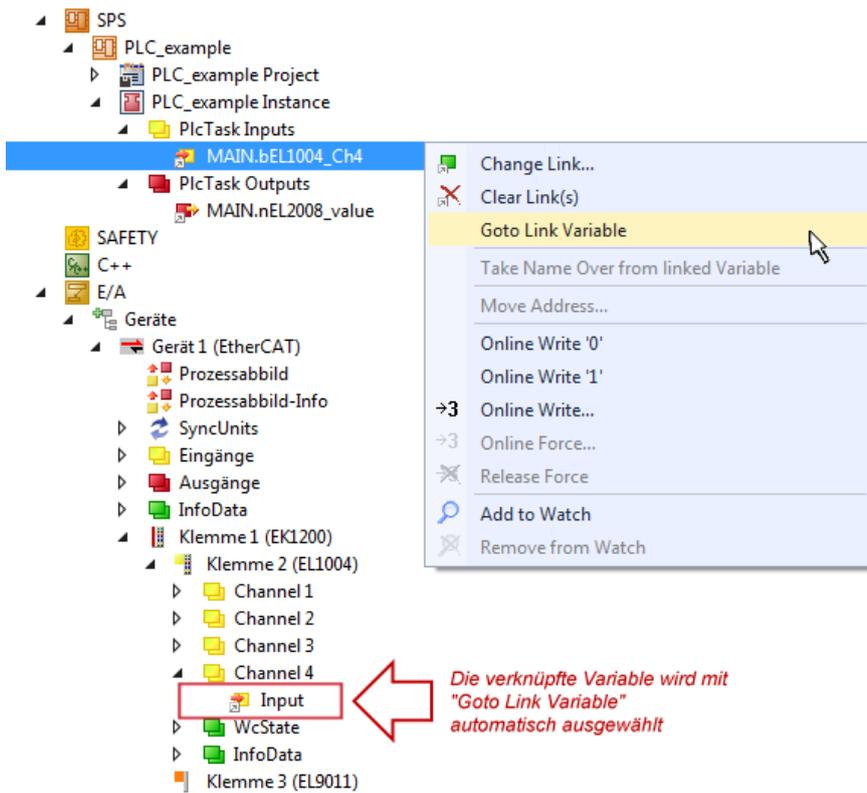


Abb. 72: Anwendung von "Goto Link Variable" am Beispiel von „MAIN.bEL1004_Ch4“

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 ein Byte, Word, Integer oder ein ähnliches PDO, so ist es möglich dies wiederum einen Satz von bit-typisierten Variablen zuzuordnen. Auch hier kann ebenso in die andere Richtung ein „Goto Link Variable“ ausgeführt werden, um dann die betreffende Instanz der PLC zu selektieren.

i Hinweis zur Art der Variablen-Zuordnung

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

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

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

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

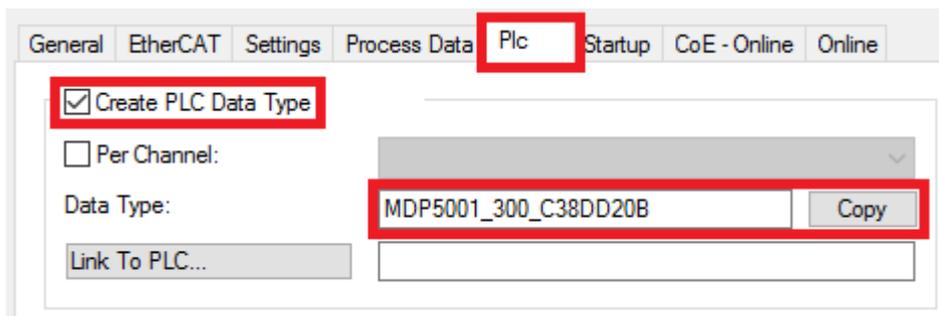


Abb. 73: Erzeugen eines SPS Datentyps

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

```

MAIN  ▸ ×
1   PROGRAM MAIN
2   VAR
3       EL3001 : MDP5001_300_C38DD20B;
4   END_VAR
    
```

Abb. 74: 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.

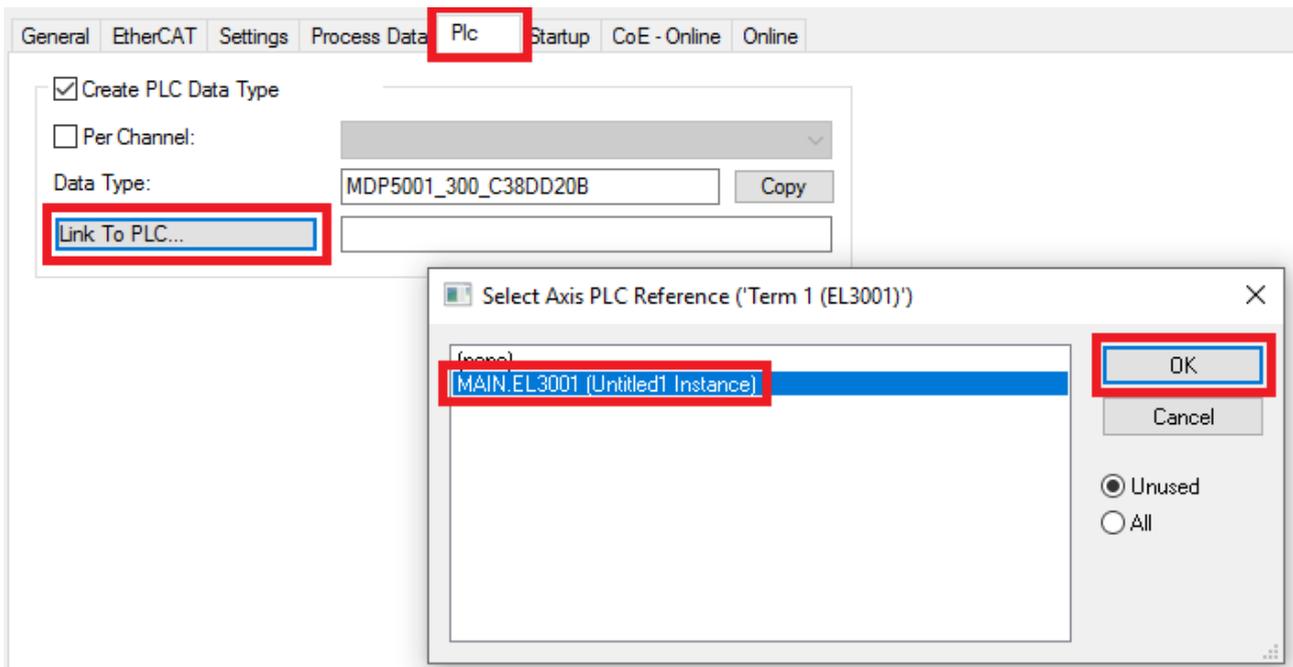


Abb. 75: Verknüpfung der Struktur

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

```

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

```

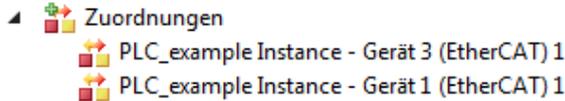
1   nVoltage := EL3001.MDP5001_300_Input.
2
3
4
    
```

Abb. 76: Lesen einer Variable aus der Struktur der Prozessdaten

Aktivieren der Konfiguration

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

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

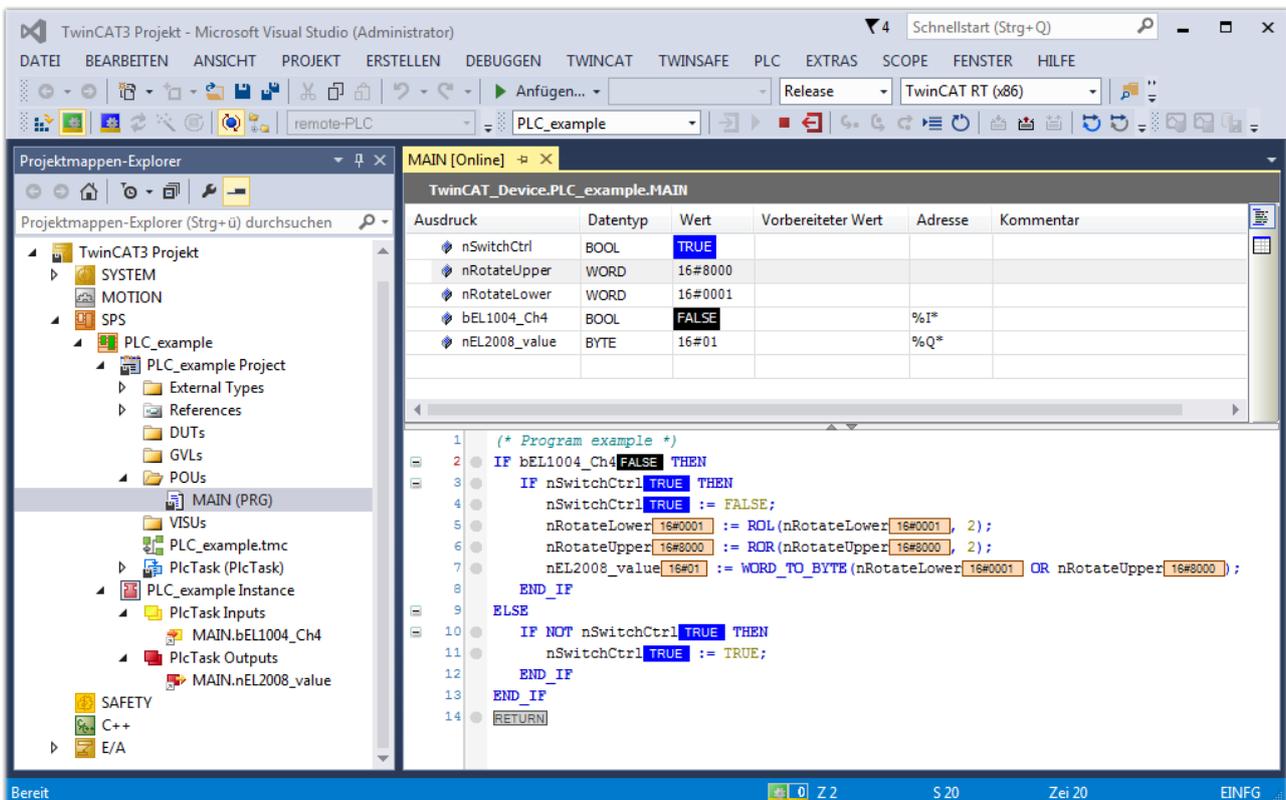


Einige Sekunden später wird der entsprechende Status des Run Modus mit einem rotierenden Symbol  unten rechts in der Entwicklungsumgebung VS Shell angezeigt. Das PLC System kann daraufhin wie im Folgenden beschrieben gestartet werden.

Starten der Steuerung

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

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



Ausdruck	Datentyp	Wert	Vorbereiteter Wert	Adresse	Kommentar
nSwitchCtrl	BOOL	TRUE			
nRotateUpper	WORD	16#8000			
nRotateLower	WORD	16#0001			
bEL1004_Ch4	BOOL	FALSE		%I*	
nEL2008_value	BYTE	16#01		%Q*	

