

Dokumentation | DE

EL2596, EL2596-0010

Einkanalige LED-Ansteuerungsklemmen



EtherCAT®

Inhaltsverzeichnis

1	Vorwort	7
1.1	Hinweise zur Dokumentation	7
1.2	Wegweiser durch die Dokumentation	8
1.3	Sicherheitshinweise	9
1.4	Ausgabestände der Dokumentation	10
1.5	Versionsidentifikation von EtherCAT-Geräten	11
1.5.1	Allgemeine Hinweise zur Kennzeichnung	11
1.5.2	Versionsidentifikation von EL-Klemmen	11
1.5.3	Beckhoff Identification Code (BIC)	12
1.5.4	Elektronischer Zugriff auf den BIC (eBIC)	14
2	Produktübersicht	17
2.1	Einführung	17
2.2	Technische Daten	18
2.3	LEDs und Anschlussbelegung	20
2.3.1	EL2596	20
2.3.2	EL2596-0010	22
2.4	Grundlagen der LED-Technologie	24
2.4.1	Definition	24
2.4.2	Aufbau	25
2.4.3	Kennwerte	26
2.4.4	Kennlinie	27
2.4.5	Ansteuerung	28
2.4.6	Betriebsarten	29
2.4.7	Zusammenschalten mehrerer LEDs	32
2.4.8	Farben	32
2.4.9	Typische Bauformen von mehrfarbigen LEDs	34
2.4.10	Temperatur und Alterung	36
2.5	Start	37
2.6	Ähnliche Produkte	37
3	Grundlagen der Kommunikation	38
3.1	EtherCAT-Grundlagen	38
3.2	EtherCAT-Verkabelung - Drahtgebunden	38
3.3	Allgemeine Hinweise zur Watchdog-Einstellung	40
3.4	EtherCAT State Machine	41
3.5	CoE-Interface	43
3.6	Distributed Clock	48
4	Montage und Verdrahtung	49
4.1	Hinweise zum ESD-Schutz	49
4.2	Tragschienenmontage	50
4.3	Vorgeschriebene Einbaulage	53
4.4	Positionierung von passiven Klemmen	54
4.5	Anschluss	55
4.5.1	Anschlusstechnik	55

4.5.2	Verdrahtung	57
4.5.3	Schirmung	58
4.6	Hinweis zur Spannungsversorgung	59
4.7	Entsorgung	60
5	Inbetriebnahme	61
5.1	TwinCAT Grundlagen	61
5.1.1	TwinCAT Entwicklungsumgebung	61
5.1.2	TwinCAT Quickstart	101
5.2	Schnellstart	128
5.2.1	Hinweise für die Inbetriebnahme	128
5.2.2	Inbetriebnahme	132
5.3	Einstellen der Betriebsmodi	134
5.3.1	Current control	135
5.3.2	Current control timestamp pulse	140
5.3.3	Current control trigger pulse	143
5.3.4	Current control PLC pulse	148
5.3.5	Current control PWM	151
5.3.6	Voltage Control	157
5.3.7	Voltage Control PWM	160
5.3.8	Current Sink PWM	163
5.4	Bestimmung der Ausgangsparameter	168
5.5	Automatische Ermittlung der Ausgangsspannung und Ausgabe der Kennlinie	170
5.5.1	Speichern der Ausgangsspannung im Betrieb	170
5.5.2	Speichern der Ausgangsspannung temporär oder im EEPROM	173
5.5.3	Speicherung der Kennlinie der LED als CSV Datei	175
5.5.4	Speicherung der Kennlinie der LED als HTML Plot	179
5.6	Verwendung des Trigger-Eingangs	183
5.6.1	Trigger input	183
5.6.2	Hardware enable	183
5.7	Verwendung des Trigger-Ausgangs	185
5.7.1	Anschluss an den Trigger-Ausgang	185
5.7.2	Inbetriebnahme des Trigger-Ausgangs	185
5.7.3	Verwendung des Trigger-Ausgangs mit dem Trigger-Eingang	188
5.8	Betrieb einer mehrfarbigen Common Anode LED	195
5.8.1	Spannungsgeregelter Modus	196
5.8.2	Stromgeregelter Modus	198
5.9	Prozessdaten	199
5.9.1	Prozessdatenübersicht	199
5.9.2	Prozessdatenvorauswahl	201
5.9.3	Erläuterung der Prozessdaten	203
5.10	EL2596-xxxx spezifische Diagnose	209
5.10.1	Diagnose mit den Info Daten	209
5.10.2	Diagnose im CoE	210
5.10.3	Diagnose - Grundlagen zu Diag Messages	211
5.11	Objektbeschreibung und Parametrierung	221
5.11.1	Profilspezifische Objekte	221

5.11.2	Standardobjekte	228
5.12	Beispielprogramme	234
5.12.1	Beispielprogramm 1 - Kurzschlusserkennung (Stromgeregelt).....	235
5.12.2	Beispielprogramm 2 - Kurzschlusserkennung (Spannungsgeregelt).....	240
5.12.3	Beispielprogramm 3 - Kombination von Ein- und Ausgangstrigger.....	244
5.13	Allgemeine Inbetriebnahmehinweise für einen EtherCAT-Slave	247
6	Anhang	255
6.1	Firmware Update EL/ES/ELM/EM/EP/EPP/ERPxxxx	255
6.1.1	Gerätebeschreibung ESI-File/XML	256
6.1.2	Erläuterungen zur Firmware.....	259
6.1.3	Update Controller-Firmware *.efw	260
6.1.4	FPGA-Firmware *.rbf.....	262
6.1.5	Gleichzeitiges Update mehrerer EtherCAT-Geräte.....	266
6.2	Firmware Kompatibilität.....	267
6.3	Wiederherstellen des Auslieferungszustandes	267
6.4	Support und Service.....	270

1 Vorwort

1.1 Hinweise zur Dokumentation

Zielgruppe

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

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

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

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

Disclaimer

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

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

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

Marken

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



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.