```

1  (* Program example *)
2  IF bEL1004_Ch4 FALSE THEN
3    IF nSwitchCtrl TRUE THEN
4      nSwitchCtrl TRUE := FALSE;
5      nRotateLower 16#0001 := ROL(nRotateLower 16#0001, 2);
6      nRotateUpper 16#8000 := ROR(nRotateUpper 16#8000, 2);
7      nEL2008_value 16#01 := WORD_TO_BYTE(nRotateLower 16#0001 OR nRotateUpper 16#8000);
8    END_IF
9  ELSE
10   IF NOT nSwitchCtrl TRUE THEN
11     nSwitchCtrl TRUE := TRUE;
12   END_IF
13 END_IF
14 RETURN
  
```

Abb. 77: TwinCAT 3 Entwicklungsumgebung (VS Shell): Logged-in, nach erfolgten Programmstart

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

5.1.2 TwinCAT Entwicklungsumgebung

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

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

Details:

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

Zusätzlich bietet:

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

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

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

5.1.2.1 Installation der TwinCAT Realtime-Treiber

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

Dies kann auf mehreren Wegen vorgenommen werden.

A: Über den TwinCAT Adapter-Dialog

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



Abb. 78: Aufruf im System Manager (TwinCAT 2)

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

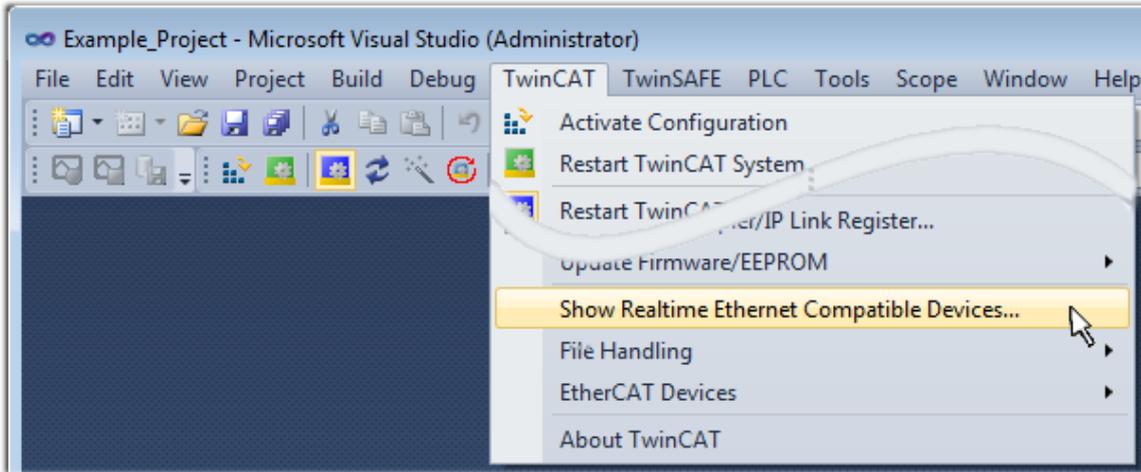


Abb. 79: Aufruf in VS Shell (TwinCAT 3)

B: Über TcRtelInstall.exe im TwinCAT-Verzeichnis

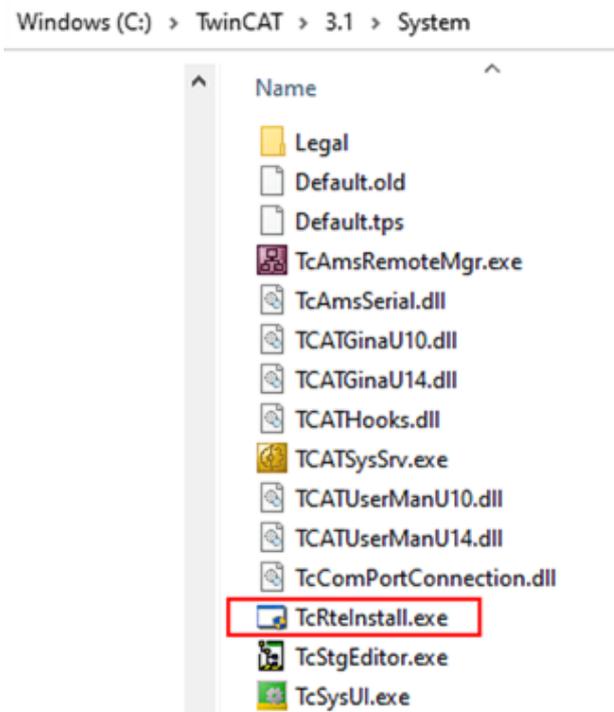


Abb. 80: TcRtelInstall.exe im TwinCAT-Verzeichnis

In beiden Fällen erscheint der folgende Dialog:

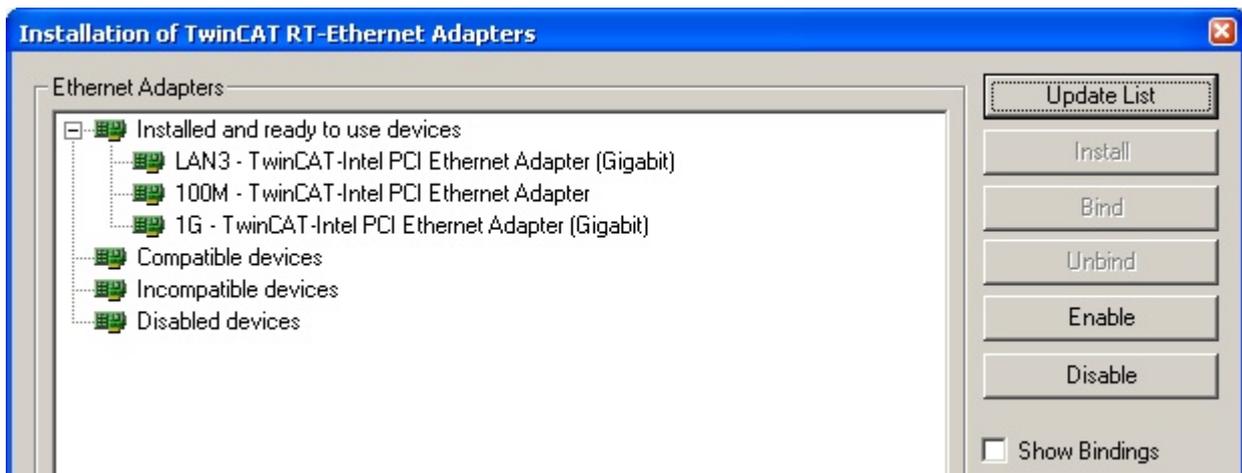


Abb. 81: Übersicht Netzwerkschnittstellen

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

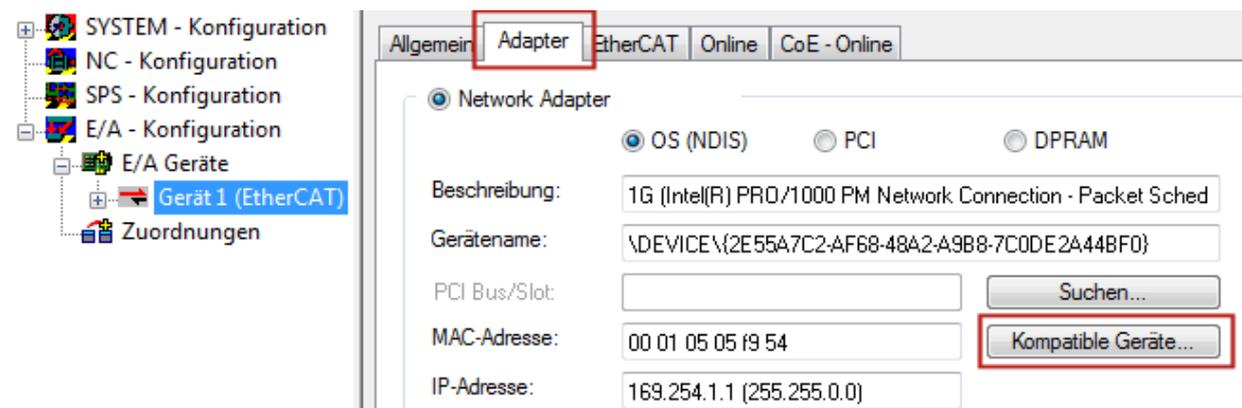
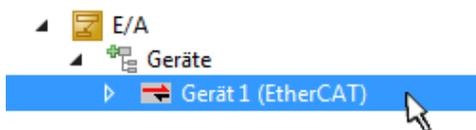


Abb. 82: Eigenschaft von EtherCAT-Gerät (TwinCAT 2): Klick auf „Kompatible Geräte...“ von „Adapter“

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)

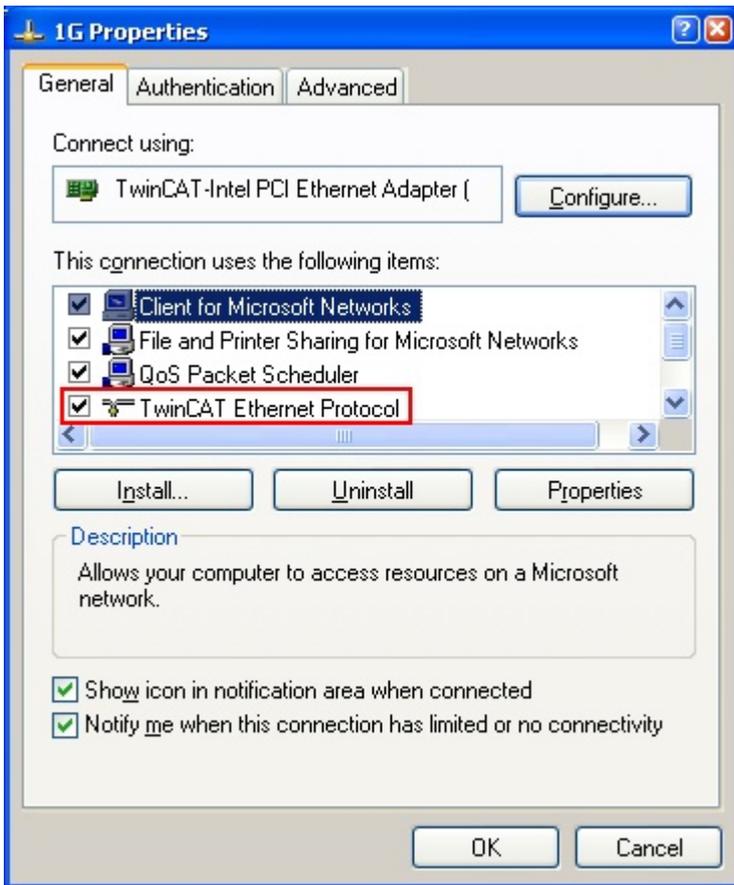


Abb. 83: Windows-Eigenschaften der Netzwerkschnittstelle

Eine korrekte Einstellung des Treibers könnte wie folgt aussehen:

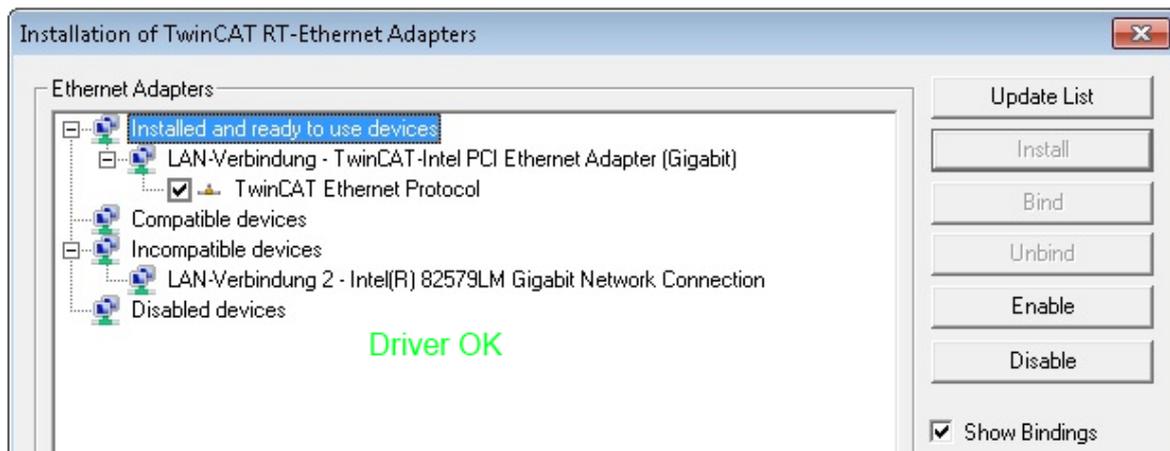


Abb. 84: Beispielhafte korrekte Treiber-Einstellung des Ethernet Ports

Andere mögliche Einstellungen sind zu vermeiden:

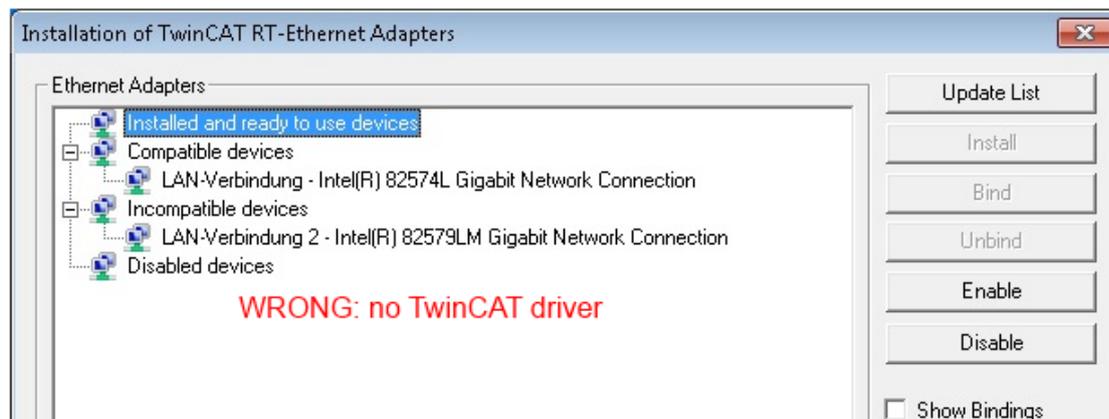
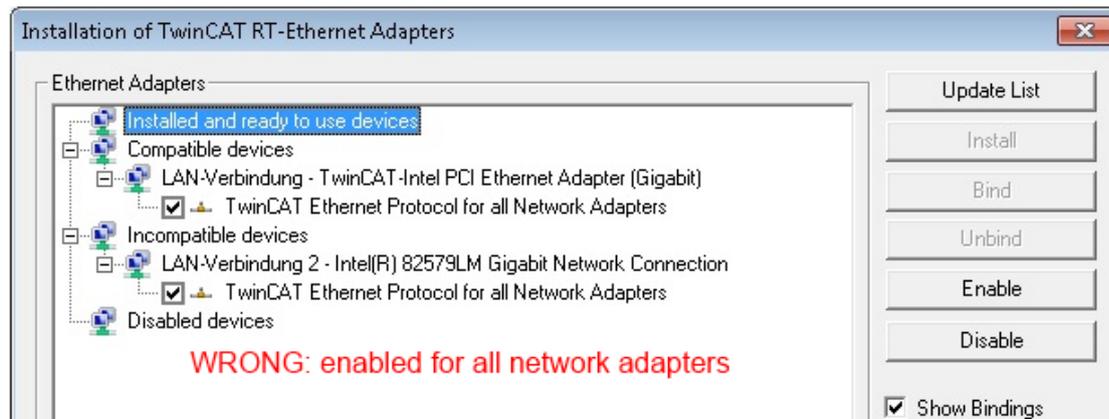
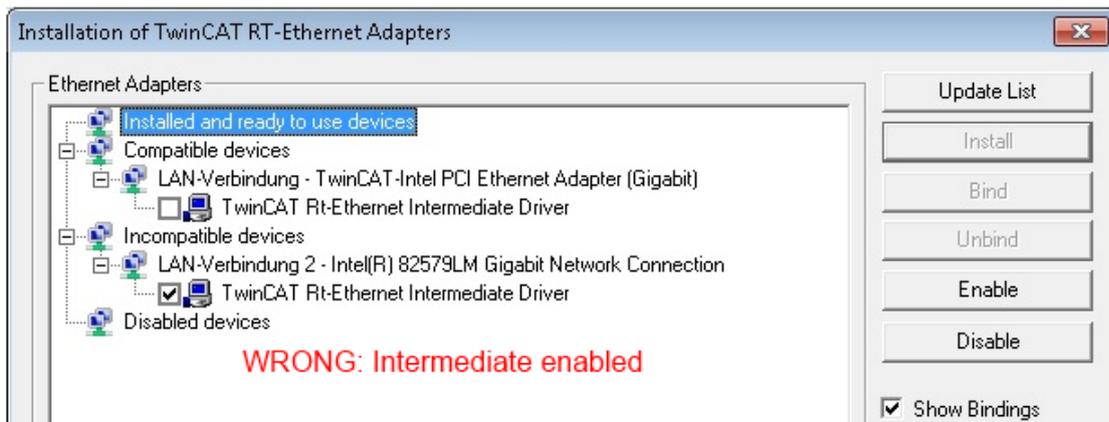
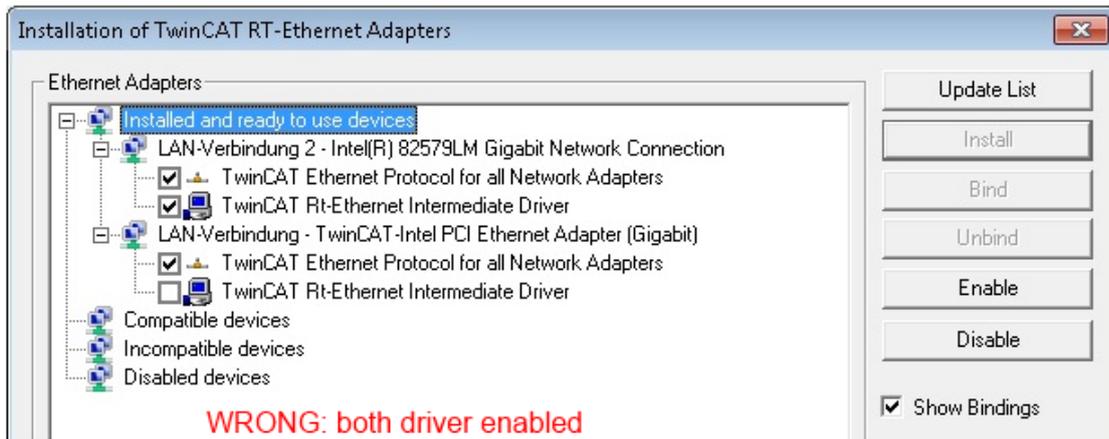


Abb. 85: Fehlerhafte Treiber-Einstellungen des Ethernet Ports

IP-Adresse des verwendeten Ports

● IP-Adresse/DHCP

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

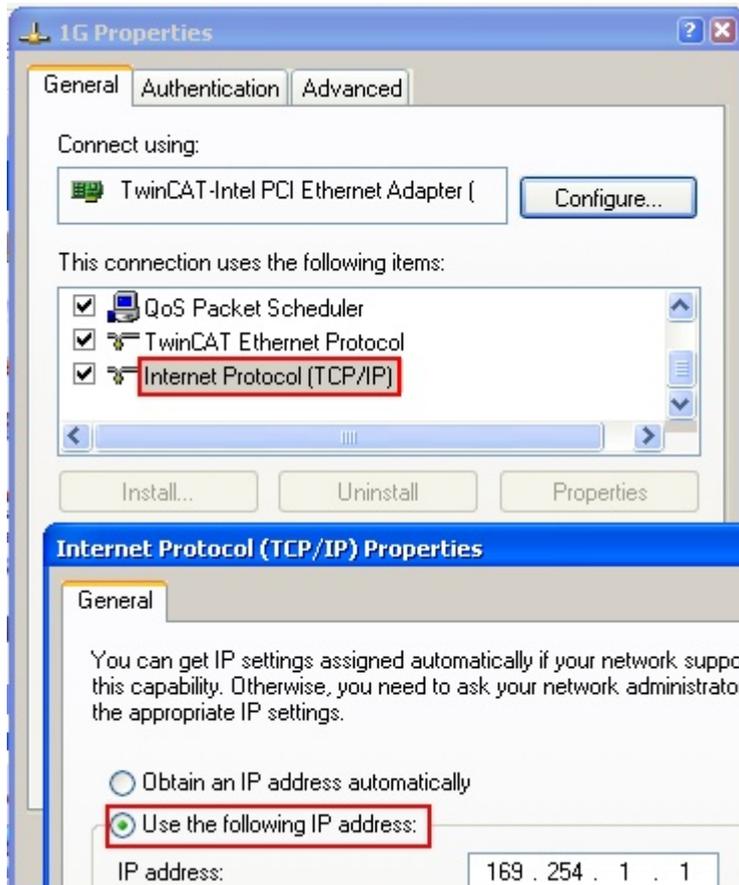


Abb. 86: TCP/IP-Einstellung des Ethernet Ports

5.1.2.2 Hinweise zur ESI-Gerätebeschreibung

Installation der neuesten ESI-Device-Description

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

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

Die ESI-Dateien sind im Installationsverzeichnis von TwinCAT abzulegen.

Standardeinstellungen:

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

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

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

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

TwinCAT 2: Options → „Update EtherCAT Device Descriptions“

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

Hierfür steht der [TwinCAT ESI Updater](#) [[▶ 92](#)] 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“

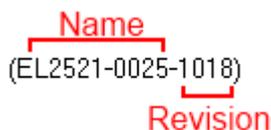


Abb. 87: Gerätebezeichnung: Struktur

Die Bestellbezeichnung aus Typ + Version (hier: EL2521-0025) 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](#) [[▶ 10](#)].

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.

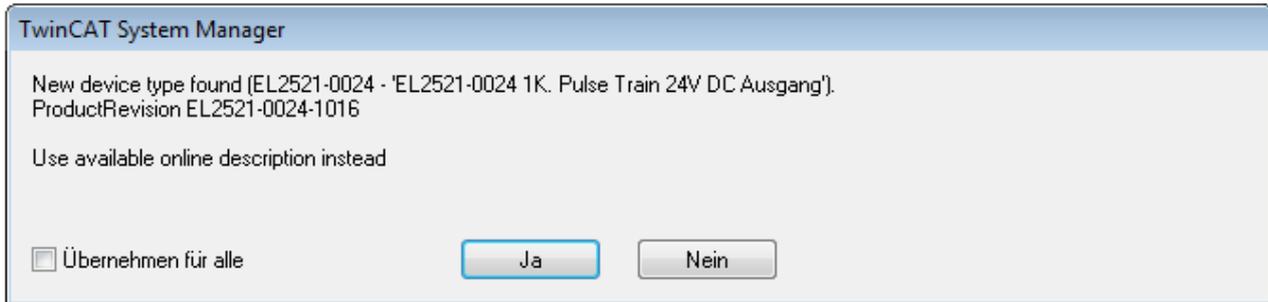


Abb. 88: Hinweisfenster OnlineDescription (TwinCAT 2)

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

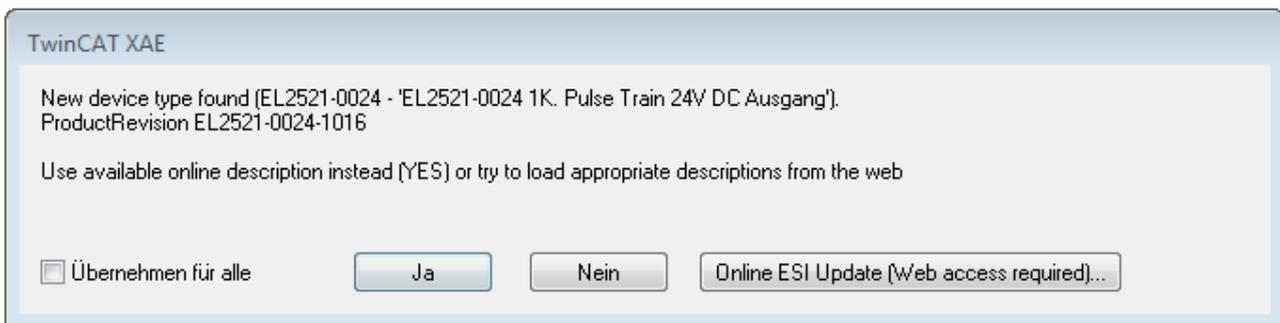


Abb. 89: Hinweisfenster OnlineDescription (TwinCAT 3)

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

HINWEIS

Veränderung der „üblichen“ Konfiguration durch Scan

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

Siehe dazu insbesondere das Kapitel „[Allgemeine Hinweise zur Verwendung von Beckhoff EtherCAT IO-Komponenten](#)“ und zur manuellen Konfigurationserstellung das Kapitel „[Offline Konfigurationserstellung \[► 94\]](#)“.

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. 90: 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. 91: Kennzeichnung einer online erfassten ESI am Beispiel EL2521

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

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

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

i OnlineDescription unter TwinCAT 3.x

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

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

(Spracheinstellungen des Betriebssystems beachten!)

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

Fehlerhafte ESI-Datei

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

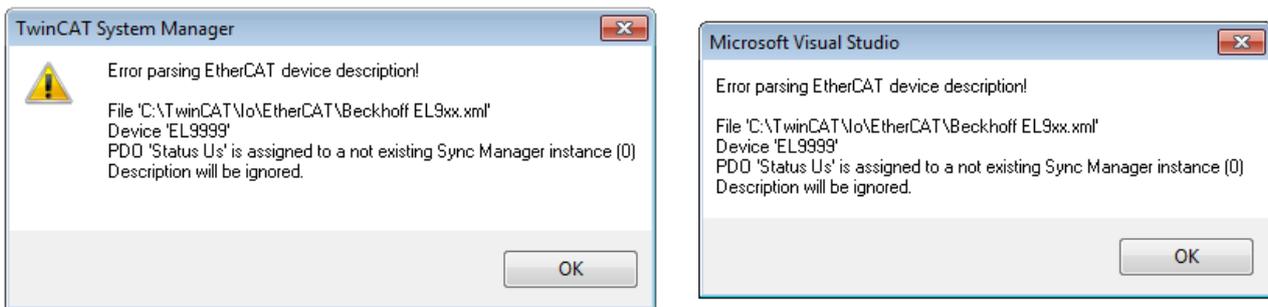


Abb. 92: Hinweisfenster fehlerhafte ESI-Datei (links: TwinCAT 2; rechts: TwinCAT 3)

Ursachen dafür können sein

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

5.1.2.3 TwinCAT ESI Updater

Der ESI Updater ist eine komfortable 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.

5.1.2.3.1 TwinCAT 3

Schritt 1) Aktualisieren der ESI-Datensätze

Der Aufruf des Updaters erfolgt unter:

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

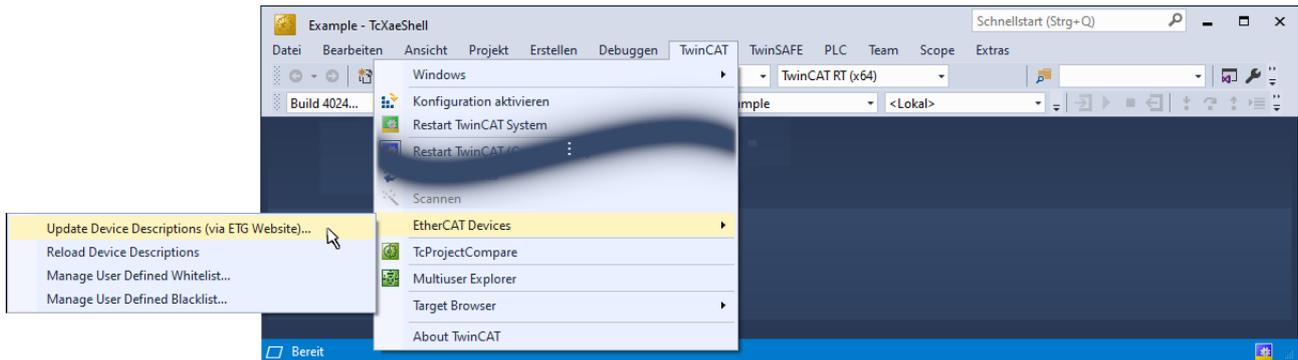


Abb. 93: Aufruf des ESI Updaters (TwinCAT 3)

Es erscheint nach dem Aufruf eine Abfrage zur Windows-Benutzerkontensteuerung, welche mit [Ja] zu bestätigen ist:



Danach erscheint das Fenster des „Updaters“, indem die Konfigurationsdatenquelle zu sehen ist:

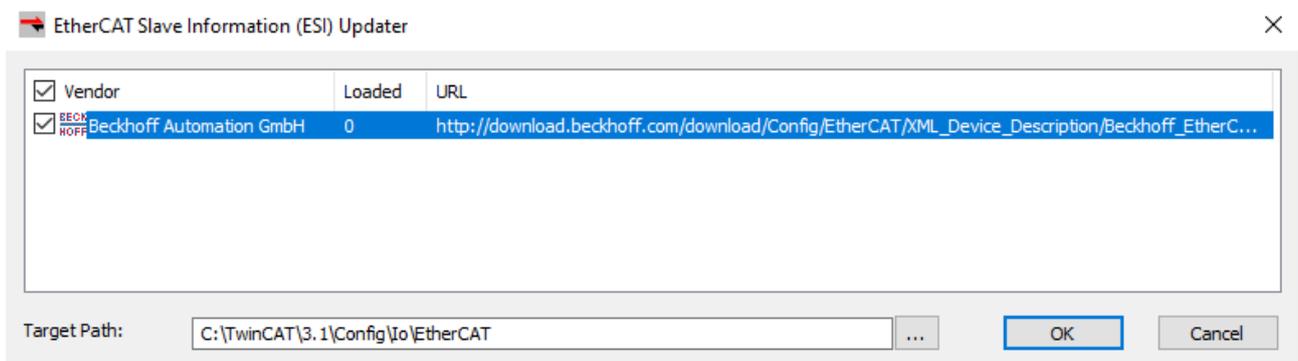
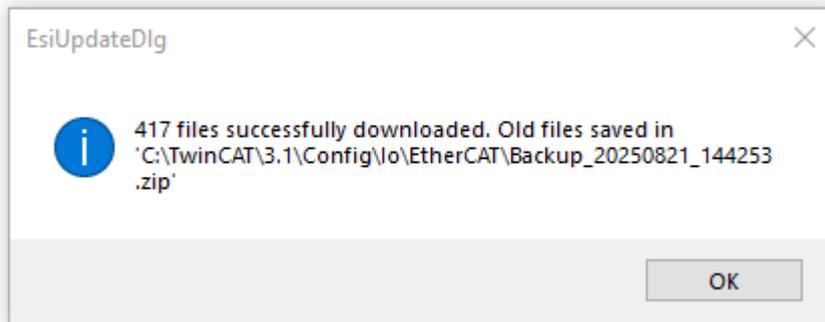


Abb. 94: (ESI) Updater

Die entsprechende gewünschte Zeile ist auszuwählen und mit [OK] kann der Download bzw. Update-Vorgang gestartet werden. Dies kann ggf. einige Minuten in Anspruch nehmen.

Die Beendigung des Download-Vorgangs wird durch die Meldung



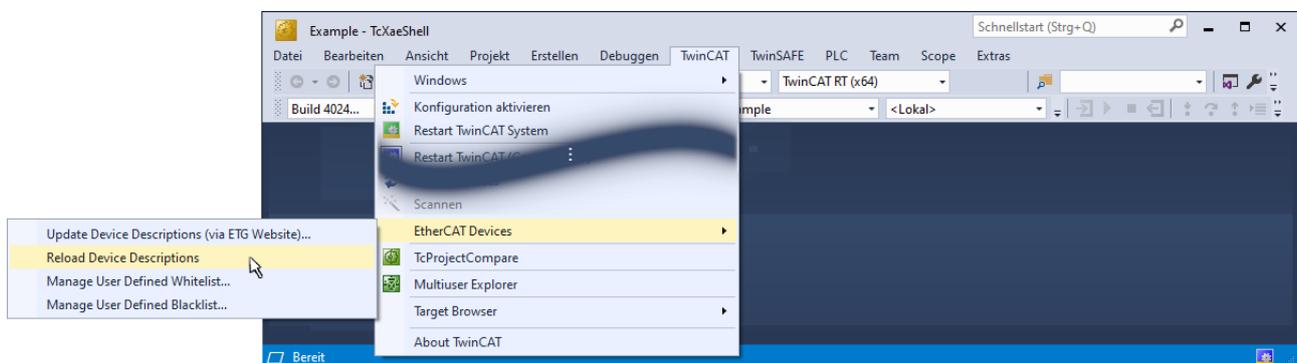
angezeigt, welche die Anzahl der heruntergeladenen Dateien und den Speicherort bzw. den Backup-Zip-Ordner angibt. Mit [OK] wird das Fenster geschlossen.

Hinweis: Manuell hinzugefügte ESI-Dateien werden nicht in den Backup-Zip-Ordner verschoben und bleiben in TwinCAT zugänglich. Nur die von Beckhoff gelieferten ESI-Dateien werden automatisch verwaltet.

Das noch geöffnete Fenster des (ESI) Updaters kann nun mit [X] (oben-rechts) oder [Cancel] geschlossen werden.

Schritt 2) ESI-Cache aktualisieren

Die ESI-Dateien müssen nun in den Applikationscache geladen werden, um sie verwenden zu können. Dies geschieht einerseits durch das Neu-Starten von TwinCAT oder durch den Aufruf von „TwinCAT“ → „EtherCAT Devices“ → „Reload Device Descriptions“:



Der Status des Cache-Neuaufbaus ist in der unteren Statusleiste in TwinCAT zu sehen.

5.1.2.3.2 TwinCAT 2

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

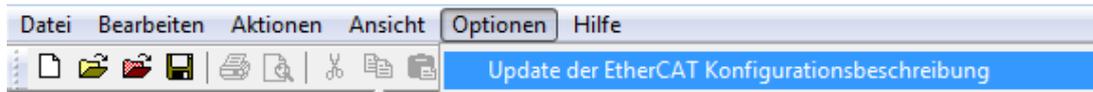


Abb. 95: Anwendung des ESI Updaters (>=TwinCAT 2.11)

Der Aufruf erfolgt unter:

„Options“ → „Update EtherCAT Device Descriptions“.

5.1.2.4 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“](#) [► 88].

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](#) [► 100] (Ethernet-Port am IPC)
- [Erkennen der angeschlossenen EtherCAT-Teilnehmer](#) [► 101]. Dieser Schritt kann auch unabhängig vom vorangehenden durchgeführt werden.
- [Problembehandlung](#) [► 104]

Auch kann [der Scan bei bestehender Konfiguration](#) [► 105] zum Vergleich durchgeführt werden.

5.1.2.5 OFFLINE Konfigurationserstellung

Anlegen des Geräts EtherCAT

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



Abb. 96: 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.

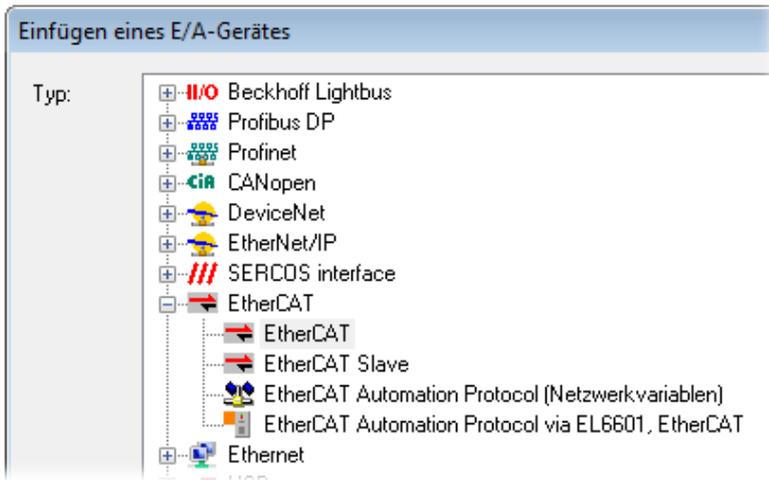


Abb. 97: Auswahl EtherCAT Anschluss (TwinCAT 2.11, TwinCAT 3)

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

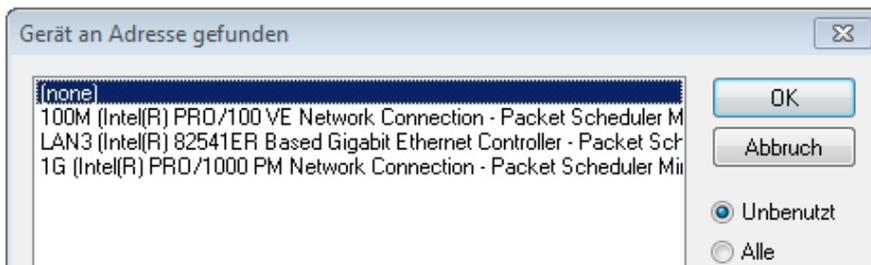


Abb. 98: Auswahl Ethernet Port

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)“.

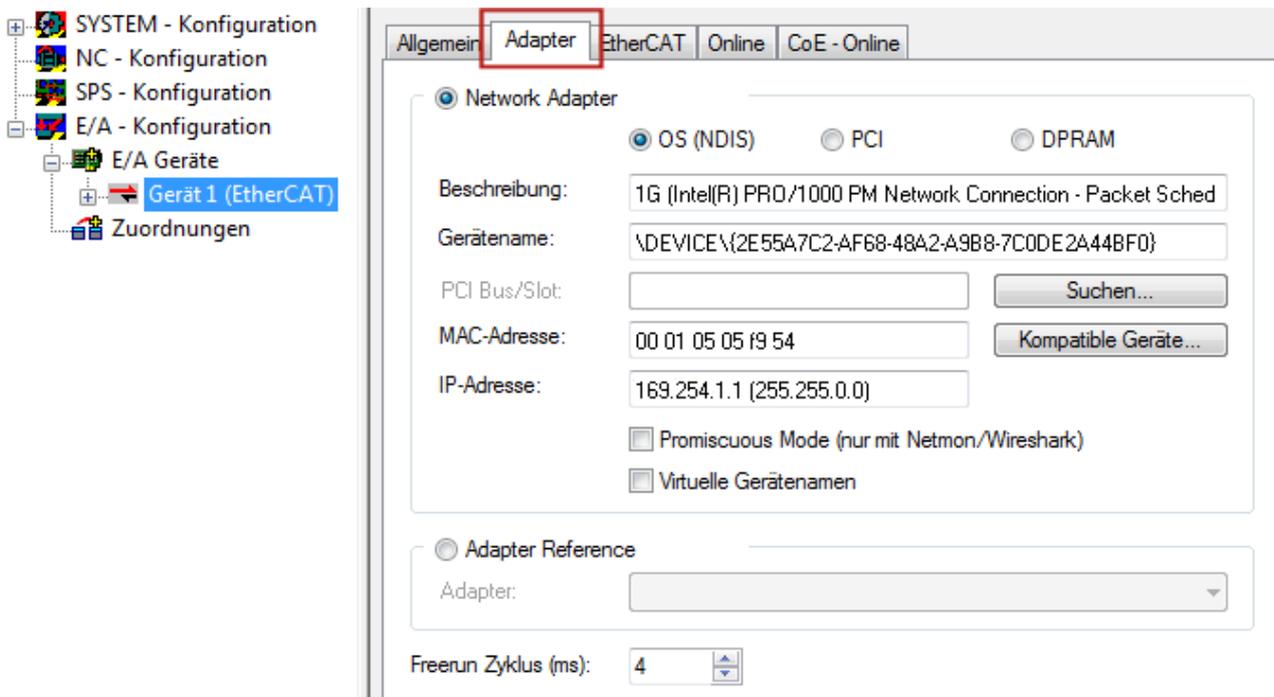


Abb. 99: Eigenschaften EtherCAT-Gerät (TwinCAT 2)

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



i Auswahl des Ethernet-Ports

Es können nur Ethernet-Ports für ein EtherCAT-Gerät ausgewählt werden, für die der TwinCAT-Realtime-Treiber installiert ist. Dies muss für jeden Port getrennt vorgenommen werden. Siehe dazu die entsprechende [Installationsseite](#) [82].

Definieren von EtherCAT-Slaves

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

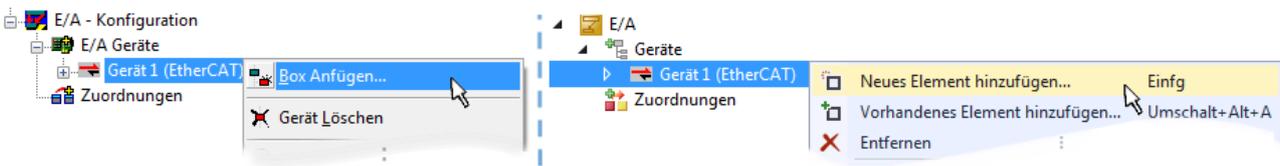


Abb. 100: Anfügen von EtherCAT-Geräten (links: TwinCAT 2; rechts: TwinCAT 3)

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 Fast-Ethernet-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: Koppler, Box-Module, Geräte mit RJ45/M8/M12-Anschluss

- „E-Bus“: LVDS „Klemmenbus“, EtherCAT-Steckmodule (EJ), EtherCAT-Klemmen (EL/ES), diverse anreihbare Module

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

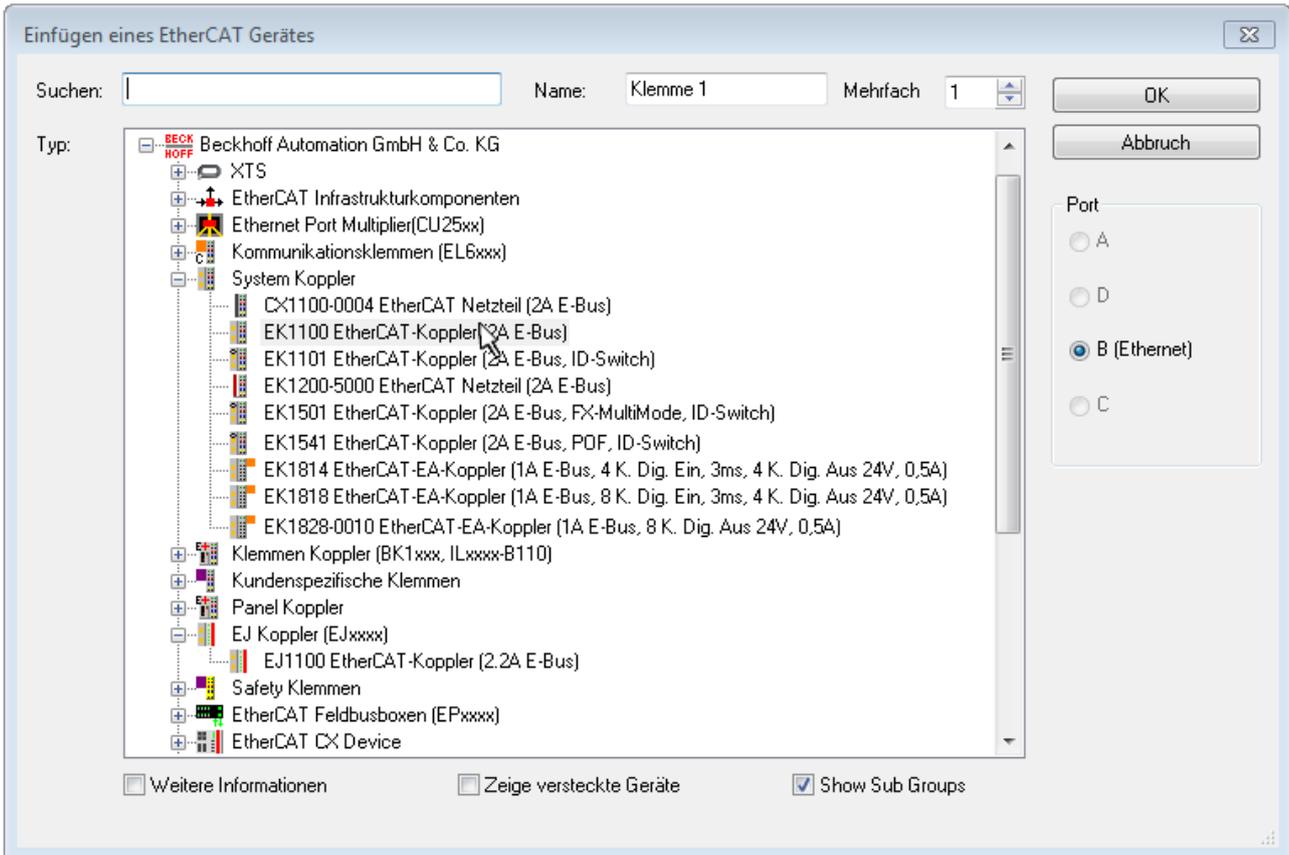


Abb. 101: Auswahldialog neues EtherCAT-Gerät

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.

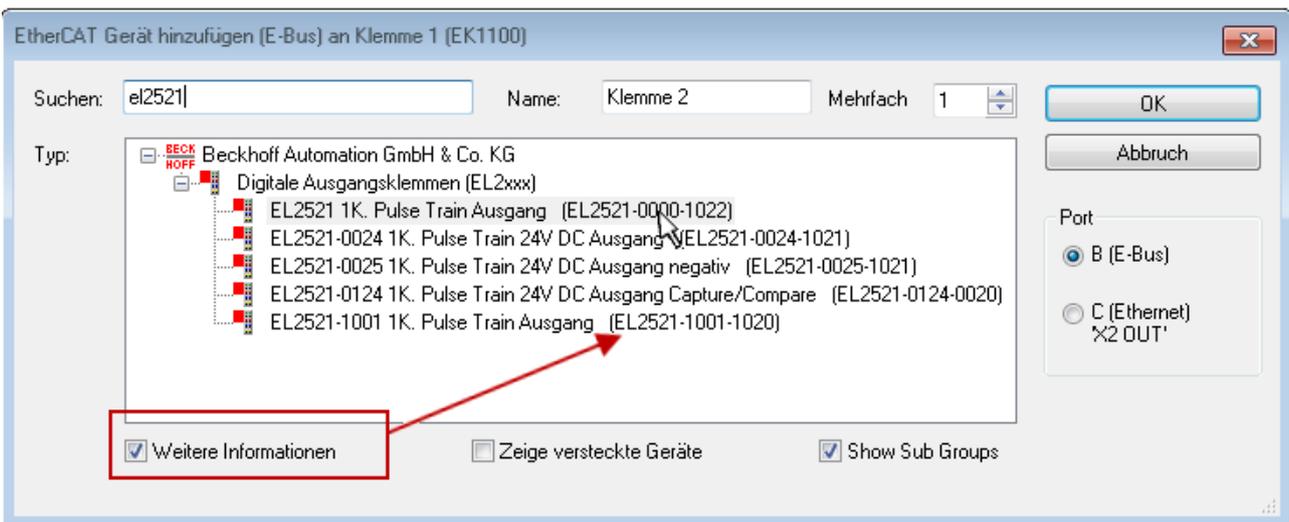


Abb. 102: Anzeige Geräte-Revision

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“.

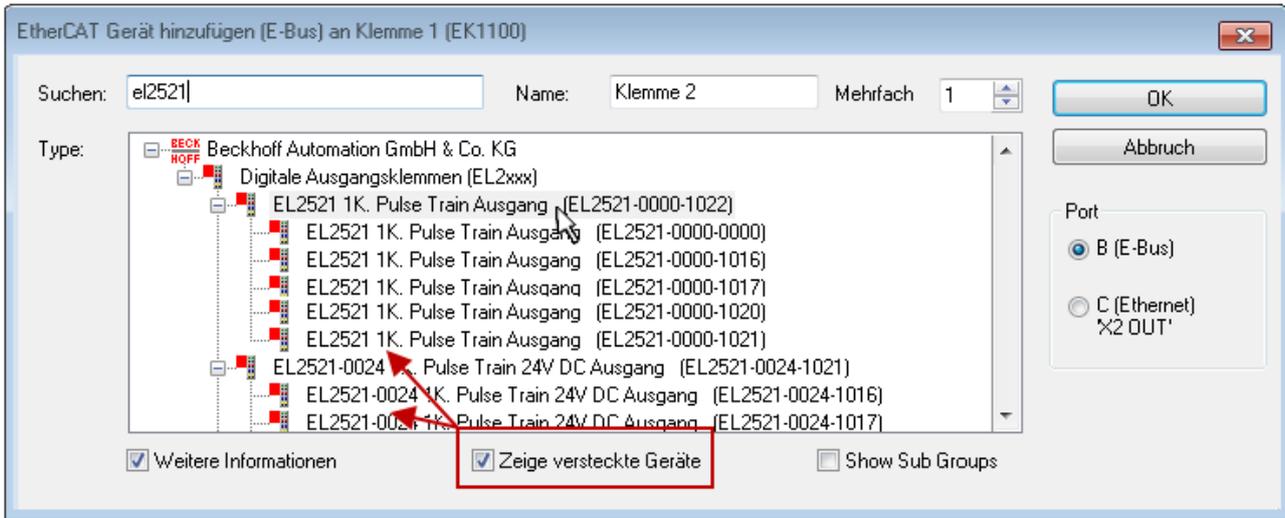


Abb. 103: Anzeige vorhergehender Revisionen

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.

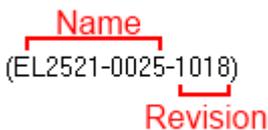


Abb. 104: Name/Revision Klemme

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

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

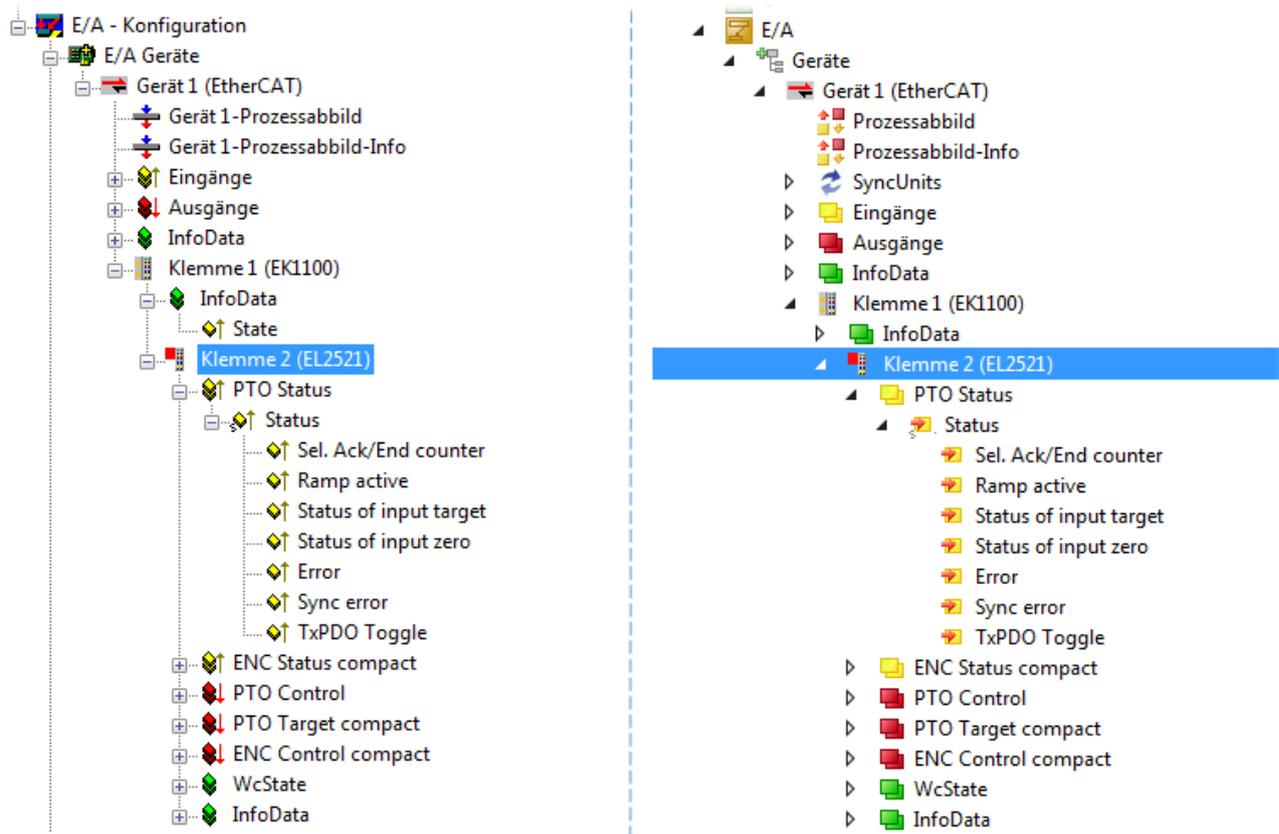


Abb. 105: EtherCAT Klemme im TwinCAT-Baum (links: TwinCAT 2; rechts: TwinCAT 3)

5.1.2.6 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)“

i Online Scannen im Config Mode

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. 106: 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.

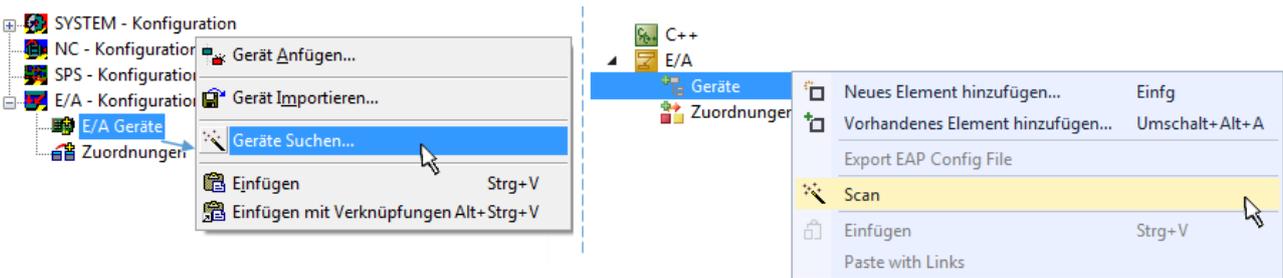


Abb. 107: Scan Devices (links: TwinCAT 2; rechts: TwinCAT 3)

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.

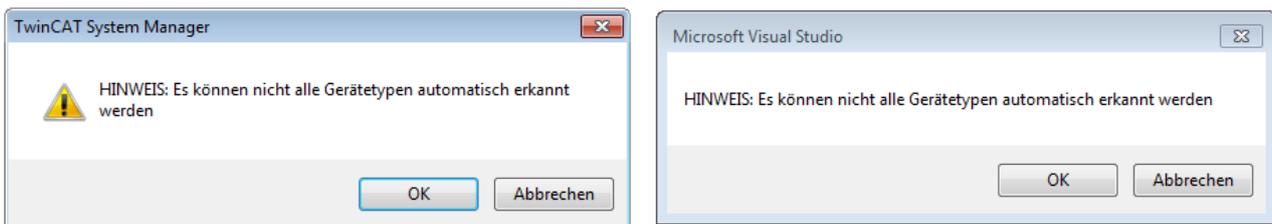


Abb. 108: Hinweis automatischer GeräteScan (links: TwinCAT 2; rechts: TwinCAT 3)

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.

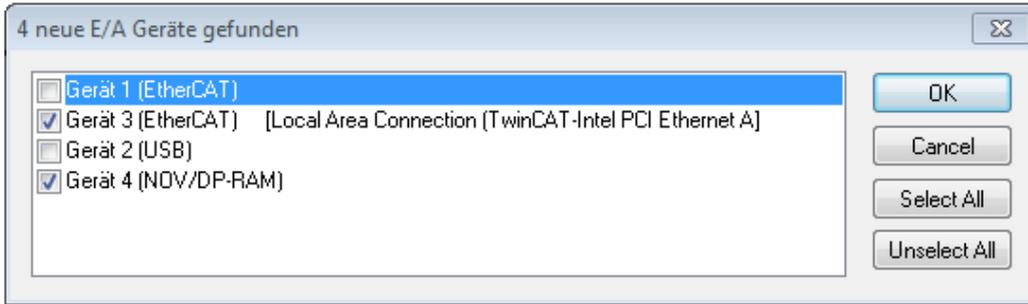


Abb. 109: Erkannte Ethernet-Geräte

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

● **Auswahl des Ethernet-Ports**

I Es können nur Ethernet-Ports für ein EtherCAT-Gerät ausgewählt werden, für die der TwinCAT-Realtime-Treiber installiert ist. Dies muss für jeden Port getrennt vorgenommen werden. Siehe dazu die entsprechende [Installationsseite](#) [▶ 82].

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.

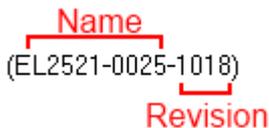


Abb. 110: Beispiel Default-Zustand

HINWEIS

Slave-Scan in der Praxis im Serienmaschinenbau

Die Scan-Funktion sollte mit Bedacht angewendet werden. Sie ist ein praktisches und schnelles Werkzeug, um für eine Inbetriebnahme eine Erst-Konfiguration als Arbeitsgrundlage zu erzeugen. Im Serienmaschinebau bzw. bei Reproduktion der Anlage sollte die Funktion aber nicht mehr zur Konfigurationserstellung verwendet werden sondern ggf. zum [Vergleich](#) [▶ 105] 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:

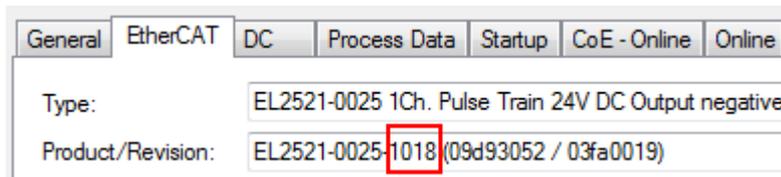


Abb. 111: Einbau EtherCAT-Klemme mit Revision -1018

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

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

Nach einiger Zeit erweitert Beckhoff die EL2521-0025 um ein neues Feature C. Deshalb wird die FW geändert, nach außen hin kenntlich durch einen höheren FW-Stand **und eine neue Revision -1019**. Trotzdem unterstützt das neue Gerät natürlich Funktionen und Schnittstellen der Vorgängerversion(en), eine Anpassung von „B.tsm“ oder gar „B.pro“ ist somit nicht nötig. Die Serienmaschinen können weiterhin mit „B.tsm“ und „B.pro“ gebaut werden, zur Kontrolle der aufgebauten Maschine ist ein vergleichender Scan [► 105] 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:

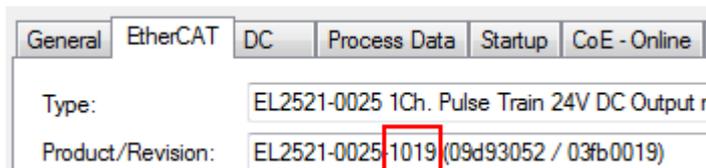


Abb. 112: Erkennen EtherCAT-Klemme mit Revision -1019

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. 113: Scan-Abfrage nach automatischem Anlegen eines EtherCAT-Gerätes (links: TC2; rechts TC3)

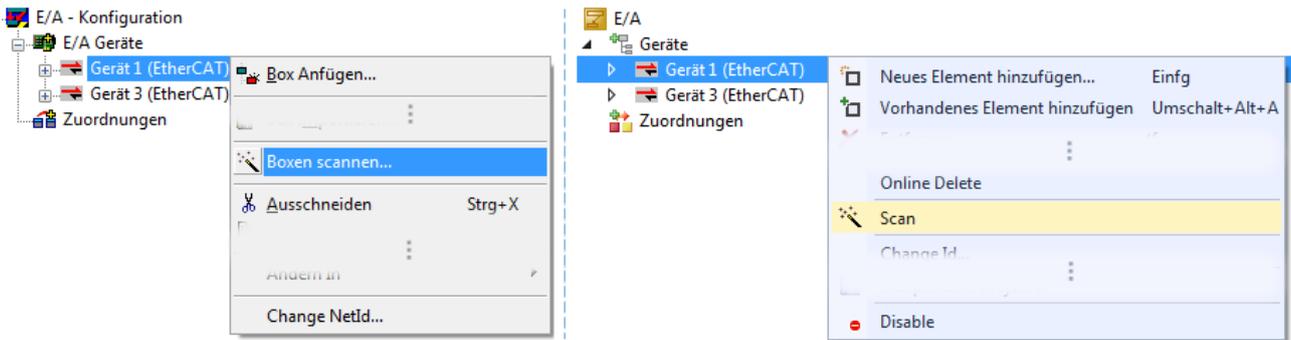


Abb. 114: Manuelles Scannen nach Teilnehmern auf festgelegtem EtherCAT Device (links: TC2; rechts TC3)

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



Abb. 115: Scanfortschritt am Beispiel von TwinCAT 2

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



Abb. 116: Abfrage Config/FreeRun (links: TC2; rechts TC3)

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



Abb. 118: TwinCAT kann auch über einen Button in diesen Zustand versetzt werden (links: TC2; rechts TC3)

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

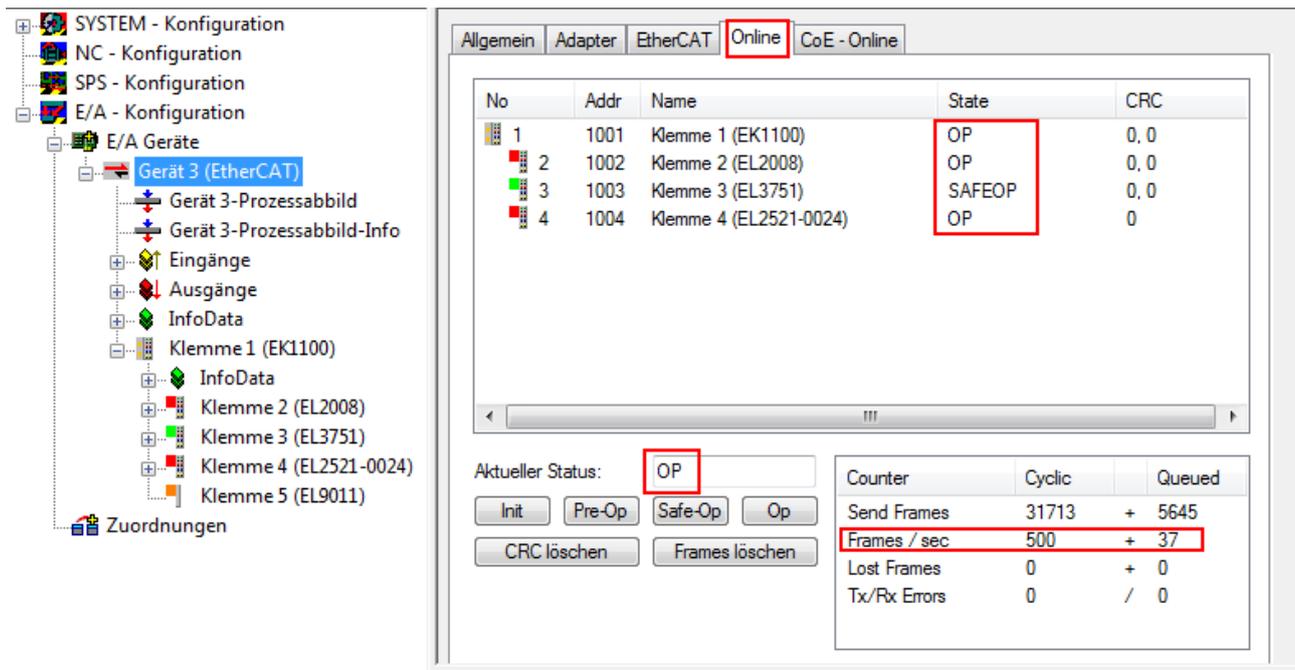


Abb. 119: Beispielhafte Online-Anzeige

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 \[▶ 94\]](#) 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.

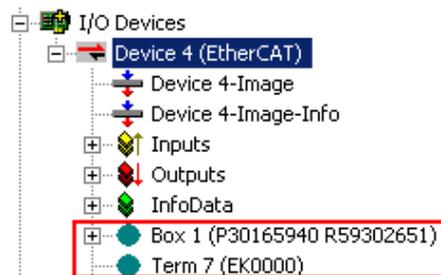


Abb. 120: Fehlerhafte Erkennung

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

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

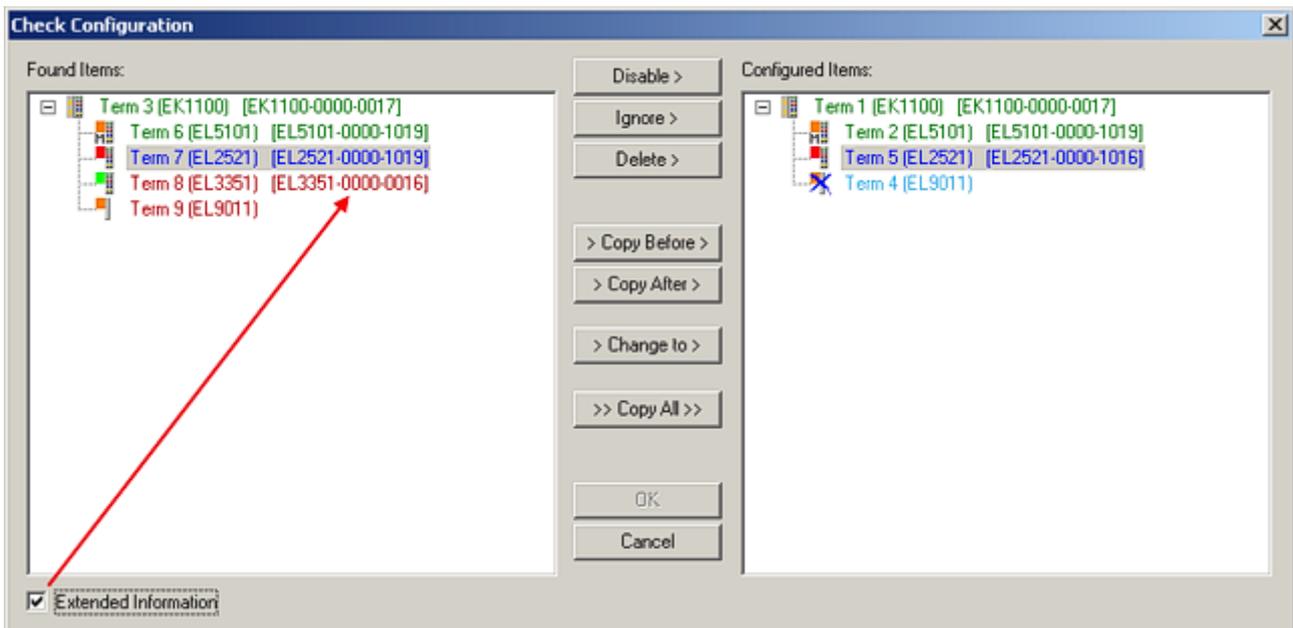


Abb. 122: Korrekturdialog

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

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

i Geräte-Auswahl nach Revision, Kompatibilität

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

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

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

Beispiel

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

Abb. 123: 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.

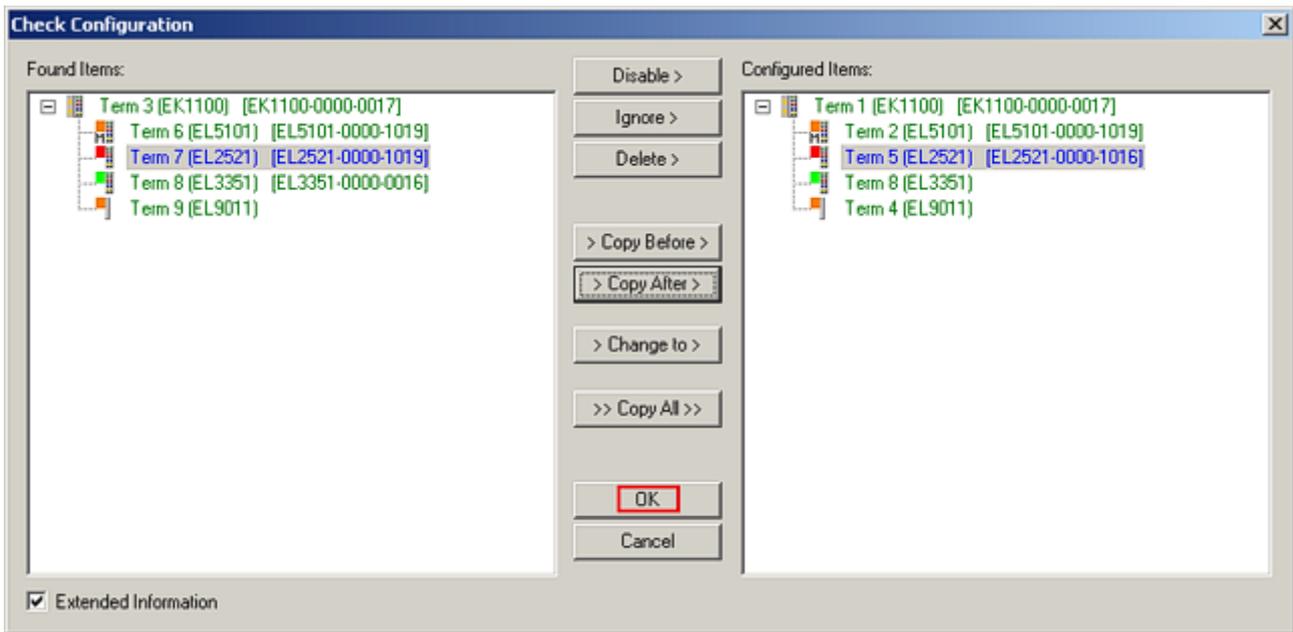


Abb. 124: Korrekturdialog mit Änderungen

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.

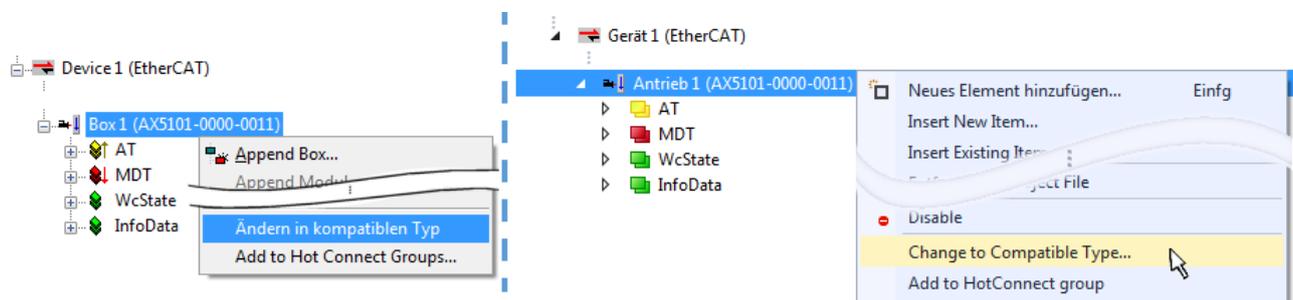


Abb. 125: Dialog „Change to Compatible Type...“ (links: TwinCAT 2; rechts TwinCAT 3)

Folgende Elemente in der ESI eines EtherCAT-Teilnehmers werden von TwinCAT verglichen und als gleich vorausgesetzt, um zu entscheiden, ob ein Gerät als „kompatibel“ angezeigt wird:

- Physics (z.B. RJ45, Ebus...)
- FMMU (zusätzliche sind erlaubt)
- SyncManager (SM, zusätzliche sind erlaubt)
- EoE (Attribute MAC, IP)
- CoE (Attribute SdoInfo, PdoAssign, PdoConfig, PdoUpload, CompleteAccess)
- FoE
- PDO (Prozessdaten: Reihenfolge, SyncUnit SU, SyncManager SM, EntryCount, Entry.Datatype)

Bei Geräten der AX5000-Familie wird diese Funktion intensiv verwendet.

Change to Alternative Type

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

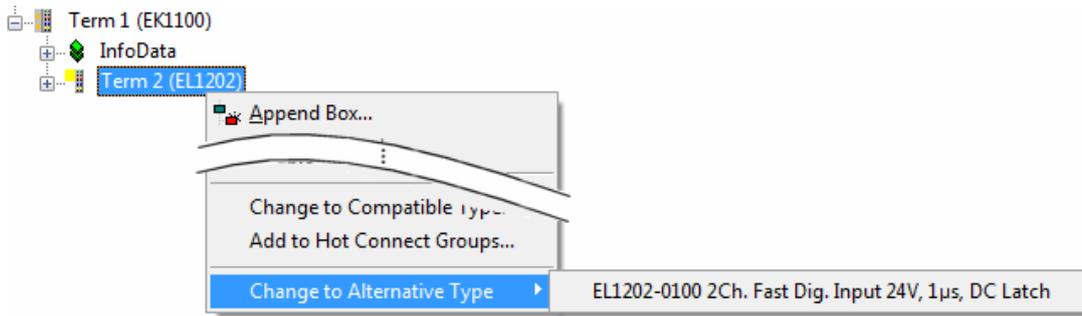


Abb. 126: TwinCAT 2 Dialog Change to Alternative Type

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

5.1.2.7 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).

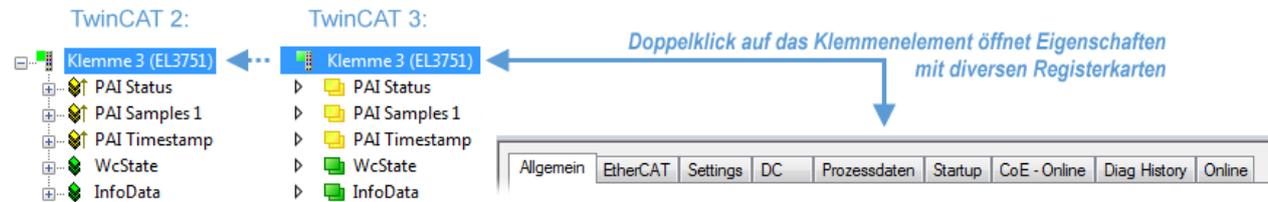


Abb. 127: „Baumzweig“ Element als Klemme EL3751

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

Karteireiter „Allgemein“

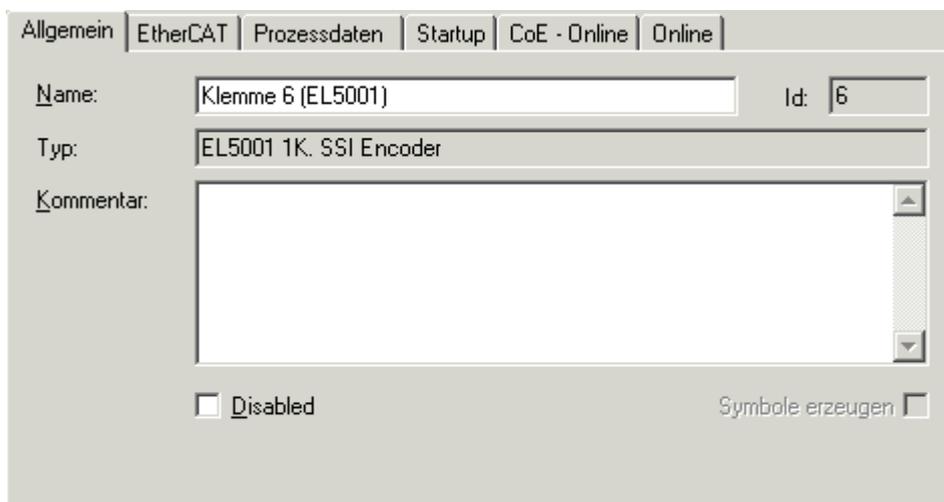


Abb. 128: Karteireiter „Allgemein“

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

Karteireiter „EtherCAT“

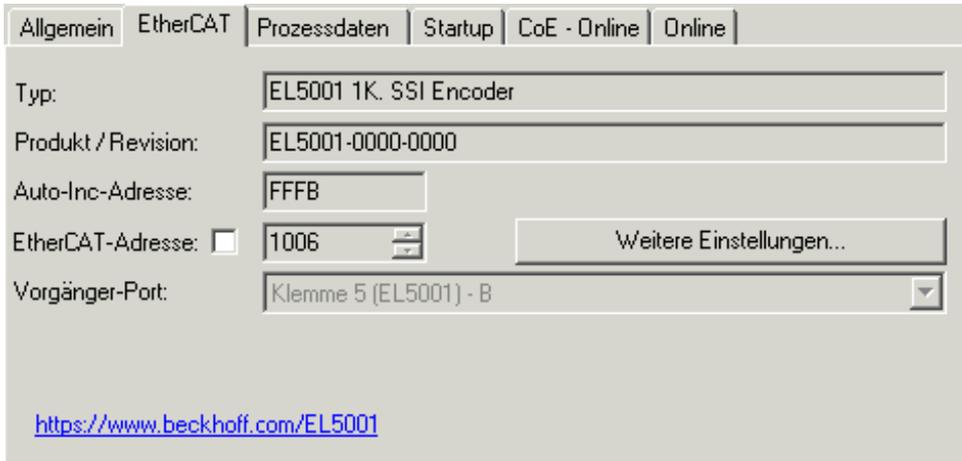


Abb. 129: Karteireiter „EtherCAT“

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

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

Karteireiter „Prozessdaten“

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

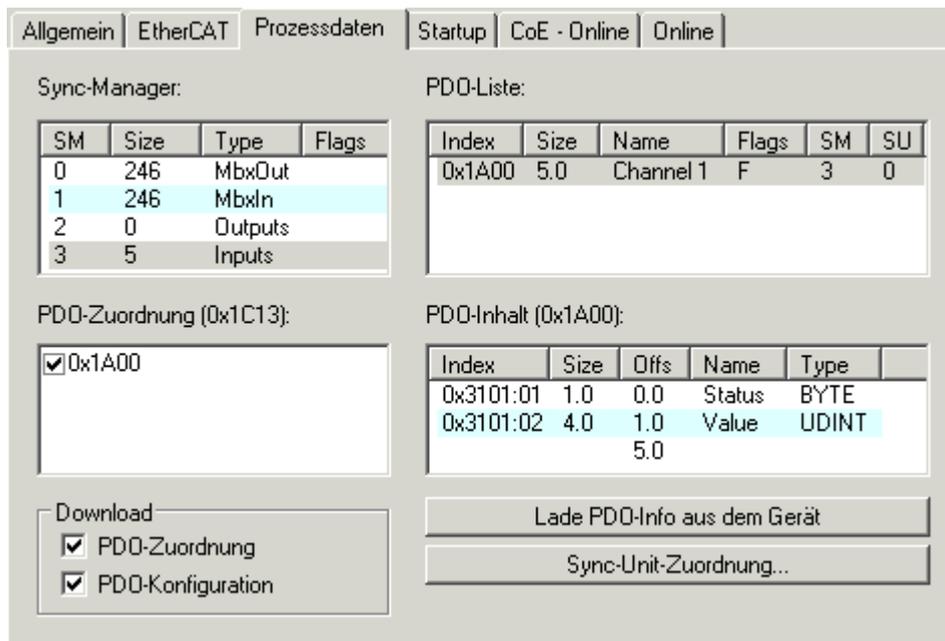


Abb. 130: Karteireiter „Prozessdaten“

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

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

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

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

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

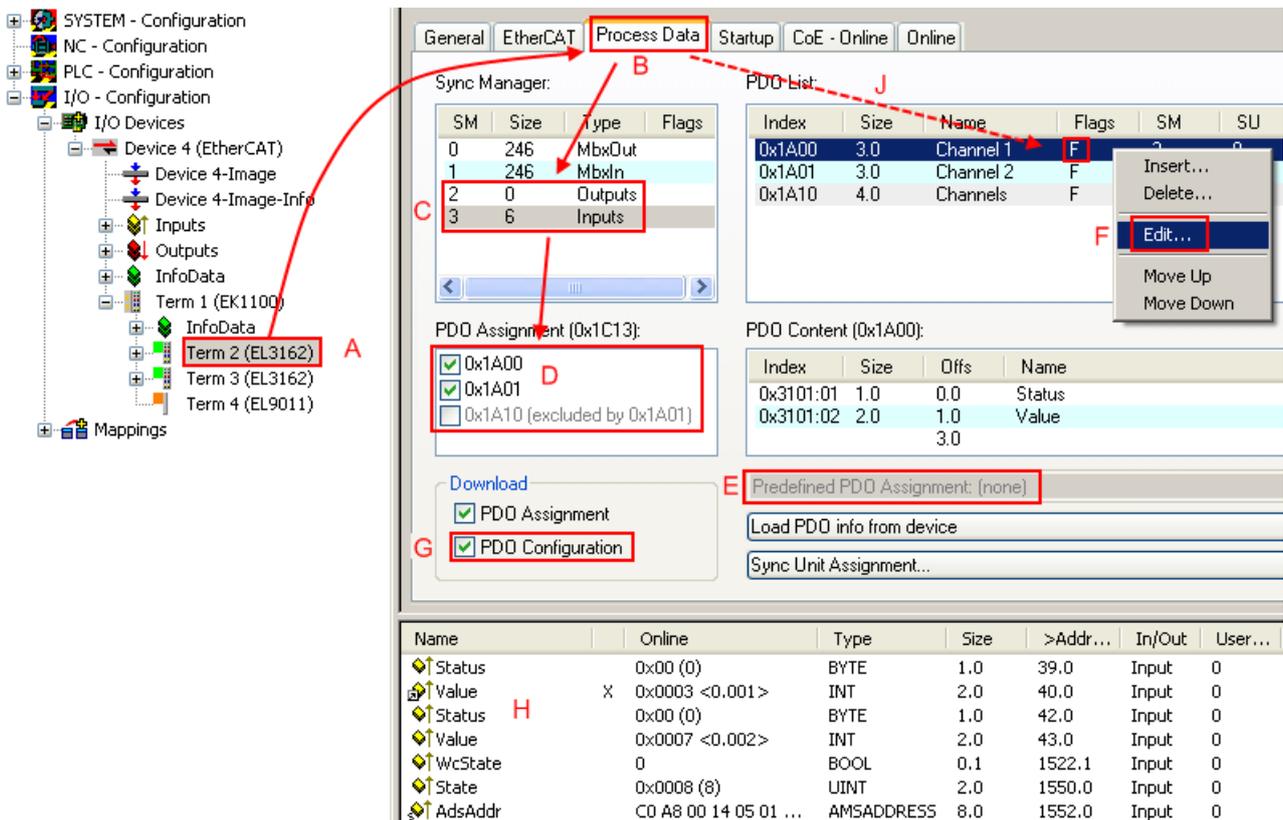


Abb. 131: Konfigurieren der Prozessdaten

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 [► 116] 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.

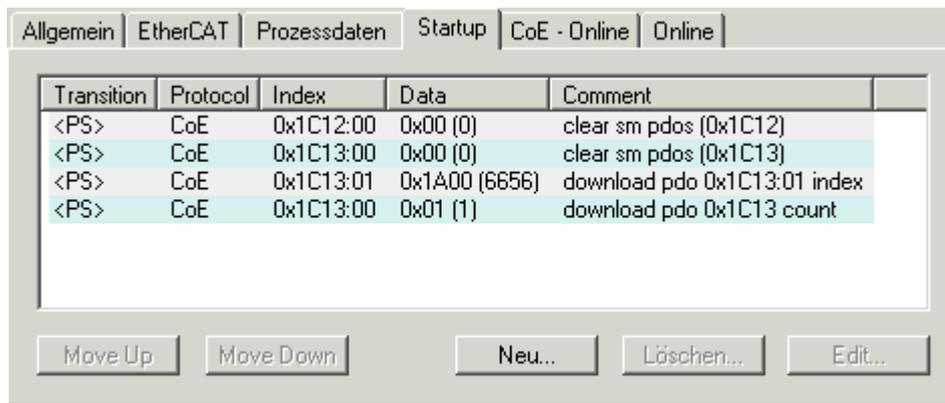


Abb. 132: Karteireiter „Startup“

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

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

Karteireiter „CoE - Online“

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

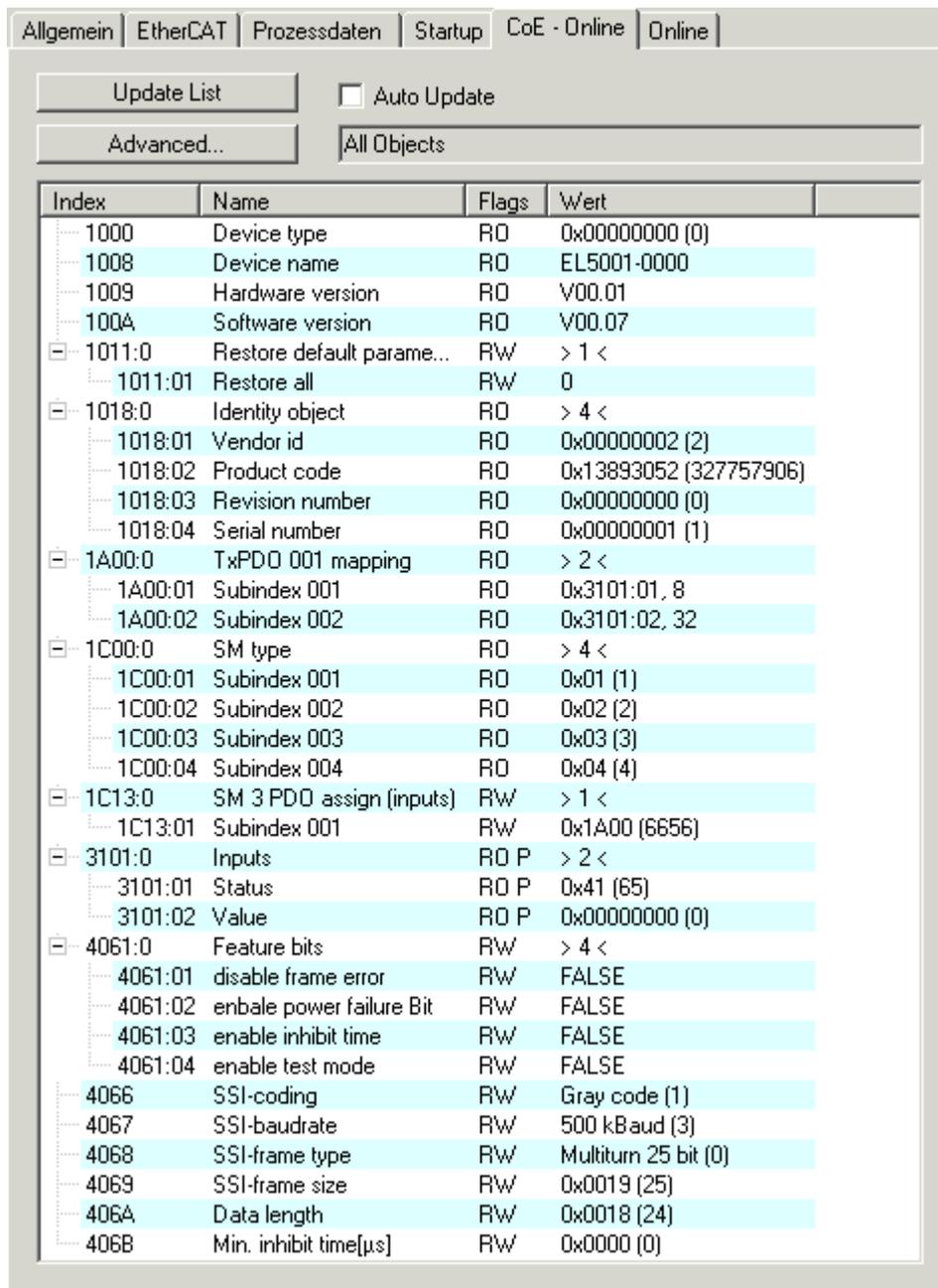


Abb. 133: Karteireiter „CoE - Online“

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.

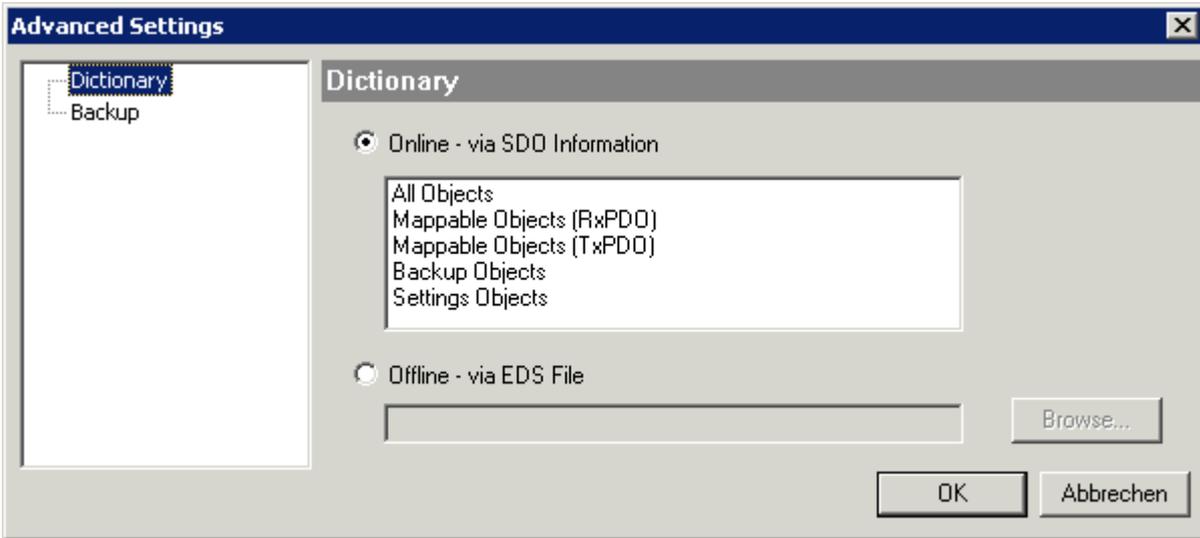


Abb. 134: Dialog „Advanced settings“

**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“

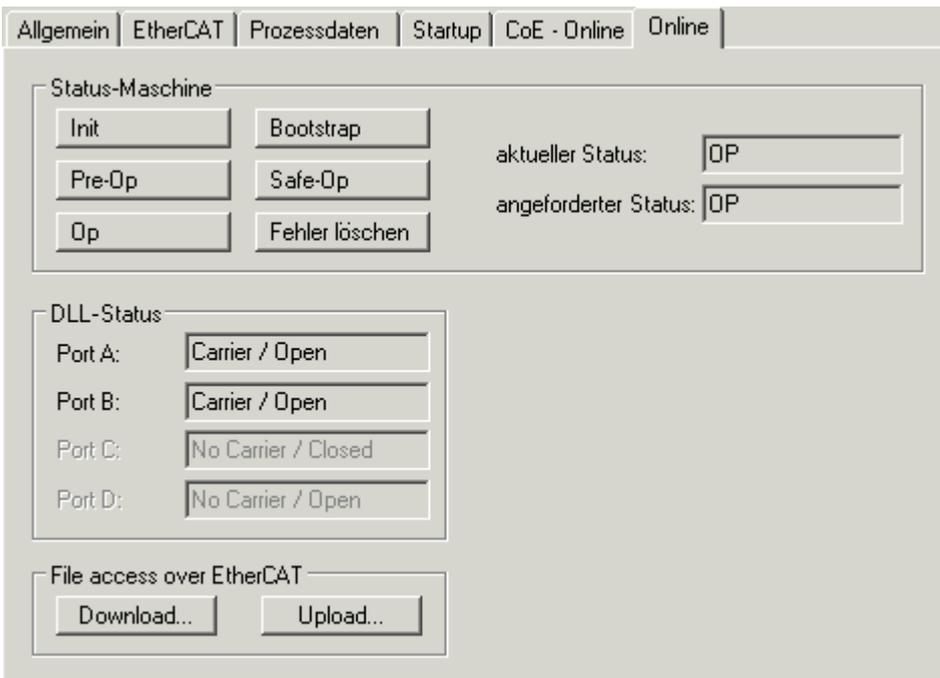


Abb. 135: Karteireiter „Online“

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. 136: Karteireiter „DC“ (Distributed Clocks)

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

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

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

5.1.2.7.1 Detaillierte Beschreibung des Karteireiters „Prozessdaten“

Sync-Manager

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

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

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

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

PDO-Zuordnung

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

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

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

● Aktivierung der PDO-Zuordnung



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

- a) der EtherCAT-Slave einmal den Statusübergang PS (von Pre-Operational zu Safe-Operational) durchlaufen (siehe [Karteireiter Online \[► 114\]](#))
- 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 \[► 111\]](#) betrachtet werden.

PDO-Konfiguration

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

5.1.2.8 Import/Export von EtherCAT-Teilnehmern mittels SCI und XTI

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

5.1.2.8.1 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.

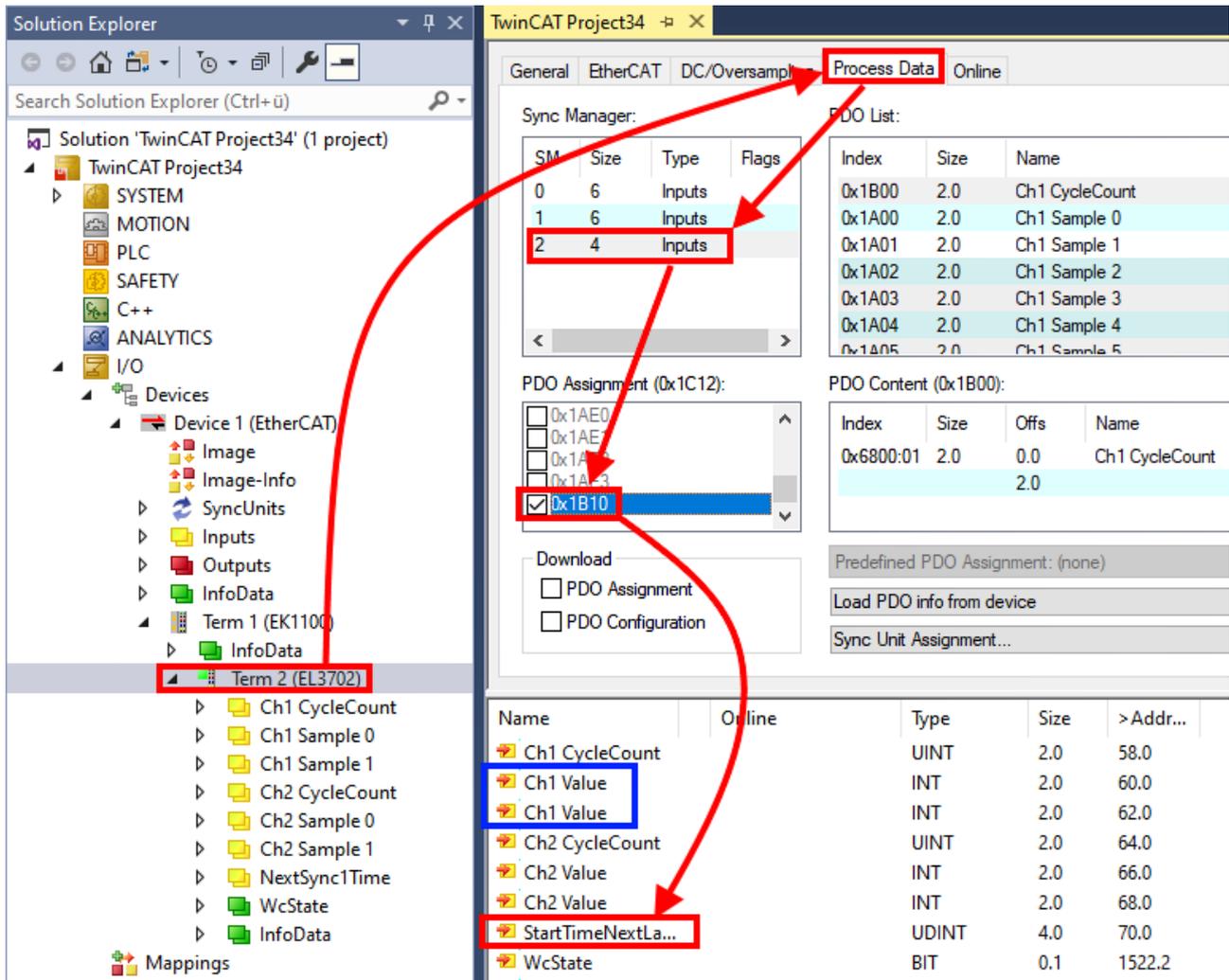
Nun kann der Bedarf entstehen, den veränderten Slave derartig in anderen Projekten wiederzuverwenden, ohne darin äquivalente Konfigurationsveränderungen an dem Slave nochmals vornehmen zu müssen. Um dies zu bewerkstelligen, ist wie folgt vorzugehen:

- 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.

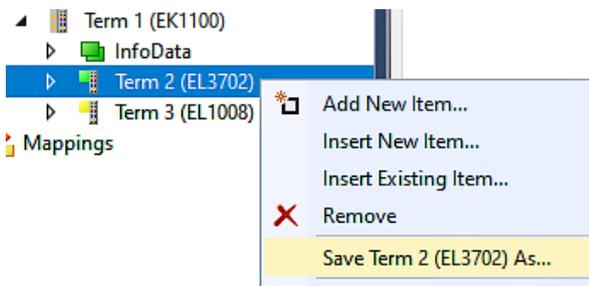
Zur Veranschaulichung im Folgenden ein Beispiel: eine EL3702-Klemme in Standard-Einstellung wird auf 2-fach Oversampling umgestellt (blau) und das optionale PDO „StartTimeNextLatch“ wahlweise hinzugefügt (rot):



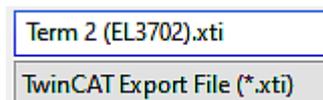
Die beiden genannten Methoden für den Export und Import der veränderten Klemme werden im Folgenden demonstriert.

5.1.2.8.2 Das Vorgehen innerhalb TwinCAT mit xti-Dateien

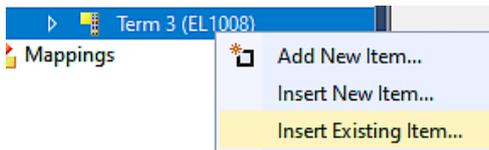
Jedes IO Gerät kann einzeln exportiert/abgespeichert werden:



Die xti-Datei kann abgelegt:



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



5.1.2.8.3 Das Vorgehen innerhalb und außerhalb TwinCAT mit sci-Datei

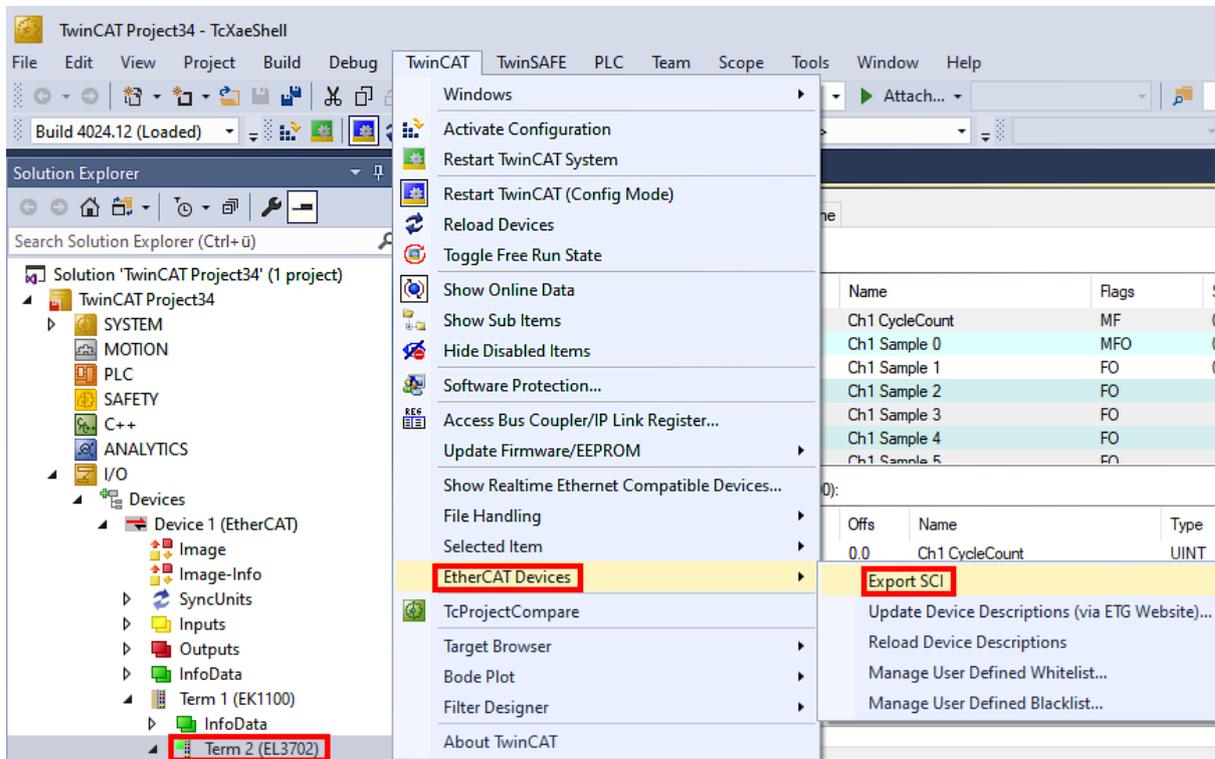
Hinweis Verfügbarkeit (2021/01)

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 Gerätebeschreibungdatei (ESI, EtherCAT-Slave Information). Das heißt, sie umfasst PDO, CoE, Synchronisierung.

Export:

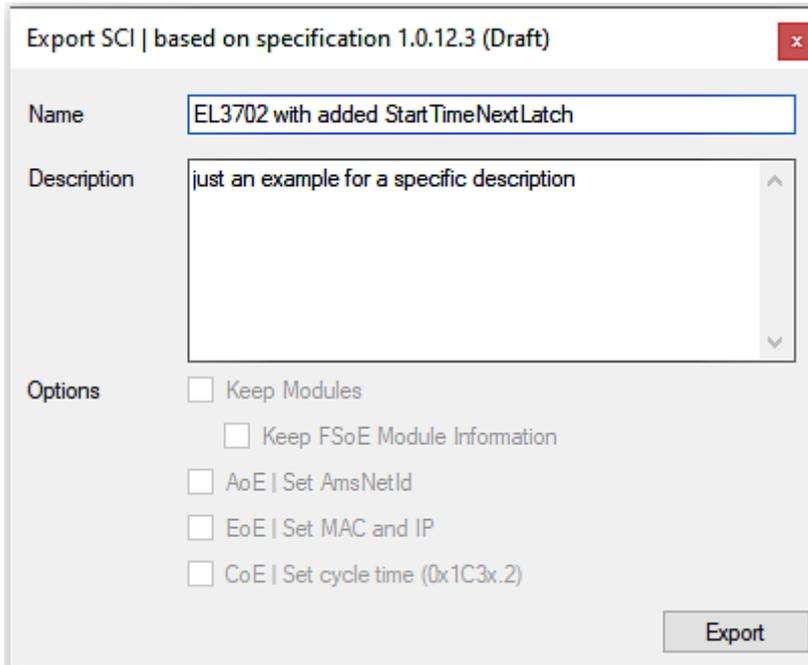
- einzelnes Gerät (auch Mehrfachauswahl möglich) über das Menü auswählen:
TwinCAT → EtherCAT Devices → Export SCI.



- 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:



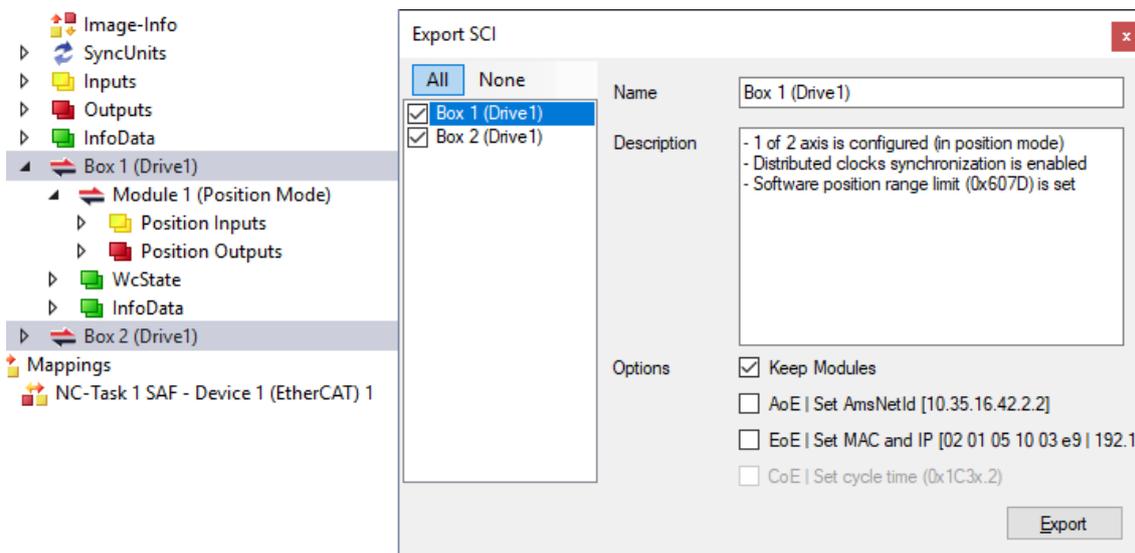
- Im Weiteren kann eine Beschreibung angegeben werden:



- 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*):



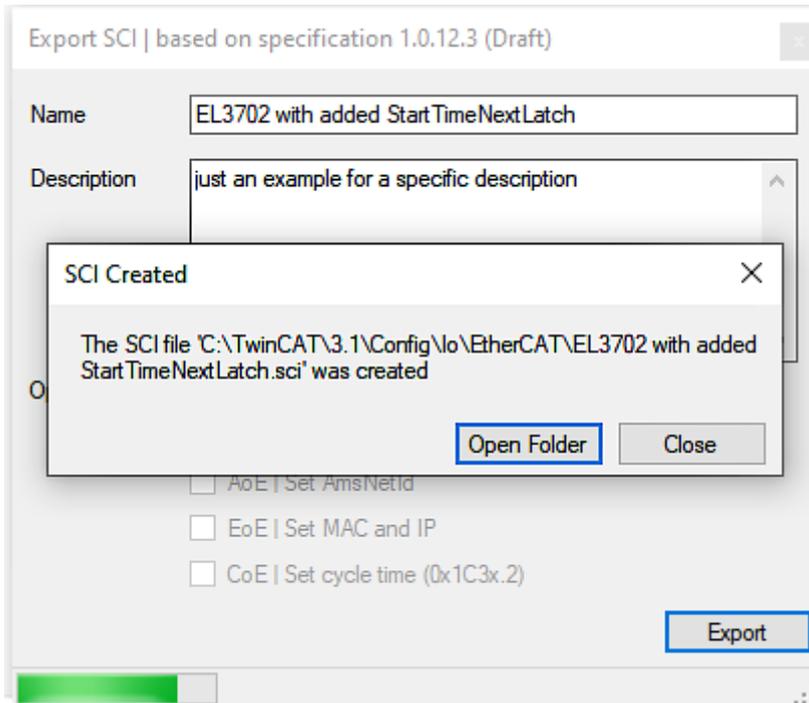
- Auswahl der zu exportierenden Slaves:

- All:
Es werden alle Slaves für den Export selektiert.
 - None:
Es werden alle Slaves abgewählt.
- Die sci-Datei kann lokal abgespeichert werden:

Dateiname:

Dateityp:

- Es erfolgt der Export:

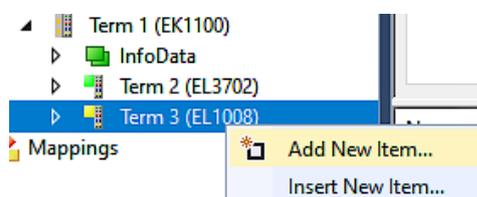


Import

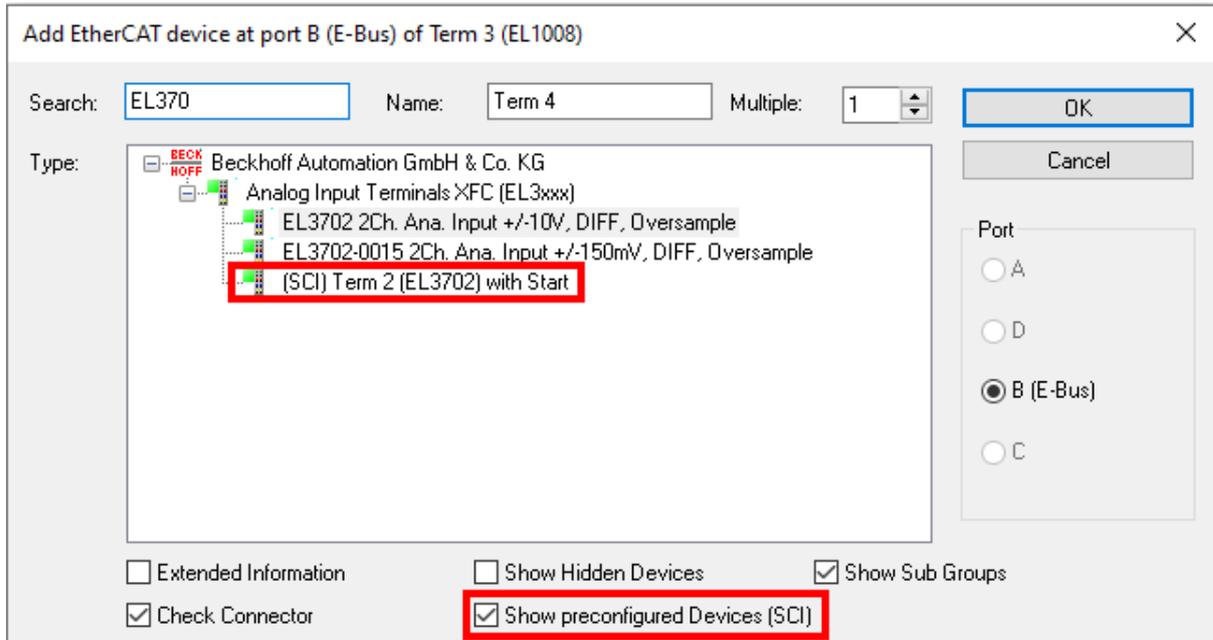
- Eine sci-Beschreibung kann wie jede normale Beckhoff-Gerätebeschreibung manuell in die TwinCAT-Konfiguration eingefügt werden.
- Die sci-Datei muss im TwinCAT-ESI-Pfad liegen, i.d.R. unter:
C:\TwinCAT\3.1\Config\Io\EtherCAT

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

- Öffnen des Auswahl-Dialogs:

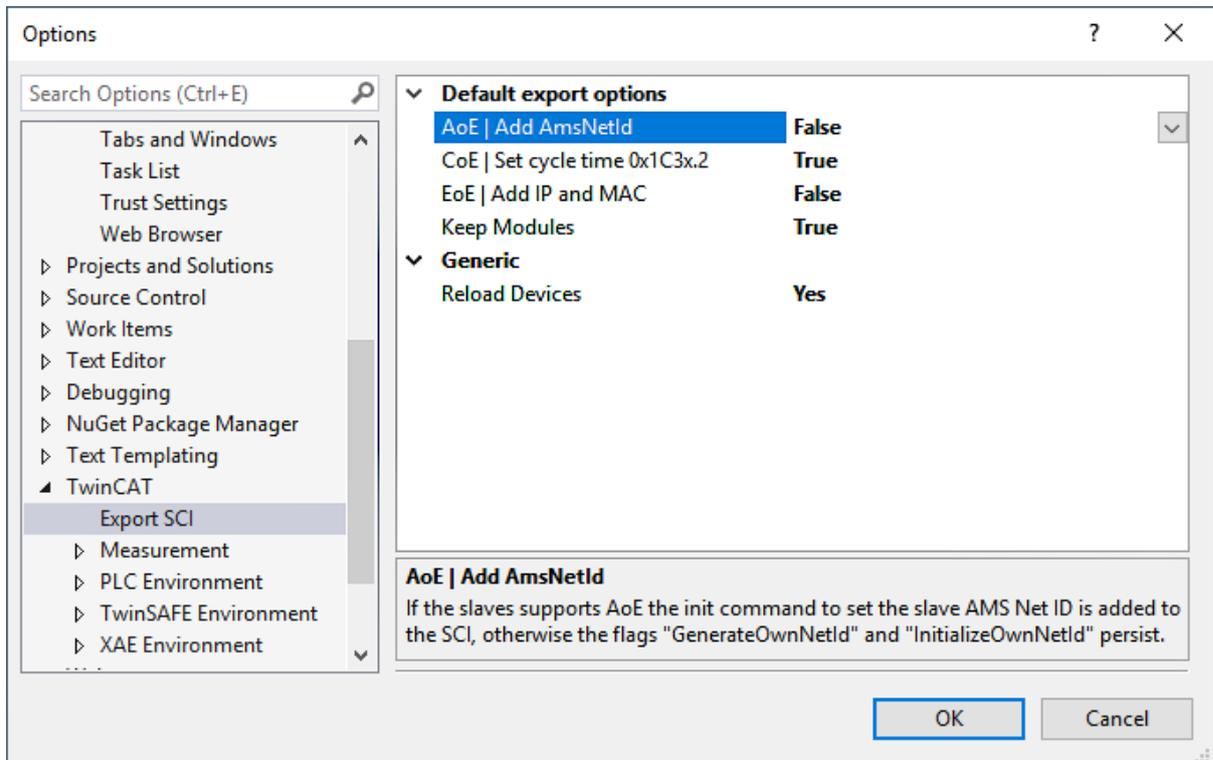


- SCI-Geräte anzeigen und gewünschtes Gerät auswählen und einfügen:



Weitere Hinweise

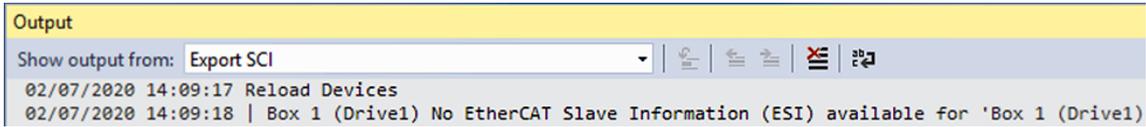
- Einstellungen für die SCI-Funktion können über den allgemeinen Options Dialog vorgenommen werden (Tools → Options → TwinCAT → Export SCI):



Erläuterung der Einstellungen:

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

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



5.1.3 Allgemeine Inbetriebnahmehinweise für einen EtherCAT-Slave

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.

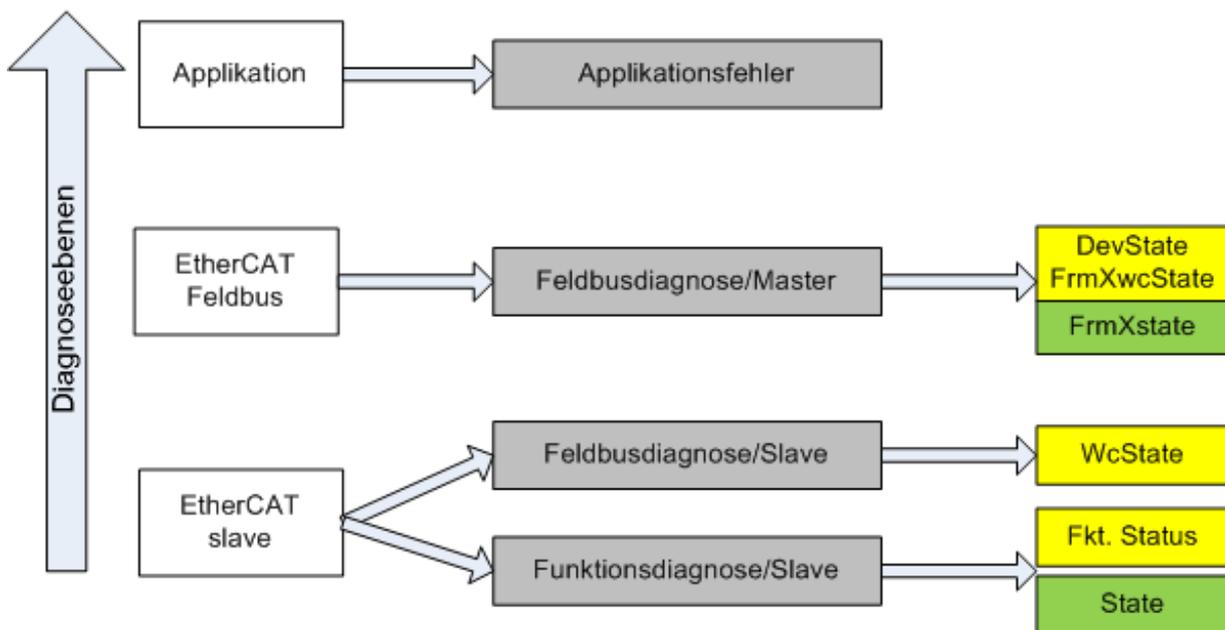


Abb. 137: Auswahl an Diagnoseinformationen eines EtherCAT-Slaves

Im Allgemeinen verfügt ein EtherCAT-Slave über

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

als auch über

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

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

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

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

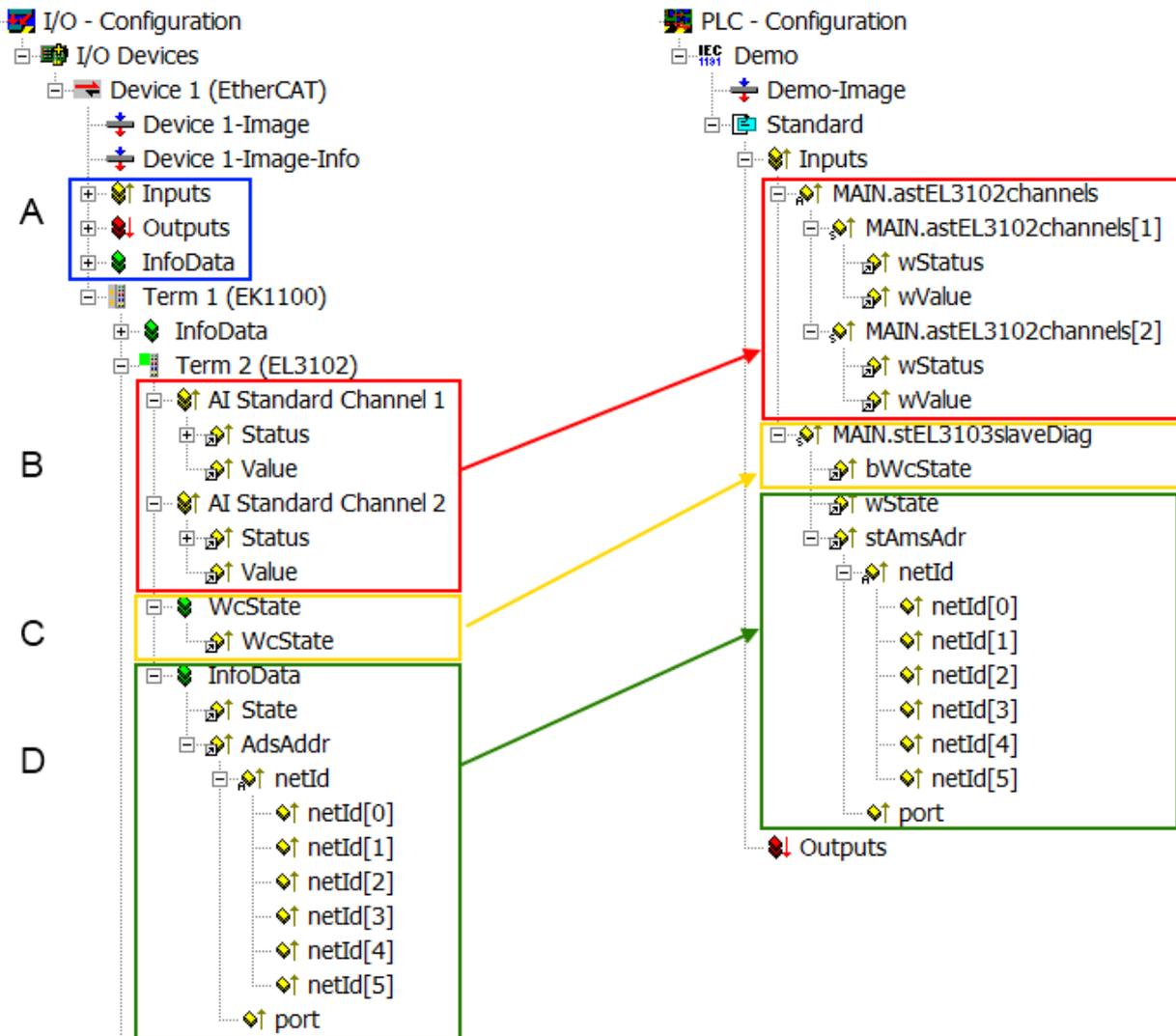


Abb. 138: Grundlegende EtherCAT-Slave Diagnose in der PLC

Dabei werden folgende Aspekte abgedeckt:

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

HINWEIS

Diagnoseinformationen

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

CoE-Parameterverzeichnis

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

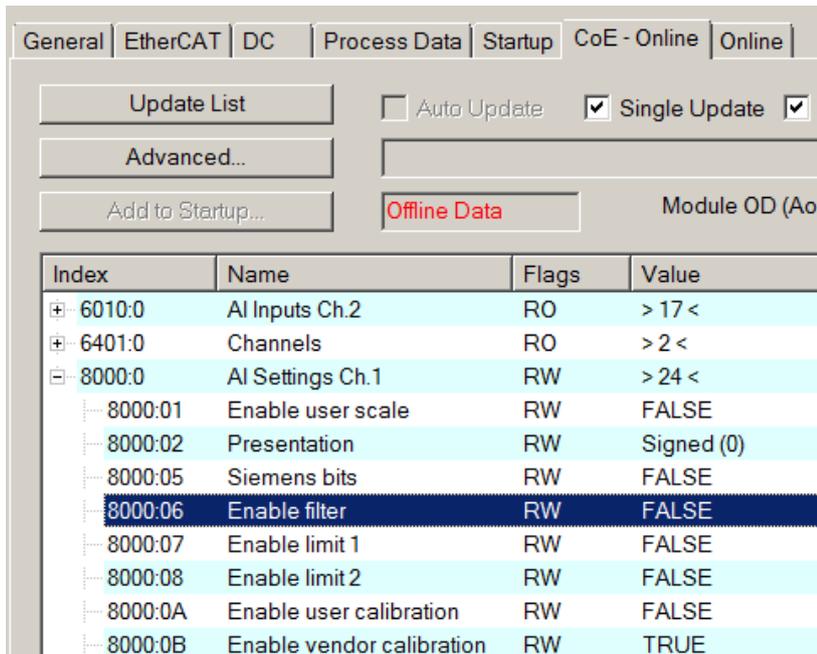


Abb. 139: EL3102, CoE-Verzeichnis

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 im TwinCAT System Manager ab TwinCAT 2.11R2 verfügbar. Sie werden über entsprechend erweiterte ESI-Konfigurationsdateien in den System Manager integriert.

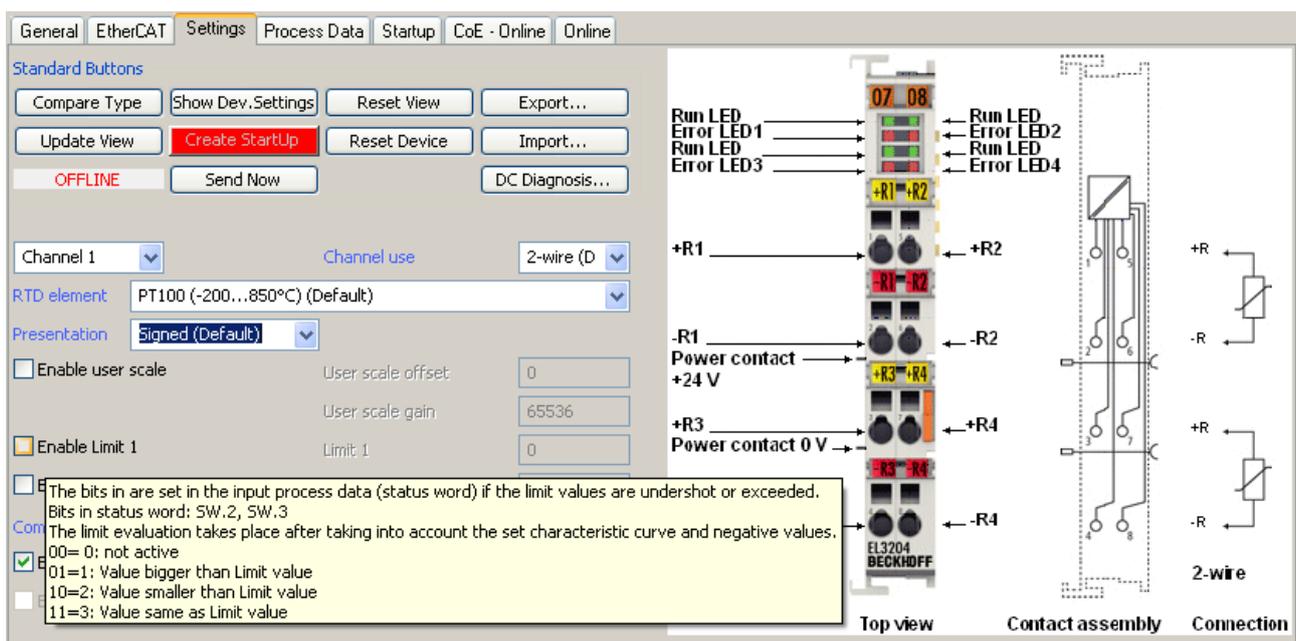


Abb. 140: Beispiel Inbetriebnahmehilfe für eine EL3204

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 Status

- 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 \[► 33\]](#)". 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.

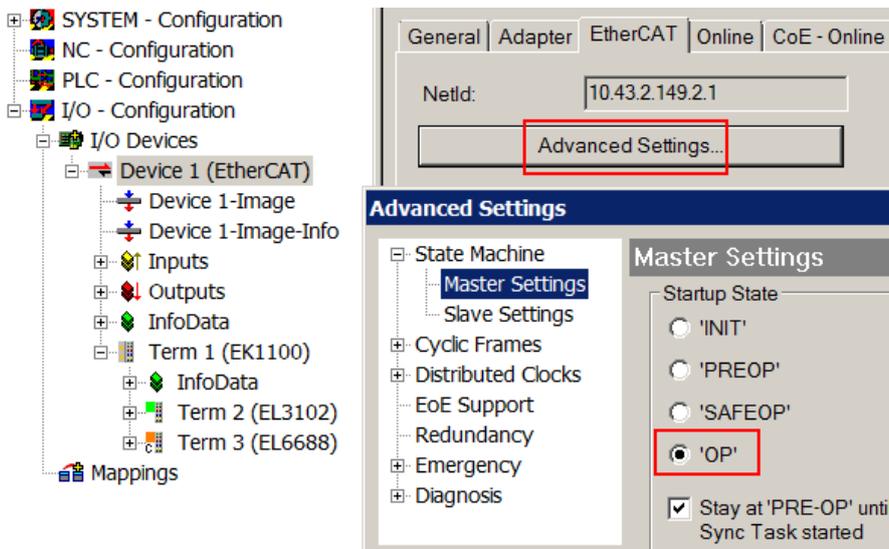


Abb. 141: Default Verhalten System Manager

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

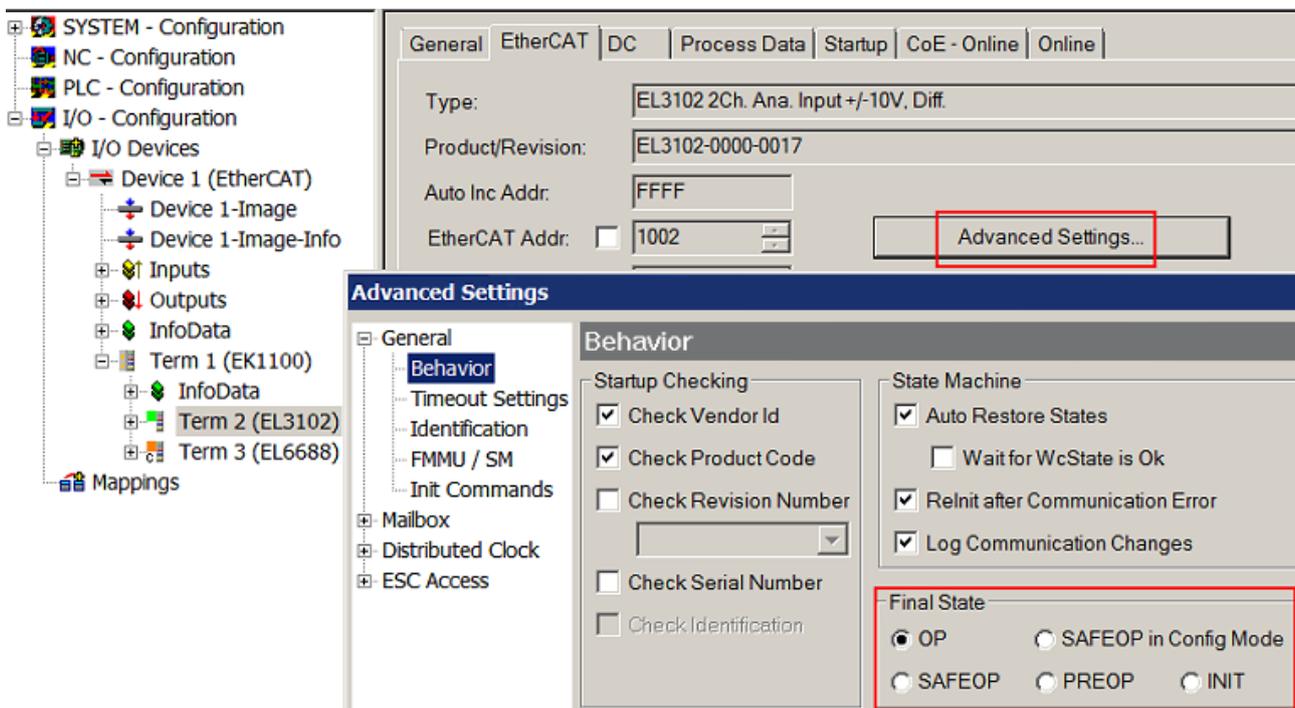


Abb. 142: Default Zielzustand im Slave

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.

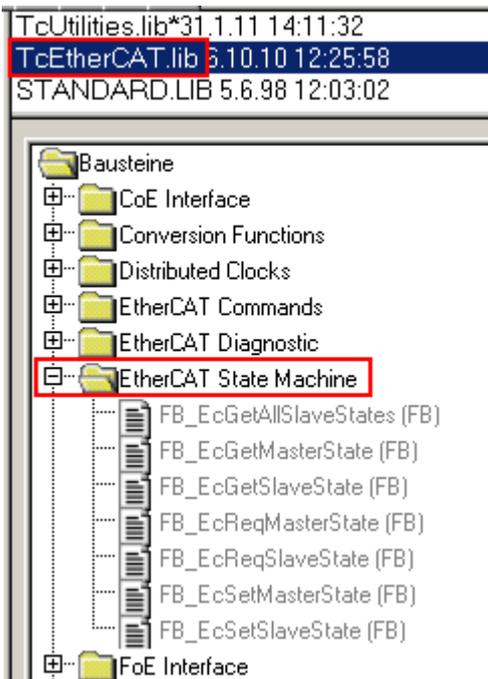


Abb. 143: PLC-Bausteine

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. 144: 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. 145: Warnmeldung E-Bus-Überschreitung

HINWEIS

Fehlfunktion möglich!

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

5.2 Grundlagen zur Funktion

Im Folgenden werden die Grundfunktion und die möglichen Einstellungen der Familie EL407x beschrieben.

Übergeordnete Hinweise finden Sie in der Systembeschreibung.

5.2.1 Inbetriebnahme EL407x

5.2.1.1 Allgemeines zur Inbetriebnahme der EL407x

- Die EL407x Klemmen EL4072, EL4074, EL4078 sind bis auf die Kanalanzahl funktionsgleich, im Folgenden wird beispielhaft die EL4072 betrachtet.
- Die Ausgangskanäle sind default eingestellt auf Interface $\pm 10V$, Floating Point, Extended Range.

Name	Online	Type	Size
Status	X 0x0000 (0)	Status_295...	2.0
Output Overload	0	BIT	0.1
Underrange	0	BIT	0.1
Overrange	0	BIT	0.1
Warning	0	BIT	0.1
Error	0	BIT	0.1
Status	X 0x0000 (0)	Status_295...	2.0
Output Overload	0	BIT	0.1
Underrange	0	BIT	0.1
Overrange	0	BIT	0.1
Warning	0	BIT	0.1
Error	0	BIT	0.1
WcState	X 0	BIT	0.1
InputToggle	0	BIT	0.1
State	8	UINT	2.0
AdsAddr	192.168.178.57.3.1...	AMSADDR	8.0
netId	192.168.178.57.3.1	AMSNETID	6.0
port	0x03f6	WORD	2.0
Value (Real32)	X 3.0	REAL	4.0
Value (Real32)	X 3.0	REAL	4.0

Abb. 146: TwinCAT- Baum EL4072, Online-Werte beispielhaft

- Zeitliches Betriebsverhalten der EL407x
Die Klemmen unterstützen folgende EtherCAT-Betriebsarten
 - FreeRun: nein
 - SM-synchron (frame getriggert): ja
 - DistributedClocks: nein

Die Klemmen unterstützen EtherCAT Zykluszeiten bis 50 μs , für eine präzise Wertausgabe werden aber folgende Mindestzykluszeiten empfohlen:

- EL4072: $\geq 150 \mu s$
- EL4074: $\geq 250 \mu s$
- EL4078: $\geq 500 \mu s$

Falls diese Werte unterschritten werden, ist nicht sichergestellt, dass im entsprechenden Ausgabezyklus die Analogwertausgabe beginnt. Es kann zu einer verspäteten Ausgabe in der Größenordnung einiger Zyklen kommen. Dass die interne Analogwertausgabe nicht mehr zyklustreu folgen kann, ist am Inkrementieren des lokalen „SM Output“-Fehlerzählers CoE 0x1C32:0C zu erkennen.

Beispiel EL4078:



Abb. 147: EL4078 mit 500 µs EtherCAT Zykluszeit, Ausgabejitter der Theorie entsprechend $\pm 0,5$ Zyklus



Abb. 148: EL4078 mit 100 µs EtherCAT Zykluszeit, Ausgabejitter > 1 ms

Falls derart zeitpräzise Analogwertausgabe gefordert ist, ist auf die Serien EL41xx bzw. EL47xx auszuweichen.

- Die Klemme beinhaltet einige Funktionen, die gesteuert werden
 - durch Aktivierung/Deaktivierung von zyklischen Prozessdaten (PDO) zu Inbetriebnahmezeit im EtherCAT-Master
 - durch das Setzen/Ändern sog. CoE-Einstellungen im Gerät, dies kann zur Laufzeit geschehen
 Die Funktionen dieser Klemme wird im folg. Inbetriebnahmekapitel erläutert.
- zur CoE-Parametrierung:
 - Im Folgenden werden CoE-Register benannt, das im Index stehenden „n“ steht für die Kanalnummer in der Klemme:
Kanal 1: n=0, Kanal 2: n=1, ...
 - Die CoE-Werte sind nicht in Echtzeit auslesbar, sie werden in der Online-Anzeige in TwinCAT ca. sekundlich aktualisiert, oder können per ADS aus der Steuerung mit einer Updaterate von bis zu einigen ms (je nach EtherCAT Zykluszeit) abgerufen (je nach Typ auch geschrieben) werden.

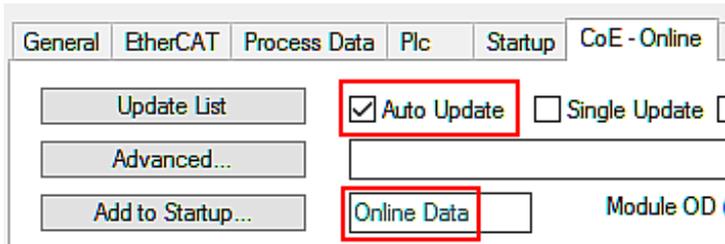


Abb. 149: CoE online Tab

- Vor der ersten Inbetriebnahme kann es sinnvoll sein, die CoE-Parameter der Klemme mittels CoE-Reset durch die Eingabe des Wertes nach 0x1011:01 zurückzusetzen, dies erfasst alle Kanäle (siehe Kapitel „Wiederherstellen des Auslieferungszustandes [► 204]“)
- „Default“ oder „Standardeinstellung“ bedeutet, dass die so benannte Einstellung die Grundeinstellung ab Werk bzw. CoE-Reset ist.
 -

5.2.1.2 Geräte Diagnosefunktionen

Folgende Geräteinformationen der EL407x können aus dem CoE gelesen werden:

Index	Name	Bedeutung
0xF900:01	Power Good	FALSE: Es liegen ca. < 20,4 V an den Powerkontakten an. Ein Geräte-Betrieb unterhalb dieser Grenze wird nicht empfohlen. Überspannung wird nicht überwacht.
0xF900:11	Operating Time	bisherige Betriebszeit des Geräts in [min], nicht löschar
0xF900:12	Device Temperature	aktuelle Klemmeninnentemperatur in [°C]. Hinweis: dieser Wert ist von Einbaulage abhängig, er liegt i.d.R. deutlich über der Umgebungstemperatur.
0xF900:13	Min. Device Temperature	von der Klemme jemals beobachteter minimaler Wert in [°C], nicht löschar
0xF900:14	Max. Device Temperature	von der Klemme jemals beobachteter maximaler Wert in [°C], nicht löschar

Die Status der 5 Klemmen-LED kann elektronisch wie folgt ausgelesen werden:

Index	Name	Bedeutung
0xF915:01	RUN	RUN-LED
0xF915:09	Error Ch.1	LED Kanal 1 (AI)
0xF915:0A	Error Ch.2	LED Kanal 2 (AI)
0xF915:0B	Error Ch.3	LED Kanal 3 (AO) (wenn vorhanden)
0xF915:0C	Error Ch.4	LED Kanal 4 (AO) (wenn vorhanden)
0xF915:0D	Error Ch.5	LED Kanal 5 (AO) (wenn vorhanden)
0xF915:0E	Error Ch.6	LED Kanal 6 (AO) (wenn vorhanden)
0xF915:0F	Error Ch.7	LED Kanal 7 (AO) (wenn vorhanden)
0xF915:10	Error Ch.8	LED Kanal 8 (AO) (wenn vorhanden)

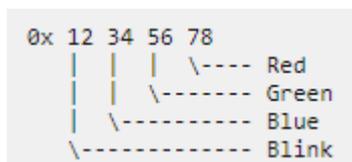
```

F915:0 LED Status RO > 12 <
├── F915:01 RUN RO 0xFF00FF00 (4278255360)
├── F915:09 Error Ch.1 RO 0x000000FF (255)
├── F915:0A Error Ch.2 RO 0x000000FF (255)
├── F915:0B Error Ch.3 RO 0xFF0000FF (4278190335)
└── F915:0C Error Ch.4 RO 0x000000FF (255)
    
```

Abb. 150: Subindizes Index F915, beispielhafte Werte EL4074

Die Status der im Gerät befindlichen optischen Anzeigen (LED) kann im CoE 0xF915 LED Status elektronisch ausgelesen werden, z.B. zur gleichzeitigen LED-Anzeige in der Visualisierung.

Es handelt sich um vier Bytes, die den RGB-Wert und den leuchtzustand beschreiben:



- Byte 1 (vlnr): Blink-/Leuchtcode
 - 0x00: Aus/ nicht vorhanden
 - 0x01...0x14: 1..20 Hz
 - 0x80: EtherCAT PreOp
 - 0x81: EtherCAT SafeOp
 - 0x82: EtherCAT Boot
 - 0xFF: An/ vorhanden

- Byte 2..4:
 - 0x00: Aus
 - 0xFF: An

Beispiele:

- 0x 00 00 00 00: LED nicht vorhanden
- 0x FF 00 00 00 : Led ist an, RGB =0, also nicht leuchtend, Bedeutung: LED ist vorhanden

```
0x 00 00 00 FF : LED off (Red)
0x 00 00 FF 00 : LED off (Green)
0x 00 FF 00 00 : LED off (Blue)
0x 00 00 FF FF : LED off (Yellow)
0x 00 FF FF FF : LED off (White)
```

```
0x FF 00 00 FF : LED on (Red)
0x FF 00 FF 00 : LED on (Green)
0x FF FF 00 00 : LED on (Blue)
0x FF 00 FF FF : LED on (Yellow)
0x FF FF FF FF : LED on (White)
```

Abb. 151: Beispiele LED Status

5.2.1.3 Diag-Messages

Die Klemme liefert folgende Diagnosemeldungen:

Diag-Code	Bedeutung	TwinCAT Message	Fehlerbehebung
#x0001	kein Fehler	no error	-
#x1180	Versorgungsspannung ok	Supply voltage ok	-
#x1707	Kanal ist nicht mehr überlastet	Channel is not in overload anymore	-
#x1708	Kanal %d ist nicht mehr überlastet	Channel %d is not in overload anymore	-
#x170E	Gerätetemperatur ist wieder ok	No overtemperature anymore	-
#x170F	Temperatur an Kanal %d ist wieder OK	No overtemperature on channel %d anymore	-
#x1710	Voller Spannungsbereich steht wieder zur Verfügung	Full voltage range is available again	-
#x4101	Klemmen-Übertemperatur	Terminal-Overtemperature	Gerät ist intern zu warm, arbeitet aber noch weiter, für Kühlung sorgen
#x4102	Übertemperatur an Kanal %d	Overtemperature on channel %d	Gerät ist intern zu warm, arbeitet aber noch weiter, für Kühlung sorgen
#x4710	Mehr als vier Kanäle für Stromausgabe konfiguriert, Spannungsausgabe ist auf ±5 V begrenzt	More than four channels configured for current output, voltage output is limited to ±5 V	Wenn auf den U-Kanälen > ±5V benötigt werden, müssen andere Ausgänge/Geräte zur Ausgabe der Stromwerte herangezogen werden.
#x8144	Hardwarefehler %d	Hardware fault %d	Last prüfen, Ausgangsfunktion extern nachmessen, ggf. Support kontaktieren
#x8601	Versorgungsspannung zu klein	Supply voltage to low	Spannung Powerkontakte Up prüfen
#x8707	Kanalüberlastung (Kanal %d)	Channel overload (Channel %d)	Verdrahtung und Last prüfen, ggf. Kurzschluss/OpenLoad?
#x870A	Messbereichfehler des Kanal %d	Range error of channel %d	Äußere Fremdspannung am Kanal anliegend?

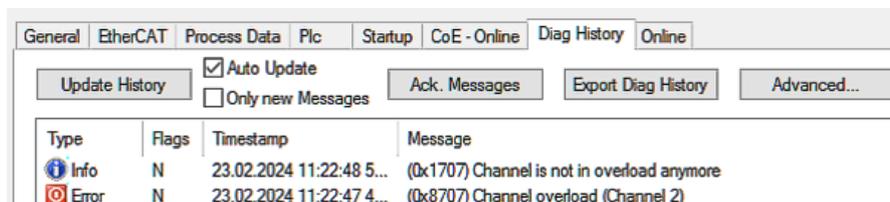


Abb. 152: Anzeige in TwinCAT 3.1

Die Fehlerzustände werden wie folgt ausgedrückt

Fehler	PDO Status.Ovrerrange Status.Underrange	PDO Status.Error (kanalweise)	PDO Status.Warning (kanalweise)	DiagMsg	Error-LED (kanalweise)
Versorgung UP (Powerkontakte) zu niedrig/zu hoch	Nein	Nein	Nein	Ja	Alle Kanäle
Ausgabekanal Übertemperatur	Nein	Nein	Ja	Ja	Nein
Ausgabekanal Überlastung ¹⁾	Nein	Ja	Nein	Ja	Ja
Ausgabekanal Limiter über/ unterschritten	Ja	Ja	Ja	Nein	Ja
Gerät Übertemperatur	Nein	nein	Alle Kanäle	ja	Nein

¹⁾ vermutlich Kurzschluss bei Spannungsausgabe und Sollwert <> 0V, vermutlich Drahtbruch bei Stromausgabe und Sollwert <> 0 mA

5.2.2 Inbetriebnahme Analogausgang

5.2.2.1 Einsatzhinweise

Parallelschaltung im Strombetrieb

Die Stromausgänge der EL407x sind single-ended und können parallelgeschaltet werden, um ihre Ströme an der Last zu addieren. Das ohmsche Gesetz ist zu beachten, die intern verfügbare Ausgangsspannung erhöht sich nicht!

Beispiele

- EL4072, max. 750 Ohm Bürde siehe techn. Daten -> intern stehen 15 V Ausgangsspannung zur Verfügung
-> wenn allkanalig 100% Ausgabe (je 20mA) und somit $\Sigma = 40$ mA gewünscht ist muss die Last < 375 Ohm sein.
- EL4074, max. 500 Ohm Bürde siehe techn. Daten -> intern stehen 10 V Ausgangsspannung zur Verfügung
-> wenn allkanalig 100% Ausgabe (je 20mA) und somit $\Sigma = 80$ mA gewünscht ist muss die Last < 125 Ohm sein.
- EL4078, max. 300 Ohm Bürde siehe techn. Daten -> intern stehen 6 V Ausgangsspannung zur Verfügung
-> wenn allkanalig 100% Ausgabe (je 20mA) und somit $\Sigma = 160$ mA gewünscht ist muss die Last < 37 Ohm sein.

Ausgabeverhalten, Anstiegszeit

Es ist mit ca. 3 ms für 0->90% und ca. 6 ms für 0->100% zu rechnen

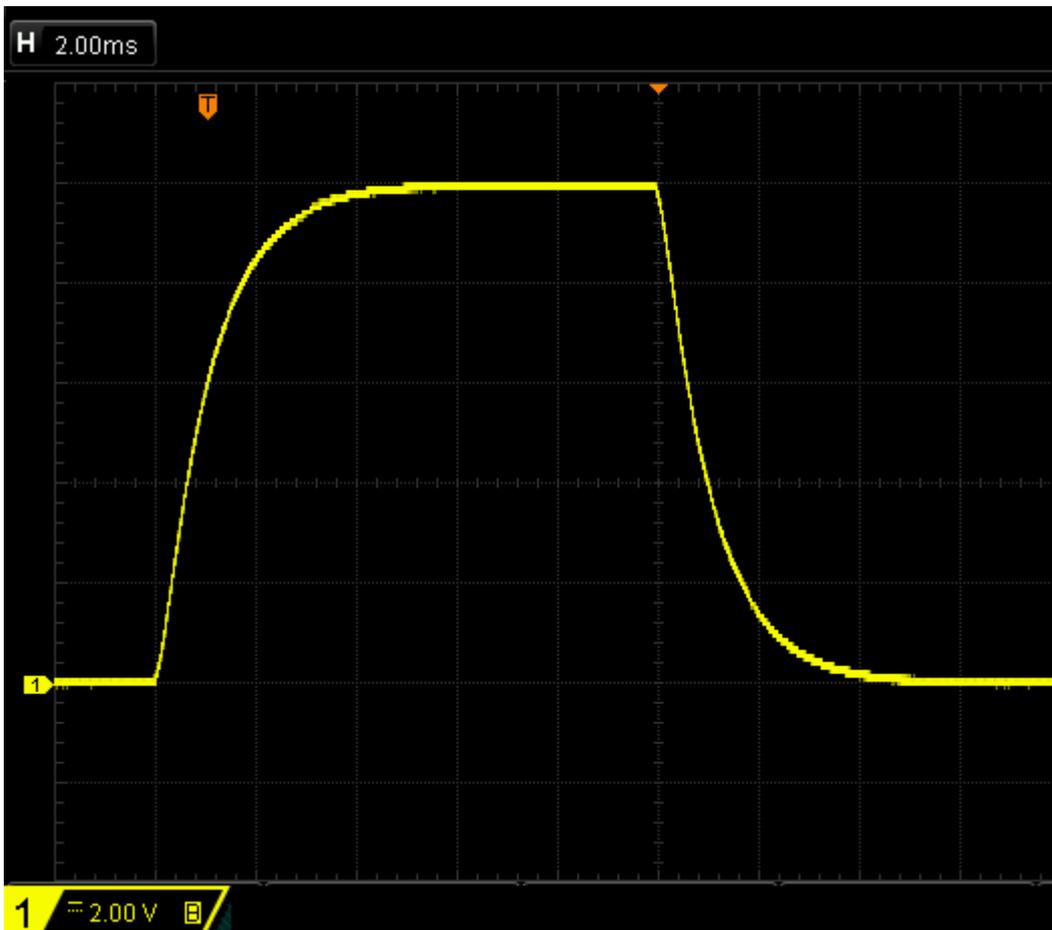


Abb. 153: Darstellung Anstiegszeit

Ausgabeverhalten, Dynamik

Das Ausgabeverhalten ist auf eine Dynamik von 2 kSps/500 μ s ausgelegt (Sollwertvorgabe). Damit werden gering dynamische Signale ausgegeben. Für die Ausgabe von Frequenzen über 200 Hz werden die Ausgabeklemmen der EL41xx Serie empfohlen..

Spontane Ausgabe beim An/Abschalten („Glitch“)

Beim Einschalten oder spontanen Ab- und Wiederzuschalten der Us-Versorgung (Ebus) kann es zu kurzzeitiger, eigenständiger Werteausgabe im Bereich einiger $\pm 10\%$ des FSV für einige ms kommen.

Beim Einschalten oder spontanen Ab- und Wiederzuschalten der Up-Versorgung (Powerkontakte) kann es zu eigenständiger Werteausgabe im Bereich einiger $\pm\%$ des FSV für einige ms kommen.

Es wird empfohlen sensible Signalempfänger erst empfangsbereit zu schalten, wenn die Klemme/der Kanal

- im OP-Status ist
- kein Warning oder Error im PDO Status meldet

Falls ein Glitch-freier Ausgang erforderlich ist, können Ausgangsklemmen der Serie EL417x verwendet werden.

5.2.2.2 Schnell-Inbetriebnahme

Der Analogkanal ist ab Werk mit Standardeinstellungen für die 10-V-Ausgabe und FloatingPoint-PDO (Real32) betriebsbereit eingestellt. Erfahrene Anwender können den Kanal durch:

- Scan der Klemme in TwinCAT (oder manuelles Hinzufügen in der Konfiguration, dabei auf die EtherCAT Revision achten!)
- Reload in TwinCAT

In Betrieb nehmen und per OnlineWrite/OnlineForce oder verlinkt mit der PLC einen Wert ausgeben lassen:

Name	Online	Type
Value (Real32)	4.256	REAL
Value (Real32)	0.0	REAL

Abb. 154: Ausgabe von 4,256 V auf Kanal 1

Um ein tieferes Verständnis für die Möglichkeiten dieses Produkts zu erlangen, wird empfohlen, die folgenden Abschnitte zu lesen.

5.2.2.3 Inbetriebnahme des Analogausgangs

5.2.2.3.1 Datenfluss AO (Analog Output)

Die Signalerfassung und Datenverarbeitung des Analogausgangs dieses Produkts verläuft wie folgt:

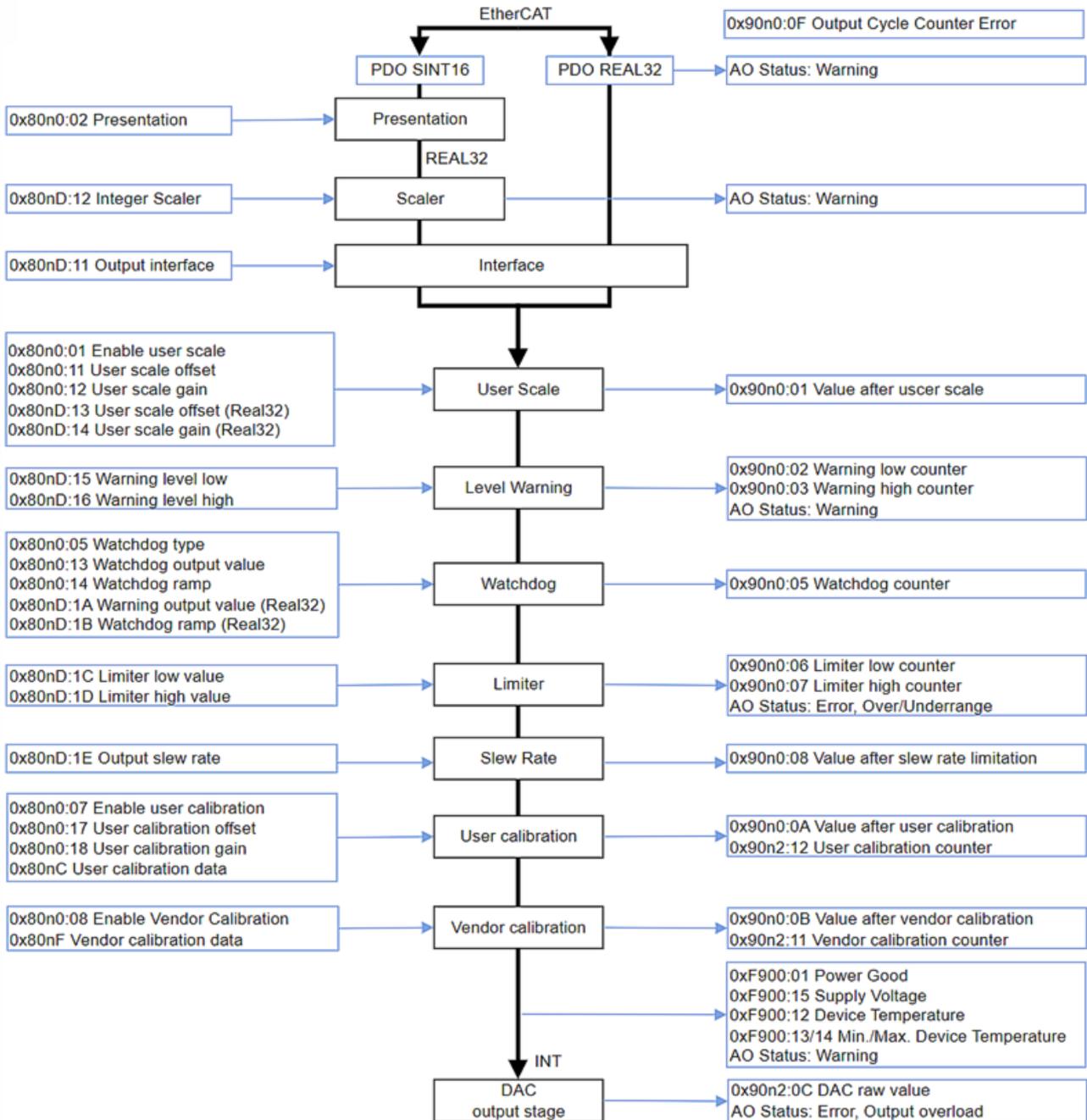


Abb. 155: Datenfluss des Analogausgangs

Legende Datenfluss-Diagramm	
Linke Spalte	Veränderliche Parameter (CoE-Settings oder Status-PDO), die die Bearbeitung beeinflussen
Mittlere Spalte	Funktionseinheiten
Rechte Spalte	Zwischenwerte und Ergebnisse, dargestellt im CoE oder Status-PDO

Diese Klemme berechnet intern ausschließlich in Floating-Point, wie im Datenfluss dargestellt. Dadurch wird die Inbetriebnahme des Analogkanals erheblich vereinfacht und verkürzt, was Verständnisfehler minimiert. Außerdem können Zwischenwerte entlang der Datenrechnung einfach im CoE angezeigt werden.

Die Real32- und INT16-Werte sind im CoE einheitenlos definiert. Die Einheit ergibt sich jedoch aus dem Kontext und sollte, wo immer möglich, als SI-Einheit betrachtet werden. Zum Beispiel wird die Spannung in Volt gemessen, der Strom in A (auch bei 20mA-Eingang!), der Widerstand in Ohm und das Verhältnis in V/V....

Hinweis: Einzelne Funktionseinheiten (siehe Datenfluss) wurden bereits in früheren Analoggeräten auf INT16-Basis (Integer, Ganzzahl) eingeführt und werden durch diese INT-basierten Parameter gesteuert. Solche INT-Parameter werden aus Kompatibilitätsgründen weiterhin unterstützt. Zum Beispiel soll vorhandener Code in der Steuerung per ADS auf das CoE zugreifen. Dies führt dazu, dass Parameter von Funktionseinheiten entweder

- nur als REAL32-Typen im CoE vorhanden, wenn die Funktionseinheit mit dem FloatingPoint-Datenfluss neu eingeführt wurde, oder
- sowohl als INT-Typ als auch als REAL32-Typ im CoE bedeutungsgleich vorhanden sind, erkennbar am Namenszusatz „(Real32)“. Die Werte werden von der Firmware automatisch bei Veränderung gespiegelt oder nacheinander berücksichtigt.

Bei der Neuimplementierung der Analogfunktion wird empfohlen, die Real32-Parameter zu verwenden.

Die Inbetriebnahme des Analogausgangs in TwinCAT sollte entlang dieses Datenflusses erfolgen und wird im Folgenden beschrieben.

5.2.2.3.2 Prozessdatenformat (PDO)

Die PDO (Process Data Objects) sind die zyklisch in Echtzeit übertragenen Daten des EtherCAT Subdevice, also bei Analogkanälen Messwerte und Status, nicht aber Parameter.

5.2.2.3.2.1 Prozessdatenkonfiguration

Die bei Ausgangskanal (A) verwendbaren PDO werden in TwinCAT in der PDO-Liste beschrieben (B):

The screenshot shows the 'Process Data' configuration window in TwinCAT. At the top, there are tabs for 'General', 'EtherCAT', 'Process Data', 'Plc', 'Startup', 'CoE - Online', 'Diag History', and 'Online'. The 'Process Data' tab is active.

Sync Manager:

SM	Size	Type	Flags
0	128	MbxOut	
1	128	MbxIn	
2	8	Outputs	
3	16	Inputs	

Red box 'A' highlights the 'Outputs' row for SM 2.

PDO List:

Index	Size	Name	Flags	SM	SU
0x1A13	4.0	AI Compact (Real32) Channel 2	F		0
0x1A14	2.0	AI Cycle Counter Channel 2	F		0
0x1A15	8.0	AI Full (Real32) Channel 2	F		0
0x1A20	2.0	AO Status Channel 3	F	3	0
0x1A30	2.0	AO Status Channel 4	F	3	0
0x1600	2.0	AI Control Channel 1	F		0
0x1610	2.0	AI Control Channel 2	F		0
0x1620	2.0	AO Standard (INT16) Channel 3	F		0
0x1622	4.0	AO Standard (Real32) Channel 3	F	2	0
0x1623	2.0	AO Cycle Counter Channel 3	F		0

Red box 'B' highlights the 'AO Standard (Real32) Channel 3' row (Index 0x1622).

PDO Assignment (0x1C12):

- 0x1600
- 0x1610
- 0x1620 (excluded by 0x1622)
- 0x1622
- 0x1623
- 0x1630 (excluded by 0x1632)
- 0x1632
- 0x1633

Red box 'C' highlights the 'PDO Assignment (0x1C12)' section.

PDO Content (0x1A00):

Index	Size	Offs	Name	Type	Default
0x6000:01	0.1	0.0	Status__Underrange	BIT	
0x6000:02	0.1	0.1	Status__Overrange	BIT	
0x6000:03	0.2	0.2	Status__Limit 1	BIT2	
0x6000:05	0.2	0.4	Status__Limit 2	BIT2	
0x6000:07	0.1	0.6	Status__Error	BIT	
---	0.4	0.7	---		
0x6000:0C	0.1	1.3	Status__Tare Active	BIT	

Abb. 156: Tab "Prozessdaten"

Die gewünschten PDO können in (C) aktiviert werden, Ausschlüsse werden angezeigt.

Jeder Kanal kann für sich auf eines der o.a. Prozessdatenformate eingestellt werden, für Real32-Übertragung auf Kanal 1 ist also z.B. 0x1622 zu aktivieren, das Control-PDO 0x1621 kann hinzugewählt werden.

Alternativ können die vorgeschlagenen Datensätze aus der Predefined-PDO Liste gewählt werden:

- Predefined PDO Assignment: 'Standard (Real32)'
- Predefined PDO Assignment: (none)
- Predefined PDO Assignment: 'Standard (INT16)'
- Predefined PDO Assignment: 'Standard (Real32)'
- Predefined PDO Assignment: 'Compact (INT16)'
- Predefined PDO Assignment: 'Compact (Real32)'

Abb. 157: Predefined PDO

In dieser Liste sind häufig verwendete PDO-Zusammenstellungen zur bequemen Auswahl zusammengefasst. Zu beachten ist, dass diese dann alle Kanäle zugleich betreffen.

- Standard (INT16) -> s.o.
- Standard (REAL32) -> s.o.
- Compact (INT16) -> s.o.
- Compact (REAL32) -> s.o.

Bei der PDO-Umstellung werden ggf. andere Funktionseinheiten im Datenfluss auf Default-Einstellung zurückgesetzt!

Deshalb ist die PDO-Entscheidung am Anfang zu treffen, eine Änderung bedingt ein *ActivateConfiguration*.

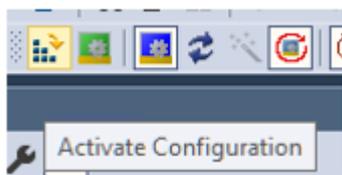


Abb. 158: Button ActivateConfiguration/ReloadDevices

5.2.2.3.2.2 AO Sollwerttransport

In den folgenden Kapiteln wird die Bedienung des PDO *Value* beschrieben (Sollwertvorgabe für den analogen Ausgangskanal, Analog Output = AO).

Gleitkomma-Ausgabe (Real32, Standard-Einstellung des Kanals)

Der Kanal erwartet seinen analogen Sollwert als Klartext-lesbaren Gleitkommawert, sowohl lesbar in der TwinCAT-Konfiguration

Name	Online	Type	Size
Value (Real32)	X 2.3242424	REAL	4.0

Abb. 159: Value (Gleitkommewert), TwinCAT

als auch im PLC Online View:

Expression	Type	Value	Prepared value	Address
rOut1	REAL	7.310994		%Q*

Abb. 160: Value (REAL) in PLC

Das Real32-PDO kann einfach mit einer REAL-Variable in PLC verlinkt werden:

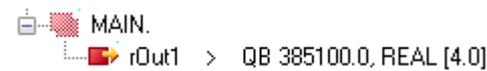


Abb. 161: Verlinkung mit REAL-Variable

Diese Art der Übertragung vermeidet Skalierungsfehler, da der Kanal selbst den Ausgabebereich (inkl. evtl. Bereichsänderung) berücksichtigt, Inbetriebnahme und Fehlersuche werden wesentlich vereinfacht.

Auch wenn formal keine Einheit (V, A, Ω, ..) übertragen wird, ist die dem Kontext entsprechende SI-Einheit zu verwenden, bei einem 20 mA-Eingang also [A] und nicht [mA].

Wird ein Sollwert außerhalb AEW_{techn} (Ausgabeendwert) von der Klemme angefordert, gibt sie den jeweiligen Maximalwert aus und zeigt PDO „AO Status Overrange/Underrange + Warning“:

Zustand	Ausgabe
Sollwert > AEW_{techn}	„Overange“ + „Warning“, Ausgabe AEW_{techn}
Sollwert < AEW_{techn}	„Underrange“ + „Warning“, Ausgabe $-AEW_{\text{techn}}$

Integer-Ausgabe (Festkomma, INT16 bzw. SINT16)

Der Kanal erwartet seinen Sollwert als 16-Bit-Festkommawert (default inkl. Vorzeichen, signed Integer), bezogen auf AEW (Ausgabeendwert):

Name	Online	Type	Size
 Value	X 19460 <5.939>	INT	2.0

Abb. 162: Value (Festkommawert, „INT“)

Der Wertebereich erstreckt sich über -32767 ...0 ... 32768, zur Interpretation und steuerungsseitigen Transformation ist Kenntnis über den Ausgabebereich nötig, z.B. 10V ~ x7FFF = 32767 in Legacy-Darstellung

Soll der Kanal mit bestehendem PLC-Code verlinkt werden, kann er auf dieses INT16-Format umgestellt werden. Andernfalls wird die Default-Einstellung „Real32“ empfohlen.

Da im INT16-Format keine übergroßen Werte vorgegeben werden können, wird auch keine Warnung ausgewertet.

5.2.2.3.2.3 AO Status

Zusätzlich verfügt der Ausgangskanal über optional aktivierbare Diagnosedaten als Status-Word:

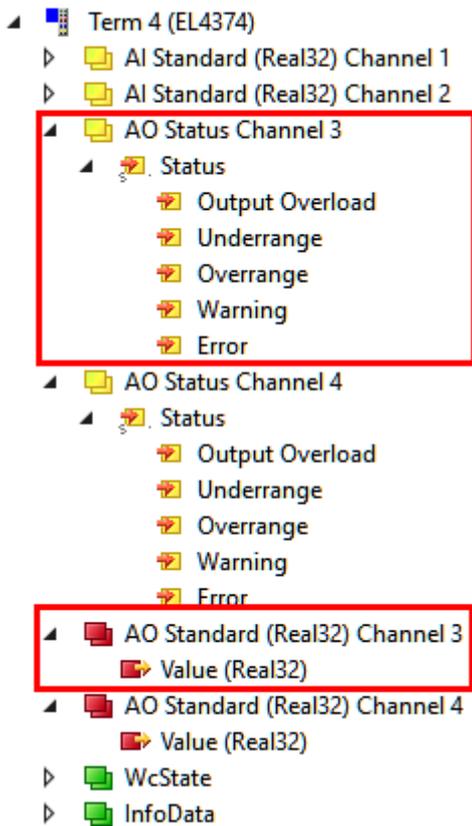


Abb. 163: Statusword Analogausgang

Interpretation:

Funktion [Typ]	Output Overload [Bool]	Under-range [Bool]	Over-range [Bool]	Warning [Bool]	Error + Error-LED [Bool]	DiagMessage	Bedeutung
Bit Position (ab 0)	SW.1	SW.2	SW.3	SW.5	SW.6		
	x				x	x	Überlastung des Analogausgangs: Drahtbruch bei I-Ausgang, Kurzschluss bei U-Ausgang
		x			x		Limiter Low Grenze unterschritten [▶ 161]
			x		x		Limiter High Grenze überschritten [▶ 161]
		x		x			Real32-Sollwert < AEW_{techn}
			x	x			Real32-Sollwert > AEW_{techn}
					x		DAC Fehler
				x		x	Warning Level Low/High überschritten [▶ 156] Intern Übertemperatur erkannt -> Kühlung nötig Spannung an den Powerkontakten zu niedrig (siehe 0xF900:01/15 Geräteinformationen: Ausgabebetrieb nicht gesichert!)

5.2.2.3.2.4 AO Kontinuitätszähler

Der Ausgabekanal soll zyklisch seinen aktuellen Sollwert per EtherCAT von der Steuerung bekommen, siehe *PDO Value*.

In der Inbetriebnahmephase und u.U. auch im fortlaufenden Betrieb kann es sinnvoll sein die regelmäßig rechtzeitige Ankunft des Sollwerts beim Gerät zu überwachen. Dazu kann der 16-Bit Zähler *Output Cycle Counter* kanalweise im PDO Assignment aktiviert werden:

The screenshot shows the 'Process Data' tab in the Beckhoff software. It displays the 'PDO List' and 'PDO Assignment' sections. A red arrow points from the 'PDO Assignment' table to the 'PDO List' table.

SM	Size	Type	Flags
0	128	MbxOut	
1	128	MbxIn	
2	8	Outputs	
3	4	Inputs	

Index	Size	Name	Flags	SM	SU
0x1A20	2.0	AO Status Channel 1	F	3	0
0x1A41	2.0	AO Status Channel 2	F	3	0
0x1620	2.0	AO Standard (INT16) Channel 1	F		0
0x1622	4.0	AO Standard (Real32) Channel 1	F	2	0
0x1623	2.0	AO Cycle Counter Channel 1	F		0
0x1644	2.0	AO Standard (INT16) Channel 2	F		0
0x1646	4.0	AO Standard (Real32) Channel 2	F	2	0
0x1647	2.0	AO Cycle Counter Channel 2	F		0

Index	Size	Offs	Name	Type	Default (hex)
0x7000:14	2.0	0.0	Output Cycle Counter	UINT	
		2.0			

Abb. 164: Aktivierung 16-Bit-Zähler über PDO-Assignment 0x1623

Es wird dann das jeweilige PDO in der Variablenliste zur Verlinkung angeboten:

- ▶ AO Cycle Counter Channel
 - ▶ Output Cycle Counter

Wenn aktiviert, ist aus der Steuerung heraus die Variable zyklisch mit +1 zu bedienen. Der Kanal überwacht nun den Zähler, wird eine Änderung > +1 beobachtet zählt der Kanal den Fehlerzähler im CoE 0x90n0:0F um +1 hoch. Der Überlauf im 16-Bit-Wert wird berücksichtigt. Der Fehlerzähler ist per ADS regelmäßig aus der Steuerung auszulesen und zu prüfen.

5.2.2.3.3 Integer Scaler (nur bei Verwendung von PDO SINT16)

Es kann sinnvoll sein, geringfügig über den nominellen Ausgabebereich AEW_{nom} hinaus Analogwerte auszugeben, z.B. um Leistungsverluste zu kompensieren oder Diagnoseinformationen zu transportieren. Deshalb ist der optionale Extended Range „107%“ in Beckhoff Analog-Kanälen eingeführt worden (Unterstützung geräteabhängig). Die Definition für 16 Bit lautet wie folgt:

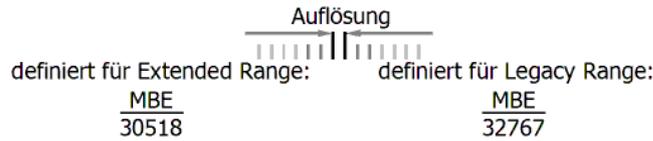


Abb. 165: Definierte Auflösung, 16 Bit

Einstellung:

- Index 80nD:12 = Extended Range Range (default Einstellung)
Der Kanal arbeitet bis zum technischen Ausgabebereich AEW_{techn} , dies sind ca. 107% vom nominellen Ausgabebereich.
Für den Extended Range ist bei 16 Bit SINT-PDO (16 Bit + Vorzeichen) als nominelle. $AEW = 100\%$ der PDO-Wert ± 30518 (0x7736) festgelegt worden. Dementsprechend reicht der darstellbare Ausgabebereich nun bis 0x7FFF = 32767 $\sim 107,37\%$ vom nominellen Ausgabebereich.
- Index 80nD:12 = Legacy Range
Der Kanal arbeitet bis 100% des nominellen Ausgabebereichs.
Dementsprechend sind 0x7FFF = 32767 als 100% des nominellen AEW zu interpretieren.

802D:0	AO Advanced Settings Ch.1	RW	> 28 <	Hex:	0x0000
802D:11	Output Interface	RW	V $\pm 10V$ (2)	Enum:	Extended Range
802D:12	Integer Scaler	RW	Extended Range (0)		Extended Range
802D:13	User Scale Offset (Real32)	RW	0.000000 (0.000000e+00)		Legacy Range
802D:14	User Scale Gain (Real32)	RW	1.000000 (1.000000e+00)		

Abb. 166: Einstellung Index 80nD:12, Legacy Range, Extended Range

Je nach Interface bedeutet dies dann für die Umrechnung SINT16 -> Real32 in der Steuerung:

Ausgabebereich $\pm 10 V$ (Bipolar)

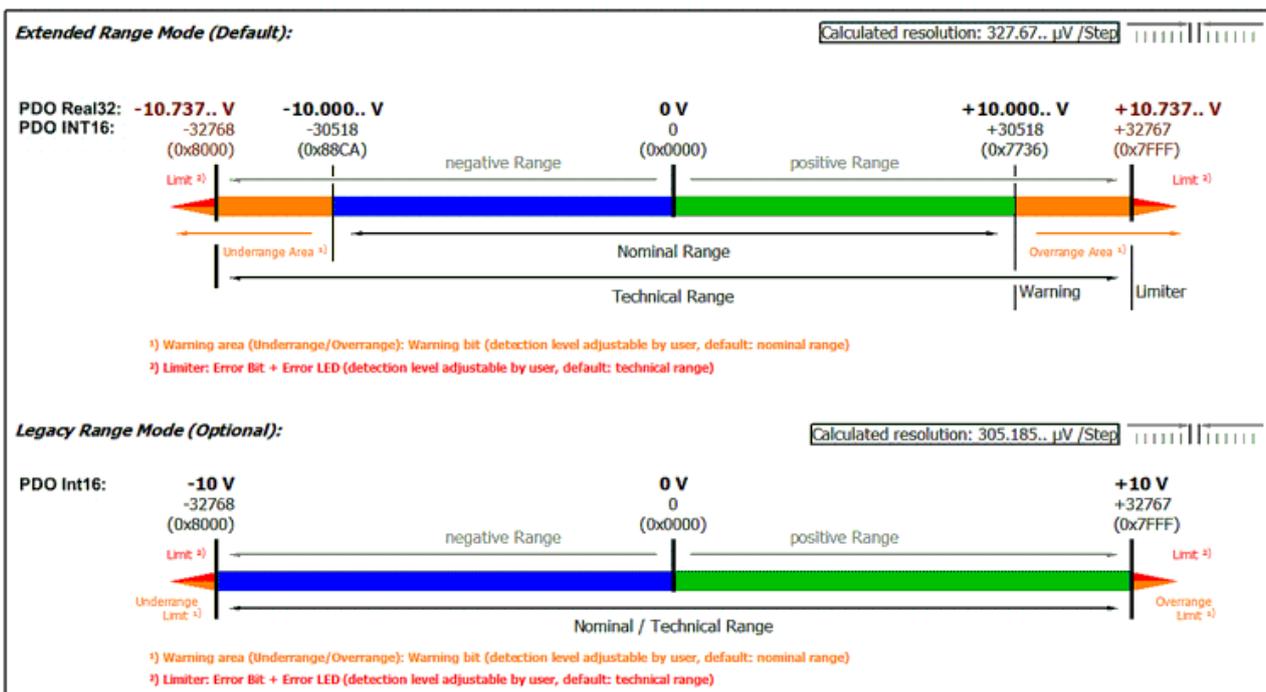


Abb. 167: Ausgabebereich $\pm 10V$ (Bipolar)

Ausgabebereich 0...10 V (Unipolar)

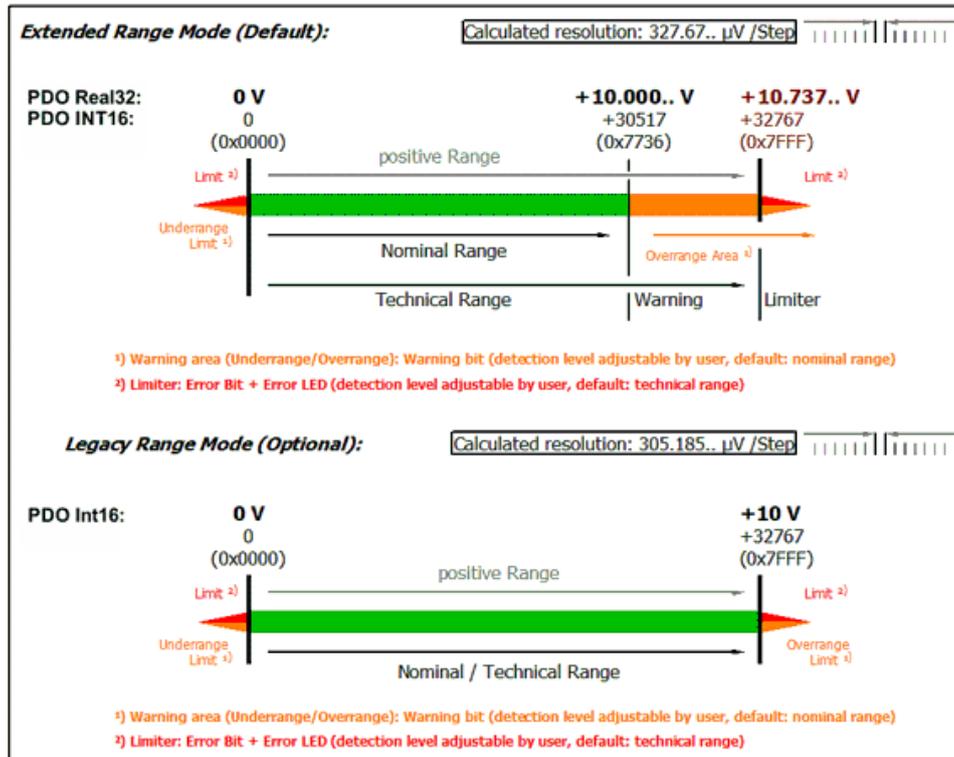


Abb. 168: Ausgabebereich 0 - 10 V (Unipolar)

Ausgabebereich ± 20 mA (Bipolar)

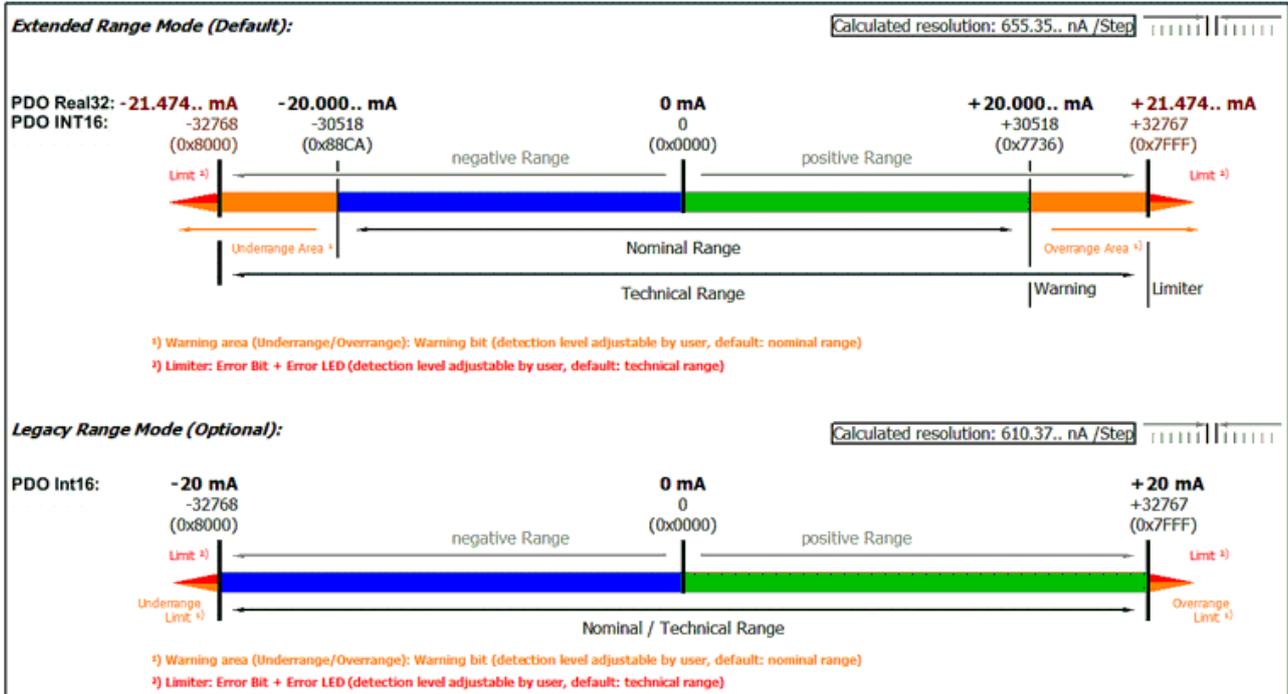


Abb. 169: Ausgabebereich ± 20 mA (Bipolar)

Ausgabebereich 0...20 mA (Stromschleife)

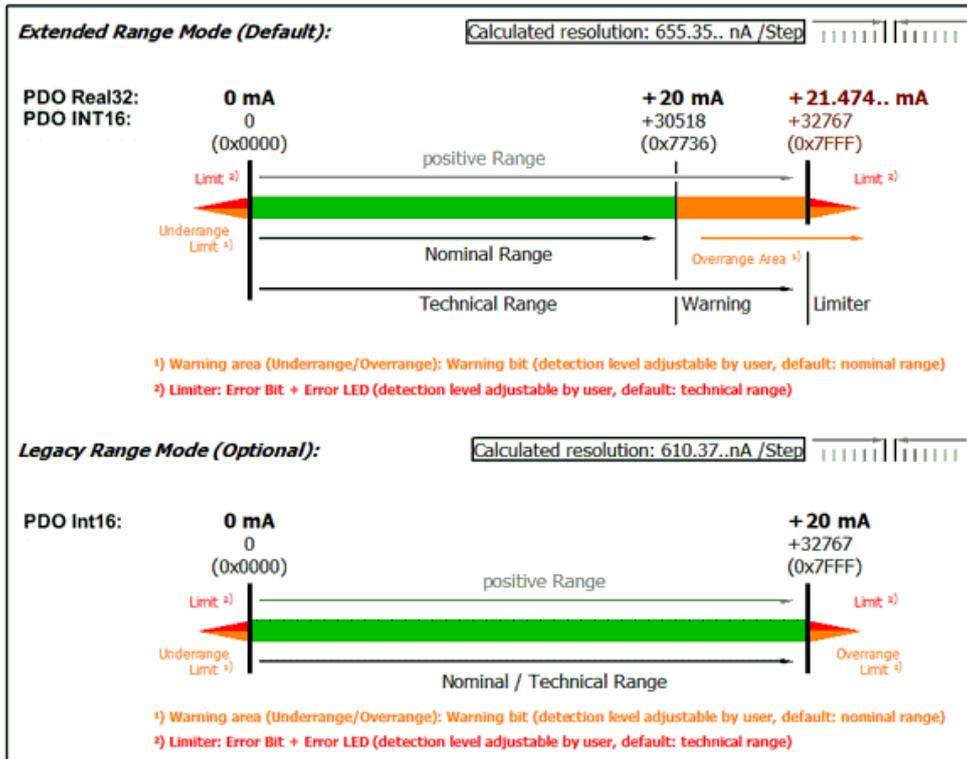


Abb. 170: Ausgabebereich 0...20 mA (Stromschleife)

Ausgabebereich 4...20 mA (Stromschleife)

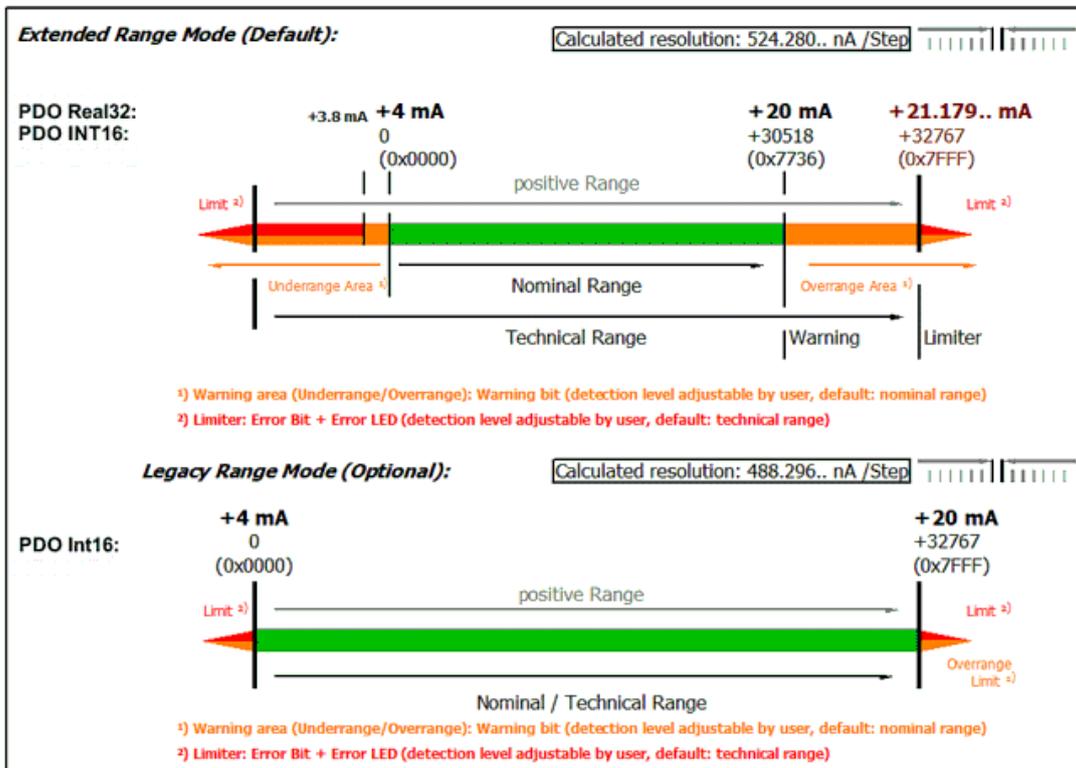


Abb. 171: Ausgabebereich 4...20 mA (Stromschleife)

5.2.2.3.4 Presentation (nur bei Verwendung von PDO SINT16)

Aus historischen Gründen gibt es verschiedene Formate, in denen die 16 Bit des SINT-PDO (Signed Integer Process Data Object) interpretiert werden können. Das Format kann im Index 80n0:02 eingestellt werden.

8020:0	AO Settings Ch.1	RW	> 22 <	Hex:	0x00
8020:01	Enable User Scale	RW	FALSE	Enum:	Signed presentation
8020:02	Presentation	RW	Signed presentation (0)	Enum:	Signed presentation
8020:05	Watchdog	RW	Default watchdog value (0)	Enum:	Unsigned presentation
8020:07	Enable User Calibration	RW	FALSE	Enum:	Absolute value with MSB as sign
8020:08	Enable Vendor Calibration	RW	TRUE	Enum:	Absolute value

Abb. 172: PDO 80n0:02, "Presentation"

Dieser Analogkanal unterstützt:

- „Signed“ (default): oberstes/höchstes/0. Bit ist Vorzeichen, negative Zahl im 2er Komplement in Bit 1..15
- „Unsigned“: alle 16 Bits werden genutzt für den Betrag des Analogwerts, damit ergibt sich doppelte Auflösung für positive Analogwerte. Keine Übertragung von negativen Werten möglich.
- „Absolute Value with sign“: oberstes/höchstes/0. Bit ist Vorzeichen, Bit 1..15 tragen den Betrag des Analogwerts
- „Absolute Value“: das Vorzeichen des Analogwerts wird ignoriert, es wird nur der (positive) Betrag in Bit 1..15 übertragen

Legacy Range	Extended Range	Darstellung (Werte dez. / Werte hex.)			
		unsigned interger		Abs. value w. MSB as sign	
		Dez	Hex	Dez	Hex
100%	107,37%	32767	0x7FFF	32767	0x7FFF
-	100%	30518	0x7736	30518	0x7736
0%	0%	0	0x0000	0	0x0000
-	-100%	30518	0x7736	[-30518]	0xF736
-100%	-107,37%	32767	0x7FFF	[-32767]	0xFFFF

i Darstellungsarten

Die Darstellungsarten "Unsigned Integer" und "Absolute value with MSB as sign" haben bei unipolaren Klemmen keine Funktion; die Darstellung bleibt im positiven Bereich unverändert.

5.2.2.3.5 Interface

Grundlegend für den Betrieb als elektrischer Ausgang ist die Interface-Einstellung.

Einstellung: CoE 0x80nD:11 Output Interface

Einstellung	Messbereich
None	-
V	±10 V
V	0-10 V
I	±20 mA
I	0-20 mA
I	4-20 mA

Hinweis: Bei der Änderung des Interface werden die nachfolgenden CoE-Parameter von UserScale, Warning Level, Limiter, Output SlewRate, Watchdog auf Standard-Einstellung zurückgesetzt.

5.2.2.3.6 Sollwertbearbeitung, User Scale

Der von der Steuerung an den Analogausgangskanal gesendete digitale Sollwert muss bzw. kann im Gerät verändert werden um

- applikationsseitig eine Umdeutung des Messwerts vorzunehmen (z.B. das elektrische 0..10 V Signal eines Drucksensors in einen Druckwert umzurechnen)
- Hardware-Abhängigkeit zu kompensieren (Stichwort: Abgleich)

Der Ausgabewert / Sollwert kann in 3 Funktionseinheiten verändert werden, alle 3 können gleichzeitig aktiv sein:

- User Scale
- [User calibration](#) [[▶ 164](#)]
- [Vendor calibration](#) [[▶ 164](#)]

Die Funktionseinheit User Scale ist für Umdeutungen/Transformationen des Sollwerts vorgesehen, aus „50 kg“ der Steuerung können so also mit Gain=0,2 „10 V“ werden. Er ist als lineare Transformation mit Gain/Offset implementiert.

Parameter:

Index	Name	Datentyp	Bedeutung
80n0:01	Enable User Scale	BOOL	default deaktiviert, Berechnung erfolgt erst bei TRUE
80n0:11	User Scale Offset	SINT16	wird direkt in Digit addiert.
80n0:12	User Scale Gain	UINT16	1 Bit entspricht 2^{-16} , „1“ entspricht also $x7FFF/32767_{dez}$
80nD:1D	User Scale Offset (Real32)	REAL32	-
80nD:1E	User Scale Gain (Real32)	REAL32	-

Der Zwischenwert nach dieser Funktionseinheit ist in Index 90n0:01 einsehbar.

HINWEIS	
	<p>Verändern des Interface</p> <p>Beim Verändern des Interface werden Gain und Offset auf 1 bzw. 0 zurückgesetzt!</p>

5.2.2.3.7 Level Warning

Der Ausgangskanal ermöglicht es, eine Warnung an die Steuerung zurückzugeben, wenn ein zulässiger Wertebereich überschritten wird. Dies kann beispielsweise genutzt werden, um seltene oder unzulässige Ausgabewerte zu erkennen. Es findet keine Begrenzung des Ausgabewertes statt. Für diese Funktion sollte der Limiter verwendet werden.

Die Grenzen werden standardmäßig und nach Interface-Veränderung auf die Ausgabebereichsgrenzen eingestellt.

Parameter:

Index	Bezeichnung
80nD:15	Warning Level Low
80nD:16	Warning Level High

Ergebnisse:

PDO AO Status -> Warnung		
Index	Bezeichnung	Bedeutung
90n0:02	Warning Low Counter	zählt +1 beim Unterschreiten von x80nD:15, spannungsausfallsicher gespeichert
90n0:03	Warning High Counter	zählt +1 beim Überschreiten von x80nD:16, spannungsausfallsicher gespeichert

Das Zurücksetzen der Counter erfolgt durch

- einen Interface-Wechsel
- oder das Command x401n nach Index FB00:01 (Kanal1: n=0, Kanal 2: n=1, ...), der Erfolg wird mit „255“ in Index FB00:03 Response angezeigt.
- sowie das Commando x4001 „Reset all Counter“

FB00:0	DEV Command	RO	> 3 <
FB00:01	Request	RW	00 00
FB00:02	Status	RO	0x00 (0)
FB00:03	Response	RO	00 00 00 00 00 00

Abb. 173: CoE Index FB00, DEV Command

Während der Command-Ausführung wird im Index FB00:02 „Status“ 255 „busy“ angezeigt, „0“ bedeutet „erfolgreich beendet“

Auf ein unbekanntes Command reagiert die Firmware mit

'Term 5 (EL4374)' (1002): CoE ('InitDown' 0xfb00:01) - SDO Abort ('General parameter incompatibility reason.', 0x06040043).

Abb. 174: General parameter incompatibility reason, 0x06040043

5.2.2.3.8 Watchdog

Dieser Ausgangskanal ist mit einer Sicherungseinrichtung (Watchdog) ausgestattet. Diese fährt bei unterbrochenem Prozessdatenverkehr zum Ausgabegerät den Ausgang auf einen vordefinierten Sollwert.

Einstellen der Watchdog-Zeit

Die Watchdog-Zeit, also der Zeitpunkt, an dem der Watchdog-Fall ausgelöst wird, wird über den allgemeinen TwinCAT-Dialog „Advanced Settings“ -> General -> Behavior -> Watchdog -> „Set Multiplier“ und „SM Watchdog“ (SM = SyncManager) eingestellt.

i Hinweise zur Einstellung

- Die Einstellung ist erst nach Activate und Restart TwinCAT wirksam!
- Diese Einstellung gilt für das gesamte Gerät (alle Kanäle).

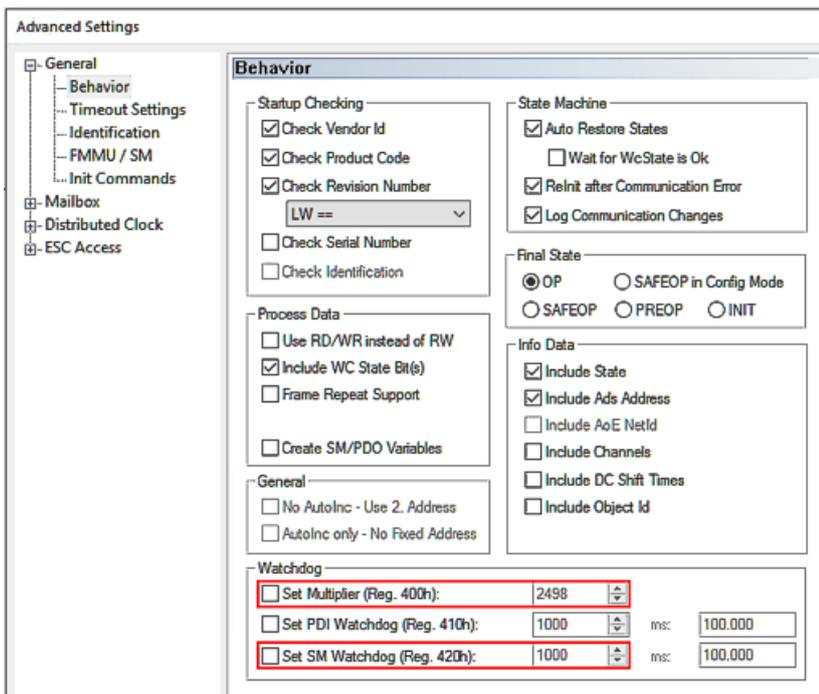


Abb. 175: Einstellungen Watchdog, hier: 100 ms

$$\text{Watchdog-Zeit [ms]} = \text{Multiplifier} * \text{SM Watchdog [ms]}$$

Es ist eine maximale Watchdog-Zeit von 65 s möglich. Größere Werte werden modulo 65 gerechnet, beispielsweise 70 s würden also auf 5 s gekürzt.

HINWEIS	
	<p>Allgemeine Hinweise zur Watchdog-Einstellung</p> <p>Beachten Sie bitte die allgemeinen Hinweise zur Watchdog-Einstellung.</p>

Ablauf des Watchdog-Falls

Der Ablauf ist wie folgt:

- Solange der Kanal ordnungsgemäß und regelmäßig mit EtherCAT-Prozessdaten versorgt wird, werden diese ausgegeben. Der sogenannte Watchdog beobachtet dies ohne weitere Aktion, man sagt „er wird aufgezogen“.
- Sobald die Daten nicht mehr ankommen (z. B. durch Kabelbruch, EtherCAT-Master gestoppt,...), bleibt der Ausgabewert auf dem letzten Wert stehen. Der Watchdog beginnt nun abzulaufen. Kommen in der Zeit erneut Daten an, setzt sich der Watchdog wieder auf den Startwert. Das EtherCAT-Gerät bleibt im OP-State, auch wenn es vom Master aus nicht erreichbar ist.
- Ist der Watchdog abgelaufen, d. h. die wie o. a. eingestellte Zeit ist verstrichen, ohne dass neue Daten ankamen, wird der eingestellte Ersatzwert ausgegeben. Das EtherCAT-Gerät fällt in den Safe-OP State zurück (erkennbar am langsamen Blinken der EtherCAT RUN-LED falls vorhanden).
- Sobald wieder neue Daten ankommen und das EtherCAT SubDevice vom Master (TwinCAT) wieder in den OP-Modus gesetzt wurde, werden sie wieder ausgegeben, der Watchdog beobachtet von Neuem.
- Der Watchdog-Wert wird auch dauerhaft und umgehend (ohne Wartezeit) ausgegeben, wenn das Gerät aus anderen Gründen den OP-State verlässt.

Einstellen des Watchdog-Verhaltens

Folgende Einstellungen können zum Watchdog vorgenommen werden, ausgehend von Index 0x80n0:05 „Watchdog Type“:



Abb. 176: Auswahl „Watchdog Type“

Index	Name	Flags	Value	Unit
8020:0	AO Settings Ch.1	RW	> 22 <	
8020:01	Enable User Scale	RW	FALSE	
8020:02	Presentation	RW	Signed presentation (0)	
8020:05	Watchdog Type	RW	Default watchdog value (0)	
8020:07	Enable User Calibration	RW	FALSE	
8020:08	Enable Vendor Calibration	RW	TRUE	
8020:11	User Scale Offset	RW	0	
8020:12	User Scale Gain	RW	65536	
8020:13	Watchdog Output Value	RW	0	
8020:14	Watchdog Ramp	RW	0xFFFF (65535)	
8020:15	User Calibration Offset	RW	0	
8020:16	User Calibration Gain	RW	0x7FFF (32767)	
802C:0	AO User Calibration Data Ch.1	RW	> 13 <	
802D:0	AO Advanced Settings Ch.1	RW	> 30 <	
802D:11	Output Interface	RW	V ±10V (2)	
802D:12	Integer Scaler	RW	Extended Range (0)	
802D:13	User Scale Offset (Real32)	RW	0.000000 (0.000000e+00)	
802D:14	User Scale Gain (Real32)	RW	1.000000 (1.000000e+00)	
802D:15	Warning Level Low	RW	-10.737420 (-1.073742e+01)	
802D:16	Warning Level High	RW	10.737420 (1.073742e+01)	
802D:1A	Watchdog Output Value (Real32)	RW	0.000000 (0.000000e+00)	
802D:1B	Watchdog Ramp (Real32)	RW	0.000000 (0.000000e+00)	s
802D:1C	Limiter Low Value	RW	-10.737420 (-1.073742e+01)	
802D:1D	Limiter High Value	RW	10.737420 (1.073742e+01)	
802D:1E	Output Slew Rate	RW	0.000000 (0.000000e+00)	s

Abb. 177: Indizes für Watchdog Einstellungen

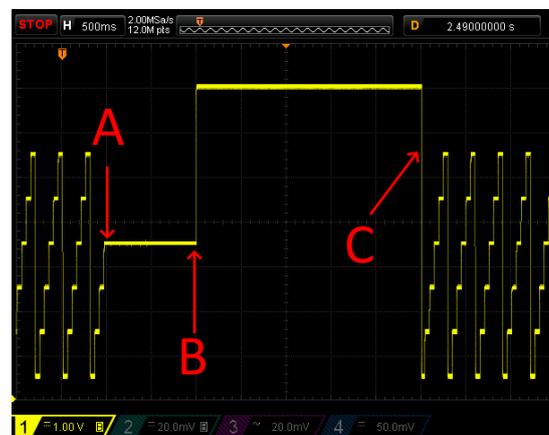
Werte Index 0x80nD, "Watchdog Value"	Bedeutung
Default watchdog value (default)	Der analoge Ausgabewert wird ohne Übergang auf den anwenderspezifischen Ersatzwert/Sollwert gemäß Index 0x80n0:13 bzw. Index 0x80nD:1A gesetzt (default: 0)
Watchdog Ramp	Ebenso Ersatzwert /Sollwert lt. Index 0x80n0:13 bzw. Index 0x80nD:1B, aber lineare Rampenfahrt dorthin. Die Steigung der Rampe ist bezogen auf AEW _{nom} vorzugeben <ul style="list-style-type: none"> • per Index 0x80n0:14 [Digit/ms] • bzw. Zeitdauer Index 0x80nD:1B [Sek]. Wird also z. B. eine Steigung von 2 V/sek gewünscht bei AEW _{nom} = 10 V sind das „Watchdog Ramp (Real32)“ = 5 [sek] bzw. (mit „Extended Range“ -> 327 µV/digit) „Watchdog Ramp“ = 6 [digit/ms]. Default-Wert: 0 (keine Rampenfahrt)
Last Output value	Letzter Ausgabewert bleibt stehen

Beispiele

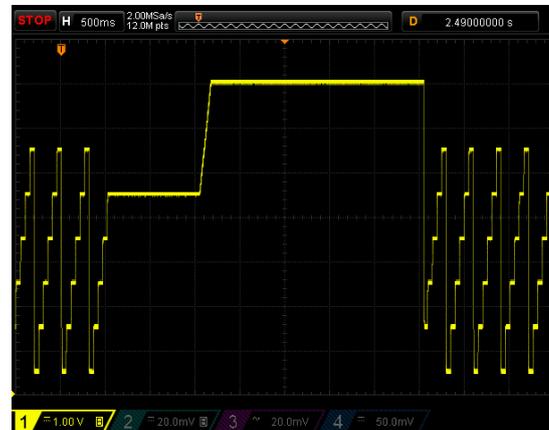
Eine EL4078 gebe ein Treppensignal aus, Watchdog-Zeit auf 1 Sekunde gesetzt, Ersatzwert 7 V.
 Demonstration verschiedener Ereignisse:

1. Unterbrechung der EtherCAT-Verbindung

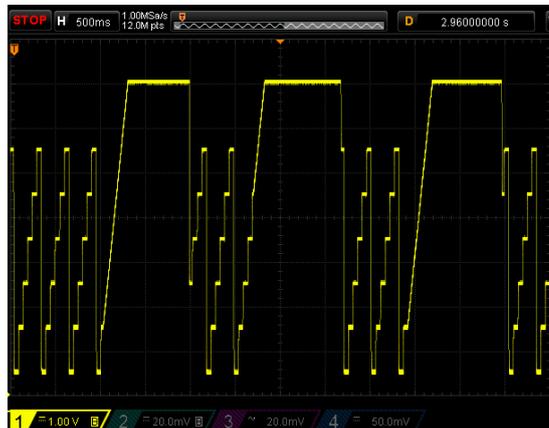
- A: Unterbrechung, letzter Wert wird ausgegeben, Watchdog beginnt abzulaufen
- B: nach 1 Sekunde sofortige Ausgabe des Ersatzwertes
- C: EtherCAT-Verbindung wiederhergestellt, Gerät in OP, neue Ausgabedaten kommen an



2. ebenso, aber mit Rampenfahrt 0,5 sek auf den Ersatzwert



3. Vorsätzliche EtherCAT-Statusänderung
 OP -> SafeOP -> OP -> Pre-Op -> OP -> Init -> OP



Watchdog Counter

Jeder Watchdog-Fall wird in Index 0x90n0:05 „Watchdog Counter“ gezählt (spannungsausfallsicher).

HINWEIS

Hinweis zum Zurücksetzen der Watchdog-Zähler

Da der Watchdog eine Geräteeigenschaft ist, wird er zwar bei jedem Ausgangskanal angezeigt, trägt aber für alle Kanäle denselben Wert. Beim Zurücksetzen eines Watchdog-Zählers werden somit alle anderen kanalweisen Watchdog-Zähler auch mit zurückgesetzt.

Das Zurücksetzen des Counters erfolgt

- durch das Commando x403n nach Index 0xFB00:01 (Kanal 1: n = 0, Kanal 2: n = 1, ...), der Erfolg wird mit „255“ in Index 0xFB00:03 „Response“ angezeigt.
- sowie durch Commando x4001 „Reset all AO Counter“

FB00:0	DEV Command	RO	> 3 <
FB00:01	Request	RW	00 00
FB00:02	Status	RO	0x00 (0)
FB00:03	Response	RO	00 00 00 00 00 00

Abb. 178: CoE Index 0xFB00, „DEV Command“

Während der Command-Ausführung wird im Index 0xFB00:02 „Status“ 255 „busy“ angezeigt, „0“ bedeutet „erfolgreich beendet“

Auf ein unbekanntes Command reagiert die Firmware mit

'Term 5 (EL4374)' (1002): CoE ('InitDown' 0xfb00:01) - SDO Abort ('General parameter incompatibility reason.', 0x06040043).

Abb. 179: General parameter incompatibility reason, 0x06040043

5.2.2.3.9 Limiter

Der Limiter schafft die Möglichkeit den elektrischen Ausgabewert zum Schutz der anhängenden Signalsenke zu begrenzen.

Parameter:

Index	Bezeichnung
80nD:1C	Limiter Low Value
80nD:1D	Limiter High Value

Ergebnis:

Ein Sollwert höher/kleiner als die Grenzwerte führt

- zur Erhöhung +1 des entsprechenden Zählers Index 90n0:06 „Limiter Low Counter“ bzw. Index 90n0:07 „Limiter High Counter“ (spannungsausfallsicher gespeichert)
- zur Anzeige Error + Overrange/Underrange im PDO „AO Status und Error-LED“
- zu einer Begrenzung der elektrischen Ausgabe in Höhe der eingestellten Amplitude

Als Default-Einstellung ist der Limiter auf die Maximalgrenzen des technischen AEW eingestellt und hat somit keine Auswirkung.

Das Zurücksetzen des Zählers erfolgt

- durch das Commando x402n nach Index FB00:01 (Kanal1: n=0, Kanal 2: n=1, ...), der Erfolg wird mit „255“ in Index FB00:03 Response angezeigt.
- oder das Commando x4001 „Reset all AO Counter“
- oder durch eine Veränderung des Interface

FB00:0	DEV Command	RO	> 3 <
FB00:01	Request	RW	00 00
FB00:02	Status	RO	0x00 (0)
FB00:03	Response	RO	00 00 00 00 00 00

Abb. 180: CoE Index FB00, DEV Command

Während der Command-Ausführung wird im Index FB00:02 „Status“ 255 „busy“ angezeigt, „0“ bedeutet „erfolgreich beendet“.

Auf ein unbekanntes Command reagiert die Firmware mit

'Term 5 (EL4374)' (1002): CoE ('InitDown' 0xfb00:01) - SDO Abort ('General parameter incompatibility reason.', 0x06040043).

Abb. 181: General parameter incompatibility reason, 0x06040043

Die Limiter-Grenzen können passwortgeschützt werden, siehe Abschnitt „Passwortschutz für Anwenderdaten“.

Beispiel: Sägezahn 1..7 V wird ausgegeben und dann ein „Limiter High Value“ von 5 V gesetzt:

Index	Name	Flags	Value
802D:1C	Limiter Low Value	RW	-10.737420 (-1.073742e+01)
802D:1D	Limiter High Value	RW	5.000000 (5.000000e+00)

Abb. 182: Index 80nD auf 5 V gesetzt

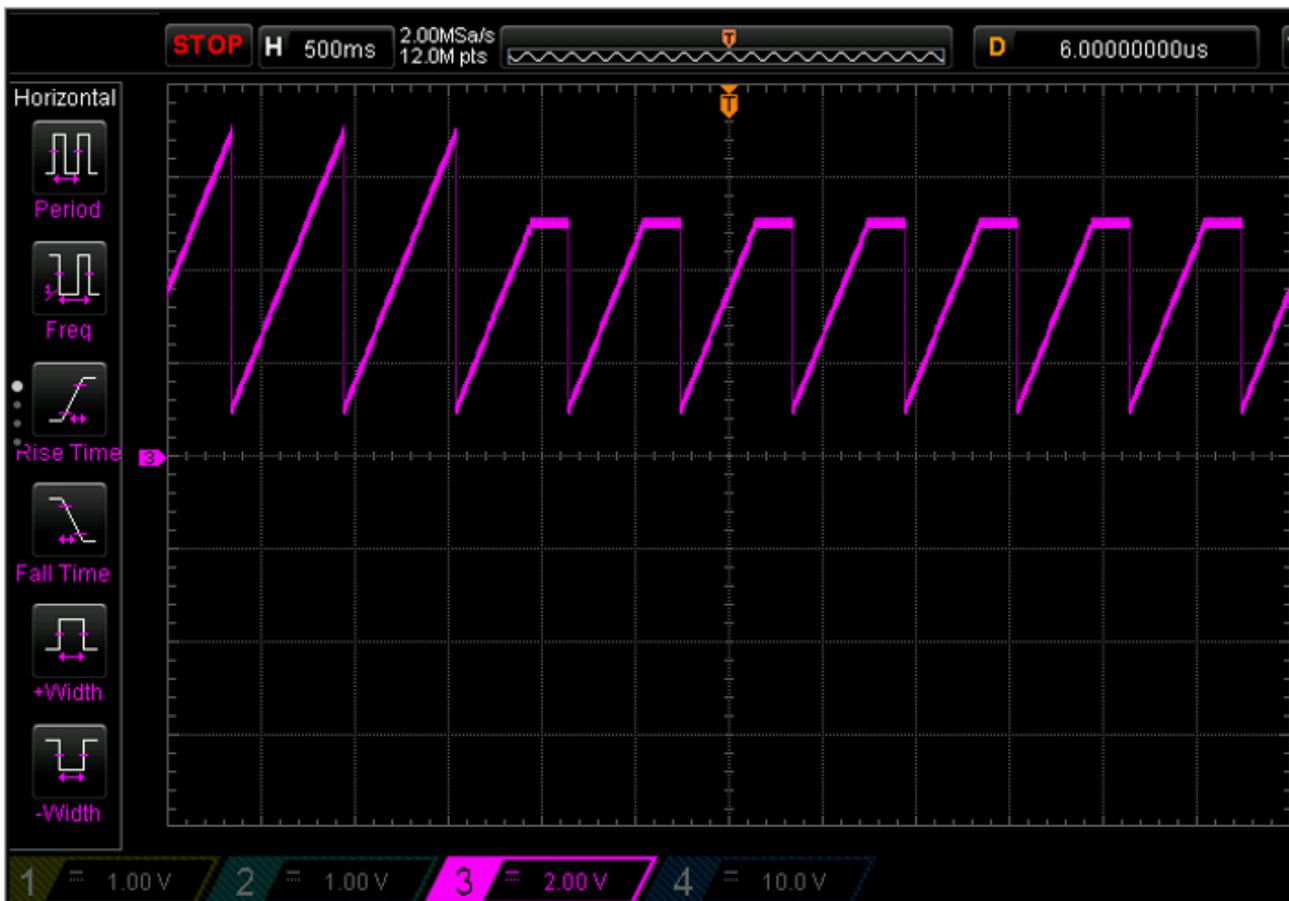


Abb. 183: Sägezahn-Ausgabe

Entsprechend wird im Weiteren die Überschreitung gezählt:

```
9020:07 Limiter High Counter      RO      0x000000D8 (216)
```

Abb. 184: Zähler Überschreitung

Hinweis:

⚠ VORSICHT

Zusätzliche Schutzfunktionen in Betracht ziehen!

Die Limiter-Funktion schützt die angeschlossene Last vor unbeabsichtigt zu hohen oder niedrigen Ausgaben, beispielsweise durch Programmierfehler. Es ist jedoch möglich, dass es zu Fehlfunktionen kommt.

Je nach erwarteter Schadenshöhe sollten daher zusätzliche Schutzfunktionen vorgesehen werden. Die Funktion darf nicht für funktionale Sicherheitszwecke verwendet werden!

5.2.2.3.10 Slew Rate

Die Funktion SlewRate begrenzt die Steigung, mit der der nächste Sollwert elektrisch von der Klemme ausgegeben wird. Dies dient beispielsweise dem Schutz der angeschlossenen Signalleitung oder letztendlich einer mechanischen Last.

Parameter:

Index	Bezeichnung
80nD:1E	Output Slew Rate [s]

Ergebnis:

Wenn die Sollwertvorgabe eine höhere elektrische Signalsteigung als erlaubt verursacht, reduziert der Kanal automatisch die Sollwertänderung pro internem Zyklus auf das angegebene Maß. Der Wert gilt für positive und negative Änderungen und ist vorzeichenlos. Die Steigung der Rampe muss in [sek] bezogen auf AEW_{nom} vorgegeben werden. Wenn beispielsweise eine maximale erlaubte Steigung von $\pm 2 \text{ V/s}$ bei $AEW_{nom} = 10 \text{ V}$ gewünscht wird, ergibt sich eine Output Slew Rate von 5 s. Per Default ist die Slew Rate unbegrenzt (0).

Der Zwischenwert nach dieser Funktionseinheit ist in x90n0:08 einsehbar.

Beispiel: Eine Rechtausgabe von 1 V / 6 V aus der PLC wird durch „Output Slew Rate“ = 1 s (entspricht 10 V/s) zu einer Dreiecksausgabe umgeformt:

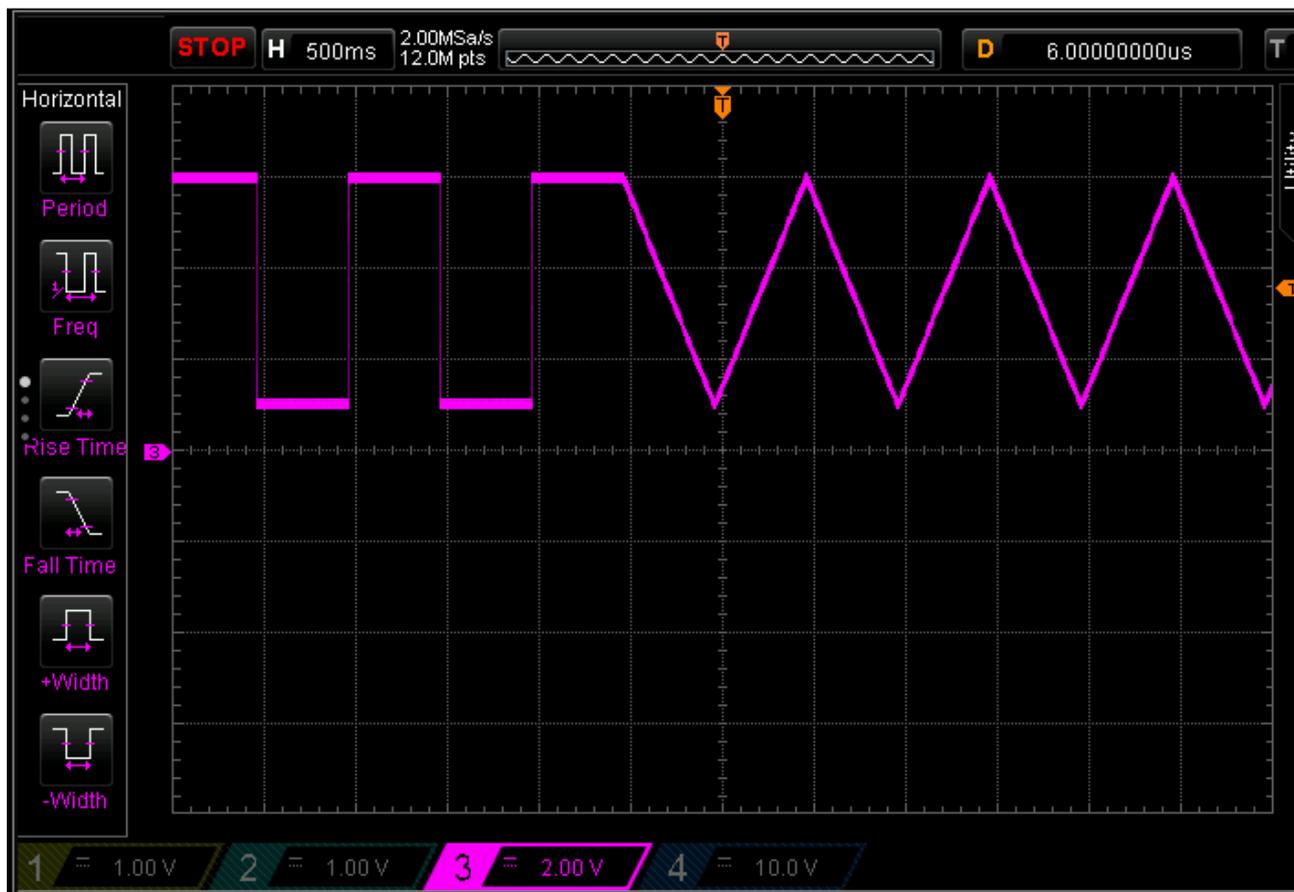


Abb. 185: Dreieck-Ausgabe durch Umformung

5.2.2.3.11 Sollwertbearbeitung, User/Vendor calibration

Der vom DAC generierte und digitalisierte elektrische Sollausgabewert muss bzw. kann im Gerät verändert werden um

- Hardware-Abhängigkeit zu kompensieren (Stichwort: Abgleich)
- oder applikationstypische Veränderungen vorzunehmen

Der Ausgabewert kann in 3 Funktionseinheiten verändert werden, alle 3 können gleichzeitig aktiv sein:

- [User Scale \[► 155\]](#)
- User calibration
- Vendor calibration

Die Funktionseinheit „User/Vendor calibration“ ist für Korrektur von hardwarespezifischen Einflüssen vorgesehen. Sie sind als polynomiale Transformation 3.Ordnung (Offset, Gain, x^2 , x^3) implementiert.

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

- User Calibration

Die Funktionseinheit „User calibration“ kann anwenderseitig benutzt werden, wenn dauerhaft mit alternativen, anlagenabhängigen Korrekturwerten gearbeitet werden soll.

Um sowohl mit INT16-basierenden Gain/Offset-Werten als auch Real32-Koeffizienten arbeiten zu können, verläuft die Verarbeitung in „User Calibration“ (wenn Enable User calibration = 1) wie folgt:

- für Sollwert ≥ 0 : „Value after User calibration“ = $S_0 + \text{„Value after Vendor calibration“} * S_1 + (\text{„Value after Vendor calibration“})^2 * S_2$
- für Sollwert < 0 : „Value after User calibration“ = $S_0 + \text{„Value after Vendor calibration“} * S_{1n} + (\text{„Value after Vendor calibration“})^2 * S_2$

Parameter:

Index	Name	Datentyp	Bedeutung
80n0:07	Enable User calibration	BOOL	default deaktiviert, Berechnung erfolgt erst bei TRUE
80n0:17	User calibration offset	SINT16	1 Bit = $AEW_{nom} / 32767$, default: 0
80n0:18	User calibration gain	UINT16	1 Bit entspricht 2-16, „1“ entspricht also $x7FFF / 32767_{dez}$, default: 1
80nC:01	User calibration data	BYTE4	4 Byte freier Speicherraum; hier besteht die Möglichkeit z.B. in Form von 8 CHAR das Kalibrierdatum zu hinterlegen
80nC:03..0D	User Scale Gain (Real32)	REAL32	Real32-Koeffizienten $S_0/S_1/S_2/S_3/S_{1n}$ des Berechnungspolynoms, default: $S_0=0, S_1=1, S_{1n} = 1, S_2=0$

Der Zwischenwert nach dieser Funktionseinheit ist in Index 90n0:0A einsehbar.

Die Anzahl der Einstellungsveränderungen in dieser Funktionseinheit wird in Index 90n2:12 „User Calibration Counter“ hochgezählt (nicht löschar).

Verfahren: bei der ersten Änderung eines beliebigen Parameters im Data-Bereich Index 80nC oder Index 80n0:17/18 wird der Counter inkrementiert, weitere Änderungen im Data-Bereich in den folgenden 30 Sekunden werden nicht für den Counter gewertet. Nach Ablauf dieser Zeit wird eine Parameteränderung den Zähler wieder inkrementieren.

- Vendor Calibration

Der elektrische Kanal wird von Beckhoff in der Funktionseinheit Vendor Calibration auf Einhaltung der gegebenen Unsicherheitspezifikation (siehe Technische Daten, früher: Ausgabefehlerfehler) abgeglichen. Die Herstellerabgleichdaten von Beckhoff liegen in diesem Bereich vor.

Parameter:

Index	Name	Datentyp	Bedeutung
80n0:08	Enable vendor calibration	BOOL	default aktiviert, die Daten werden berücksichtigt. Kann applikationsseitig deaktiviert werden, wenn nur mit den User Calibration Data gerechnet werden soll
80nF	Vendor calibration data	-	nicht zur anwenderseitigen Veränderung vorgesehen

Der Zwischenwert nach dieser Funktionseinheit kann im Index 90n0:0B unter 'Value after Vendor Calibration' eingesehen werden.

Die Anzahl der Einstellungsveränderungen in dieser Funktionseinheit wird im Index 90n2:12 als 'Vendor Calibration Counter' hochgezählt und ist nicht löschtbar.

Verfahren: bei der ersten Änderung eines beliebigen Parameters im Data-Bereich wird der Counter inkrementiert, weitere Änderungen im Data-Bereich in den folgenden 30 Sekunden werden nicht für den Counter gewertet. Nach Ablauf dieser Zeit wird eine Parameteränderung den Zähler wieder inkrementieren.

Passwortschutz für Anwenderdaten

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

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

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

F008	Code word
F009	Password protection

protects →

Abb. 186: Passwortschutz für die 0x8000:17 und 0x8000:18 Einträge (Beispiel)

Verwendung von CoE 0xF009

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

Der Passwortschutz greift bei folgenden AI-Einstellungen:

Index	Bezeichnung
80n0:07	Enable User calibration
80n0:08	Enable Vendor calibration
80n0:17	User calibration offset
80n0:18	User calibration gain
80nC	User calibration data
80nD:1A	Limiter Low Value
80nD:1B	Limiter High Value

5.2.2.3.12 DAC Output Stage

Der nun final bearbeitete Sollwert wird nun als Integer-Wert dem lokalen DAC-Baustein übergeben, es erfolgt die elektrische Ausgabe.

Ein fallweiser DAC-Fehler wird als PDO „AO Status“ -> Error ausgegeben.

Hinweise:

- Beim „Power On“ (U_s , U_p oder beide) oder „Power Off“ kann kurzzeitige unregelmäßige Ausgabe (typisch bis zu ± 2 V für 200 ms) am Ausgang auftreten. Im Bedarfsfall ist ein externer Signaltrenner (Relais) einzusetzen oder auf selbsttrennende Analogausgangsprodukte auszuweichen.
- Die Ausgangsspannung im I-Betrieb kann bis >20 V steigen, z.B. bei Drahtbruch
- Die Ausgangsdiagnose Drahtbruch/Kurzschluss ist als informatives Hilfsmittel zu sehen, sie kann nicht alle Fehlerzustände abdecken. Sie zeigt eine Überlastung des Analogausgangs an.
- In der Zeit zwischen „Power On“ (Spannungsversorgung steht, lokaler μC ist hochgelaufen) und EtherCATState = OP gibt der AO-Kanal den analogen Ausgabewert aus der im Watchdog als Ersatzwert vorgegeben ist.

HINWEIS

Hinweis zum Überlastverhalten

Im Überstromfall unterbricht der Kanal den Stromfluss periodisch (sog. „Auto-Retry“), der normale Messbetrieb wird wieder aufgenommen, sobald der Strom unter die Grenzwelle sinkt. Der Überstromfall tritt bei einem Signalstrom $> ca. 40$ mA für mehrere Sekunden oder auch kurzzeitig bei deutlich höherem Strom auf, es erfolgt also sowohl eine Strom- als auch eine thermische Überwachung.

5.3 Übersicht Parameter Objekte (CoE)

● EtherCAT ESI Device Description (XML)

i Die Darstellung entspricht der Anzeige der CoE-Objekte aus der EtherCAT ESI Device Description (XML). 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 des EtherCAT-Gerätes wird über den [CoE-Online Reiter \[▶ 112\]](#) (mit Doppelklick auf das entsprechende Objekt) bzw. über den [Prozessdatenreiter \[▶ 109\]](#) (Zuordnung der PDOs) vorgenommen. Beachten Sie bei Verwendung/Manipulation der CoE-Parameter die allgemeinen [CoE-Hinweise \[▶ 35\]](#):

- StartUp-Liste führen für den Austauschfall
- Unterscheidung zwischen Online/Offline Dictionary, Vorhandensein aktueller XML-Beschreibung
- „CoE-Reload [▶ 204]“ zum Zurücksetzen der Veränderungen

5.3.1 Restore-Objekte

Index 1011 Restore default parameters

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
1011:0	Restore default parameters	Herstellen der Defaulteinstellungen	UINT8	RO	0x01 (1 _{dez})
1011:01	SubIndex 001	Wenn Sie dieses Objekt im Set Value Dialog auf "0x64616F6C" setzen, werden alle Backup Objekte wieder in den Auslieferungszustand gesetzt.	UINT32	RW	0x00000000 (0 _{dez})

5.3.2 Konfigurationsdaten

Index 80n0 AO settings*)

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
80n0:0	AO Settings	Max. Subindex	UINT8	RO	0x16 (22 _{dez})
80n0:01	Enable User Scale [▶ 155]	Die Anwender Skalierung ist aktiv. (siehe Flussdiagramm Datenstrom [▶ 142])	BOOLEAN	RW	0x00 (0 _{dez})
80n0:02	Presentation [▶ 153]	0: <i>Signed presentation</i> Der Messwert wird im Zweierkomplement dargestellt. Maximaler Darstellungsbereich bei 16 Bit: -32768 _{dez} .. +32767 _{dez} 1: <i>Unsigned presentation</i> Maximaler Darstellungsbereich bei 16 Bit: 0 .. +65535 _{dez} 2: <i>Absolute value with MSB as sign</i> Der Messwert wird in der Betrag-Vorzeichendarstellung ausgegeben. Maximaler Darstellungsbereich bei 16 Bit: - 32768 _{dez} .. +32767 _{dez} 3: <i>Absolute value</i> Auch der negative Zahlenbereich wird positiv ausgegeben.	BIT3	RW	0x00 (0 _{dez})
80n0:05	Watchdog Type [▶ 157]	0: <i>Default watchdog value</i> Der Defaultwert (80n0:13) ist aktiv. 1: <i>Watchdog ramp</i> Die Rampe (80n0:14) zum Fahren auf den Default-Wert ist aktiv. 2: <i>Last output value</i> Das letzte Prozessdatum wird beim Abfall des Watchdogs ausgegeben.	BIT2	RW	0x00 (0 _{dez})
80n0:07	Enable user calibration [▶ 164]	Freigabe des Anwender Abgleichs (siehe Flussdiagramm Datenstrom [▶ 142])	BOOLEAN	RW	0x00 (0 _{dez})
80n0:08	Enable Vendor Calibration [▶ 164]	Freigabe des Herstellerabgleichs (siehe Flussdiagramm Datenstrom [▶ 142])	BOOLEAN	RW	0x01 (1 _{dez})
80n0:11	User Scale Offset [▶ 155]	Offset der Anwenderskalierung	INT16	RW	0x0000 (0 _{dez})
80n0:12	User Scale Gain [▶ 155]	Gain der Anwenderskalierung. Der Gain besitzt eine Festkommadarstellung mit dem Faktor 2 ⁻¹⁶ . Der Wert eins entspricht 65535 (0x00010000).	INT32	RW	0x00010000 (65536 _{dez})
80n0:13	Watchdog Output Value [▶ 157]	Watchdog Default Ausgabewert	INT16	RW	0x0000 (0 _{dez})
80n0:14	Watchdog Ramp [▶ 157]	Rampen zum Herunterfahren auf den Default-Wert Wert in Digit / ms.	UINT16	RW	0xFFFF (65535 _{dez})
80n0:15	User Calibration Offset [▶ 164]	Anwender Offset Abgleich	INT16	RW	0x0000 (0 _{dez})
80n0:16	User Calibration Gain [▶ 164]	Anwender Gain Abgleich	UINT16	RW	0x7FFF (32767 _{dez})

*) EL4072 (Ch.1 - 2): 0 ≤ n ≤ 1; EL4074 (Ch.1 – 4): 0 ≤ n ≤ 3; EL4078 (Ch.1 – 8): 0 ≤ n ≤ 7

Index 80nC AO User Calibration Data*)

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
80nC:0	AO User Calibration Data	Max. Subindex	UINT8	RO	0x06 (6 _{dez})
80nC:01	Calibration Data	4 Byte freier Speicherraum; hier besteht die Möglichkeit z.B. in Form von 8 CHAR das Kalibrierdatum zu hinterlegen	OCTET-STRING[4]	RW	{0}
80nC:03	S0	Real32-Koeffizient S0	REAL32	RW	0x00000000 (0 _{dez})
80nC:04	S1	Real32-Koeffizient S1	REAL32	RW	0x00000000 (0 _{dez})
80nC:05	S2	Real32-Koeffizient S2	REAL32	RW	0x00000000 (0 _{dez})
80nC:06	S3	Real32-Koeffizient S3	REAL32	RW	0x00000000 (0 _{dez})

*) EL4072 (Ch.1 - 2): $0 \leq n \leq 1$; EL4074 (Ch.1 - 4): $0 \leq n \leq 3$; EL4078 (Ch.1 - 8): $0 \leq n \leq 7$

Index 80nD AO Advanced Settings*)

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
80nD:0	AI Advanced Settings	Max. Subindex	UINT8	RO	0x1E (30 _{dez})
80nD:11	<u>Output Interface</u> [▶ 154]	Werte: 0 - None 2 - V ±10V 14 - V 0-10V 17 - I ±20mA 18 - I 0-20mA 19 - I 4-20mA	UINT16	RW	0x0002 (2 _{dez})
80nD:12	<u>Integer Scaler</u> [▶ 150]	Werte: 0 - Extended Range 3 - Legacy Range	UINT16	RW	0x0000 (0 _{dez})
80nD:13	<u>User Scale Offset</u> (Real32) [▶ 155]	Offset der Anwenderskalierung	REAL32	RW	0x00000000 (0.0)
80nD:14	<u>User Scale Gain</u> (Real32) [▶ 155]	Gain der Anwenderskalierung.	REAL32	RW	0x3F800000 (1.0)
80nD:15	<u>Warning Level Low</u> [▶ 156]	Warnung bei Unterschreitung zulässiger Ausgabewert	REAL32	RW	0xC1200000 (-10.0)
80nD:16	<u>Warning Level High</u> [▶ 156]	Warnung bei Überschreitung zulässiger Ausgabewert	REAL32	RW	0x41200000 (10.0)
80nD:1A	<u>Watchdog Output Value</u> (Real32) [▶ 157]	Anwenderspezifischer Sollwert Watchdog (Real32)	REAL32	RW	0x00000000 (0.0)
80nD:1B	<u>Watchdog Ramp</u> (Real32) [▶ 157]	Zeit der Rampe von Maximalwert (10V / 20mA) auf Null. Der Endwert wird über Watchdog Value 0x18 festgelegt. [s]	REAL32	RW	0x00000000 (0.0)
80nD:1C	<u>Limitier Low Value</u> [▶ 161]	Ausgabewertbegrenzung (niedrigster Wert)	REAL32	RW	0x412BCC79 (10.7374201)
80nD:1D	<u>Limitier High Value</u> [▶ 161]	Ausgabewertbegrenzung (höchster Wert)	REAL32	RW	0x412BCC79 (10.7374201)
80nD:1E	<u>Output Slew Rate</u> [▶ 163]	Begrenzung der Sollwertsteigung [s]	REAL32	RW	0x00000000 (0.0)

*) EL4072 (Ch.1 - 2): $0 \leq n \leq 1$; EL4074 (Ch.1 - 4): $0 \leq n \leq 3$; EL4078 (Ch.1 - 8): $0 \leq n \leq 7$

Index 80nF AO Vendor Calibration Data*)

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
80nF:0	AO Vendor Calibration Data	Max. Subindex	UINT8	RO	0x08 (08 _{dez})
80nF:01	<u>Calibration Date</u> [▶ 164]	4 Byte freier Speicherraum; hier besteht die Möglichkeit z.B. in Form von 8 CHAR das Kalibrierdatum zu hinterlegen	OCTET-STRING[4]	RW	{0}
80nF:03	S0	Real32-Koeffizient S0	REAL32	RW	0x00000000 (0 _{dez})
80nF:04	S1	Real32-Koeffizient S1	REAL32	RW	0x00000000 (0 _{dez})
80nF:05	S2	Real32-Koeffizient S2	REAL32	RW	0x00000000 (0 _{dez})
80nF:06	S3	Real32-Koeffizient S3	REAL32	RW	0x00000000 (0 _{dez})
800F:07	T1	Real32-Koeffizient T1	REAL32	RW	0x00000000 (0 _{dez})
800F:08	T1S1	Real32-Koeffizient T1S1	REAL32	RW	0x00000000 (0 _{dez})

*) EL4072 (Ch.1 - 2): $0 \leq n \leq 1$; EL4074 (Ch.1 – 4): $0 \leq n \leq 3$; EL4078 (Ch.1 – 8): $0 \leq n \leq 7$

5.3.3 Eingangsdaten

Index 60n0 AO Inputs*)

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
60n0:0	AO Inputs	Maximaler Subindex	UINT8	RO	0x07 (7 _{dez})
60n0:02	<u>Output Overload</u> [▶ 148]	Überlast am analogen Ausgang.	BOOLEAN	RO	0x00 (0 _{dez})
60n0:03	<u>Underrange</u> [▶ 148]	Die analoge Ausgabe ist kleiner als der technische Ausgabebereich oder als der eingestellte Grenzwert.	BOOLEAN	RO	0x00 (0 _{dez})
60n0:04	<u>Overrange</u> [▶ 148]	Die analoge Ausgabe ist größer als der technische Ausgabebereich oder als der eingestellte Grenzwert.	BOOLEAN	RO	0x00 (0 _{dez})
60n0:06	<u>Warning</u> [▶ 148]	Wird gesetzt, wenn „AO Output value“ außerhalb des technischen Ausgabebereichs ist oder die Versorgungsspannung zu klein oder die Klemmentemperatur zu hoch ist.	BOOLEAN	RO	0x00 (0 _{dez})
60n0:07	<u>Error</u> [▶ 148]	Wird gesetzt, wenn die Grenzwerte des Ausgabebereichs überschritten werden oder ein Hardware Fehler vorliegt.	BOOLEAN	RO	0x00 (0 _{dez})

*) EL4072 (Ch.1 - 2): $0 \leq n \leq 1$; EL4074 (Ch.1 – 4): $0 \leq n \leq 3$; EL4078 (Ch.1 – 8): $0 \leq n \leq 7$

5.3.4 Ausgangsdaten

Index 70n0 AO Outputs*)

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
70n0:0	AI Outputs	Maximaler Subindex	UINT8	RO	0x14 (20 _{dez})
70n0:11	Value [▶ 146]	Analog output value	INT16	RO	0x0000 (0 _{dez})
70n0:13	Value (Real32) [▶ 146]	Analog output value (Real32)	REAL32	RO	0x00000000 (0 _{dez})
70n0:14	Output Cycle Counter [▶ 149]	Der Zähler wird jedes Mal inkrementiert, wenn die Ausgangsdaten im Prozessabbild aktualisiert werden.	UINT16	RO	0x0000 (0 _{dez})

*) EL4072 (Ch.1 - 2): $0 \leq n \leq 1$; EL4074 (Ch.1 - 4): $0 \leq n \leq 3$; EL4078 (Ch.1 - 8): $0 \leq n \leq 7$

5.3.5 Informations- und Diagnose-Daten

Index 90n0 AO Internal Data*)

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
90n0:0	AO Internal Data	Max. Subindex	UINT8	RO	0x0F (15 _{dez})
90n0:01	Value after User Scale	Aktueller Ausgabewert nach UserScale, vgl. Datenfluss, Kapitel „Inbetriebnahme Analogausgang [► 142]“	REAL32	RO	0x00000000 (0 _{dez})
90n0:02	Warning Low Counter	Zähler für Ereignisse „Warning Low“	UINT32	RO	0x00000000 (0 _{dez})
90n0:03	Warning High Counter	Zähler für Ereignisse „Warning High“	UINT32	RO	0x00000000 (0 _{dez})
90n0:05	Watchdog Counter	Zähler für Ereignisse „Watchdog“	UINT32	RO	0x00000000 (0 _{dez})
90n0:06	Limiter Low Counter	Zähler für Ereignisse „Limiter Low“	UINT32	RO	0x00000000 (0 _{dez})
90n0:07	Limiter High Counter	Zähler für Ereignisse „Limiter High“	UINT32	RO	0x00000000 (0 _{dez})
90n0:08	Value After Slew Rate Limitation	Aktueller Ausgabewert nach SlewRateLimitation, vgl. Datenfluss, Kapitel „Inbetriebnahme Analogausgang [► 142]“	REAL32	RO	0x00000000 (0 _{dez})
90n0:0A	Value After User Calibration	Aktueller Ausgabewert nach Anwender-Justage, vgl. Datenfluss, Kapitel „Inbetriebnahme Analogausgang [► 142]“	REAL32	RO	0x00000000 (0 _{dez})
90n0:0B	Value After Vendor Calibration	Aktueller Ausgabewert nach Hersteller-Justage, vgl. Datenfluss, Kapitel „Inbetriebnahme Analogausgang [► 142]“	REAL32	RO	0x00000000 (0 _{dez})
90n0:0C	DAC Raw Value	Ausgabewert an den DAC	INT32	RO	0x00000000 (0 _{dez})
90n0:0F	Output Cycle Counter Error	Zähler für Ereignisse „Output Cycle Counter Error“	UINT32	RO	0x00000000 (0 _{dez})

*) EL4072 (Ch.1 - 2): $0 \leq n \leq 1$; EL4074 (Ch.1 - 4): $0 \leq n \leq 3$; EL4078 (Ch.1 - 8): $0 \leq n \leq 7$

Index 90n2 AO Info Data*)

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
90n2:0	AO Info Data	Max. Subindex	UINT8	RO	0x12 (18 _{dez})
90n2:11	Vendor Calibration Counter [► 165]	Zähler für Änderungen an den Hersteller-Justagedaten	UINT32	RO	0x00000000 (0 _{dez})
90n2:12	User Calibration Counter [► 164]	Zähler für Änderungen an den Anwender-Justagedaten	UINT32	RO	0x00000000 (0 _{dez})

*) EL4072 (Ch.1 - 2): $0 \leq n \leq 1$; EL4074 (Ch.1 - 4): $0 \leq n \leq 3$; EL4078 (Ch.1 - 8): $0 \leq n \leq 7$

Index F000 Modular device profile

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
F000:0	Modular device profile	Allgemeine Informationen zum Modular Device Profiles (MDP) Organisatorische Angaben zu den Profilen in dem Gerät verwendet und in 0xF010 aufgelistet werden	UINT8	RO	0x02 (2 _{dez})
F000:01	Module index distance	Indexabstand der Objekte der einzelnen Kanäle	UINT16	RO	0x0010 (16 _{dez})
F000:02	Maximum number of modules	Anzahl der Kanäle	UINT16	RO	0x0008 (8 _{dez})

Index F010 Module Profile List

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
F010:0	Module Profile List	Maximaler Subindex	UINT8	RO	0x04 (4 _{dez})
F010:01	Subindex 001	Profil 300	INT32	RO	0x0000012C (300 _{dez})
F010:02	Subindex 002	Profil 300	INT32	RO	0x0000012C (300 _{dez})
F010:03	Subindex 003	Profil 400	INT32	RO	0x00000190 (400 _{dez})
F010:04	Subindex 004	Profil 400	INT32	RO	0x00000190 (400 _{dez})

Index F900 DEV Info Data

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
F900:0	DEV Info Data	Größter Subindex dieses Objekts	UINT8	RO	0x16 (22 _{dez})
F900:01	Power Good	siehe Kapitel „Geräte Diagnosefunktionen“	BOOLEAN	RO	0x00 (0 _{dez})
F900:11	Operating Time		UINT32	RO	0x00000000 (0 _{dez})
F900:12	Device Temperature		REAL32	RO	0x00000000 (0 _{dez})
F900:13	Min. Device Temperature		REAL32	RO	0x00000000 (0 _{dez})
F900:14	Max. Device Temperature		REAL32	RO	0x00000000 (0 _{dez})

Index F915 LED Status

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
F915:0	LED Status	Größter Subindex dieses Objekts	UINT8	RO	0x10 (16 _{dez})
F915:01	RUN	siehe Kapitel „Geräte Diagnosefunktionen“	UINT32	RO	0x00000000 (0 _{dez})
F915:09	Error Ch.1		UINT32	RO	0x00000000 (0 _{dez})
F915:0A	Error Ch.2		UINT32	RO	0x00000000 (0 _{dez})
F915:0B	Error Ch.3		UINT32	RO	0x00000000 (0 _{dez})
F915:0C	Error Ch.4		UINT32	RO	0x00000000 (0 _{dez})
F915:0D	Error Ch.5		UINT32	RO	0x00000000 (0 _{dez})
F915:0E	Error Ch.6		UINT32	RO	0x00000000 (0 _{dez})
F915:0F	Error Ch.7		UINT32	RO	0x00000000 (0 _{dez})
F915:10	Error Ch.8	UINT32	RO	0x00000000 (0 _{dez})	

Index FB00 DEV Command

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

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
FB00:0	DEV Command	Größter Subindex dieses Objekts	UINT8	RO	0x03 (3 _{dez})
FB00:01	Request	Kommandowert, Verwendung siehe entsprechende Anwendungskapitel	OCTET-STRING [2]	RW	0x0000 (0 _{dez})
FB00:02	Status	Kommandostatus, Verwendung siehe entsprechende Anwendungskapitel	UINT8	RW	0x00 (0 _{dez})
FB00:03	Response	Kommandoantwort, Verwendung siehe entsprechende Anwendungskapitel	OCTET-STRING [2]	RW	0x00000000 (0 _{dez})

5.3.6 Standardobjekte

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	0x01901389 (26219401 _{dez})

Index 1008 Device name

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
1008:0	Device name	Geräte-Name des EtherCAT-Slave	STRING	RO	EL407x

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	00

Index 100B Bootloader version

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
100B:0	Bootloader version	Bootloader version	STRING	RO	n/a

Index 1018 Identity

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
1018:0	Identity	Informationen, um den Slave zu identifizieren	UINT8	RO	0x04 (4 _{dez})
1018:01	Vendor ID	Hersteller-ID des EtherCAT-Slaves	UINT32	RO	0x00000002 (2 _{dez})
1018:02	Product code	Produkt-Code des EtherCAT-Slaves	UINT32	RO	0x0FEE3052 (267268178 _{dez})
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 _{dez})
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 _{dez})

Index 10E2 Manufacturer-specific Identification Code^{*)}

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
10E2:0	Manufacturer-specific Identification Code	Herstellerspezifischer Identifizierung Code	UINT8	RO	0x01 (1 _{dez})
10E2:01	SubIndex 001	reserviert	STRING	RO	

Index 10F0 Backup parameter handling

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
10F0:0	Backup parameter handling	Informationen zum standardisierten Laden und Speichern der Backup Entries	UINT8	RO	0x01 (1 _{dez})
10F0:01	Checksum	Checksumme über alle Backup-Entries des EtherCAT-Slaves	UINT32	RO	0x00000000 (0 _{dez})

Index 10F3 Diagnosis History

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
10F3:0	Diagnosis History	Maximaler Subindex	UINT8	RO	0x15 (21 _{dez})
10F3:01	Maximum Messages	Maximale Anzahl der gespeicherten Nachrichten Es können maximal 16 Nachrichten gespeichert werden	UINT8	RO	0x00 (0 _{dez})
10F3:02	Newest Message	Subindex der neusten Nachricht	UINT8	RO	0x00 (0 _{dez})
10F3:03	Newest Acknowledged Message	Subindex der letzten bestätigten Nachricht	UINT8	RW	0x00 (0 _{dez})
10F3:04	New Messages Available	Zeigt an, wenn eine neue Nachricht verfügbar ist	BOOLEAN	RO	0x00 (0 _{dez})
10F3:05	Flags	ungenutzt	UINT16	RW	0x0000 (0 _{dez})
10F3:06	Diagnosis Message 001	Nachricht 1	OCTET-STRING[24]	RO	{0}
...
10F3:15	Diagnosis Message 016	Nachricht 16	OCTET-STRING[24]	RO	{0}

Index 10F8 Timestamp Object

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
10F8:0	Timestamp Object	Timestamp Object [ns] Bei SM-synchronem Betrieb: Zeit seit dem Einschalten/PowerOn Bei DC-synchronem Betrieb: Kopie der DC-Zeit Zeit kann vom Gerät z.B. für Zeitstempel der DiagMessage verwendet werden	UINT64	RO	

Index 1420 AO RxPDO-Par Standard (INT16) Ch.1

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
1420:0	AO RxPDO-Par Standard (INT16) Ch.1	PDO Parameter RxPDO 33	UINT8	RO	0x06 (6 _{dez})
1420:06	Exclude RxPDOs	Hier sind die RxPDOs (Index der RxPDO Mapping Objekte) angegeben, die nicht zusammen mit RxPDO 33 übertragen werden dürfen	OCTET-STRING[2]	RO	22 16

Index 1422 AO RxPDO-Par Standard (Real32) Ch.1

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
1422:0	AO RxPDO-Par Standard (Real32) Ch.1	PDO Parameter RxPDO 35	UINT8	RO	0x06 (6 _{dez})
1422:06	Exclude RxPDOs	Hier sind die RxPDOs (Index der RxPDO Mapping Objekte) angegeben, die nicht zusammen mit RxPDO 35 übertragen werden dürfen	OCTET-STRING[2]	RO	20 16

Index 1444 AO RxPDO-Par Standard (INT16) Ch.2

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
1444:0	AO RxPDO-Par Standard (INT16) Ch.2	PDO Parameter RxPDO 69	UINT8	RO	0x06 (6 _{dez})
1444:06	Exclude RxPDOs	Hier sind die RxPDOs (Index der RxPDO Mapping Objekte) angegeben, die nicht zusammen mit RxPDO 69 übertragen werden dürfen	OCTET-STRING[2]	RO	46 16

Index 1446 AO RxPDO-Par Standard (Real32) Ch.2

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
1446:0	AO RxPDO-Par Standard (Real32) Ch.2	PDO Parameter RxPDO 71	UINT8	RO	0x06 (6 _{dez})
1446:06	Exclude RxPDOs	Hier sind die RxPDOs (Index der RxPDO Mapping Objekte) angegeben, die nicht zusammen mit RxPDO 71 übertragen werden dürfen	OCTET-STRING[2]	RO	44 16

Index 1468 AO RxPDO-Par Standard (INT16) Ch.3*

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
1468:0	AO RxPDO-Par Standard (INT16) Ch.3	PDO Parameter RxPDO 105	UINT8	RO	0x06 (6 _{dez})
1468:06	Exclude RxPDOs	Hier sind die RxPDOs (Index der RxPDO Mapping Objekte) angegeben, die nicht zusammen mit RxPDO 105 übertragen werden dürfen	OCTET-STRING[2]	RO	6A 16

*) nur EL4074, EL4078

Index 146A AO RxPDO-Par Standard (Real32) Ch.3*

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
146A:0	AO RxPDO-Par Standard (Real32) Ch.3	PDO Parameter RxPDO 107	UINT8	RO	0x06 (6 _{dez})
146A:06	Exclude RxPDOs	Hier sind die RxPDOs (Index der RxPDO Mapping Objekte) angegeben, die nicht zusammen mit RxPDO 107 übertragen werden dürfen	OCTET-STRING[2]	RO	68 16

*) nur EL4074, EL4078

Index 148C AO RxPDO-Par Standard (INT16) Ch.4*

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
148C:0	AO RxPDO-Par Standard (INT16) Ch.4	PDO Parameter RxPDO 141	UINT8	RO	0x06 (6 _{dez})
148C:06	Exclude RxPDOs	Hier sind die RxPDOs (Index der RxPDO Mapping Objekte) angegeben, die nicht zusammen mit RxPDO 141 übertragen werden dürfen	OCTET-STRING[2]	RO	8E 16

*) nur EL4074, EL4078

Index 148E AO RxPDO-Par Standard (Real32) Ch.4*

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
148E:0	AO RxPDO-Par Standard (Real32) Ch.4	PDO Parameter RxPDO 143	UINT8	RO	0x06 (6 _{dez})
148E:06	Exclude RxPDOs	Hier sind die RxPDOs (Index der RxPDO Mapping Objekte) angegeben, die nicht zusammen mit RxPDO 143 übertragen werden dürfen	OCTET-STRING[2]	RO	8C 16

*) nur EL4074, EL4078

Index 14B0 AO RxPDO-Par Standard (INT16) Ch.5*

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
14B0:0	AO RxPDO-Par Standard (INT16) Ch.5	PDO Parameter RxPDO 177	UINT8	RO	0x06 (6 _{dez})
14B0:06	Exclude RxPDOs	Hier sind die RxPDOs (Index der RxPDO Mapping Objekte) angegeben, die nicht zusammen mit RxPDO 177 übertragen werden dürfen	OCTET-STRING[2]	RO	B2 16

*) nur EL4078

Index 14B2 AO RxPDO-Par Standard (Real32) Ch.5*

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
14B2:0	AO RxPDO-Par Standard (Real32) Ch.5	PDO Parameter RxPDO 179	UINT8	RO	0x06 (6 _{dez})
14B2:06	Exclude RxPDOs	Hier sind die RxPDOs (Index der RxPDO Mapping Objekte) angegeben, die nicht zusammen mit RxPDO 179 übertragen werden dürfen	OCTET-STRING[2]	RO	B0 16

*) nur EL4078

Index 14D4 AO RxPDO-Par Standard (INT16) Ch.6*

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
14D4:0	AO RxPDO-Par Standard (INT16) Ch.6	PDO Parameter RxPDO 213	UINT8	RO	0x06 (6 _{dez})
14D4:06	Exclude RxPDOs	Hier sind die RxPDOs (Index der RxPDO Mapping Objekte) angegeben, die nicht zusammen mit RxPDO 213 übertragen werden dürfen	OCTET-STRING[2]	RO	D6 16

*) nur EL4078

Index 14D6 AO RxPDO-Par Standard (Real32) Ch.6*

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
14D6:0	AO RxPDO-Par Standard (Real32) Ch.6	PDO Parameter RxPDO 215	UINT8	RO	0x06 (6 _{dez})
14D6:06	Exclude RxPDOs	Hier sind die RxPDOs (Index der RxPDO Mapping Objekte) angegeben, die nicht zusammen mit RxPDO 215 übertragen werden dürfen	OCTET-STRING[2]	RO	D4 16

*) nur EL4078

Index 14F8 AO RxPDO-Par Standard (INT16) Ch.7*

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
14F8:0	AO RxPDO-Par Standard (INT16) Ch.7	PDO Parameter RxPDO 249	UINT8	RO	0x06 (6 _{dez})
14F8:06	Exclude RxPDOs	Hier sind die RxPDOs (Index der RxPDO Mapping Objekte) angegeben, die nicht zusammen mit RxPDO 249 übertragen werden dürfen	OCTET-STRING[2]	RO	FA 16

*) nur EL4078

Index 14FA AO RxPDO-Par Standard (Real32) Ch.7*

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
14FA:0	AO RxPDO-Par Standard (Real32) Ch.7	PDO Parameter RxPDO 251	UINT8	RO	0x06 (6 _{dez})
14FA:06	Exclude RxPDOs	Hier sind die RxPDOs (Index der RxPDO Mapping Objekte) angegeben, die nicht zusammen mit RxPDO 251 übertragen werden dürfen	OCTET-STRING[2]	RO	F8 16

*) nur EL4078

Index 151C AO RxPDO-Par Standard (INT16) Ch.8*

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
151C:0	AO RxPDO-Par Standard (INT16) Ch.8	PDO Parameter RxPDO 285	UINT8	RO	0x06 (6 _{dez})
151C:06	Exclude RxPDOs	Hier sind die RxPDOs (Index der RxPDO Mapping Objekte) angegeben, die nicht zusammen mit RxPDO 285 übertragen werden dürfen	OCTET-STRING[2]	RO	1E 17

*) nur EL4078

Index 151E AO RxPDO-Par Standard (Real32) Ch.8*

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
151E:0	AO RxPDO-Par Standard (Real32) Ch.8	PDO Parameter RxPDO 287	UINT8	RO	0x06 (6 _{dez})
151E:06	Exclude RxPDOs	Hier sind die RxPDOs (Index der RxPDO Mapping Objekte) angegeben, die nicht zusammen mit RxPDO 287 übertragen werden dürfen	OCTET-STRING[2]	RO	1C 17

*) nur EL4078

Index 1620 AO RxPDO-Map Standard (INT16) Ch.1

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
1620:0	AO RxPDO-Map Standard (INT16) Ch.1	PDO Mapping RxPDO 33	UINT8	RO	0x01 (1 _{dez})
1620:01	SubIndex 001	1. PDO Mapping entry (object 0x7000 (AO Outputs Ch.1), entry 0x11 (Value))	UINT32	RO	0x7000:11, 16

Index 1622 AO RxPDO-Map Standard (Real32) Ch.1

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
1622:0	AO RxPDO-Map Standard (Real32) Ch.1	PDO Mapping RxPDO 35	UINT8	RO	0x01 (1 _{dez})
1622:01	SubIndex 001	1. PDO Mapping entry (object 0x7000 (AO Outputs Ch.1), entry 0x13 (Value (Real32)))	UINT32	RO	0x7000:13, 32

Index 1623 AO RxPDO-Map Cycle Counter Ch.1

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
1623:0	AO RxPDO-Map Cycle Counter Ch.1	PDO Mapping RxPDO 36	UINT8	RO	0x01 (1 _{dez})
1623:01	SubIndex 001	1. PDO Mapping entry (object 0x7000 (AO Outputs Ch.1), entry 0x14 (Output Cycle Counter))	UINT32	RO	0x7000:14, 16

Index 1644 AO RxPDO-Map Standard (INT16) Ch.2

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
1644:0	AO RxPDO-Map Standard (INT16) Ch.2	PDO Mapping RxPDO 69	UINT8	RO	0x01 (1 _{dez})
1644:01	SubIndex 001	1. PDO Mapping entry (object 0x7010 (AO Outputs Ch.2), entry 0x11 (Value))	UINT32	RO	0x7010:11, 16

Index 1646 AO RxPDO-Map Standard (Real32) Ch.2

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
1646:0	AO RxPDO-Map Standard (Real32) Ch.2	PDO Mapping RxPDO 71	UINT8	RO	0x01 (1 _{dez})
1646:01	SubIndex 001	1. PDO Mapping entry (object 0x7010 (AO Outputs Ch.2), entry 0x13 (Value (Real32)))	UINT32	RO	0x7010:13, 32

Index 1647 AO RxPDO-Map Cycle Counter Ch.2

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
1647:0	AO RxPDO-Map Cycle Counter Ch.2	PDO Mapping RxPDO 72	UINT8	RO	0x01 (1 _{dez})
1647:01	SubIndex 001	1. PDO Mapping entry (object 0x7010 (AO Outputs Ch.2), entry 0x14 (Output Cycle Counter))	UINT32	RO	0x7010:14, 16

Index 1668 AO RxPDO-Map Standard (INT16) Ch.3*

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
1668:0	AO RxPDO-Map Standard (INT16) Ch.3	PDO Mapping RxPDO 105	UINT8	RO	0x01 (1 _{dez})
1668:01	SubIndex 001	1. PDO Mapping entry (object 0x7020 (AO Outputs Ch.3), entry 0x11 (Value))	UINT32	RO	0x7020:11, 16

*) nur EL4074, EL4078

Index 166A AO RxPDO-Map Standard (Real32) Ch.3*

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
166A:0	AO RxPDO-Map Standard (Real32) Ch.3	PDO Mapping RxPDO 107	UINT8	RO	0x01 (1 _{dez})
166A:01	SubIndex 001	1. PDO Mapping entry (object 0x7020 (AO Outputs Ch.3), entry 0x13 (Value (Real32)))	UINT32	RO	0x7020:13, 32

*) nur EL4074, EL4078

Index 166B AO RxPDO-Map Cycle Counter Ch.3*

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
166B:0	AO RxPDO-Map Cycle Counter Ch.3	PDO Mapping RxPDO 108	UINT8	RO	0x01 (1 _{dez})
166B:01	SubIndex 001	1. PDO Mapping entry (object 0x7020 (AO Outputs Ch.3), entry 0x14 (Output Cycle Counter))	UINT32	RO	0x7020:14, 16

*) nur EL4074, EL4078

Index 168C AO RxPDO-Map Standard (INT16) Ch.4*

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
168C:0	AO RxPDO-Map Standard (INT16) Ch.4	PDO Mapping RxPDO 141	UINT8	RO	0x01 (1 _{dez})
168C:01	SubIndex 001	1. PDO Mapping entry (object 0x7030 (AO Outputs Ch.4), entry 0x11 (Value))	UINT32	RO	0x7030:11, 16

*) nur EL4074, EL4078

Index 168E AO RxPDO-Map Standard (Real32) Ch.4*

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
168E:0	AO RxPDO-Map Standard (Real32) Ch.4	PDO Mapping RxPDO 143	UINT8	RO	0x01 (1 _{dez})
168E:01	SubIndex 001	1. PDO Mapping entry (object 0x7030 (AO Outputs Ch.4), entry 0x13 (Value (Real32)))	UINT32	RO	0x7030:13, 32

*) nur EL4074, EL4078

Index 168F AO RxPDO-Map Cycle Counter Ch.4*

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
168F:0	AO RxPDO-Map Cycle Counter Ch.4	PDO Mapping RxPDO 144	UINT8	RO	0x01 (1 _{dez})
168F:01	SubIndex 001	1. PDO Mapping entry (object 0x7030 (AO Outputs Ch.4), entry 0x14 (Output Cycle Counter))	UINT32	RO	0x7030:14, 16

*) nur EL4074, EL4078

Index 16B0 AO RxPDO-Map Standard (INT16) Ch.5*

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
16B0:0	AO RxPDO-Map Standard (INT16) Ch.5	PDO Mapping RxPDO 177	UINT8	RO	0x01 (1 _{dez})
16B0:01	SubIndex 001	1. PDO Mapping entry (object 0x7040 (AO Outputs Ch.5), entry 0x11 (Value))	UINT32	RO	0x7040:11, 16

*) nur EL4078

Index 16B2 AO RxPDO-Map Standard (Real32) Ch.5*

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
16B2:0	AO RxPDO-Map Standard (Real32) Ch.5	PDO Mapping RxPDO 179	UINT8	RO	0x01 (1 _{dez})
16B2:01	SubIndex 001	1. PDO Mapping entry (object 0x7040 (AO Outputs Ch.5), entry 0x13 (Value (Real32)))	UINT32	RO	0x7040:13, 32

*) nur EL4078

Index 16B3 AO RxPDO-Map Cycle Counter Ch.5*

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
16B3:0	AO RxPDO-Map Cycle Counter Ch.5	PDO Mapping RxPDO 180	UINT8	RO	0x01 (1 _{dez})
16B3:01	SubIndex 001	1. PDO Mapping entry (object 0x7040 (AO Outputs Ch.5), entry 0x14 (Output Cycle Counter))	UINT32	RO	0x7040:14, 16

*) nur EL4078

Index 16D4 AO RxPDO-Map Standard (INT16) Ch.6*

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
16D4:0	AO RxPDO-Map Standard (INT16) Ch.6	PDO Mapping RxPDO 213	UINT8	RO	0x01 (1 _{dez})
16D4:01	SubIndex 001	1. PDO Mapping entry (object 0x7050 (AO Outputs Ch.6), entry 0x11 (Value))	UINT32	RO	0x7050:11, 16

*) nur EL4078

Index 16D6 AO RxPDO-Map Standard (Real32) Ch.6*

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
16D6:0	AO RxPDO-Map Standard (Real32) Ch.6	PDO Mapping RxPDO 215	UINT8	RO	0x01 (1 _{dez})
16D6:01	SubIndex 001	1. PDO Mapping entry (object 0x7050 (AO Outputs Ch.6), entry 0x13 (Value (Real32)))	UINT32	RO	0x7050:13, 32

*) nur EL4078

Index 16D7 AO RxPDO-Map Cycle Counter Ch.6*

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
16D7:0	AO RxPDO-Map Cycle Counter Ch.6	PDO Mapping RxPDO 216	UINT8	RO	0x01 (1 _{dez})
16D7:01	SubIndex 001	1. PDO Mapping entry (object 0x7050 (AO Outputs Ch.6), entry 0x14 (Output Cycle Counter))	UINT32	RO	0x7050:14, 16

*) nur EL4078

Index 16F8 AO RxPDO-Map Standard (INT16) Ch.7*

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
16F8:0	AO RxPDO-Map Standard (INT16) Ch.7	PDO Mapping RxPDO 249	UINT8	RO	0x01 (1 _{dez})
16F8:01	SubIndex 001	1. PDO Mapping entry (object 0x7060 (AO Outputs Ch.7), entry 0x11 (Value))	UINT32	RO	0x7060:11, 16

*) nur EL4078

Index 16FA AO RxPDO-Map Standard (Real32) Ch.7*

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
16FA:0	AO RxPDO-Map Standard (Real32) Ch.7	PDO Mapping RxPDO 251	UINT8	RO	0x01 (1 _{dez})
16FA:01	SubIndex 001	1. PDO Mapping entry (object 0x7060 (AO Outputs Ch.7), entry 0x13 (Value (Real32)))	UINT32	RO	0x7060:13, 32

*) nur EL4078

Index 16FB AO RxPDO-Map Cycle Counter Ch.7*

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
16FB:0	AO RxPDO-Map Cycle Counter Ch.7	PDO Mapping RxPDO 252	UINT8	RO	0x01 (1 _{dez})
16FB:01	SubIndex 001	1. PDO Mapping entry (object 0x7060 (AO Outputs Ch.7), entry 0x14 (Output Cycle Counter))	UINT32	RO	0x7060:14, 16

*) nur EL4078

Index 171C AO RxPDO-Map Standard (INT16) Ch.8*

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
171C:0	AO RxPDO-Map Standard (INT16) Ch.8	PDO Mapping RxPDO 285	UINT8	RO	0x01 (1 _{dez})
171C:01	SubIndex 001	1. PDO Mapping entry (object 0x7070 (AO Outputs Ch.8), entry 0x11 (Value))	UINT32	RO	0x7070:11, 16

*) nur EL4078

Index 171E AO RxPDO-Map Standard (Real32) Ch.8*

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
171E:0	AO RxPDO-Map Standard (Real32) Ch.8	PDO Mapping RxPDO 287	UINT8	RO	0x01 (1 _{dez})
171E:01	SubIndex 001	1. PDO Mapping entry (object 0x7070 (AO Outputs Ch.8), entry 0x13 (Value (Real32)))	UINT32	RO	0x7070:13, 32

*) nur EL4078

Index 171F AO RxPDO-Map Cycle Counter Ch.8*

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
171F:0	AO RxPDO-Map Cycle Counter Ch.8	PDO Mapping RxPDO 288	UINT8	RO	0x01 (1 _{dez})
171F:01	SubIndex 001	1. PDO Mapping entry (object 0x7070 (AO Outputs Ch.8), entry 0x14 (Output Cycle Counter))	UINT32	RO	0x7070:14, 16

*) nur EL4078

Index 1A20 AO TxPDO-Map Status Ch.1

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
1A20:0	AO TxPDO-Map Status Ch.1	PDO Mapping TxPDO 33	UINT8	RO	0x08 (8 _{dez})
1A20:01	SubIndex 001	1. PDO Mapping entry (1 bits align)	UINT32	RO	0x0000:00, 1
1A20:02	SubIndex 002	2. PDO Mapping entry (object 0x6000 (AO Inputs Ch.1), entry 0x02 (Output Overload))	UINT32	RO	0x6000:02, 1
1A20:03	SubIndex 003	3. PDO Mapping entry (object 0x6000 (AO Inputs Ch.1), entry 0x03 (Underrange))	UINT32	RO	0x6000:03, 1
1A20:04	SubIndex 004	4. PDO Mapping entry (object 0x6000 (AO Inputs Ch.1), entry 0x04 (Overrange))	UINT32	RO	0x6000:04, 1
1A20:05	SubIndex 005	5. PDO Mapping entry (1 bits align)	UINT32	RO	0x0000:00, 1
1A20:06	SubIndex 006	6. PDO Mapping entry (object 0x6000 (AO Inputs Ch.1), entry 0x06 (Warning))	UINT32	RO	0x6000:06, 1
1A20:07	SubIndex 007	7. PDO Mapping entry (object 0x6000 (AO Inputs Ch.1), entry 0x07 (Error))	UINT32	RO	0x6000:07, 1
1A20:08	SubIndex 008	8. PDO Mapping entry (9 bits align)	UINT32	RO	0x0000:00, 9

Index 1A41 AO TxPDO-Map Status Ch.2

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
1A41:0	AO TxPDO-Map Status Ch.2	PDO Mapping TxPDO 66	UINT8	RO	0x08 (8 _{dez})
1A41:01	SubIndex 001	1. PDO Mapping entry (1 bits align)	UINT32	RO	0x0000:00, 1
1A41:02	SubIndex 002	2. PDO Mapping entry (object 0x6010 (AO Inputs Ch.2), entry 0x02 (Output Overload))	UINT32	RO	0x6010:02, 1
1A41:03	SubIndex 003	3. PDO Mapping entry (object 0x6010 (AO Inputs Ch.2), entry 0x03 (Underrange))	UINT32	RO	0x6010:03, 1
1A41:04	SubIndex 004	4. PDO Mapping entry (object 0x6010 (AO Inputs Ch.2), entry 0x04 (Overrange))	UINT32	RO	0x6010:04, 1
1A41:05	SubIndex 005	5. PDO Mapping entry (1 bits align)	UINT32	RO	0x0000:00, 1
1A41:06	SubIndex 006	6. PDO Mapping entry (object 0x6010 (AO Inputs Ch.2), entry 0x06 (Warning))	UINT32	RO	0x6010:06, 1
1A41:07	SubIndex 007	7. PDO Mapping entry (object 0x6010 (AO Inputs Ch.2), entry 0x07 (Error))	UINT32	RO	0x6010:07, 1
1A41:08	SubIndex 008	8. PDO Mapping entry (9 bits align)	UINT32	RO	0x0000:00, 9

Index 1A62 AO TxPDO-Map Status Ch.3*)

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
1A62:0	AO TxPDO-Map Status Ch.3	PDO Mapping TxPDO 99	UINT8	RO	0x08 (8 _{dez})
1A62:01	SubIndex 001	1. PDO Mapping entry (1 bits align)	UINT32	RO	0x0000:00, 1
1A62:02	SubIndex 002	2. PDO Mapping entry (object 0x6020 (AO Inputs Ch.3), entry 0x02 (Output Overload))	UINT32	RO	0x6020:02, 1
1A62:03	SubIndex 003	3. PDO Mapping entry (object 0x6020 (AO Inputs Ch.3), entry 0x03 (Underrange))	UINT32	RO	0x6020:03, 1
1A62:04	SubIndex 004	4. PDO Mapping entry (object 0x6020 (AO Inputs Ch.3), entry 0x04 (Overrange))	UINT32	RO	0x6020:04, 1
1A62:05	SubIndex 005	5. PDO Mapping entry (1 bits align)	UINT32	RO	0x0000:00, 1
1A62:06	SubIndex 006	6. PDO Mapping entry (object 0x6020 (AO Inputs Ch.3), entry 0x06 (Warning))	UINT32	RO	0x6020:06, 1
1A62:07	SubIndex 007	7. PDO Mapping entry (object 0x6020 (AO Inputs Ch.3), entry 0x07 (Error))	UINT32	RO	0x6020:07, 1
1A62:08	SubIndex 008	8. PDO Mapping entry (9 bits align)	UINT32	RO	0x0000:00, 9

*) nur EL4074, EL4078

Index 1A83 AO TxPDO-Map Status Ch.4*)

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
1A83:0	AO TxPDO-Map Status Ch.4	PDO Mapping TxPDO 132	UINT8	RO	0x08 (8 _{dez})
1A83:01	SubIndex 001	1. PDO Mapping entry (1 bits align)	UINT32	RO	0x0000:00, 1
1A83:02	SubIndex 002	2. PDO Mapping entry (object 0x6030 (AO Inputs Ch.4), entry 0x02 (Output Overload))	UINT32	RO	0x6030:02, 1
1A83:03	SubIndex 003	3. PDO Mapping entry (object 0x6030 (AO Inputs Ch.4), entry 0x03 (Underrange))	UINT32	RO	0x6030:03, 1
1A83:04	SubIndex 004	4. PDO Mapping entry (object 0x6030 (AO Inputs Ch.4), entry 0x04 (Overrange))	UINT32	RO	0x6030:04, 1
1A83:05	SubIndex 005	5. PDO Mapping entry (1 bits align)	UINT32	RO	0x0000:00, 1
1A83:06	SubIndex 006	6. PDO Mapping entry (object 0x6030 (AO Inputs Ch.4), entry 0x06 (Warning))	UINT32	RO	0x6030:06, 1
1A83:07	SubIndex 007	7. PDO Mapping entry (object 0x6030 (AO Inputs Ch.4), entry 0x07 (Error))	UINT32	RO	0x6030:07, 1
1A83:08	SubIndex 008	8. PDO Mapping entry (9 bits align)	UINT32	RO	0x0000:00, 9

*) nur EL4074, EL4078

Index 1AA4 AO TxPDO-Map Status Ch.5*)

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
1AA4:0	AO TxPDO-Map Status Ch.5	PDO Mapping TxPDO 165	UINT8	RO	0x08 (8 _{dez})
1AA4:01	SubIndex 001	1. PDO Mapping entry (1 bits align)	UINT32	RO	0x0000:00, 1
1AA4:02	SubIndex 002	2. PDO Mapping entry (object 0x6040 (AO Inputs Ch.5), entry 0x02 (Output Overload))	UINT32	RO	0x6040:02, 1
1AA4:03	SubIndex 003	3. PDO Mapping entry (object 0x6040 (AO Inputs Ch.5), entry 0x03 (Underrange))	UINT32	RO	0x6040:03, 1
1AA4:04	SubIndex 004	4. PDO Mapping entry (object 0x6040 (AO Inputs Ch.5), entry 0x04 (Overrange))	UINT32	RO	0x6040:04, 1
1AA4:05	SubIndex 005	5. PDO Mapping entry (1 bits align)	UINT32	RO	0x0000:00, 1
1AA4:06	SubIndex 006	6. PDO Mapping entry (object 0x6040 (AO Inputs Ch.5), entry 0x06 (Warning))	UINT32	RO	0x6040:06, 1
1AA4:07	SubIndex 007	7. PDO Mapping entry (object 0x6040 (AO Inputs Ch.5), entry 0x07 (Error))	UINT32	RO	0x6040:07, 1
1AA4:08	SubIndex 008	8. PDO Mapping entry (9 bits align)	UINT32	RO	0x0000:00, 9

*) nur EL4078

Index 1AC5 AO TxPDO-Map Status Ch.6*)

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
1AC5:0	AO TxPDO-Map Status Ch.6	PDO Mapping TxPDO 198	UINT8	RO	0x08 (8 _{dez})
1AC5:01	SubIndex 001	1. PDO Mapping entry (1 bits align)	UINT32	RO	0x0000:00, 1
1AC5:02	SubIndex 002	2. PDO Mapping entry (object 0x6050 (AO Inputs Ch.6), entry 0x02 (Output Overload))	UINT32	RO	0x6050:02, 1
1AC5:03	SubIndex 003	3. PDO Mapping entry (object 0x6050 (AO Inputs Ch.6), entry 0x03 (Underrange))	UINT32	RO	0x6050:03, 1
1AC5:04	SubIndex 004	4. PDO Mapping entry (object 0x6050 (AO Inputs Ch.6), entry 0x04 (Overrange))	UINT32	RO	0x6050:04, 1
1AC5:05	SubIndex 005	5. PDO Mapping entry (1 bits align)	UINT32	RO	0x0000:00, 1
1AC5:06	SubIndex 006	6. PDO Mapping entry (object 0x6050 (AO Inputs Ch.6), entry 0x06 (Warning))	UINT32	RO	0x6050:06, 1
1AC5:07	SubIndex 007	7. PDO Mapping entry (object 0x6050 (AO Inputs Ch.6), entry 0x07 (Error))	UINT32	RO	0x6050:07, 1
1AC5:08	SubIndex 008	8. PDO Mapping entry (9 bits align)	UINT32	RO	0x0000:00, 9

*) nur EL4078

Index 1AE6 AO TxPDO-Map Status Ch.7*)

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
1AE6:0	AO TxPDO-Map Status Ch.7	PDO Mapping TxPDO 231	UINT8	RO	0x08 (8 _{dez})
1AE6:01	SubIndex 001	1. PDO Mapping entry (1 bits align)	UINT32	RO	0x0000:00, 1
1AE6:02	SubIndex 002	2. PDO Mapping entry (object 0x6060 (AO Inputs Ch.7), entry 0x02 (Output Overload))	UINT32	RO	0x6060:02, 1
1AE6:03	SubIndex 003	3. PDO Mapping entry (object 0x6060 (AO Inputs Ch.7), entry 0x03 (Underrange))	UINT32	RO	0x6060:03, 1
1AE6:04	SubIndex 004	4. PDO Mapping entry (object 0x6060 (AO Inputs Ch.7), entry 0x04 (Overrange))	UINT32	RO	0x6060:04, 1
1AE6:05	SubIndex 005	5. PDO Mapping entry (1 bits align)	UINT32	RO	0x0000:00, 1
1AE6:06	SubIndex 006	6. PDO Mapping entry (object 0x6060 (AO Inputs Ch.9), entry 0x06 (Warning))	UINT32	RO	0x6060:06, 1
1AE6:07	SubIndex 007	7. PDO Mapping entry (object 0x6060 (AO Inputs Ch.7), entry 0x07 (Error))	UINT32	RO	0x6060:07, 1
1AE6:08	SubIndex 008	8. PDO Mapping entry (9 bits align)	UINT32	RO	0x0000:00, 9

*) nur EL4078

Index 1B07 AO TxPDO-Map Status Ch.8*)

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
1B07:0	AO TxPDO-Map Status Ch.8	PDO Mapping TxPDO 264	UINT8	RO	0x08 (8 _{dez})
1B07:01	SubIndex 001	1. PDO Mapping entry (1 bits align)	UINT32	RO	0x0000:00, 1
1B07:02	SubIndex 002	2. PDO Mapping entry (object 0x6070 (AO Inputs Ch.8), entry 0x02 (Output Overload))	UINT32	RO	0x6070:02, 1
1B07:03	SubIndex 003	3. PDO Mapping entry (object 0x6070 (AO Inputs Ch.8), entry 0x03 (Underrange))	UINT32	RO	0x6070:03, 1
1B07:04	SubIndex 004	4. PDO Mapping entry (object 0x6070 (AO Inputs Ch.8), entry 0x04 (Overrange))	UINT32	RO	0x6070:04, 1
1B07:05	SubIndex 005	5. PDO Mapping entry (1 bits align)	UINT32	RO	0x0000:00, 1
1B07:06	SubIndex 006	6. PDO Mapping entry (object 0x6070 (AO Inputs Ch.8), entry 0x06 (Warning))	UINT32	RO	0x6070:06, 1
1B07:07	SubIndex 007	7. PDO Mapping entry (object 0x6070 (AO Inputs Ch.8), entry 0x07 (Error))	UINT32	RO	0x6070:07, 1
1B07:08	SubIndex 008	8. PDO Mapping entry (9 bits align)	UINT32	RO	0x0000:00, 9

*) nur EL4078

Index 1C00 Sync manager type

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

Index 1C12 RxPDO assign

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
1C12:0	RxPDO assign	PDO Assign Outputs	UINT8	RW	0x08 (8 _{dez})
1C12:01	Subindex 001	1. zugeordnete RxPDO (enthält den Index des zugehörigen RxPDO Mapping Objekts)	UINT16	RW	0x1622 (5666 _{dez})
1C12:02	Subindex 002	2. zugeordnete RxPDO (enthält den Index des zugehörigen RxPDO Mapping Objekts)	UINT16	RW	0x1646 (5702 _{dez})
1C12:03	Subindex 003	3. zugeordnete RxPDO (enthält den Index des zugehörigen RxPDO Mapping Objekts)	UINT16	RW	0x166A (5738 _{dez})
1C12:04	Subindex 004	4. zugeordnete RxPDO (enthält den Index des zugehörigen RxPDO Mapping Objekts)	UINT16	RW	0x168E (5774 _{dez})
1C12:05	Subindex 005	5. zugeordnete RxPDO (enthält den Index des zugehörigen RxPDO Mapping Objekts)	UINT16	RW	0x16B2 (5810 _{dez})
1C12:06	Subindex 006	6. zugeordnete RxPDO (enthält den Index des zugehörigen RxPDO Mapping Objekts)	UINT16	RW	0x16D6 (5846 _{dez})
1C12:07	Subindex 007	7. zugeordnete RxPDO (enthält den Index des zugehörigen RxPDO Mapping Objekts)	UINT16	RW	0x16FA (5882 _{dez})
1C12:08	Subindex 008	8. zugeordnete RxPDO (enthält den Index des zugehörigen RxPDO Mapping Objekts)	UINT16	RW	0x171E (5918 _{dez})
1C12:09	Subindex 009	9. zugeordnete RxPDO (enthält den Index des zugehörigen RxPDO Mapping Objekts)	UINT16	RW	0x0000 (0 _{dez})
1C12:0A	Subindex 010	10. zugeordnete RxPDO (enthält den Index des zugehörigen RxPDO Mapping Objekts)	UINT16	RW	0x0000 (0 _{dez})
1C12:0B	Subindex 011	11. zugeordnete RxPDO (enthält den Index des zugehörigen RxPDO Mapping Objekts)	UINT16	RW	0x0000 (0 _{dez})
1C12:0C	Subindex 012	12. zugeordnete RxPDO (enthält den Index des zugehörigen RxPDO Mapping Objekts)	UINT16	RW	0x0000 (0 _{dez})
1C12:0D	Subindex 013	13. zugeordnete RxPDO (enthält den Index des zugehörigen RxPDO Mapping Objekts)	UINT16	RW	0x0000 (0 _{dez})
1C12:0E	Subindex 014	14. zugeordnete RxPDO (enthält den Index des zugehörigen RxPDO Mapping Objekts)	UINT16	RW	0x0000 (0 _{dez})
1C12:0F	Subindex 015	15. zugeordnete RxPDO (enthält den Index des zugehörigen RxPDO Mapping Objekts)	UINT16	RW	0x0000 (0 _{dez})
1C12:10	Subindex 016	16. zugeordnete RxPDO (enthält den Index des zugehörigen RxPDO Mapping Objekts)	UINT16	RW	0x0000 (0 _{dez})

Index 1C13 TxPDO assign

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
1C13:0	TxPDO assign	PDO Assign Inputs	UINT8	RW	0x08 (8 _{dez})
1C13:01	Subindex 001	1. zugeordnete TxPDO (enthält den Index des zugehörigen TxPDO Mapping Objekts)	UINT16	RW	0x1A20 (6688 _{dez})
1C13:02	Subindex 002	2. zugeordnete TxPDO (enthält den Index des zugehörigen TxPDO Mapping Objekts)	UINT16	RW	0x1A41 (6721 _{dez})
1C13:03	Subindex 003	3. zugeordnete TxPDO (enthält den Index des zugehörigen TxPDO Mapping Objekts)	UINT16	RW	0x1A62 (6754 _{dez})
1C13:04	Subindex 004	4. zugeordnete TxPDO (enthält den Index des zugehörigen TxPDO Mapping Objekts)	UINT16	RW	0x1A83 (6787 _{dez})
1C13:05	Subindex 005	5. zugeordnete TxPDO (enthält den Index des zugehörigen TxPDO Mapping Objekts)	UINT16	RW	0x1AA4 (6820 _{dez})
1C13:06	Subindex 006	6. zugeordnete TxPDO (enthält den Index des zugehörigen TxPDO Mapping Objekts)	UINT16	RW	0x1AC5 (6853 _{dez})
1C13:07	Subindex 007	7. zugeordnete TxPDO (enthält den Index des zugehörigen TxPDO Mapping Objekts)	UINT16	RW	0x1AE6 (6886 _{dez})
1C13:08	Subindex 008	8. zugeordnete TxPDO (enthält den Index des zugehörigen TxPDO Mapping Objekts)	UINT16	RW	0x1B07 (6919 _{dez})

Index 1C32 SM output parameter

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
1C32:0	SM output parameter	Synchronisierungsparameter der Outputs	UINT8	RO	0x20 (32 _{dez})
1C32:01	Sync mode	Aktuelle Synchronisierungsbetriebsart: <ul style="list-style-type: none"> • 0: Free Run • 1: Synchron with SM 2 Event • 2: DC-Mode - Synchron with SYNC0 Event • 3: DC-Mode - Synchron with SYNC1 Event 	UINT16	RW	0x0001 (1 _{dez})
1C32:02	Cycle time	Zykluszeit (in ns): <ul style="list-style-type: none"> • Free Run: Zykluszeit des lokalen Timers • Synchron with SM 2 Event: Zykluszeit des Masters • DC-Mode: SYNC0/SYNC1 Cycle Time 	UINT32	RW	0x000F4240 (1000000 _{dez})
1C32:03	Shift time	Zeit zwischen SYNC0 Event und Ausgabe der Outputs (in ns, nur DC-Mode)	UINT32	RO	0x00000000 (0 _{dez})
1C32:04	Sync modes supported	Unterstützte Synchronisierungsbetriebsarten: <ul style="list-style-type: none"> • Bit 0 = 1: Free Run wird unterstützt • Bit 1 = 1: Synchron with SM 2 Event wird unterstützt • Bit 2-3 = 01: DC-Mode wird unterstützt • Bit 4-5 = 10: Output Shift mit SYNC1 Event (nur DC-Mode) • Bit 14 = 1: dynamische Zeiten (Messen durch Beschreiben von 1C32:08) 	UINT16	RO	0x0002 (2 _{dez})
1C32:05	Minimum cycle time	Minimale Zykluszeit (in ns)	UINT32	RO	0x000F4240 (1000000 _{dez})
1C32:06	Calc and copy time	Minimale Zeit zwischen SYNC0 und SYNC1 Event (in ns, nur DC-Mode)	UINT32	RO	0x00000000 (0 _{dez})
1C32:09	Maximum delay time	Zeit zwischen SYNC1 Event und Ausgabe der Outputs (in ns, nur DC-Mode)	UINT32	RO	0x00000000 (0 _{dez})
1C32:0B	SM event missed counter	Anzahl der ausgefallenen SM-Events im OPERATIONAL (nur im DC Mode)	UINT16	RO	0x0000 (0 _{dez})
1C32:0C	Cycle exceeded counter	Anzahl der Zykluszeitverletzungen im OPERATIONAL (Zyklus wurde nicht rechtzeitig fertig bzw. der nächste Zyklus kam zu früh)	UINT16	RO	0x0000 (0 _{dez})
1C32:0D	Shift too short counter	Anzahl der zu kurzen Abstände zwischen SYNC0 und SYNC1 Event (nur im DC Mode)	UINT16	RO	0x0000 (0 _{dez})
1C32:20	Sync error	Im letzten Zyklus war die Synchronisierung nicht korrekt (Ausgänge wurden zu spät ausgegeben, nur im DC Mode)	BOOLEAN	RO	0x00 (0 _{dez})

Index 1C33 SM input parameter

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
1C33:0	SM input parameter	Synchronisierungsparameter der Inputs	UINT8	RO	0x20 (32 _{dez})
1C33:01	Sync mode	Aktuelle Synchronisierungsbetriebsart: <ul style="list-style-type: none"> • 0: Free Run • 1: Synchron with SM 3 Event (keine Outputs vorhanden) • 2: DC - Synchron with SYNC0 Event • 3: DC - Synchron with SYNC1 Event • 34: Synchron with SM 2 Event (Outputs vorhanden) 	UINT16	RW	0x0022 (34 _{dez})
1C33:02	Cycle time	• wie 1C32:02	UINT32	RW	0x000F4240 (1000000 _{dez})
1C33:03	Shift time	Zeit zwischen SYNC0-Event und Einlesen der Inputs (in ns, nur DC-Mode)	UINT32	RO	0x00000000 (0 _{dez})
1C33:04	Sync modes supported	Unterstützte Synchronisierungsbetriebsarten: <ul style="list-style-type: none"> • Bit 0: Free Run wird unterstützt • Bit 1: Synchron with SM 2 Event wird unterstützt (Outputs vorhanden) • Bit 1: Synchron with SM 3 Event wird unterstützt (keine Outputs vorhanden) • Bit 2-3 = 01: DC-Mode wird unterstützt • Bit 4-5 = 01: Input Shift durch lokales Ereignis (Outputs vorhanden) • Bit 4-5 = 10: Input Shift mit SYNC1 Event (keine Outputs vorhanden) • Bit 14 = 1: dynamische Zeiten (Messen durch Beschreiben von 1C32:08 oder 1C33:08) 	UINT16	RO	0x0002 (2 _{dez})
1C33:05	Minimum cycle time	wie 1C32:05	UINT32	RO	0x000F4240 (1000000 _{dez})
1C33:06	Calc and copy time	Zeit zwischen Einlesen der Eingänge und Verfügbarkeit der Eingänge für den Master (in ns, nur DC-Mode)	UINT32	RO	0x00000000 (0 _{dez})
1C33:07	Minimum delay time		UINT32	RO	0x00000000 (0 _{dez})
1C33:09	Maximum delay time	Zeit zwischen SYNC1-Event und Einlesen der Eingänge (in ns, nur DC-Mode)	UINT32	RO	0x00000000 (0 _{dez})
1C33:0B	SM event missed counter	wie 1C32:11	UINT16	RO	0x0000 (0 _{dez})
1C33:0C	Cycle exceeded counter	wie 1C32:12	UINT16	RO	0x0000 (0 _{dez})
1C33:0D	Shift too short counter	wie 1C32:13	UINT16	RO	0x0000 (0 _{dez})
1C33:20	Sync error	wie 1C32:32	BOOLEAN	RO	0x00 (0 _{dez})

Index F008 Code word

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

Index F009 Password protection

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

Index F081 Download revision

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
F081:0	Download revision	Max. Subindex	UINT8	RO	0x01 (1 _{dez})
F081:01	Download revision	Der Subindex 0xF081:01 (Download revision) beschreibt die Revision des Moduls.	UINT32	RW	0x00000000 (0 _{dez})

6 Anhang

6.1 EtherCAT AL Status Codes

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

6.2 Firmware Kompatibilität

Beckhoff EtherCAT-Geräte werden mit dem aktuell verfügbaren letzten Firmware-Stand ausgeliefert. Dabei bestehen zwingende Abhängigkeiten zwischen Firmware und Hardware; eine Kompatibilität ist nicht in jeder Kombination gegeben. Die unten angegebene Übersicht zeigt auf welchem Hardware-Stand eine Firmware betrieben werden kann.

Anmerkung

- Es wird empfohlen, die für die jeweilige Hardware letztmögliche Firmware einzusetzen
- Ein Anspruch auf ein kostenfreies Firmware-Update bei ausgelieferten Produkten durch Beckhoff gegenüber dem Kunden besteht nicht.

HINWEIS

Beschädigung des Gerätes möglich!

Beachten Sie die Hinweise zum Firmware-Update auf der [gesonderten Seite \[► 192\]](#). 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!

EL4072

Hardware (HW)	Firmware	Revision-Nr.	Release - Datum
00 – 01*	01*	EL4072-0000-0016	2025/07

EL4074

Hardware (HW)	Firmware	Revision-Nr.	Release - Datum
00 – 01*	01*	EL4074-0000-0016	2025/07

EL4078

Hardware (HW)	Firmware	Revision-Nr.	Release - Datum
00 - 01*	01*	EL4374-0000-0016	2025/07

*) 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.

6.3 Firmware Update EL/ES/ELM/EM/EP/EPP/ERPxxxx

Dieses Kapitel beschreibt das Geräte-Update für Beckhoff EtherCAT-Slaves der Serien EL/ES, ELM, EM, EK, EP, EPP und ERP. 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 TwinCAT 3-Installation durchzuführen. Es empfiehlt sich ein möglichst aktuelles Build, kostenlos zum Download verfügbar auf der [Beckhoff-Website](#).

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:

- Jeder EtherCAT-Slave hat eine Gerätebeschreibung, bestehend aus Identität (Name, Productcode), Timing-Vorgaben, Kommunikationseinstellungen u. a.
Diese Gerätebeschreibung (ESI; EtherCAT-Slave Information) kann von der Beckhoff Website im Downloadbereich als [Zip-Datei](#) heruntergeladen werden und in EtherCAT-Mastern zur Offline-Konfiguration verwendet werden, z. B. in TwinCAT.
Vor allem aber trägt jeder EtherCAT-Slave seine Gerätebeschreibung (ESI) elektronisch auslesbar in einem lokalen Speicherchip, dem einem sog. **ESI-EEPROM**. Beim Einschalten wird diese Beschreibung einerseits im Slave lokal geladen und teilt ihm seine Kommunikationskonfiguration mit, andererseits kann der EtherCAT-Master den Slave so identifizieren und u. a. die EtherCAT Kommunikation entsprechend einrichten.

HINWEIS

Applikationsspezifisches Beschreiben des ESI-EEPROM

Die ESI wird vom Gerätehersteller nach ETG-Standard entwickelt und für das entsprechende Produkt freigegeben.

- Bedeutung für die ESI-Datei: Eine applikationsseitige Veränderung (also durch den Anwender) ist nicht zulässig.

- Bedeutung für das ESI-EEPROM: Auch wenn technisch eine Beschreibbarkeit gegeben ist, dürfen die ESI-Teile im EEPROM und ggf. noch vorhandene freie Speicherbereiche über den normalen Update-Vorgang hinaus nicht verändert werden. Insbesondere für zyklische Speichervorgänge (Betriebsstundenzähler u. ä.) sind dezidierte Speicherprodukte wie EL6080 oder IPC-eigener NOVRAM zu verwenden.

- Je nach Funktionsumfang und Performance besitzen EtherCAT-Slaves einen oder mehrere lokale Controller zur Verarbeitung von IO-Daten. Das darauf laufende Programm ist die so genannte **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.

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

- dass die Firmware in dem gepackten Format vorliegt: erkenntlich an dem Dateinamen der auch die Revisionsnummer enthält, z. B. ELxxxx-xxxx_REV0016_SW01.efw
- dass im Download-Dialog das Passwort = 1 angegeben wird. Bei Passwort = 0 (default Einstellung) wird nur das Firmware-Update durchgeführt, ohne ESI-Update.
- dass das Gerät diese Funktion unterstützt. Die Funktion kann in der Regel nicht nachgerüstet werden, sie wird Bestandteil vieler Neuentwicklungen ab Baujahr 2016.

Nach dem Update sollte eine Erfolgskontrolle durchgeführt werden

- ESI/Revision: z. B. durch einen Online-Scan im TwinCAT ConfigMode/FreeRun – dadurch wird die Revision bequem ermittelt
- Firmware: z. B. durch einen Blick ins Online-CoE des Gerätes

HINWEIS

Beschädigung des Gerätes möglich!

- ✓ Beim Herunterladen von neuen Gerätedateien ist zu beachten

- Das Herunterladen der Firmware auf ein EtherCAT-Gerät darf nicht unterbrochen werden.
- Eine einwandfreie EtherCAT-Kommunikation muss sichergestellt sein, CRC-Fehler oder LostFrames dürfen nicht auftreten.
- Die Spannungsversorgung muss ausreichend dimensioniert, die Pegel entsprechend der Vorgabe sein.

⇒ Bei Störungen während des Update-Vorgangs kann das EtherCAT-Gerät ggf. nur vom Hersteller wieder in Betrieb genommen werden!

6.3.1 Gerätebeschreibung ESI-File/XML

HINWEIS

ACHTUNG bei Update der ESI-Beschreibung/EEPROM

Manche Slaves haben Abgleich- und Konfigurationsdaten aus der Produktion im EEPROM abgelegt. Diese werden bei einem Update unwiederbringlich überschrieben.

Die Gerätebeschreibung ESI wird auf dem Slave lokal gespeichert und beim Start geladen. Jede Gerätebeschreibung hat eine eindeutige Kennung aus Slave-Name (9-stellig) und Revision-Nummer (4-stellig). Jeder im System Manager konfigurierte Slave zeigt seine Kennung im EtherCAT-Reiter:

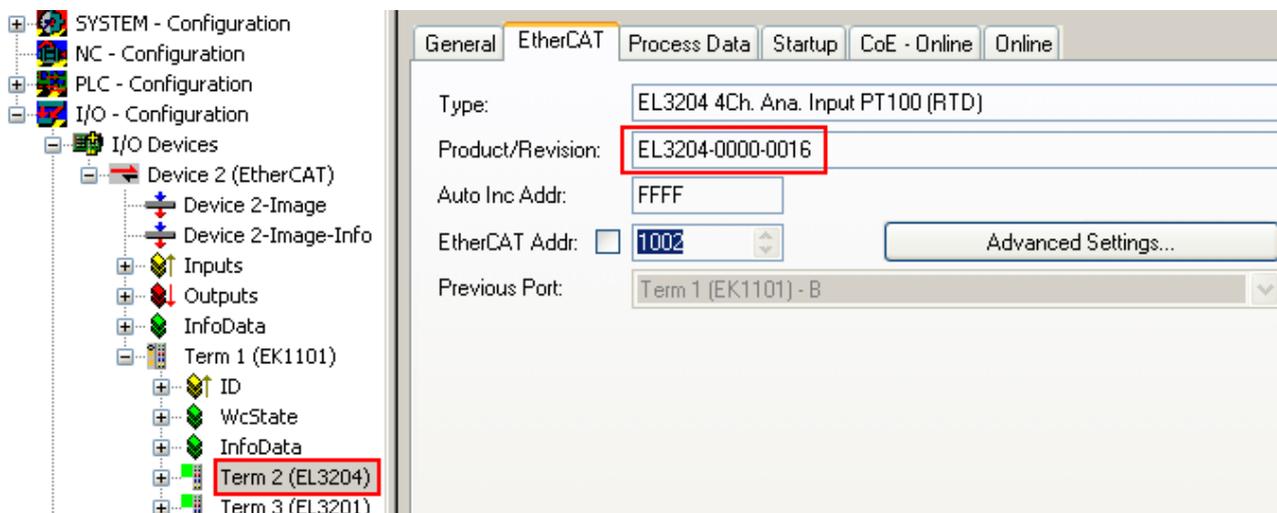


Abb. 187: Geräteerkennung aus Name EL3204-0000 und Revision -0016

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:

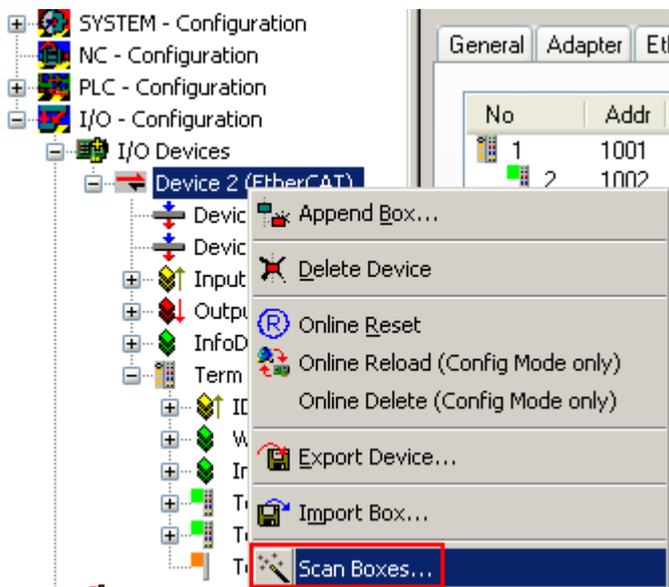


Abb. 188: Rechtsklick auf das EtherCAT-Gerät bewirkt das Scannen des unterlagerten Feldes

Wenn das gefundene Feld mit dem konfigurierten übereinstimmt, erscheint



Abb. 189: Konfiguration identisch

ansonsten erscheint ein Änderungsdialog, um die realen Angaben in die Konfiguration zu übernehmen.

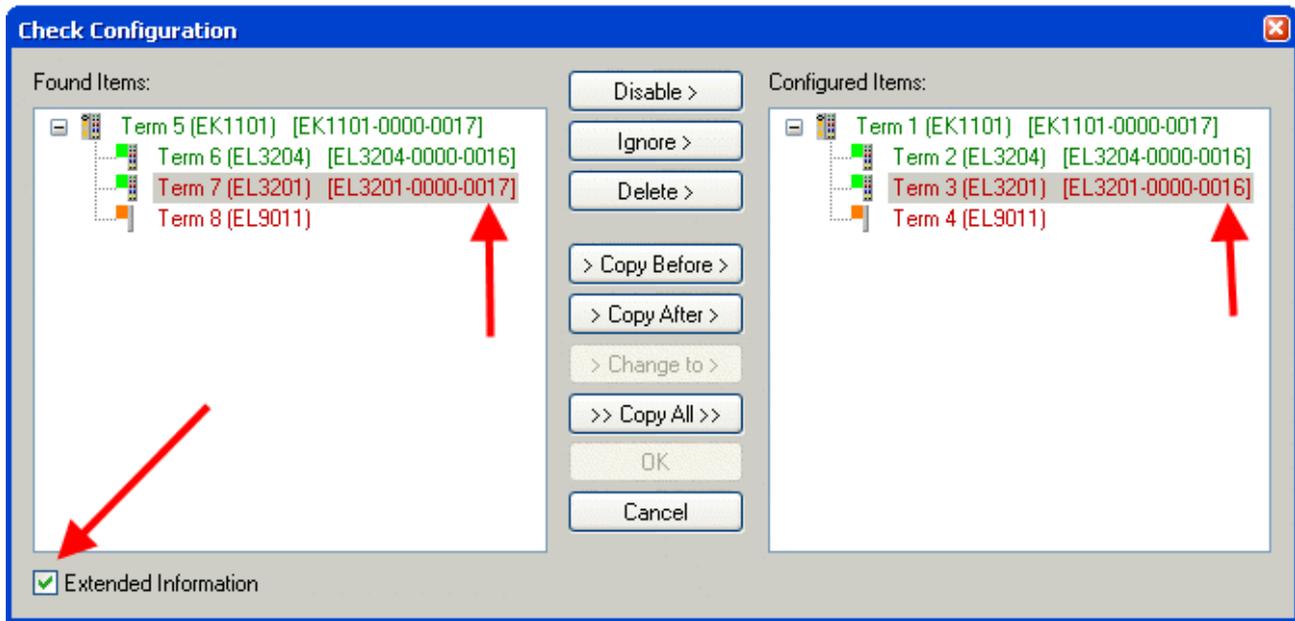


Abb. 190: Änderungsdialog

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*

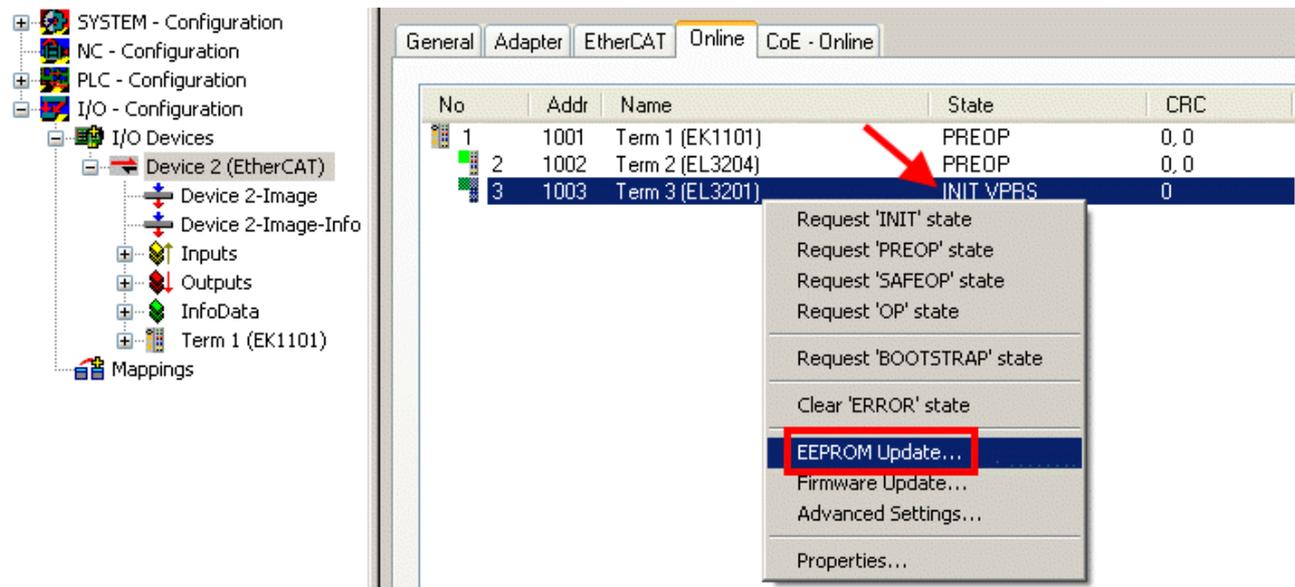


Abb. 191: EEPROM Update

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.

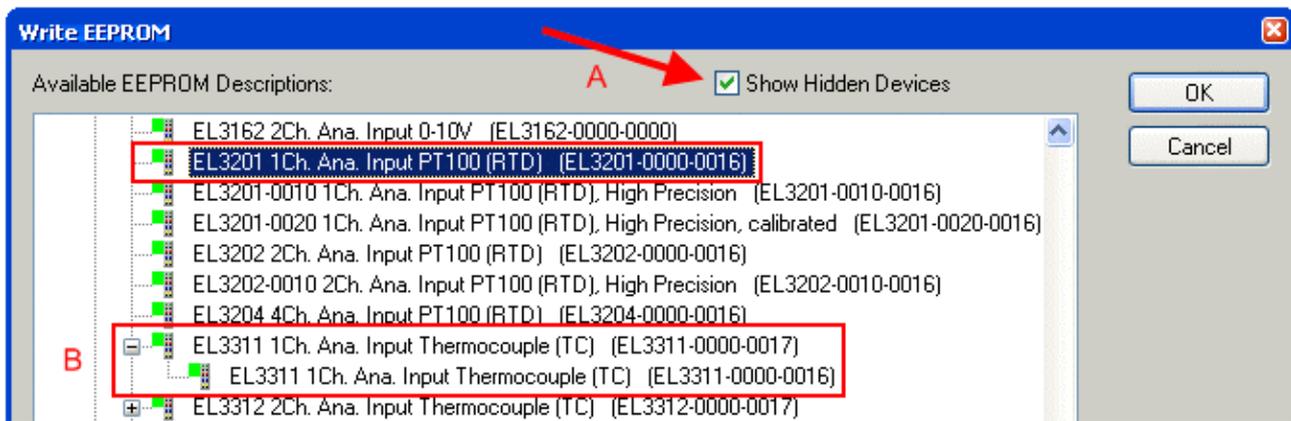


Abb. 192: Auswahl des neuen ESI

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.

6.3.2 Erläuterungen zur Firmware

Versionsbestimmung der Firmware

Versionsbestimmung mit dem TwinCAT System Manager

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

● CoE-Online und Offline-CoE

i Es existieren zwei CoE-Verzeichnisse:

- **online:** es wird im EtherCAT-Slave vom Controller angeboten, wenn der EtherCAT-Slave dies unterstützt. Dieses CoE-Verzeichnis kann nur bei 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 EL5xx.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.

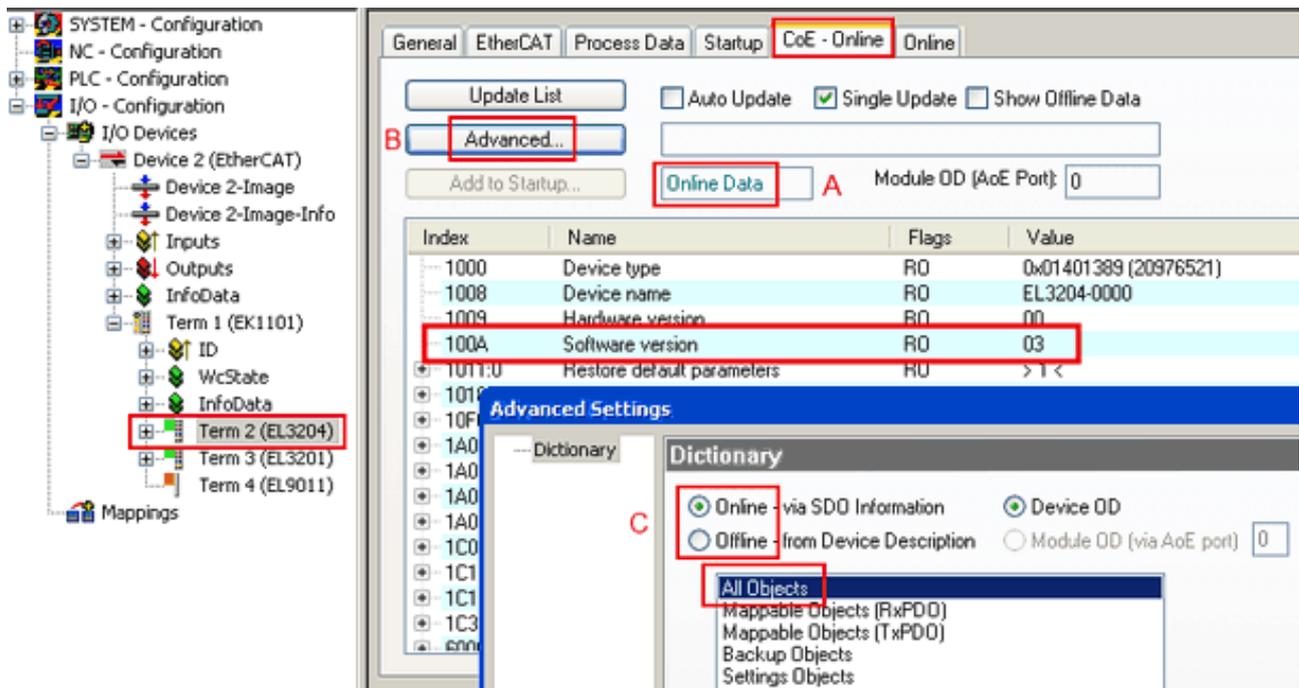


Abb. 193: Anzeige FW-Stand EL3204

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.

6.3.3 Update Controller-Firmware *.efw

● CoE-Verzeichnis

i Das Online-CoE-Verzeichnis wird vom Controller verwaltet und in einem eigenen EEPROM gespeichert. Es wird durch ein FW-Update im Allgemeinen nicht verändert.

Um die Controller-Firmware eines Slave zu aktualisieren, wechseln Sie zum Karteireiter *Online*, s. Abb. *Firmware Update*.

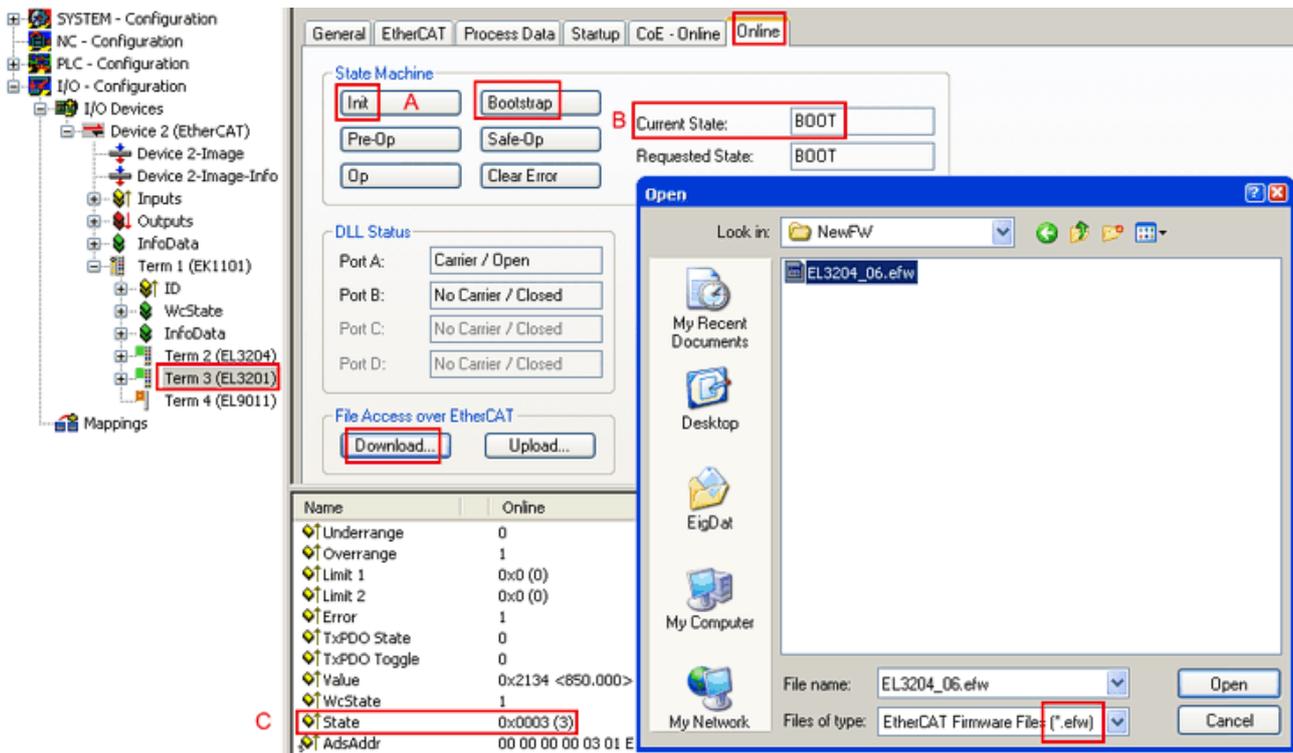
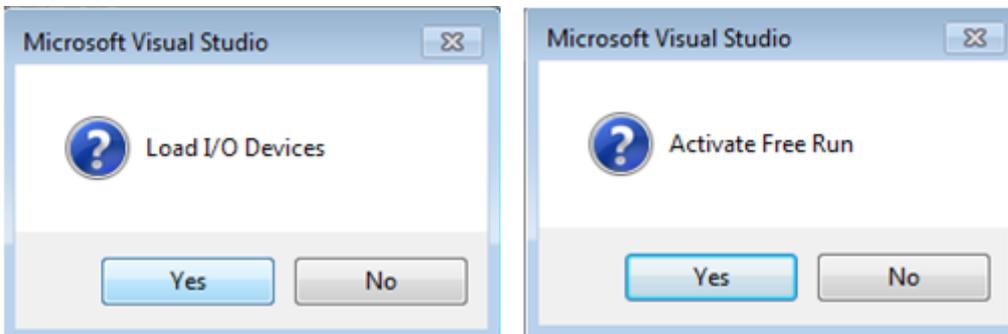


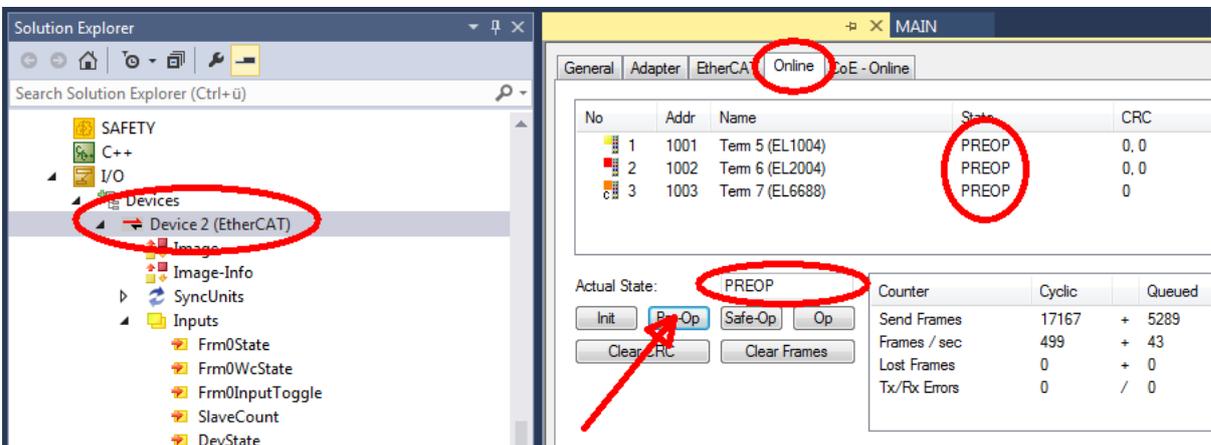
Abb. 194: Firmware Update

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 ≥ 1 ms schalten (default sind im ConfigMode 4 ms). Ein FW-Update während Echtzeitbetrieb ist nicht zu empfehlen.

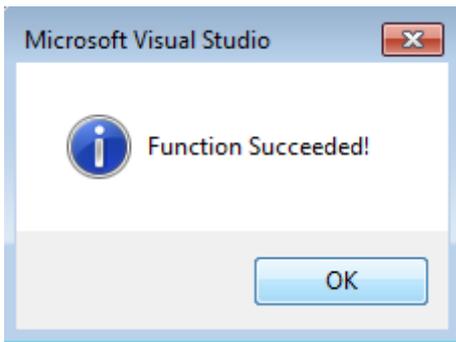


- EtherCAT-Master in PreOP schalten



- 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.

6.3.4 FPGA-Firmware *.rbf

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

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

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

Versionsbestimmung mit dem TwinCAT 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.

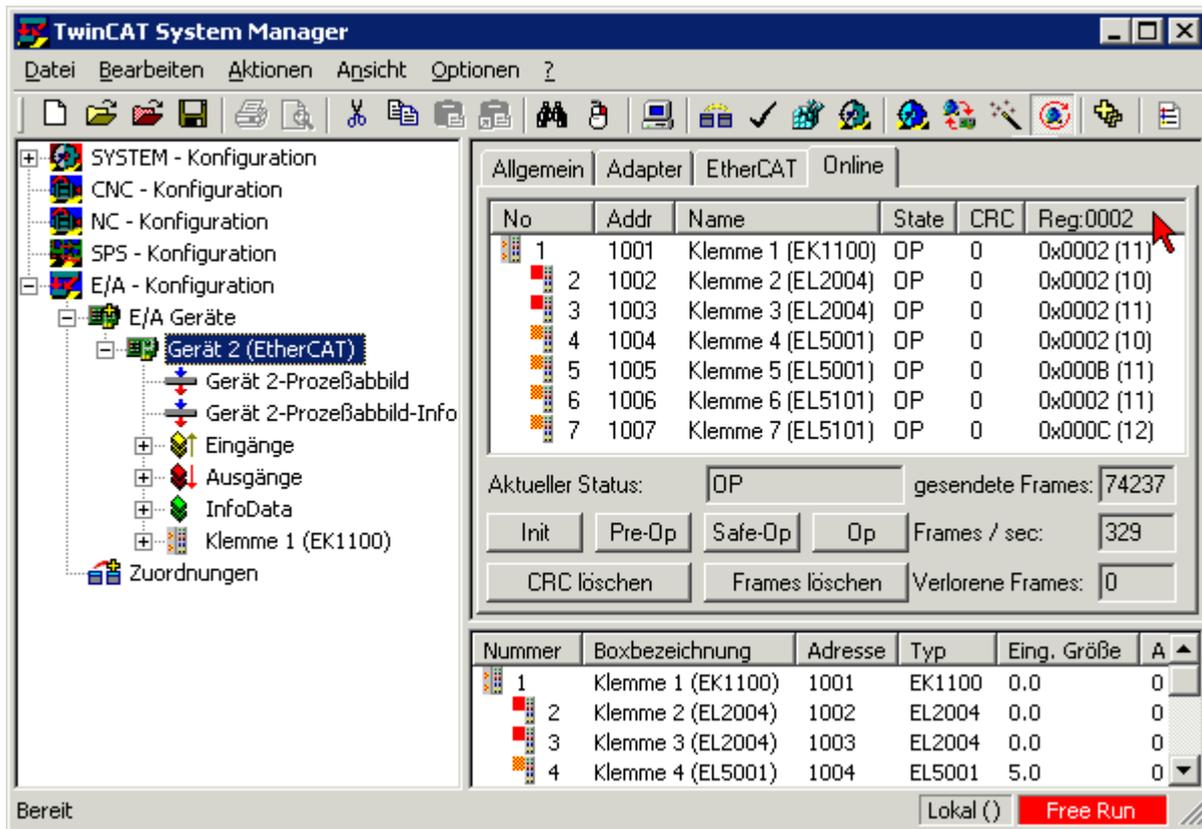
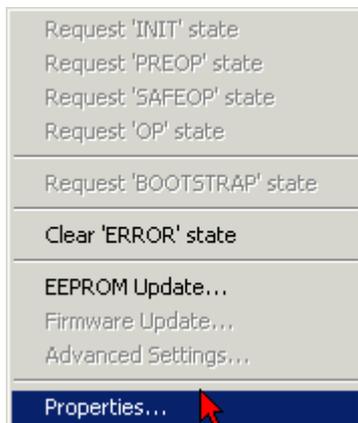


Abb. 195: Versionsbestimmung FPGA-Firmware

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. 196: 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.

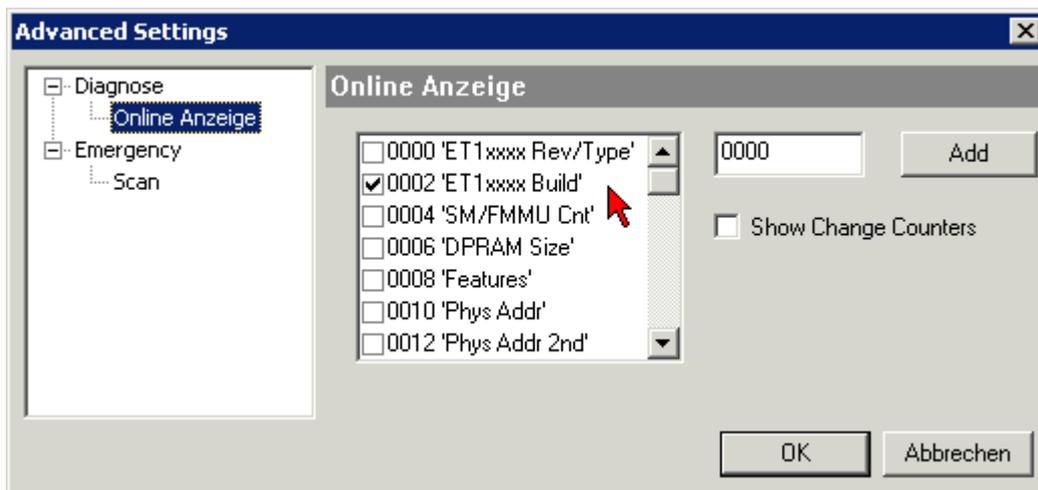


Abb. 197: Dialog *Advanced settings*

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.

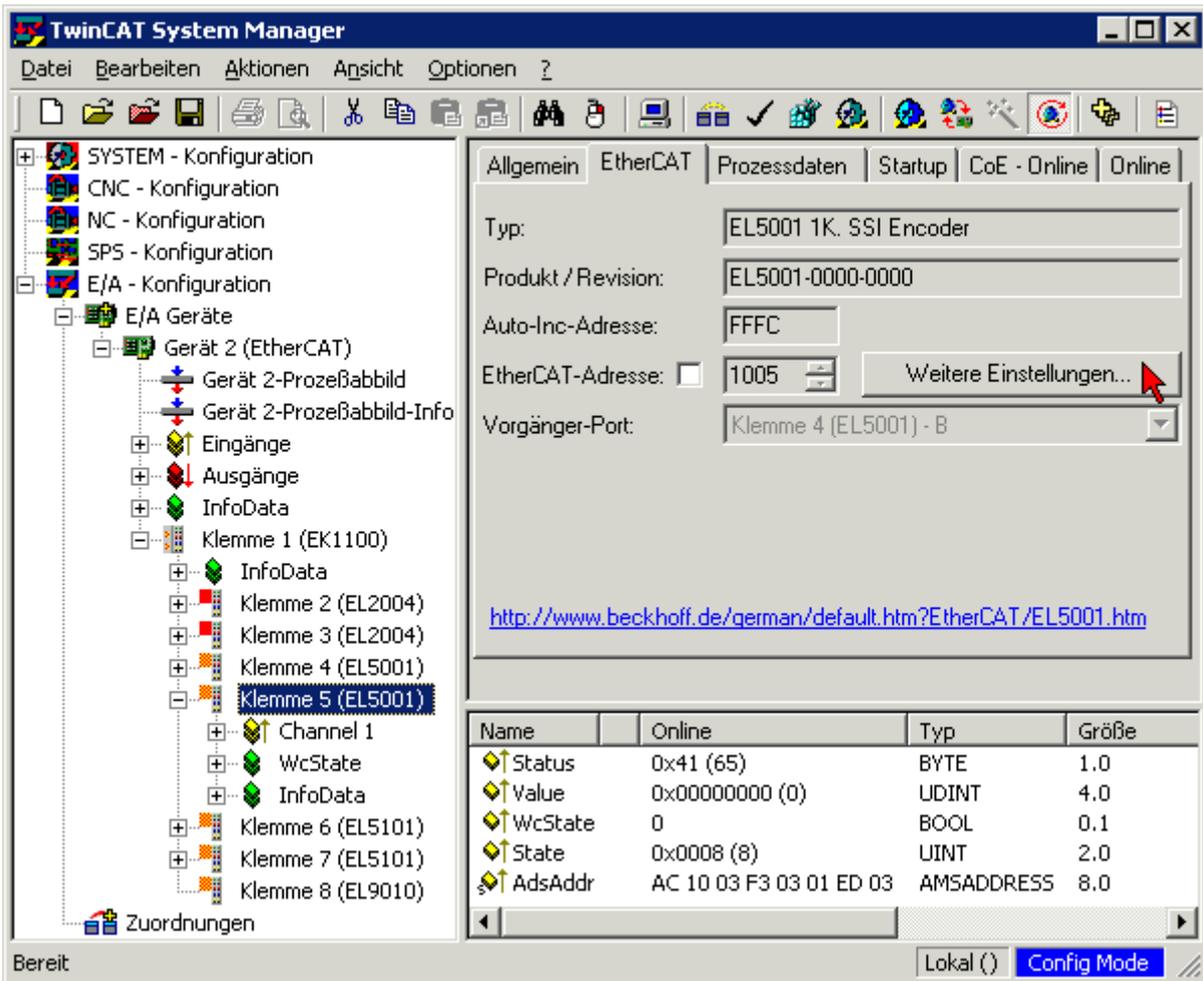
Ältere Firmware-Stände können nur vom Hersteller aktualisiert werden!

Update eines EtherCAT-Geräts

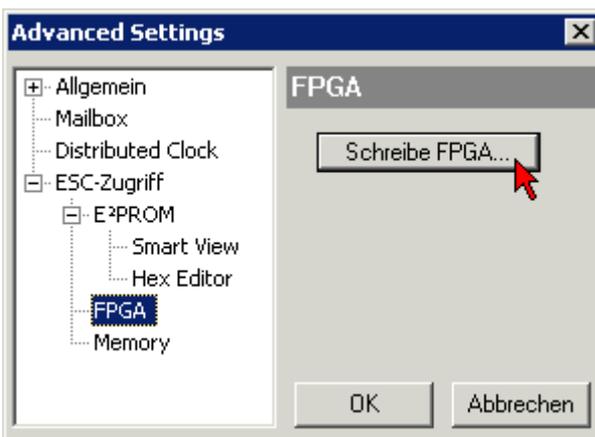
Es ist folgender Ablauf einzuhalten, wenn keine anderen Angaben z. B. durch den Beckhoff Support vorliegen:

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

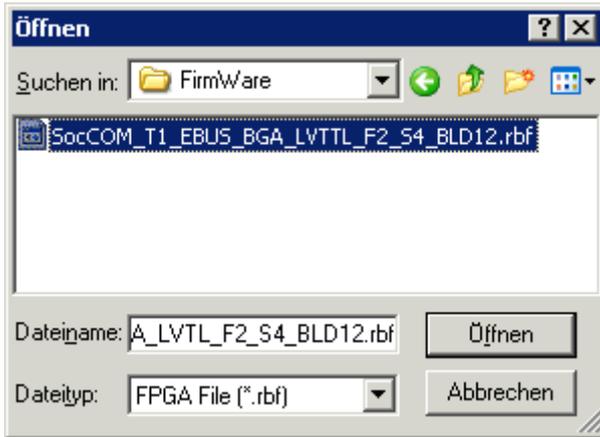
- Wählen Sie im TwinCAT System Manager die Klemme an, deren FPGA-Firmware Sie aktualisieren möchten (im Beispiel: Klemme 5: EL5001) und klicken Sie auf dem Karteireiter *EtherCAT* auf die Schaltfläche *Weitere Einstellungen*:



- Im folgenden Dialog *Advanced Settings* klicken Sie im Menüpunkt *ESC-Zugriff/E²PROM/FPGA* auf die Schaltfläche *Schreibe FPGA*:



- Wählen Sie die Datei (*.rbf) mit der neuen FPGA-Firmware aus und übertragen Sie diese zum EtherCAT-Gerät:



- Abwarten bis zum Ende des Downloads
- Slave kurz stromlos schalten (nicht unter Spannung ziehen!). Um die neue FPGA-Firmware zu aktivieren ist ein Neustart (Aus- und Wiedereinschalten der Spannungsversorgung) des EtherCAT-Geräts erforderlich
- Kontrolle des neuen FPGA-Standes

HINWEIS

Beschädigung des Gerätes möglich!

Das Herunterladen der Firmware auf ein EtherCAT-Gerät dürfen Sie auf keinen Fall unterbrechen! Wenn Sie diesen Vorgang abbrechen, dabei die Versorgungsspannung ausschalten oder die Ethernet-Verbindung unterbrechen, kann das EtherCAT-Gerät nur vom Hersteller wieder in Betrieb genommen werden!

6.3.5 Gleichzeitiges Update mehrerer EtherCAT-Geräte

Die Firmware von mehreren Geräten kann gleichzeitig aktualisiert werden, ebenso wie die ESI-Beschreibung. Voraussetzung hierfür ist, dass für diese Geräte die gleiche Firmware-Datei/ESI gilt.

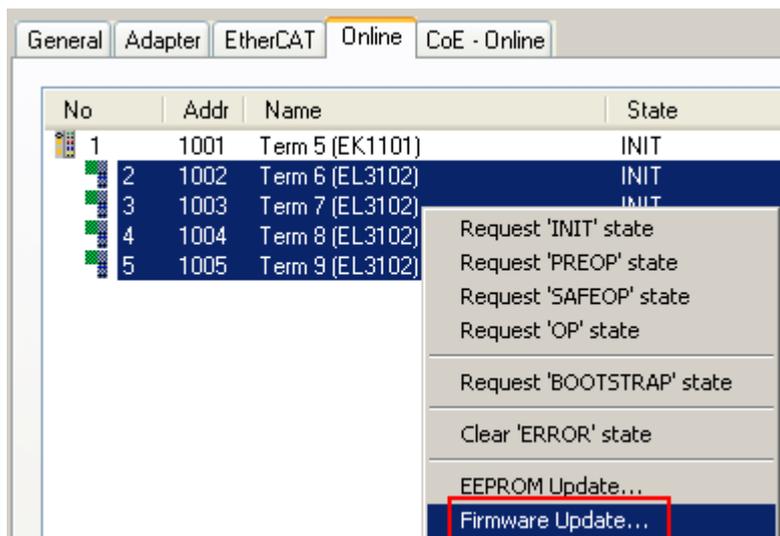


Abb. 198: Mehrfache Selektion und FW-Update

Wählen Sie dazu die betreffenden Slaves aus und führen Sie das Firmware-Update im BOOTSTRAP Modus wie o. a. aus.

6.4 Wiederherstellen des Auslieferungszustandes

Um bei EtherCAT-Geräten („Slaves“) den Auslieferungszustand (Werkseinstellungen) der CoE-Objekte (Objektverzeichnis) wiederherzustellen, kann per EtherCAT-Master (z. B. TwinCAT) das CoE-Objekt *Restore default parameters*, Subindex 001 verwendet werden (s. Abb. *Auswahl des PDO, Restore default parameters*)

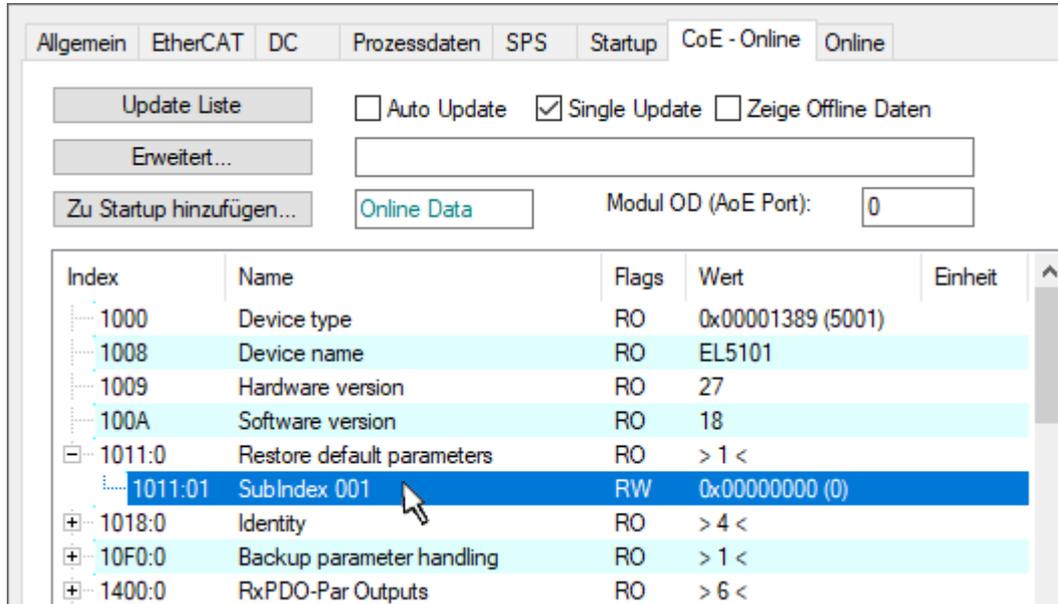


Abb. 199: Auswahl des PDO *Restore default parameters*

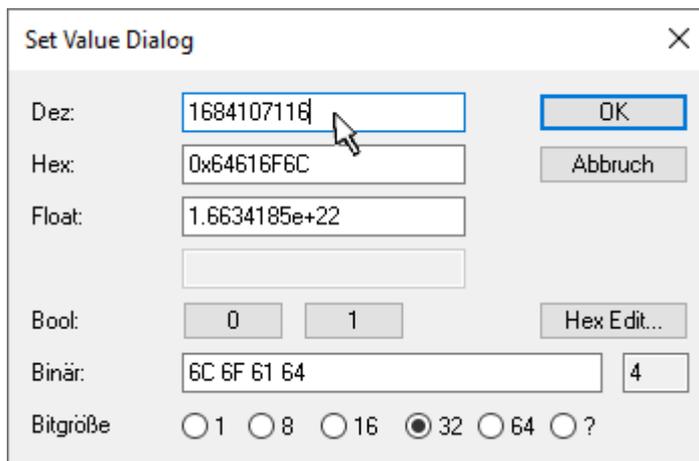


Abb. 200: Eingabe des Restore-Wertes im Set Value Dialog

Durch Doppelklick auf *SubIndex 001* gelangen Sie in den Set Value -Dialog. Tragen Sie im Feld *Dec* den Reset-Wert **1684107116** oder alternativ im Feld *Hex* den Wert **0x64616F6C** ein (ASCII: „load“) und bestätigen Sie mit OK (Abb. *Eingabe des Restore-Wertes im Set Value Dialog*).

- Alle veränderbaren CoE-Einträge werden auf die Default-Werte zurückgesetzt.
Ausnahme: per Schreibschutzpasswort geschützte Objekte
- Je nach Umfang des Objektverzeichnis kann dieser Vorgang von einigen ms bis zu > 1 Sekunde dauern.
- Die Werte können nur erfolgreich zurückgesetzt werden, wenn der Reset auf das Online-CoE, d. h. auf dem Slave direkt angewendet wird. Im Offline-CoE können keine Werte verändert werden.
- TwinCAT muss dazu im Zustand RUN oder CONFIG/Freerun befinden, d. h. EtherCAT Datenaustausch findet statt. Auf fehlerfreie EtherCAT-Übertragung ist zu achten.
- Es findet keine gesonderte Bestätigung durch den Reset statt. Zur Kontrolle kann zuvor ein veränderbares Objekt umgestellt werden.

- Dieser Reset-Vorgang kann auch als erster Eintrag in die StartUp-Liste des Slaves mit aufgenommen werden, z. B. im Statusübergang PREOP->SAFEOP oder, wie in Abb. *CoE-Reset als StartUp-Eintrag*, bei SAFEOP->OP

Alle Backup-Objekte werden so in den Auslieferungszustand zurückgesetzt.

i Alternativer Restore-Wert

Bei einigen Klemmen älterer Bauart (FW Erstellung ca. vor 2007) lassen sich die Backup-Objekte mit einem alternativen Restore-Wert umstellen: Dezimalwert: 1819238756, Hexadezimalwert: 0x6C6F6164.

Eine falsche Eingabe des Restore-Wertes zeigt keine Wirkung!

6.5 Support und Service

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

Beckhoff Niederlassungen und Vertretungen

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

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

Dort finden Sie auch weitere Dokumentationen zu Beckhoff Komponenten.

Support

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

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

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

Service

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

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

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

Unternehmenszentrale Deutschland

Beckhoff Automation GmbH & Co. KG

Hülshorstweg 20
33415 Verl
Deutschland

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

Trademark statements

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

Third-party trademark statements

DeviceNet and EtherNet/IP are trademarks of ODVA, Inc.

DSP System Toolbox, Embedded Coder, MATLAB, MATLAB Coder, MATLAB Compiler, MathWorks, Predictive Maintenance Toolbox, Simscape, Simscape™ Multibody™, Simulink, Simulink Coder, Stateflow and ThingSpeak are registered trademarks of The MathWorks, Inc.

Microsoft, Microsoft Azure, Microsoft Edge, PowerShell, Visual Studio, Windows and Xbox are trademarks of the Microsoft group of companies.

Mehr Informationen:
www.beckhoff.com/EL4xxx

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