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

Fremdmarken

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

1.2 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
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

1.3 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.

1.4 Ausgabestände der Dokumentation

Version	Kommentar
1.4.0	<ul style="list-style-type: none">• Update Kapitel „Inbetriebnahme“• Update Revisionsstand• Update Struktur
1.3	<ul style="list-style-type: none">• Update Kapitel „Vorwort“• Update Struktur
1.2	<ul style="list-style-type: none">• Update Kapitel „Technische Daten“• Update Kapitel „Montage und Verdrahtung“• Update der Kapitel „Hinweise für die Inbetriebnahme“, „Current control“ und „Bestimmung der Ausgangsparameter“• Update Revisionsstand• Update Struktur
1.1	<ul style="list-style-type: none">• Ergänzungen, EL2596-0010
1.0	<ul style="list-style-type: none">• Erste Veröffentlichung
0.2 - 0.9	<ul style="list-style-type: none">• Ergänzungen, Korrekturen
0.1	<ul style="list-style-type: none">• vorläufige Dokumentation für EL2596-xxxx

1.5 Versionsidentifikation von EtherCAT-Geräten

1.5.1 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.

1.5.2 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

1.5.3 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.

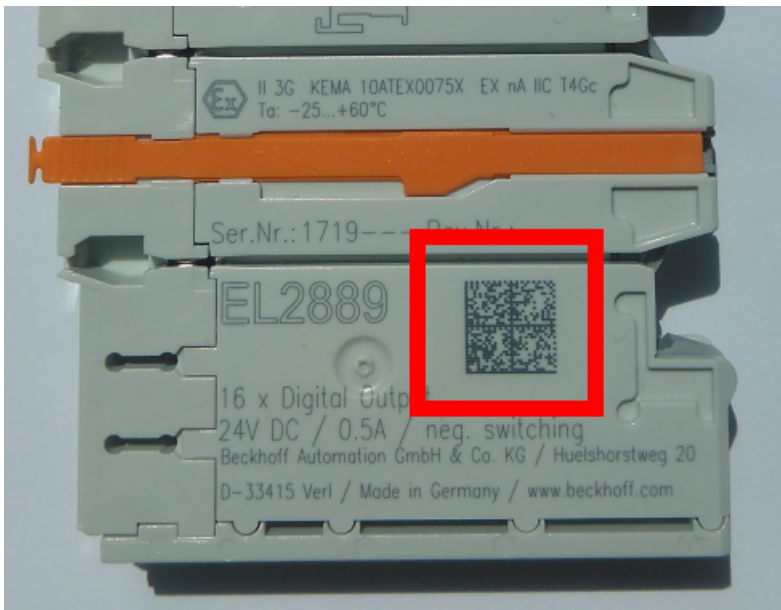


Abb. 2: BIC als Data Matrix Code (DMC, Code-Schema ECC200)

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:

1P072222SBTNk4p562d7**1KEL1809** **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.

1.5.4 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.

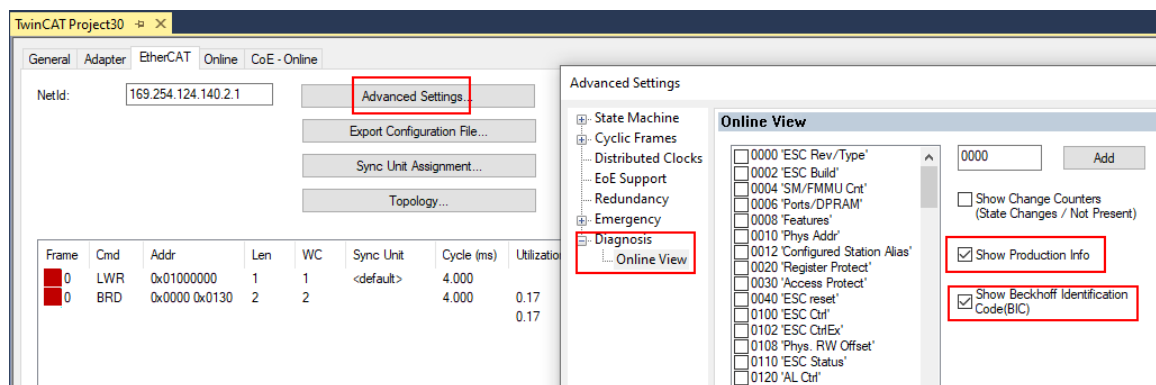
EtherCAT-Geräte (IP20, IP67)

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	0x170bf277e

- 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 herstellereigene 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 Produktübersicht

2.1 Einführung

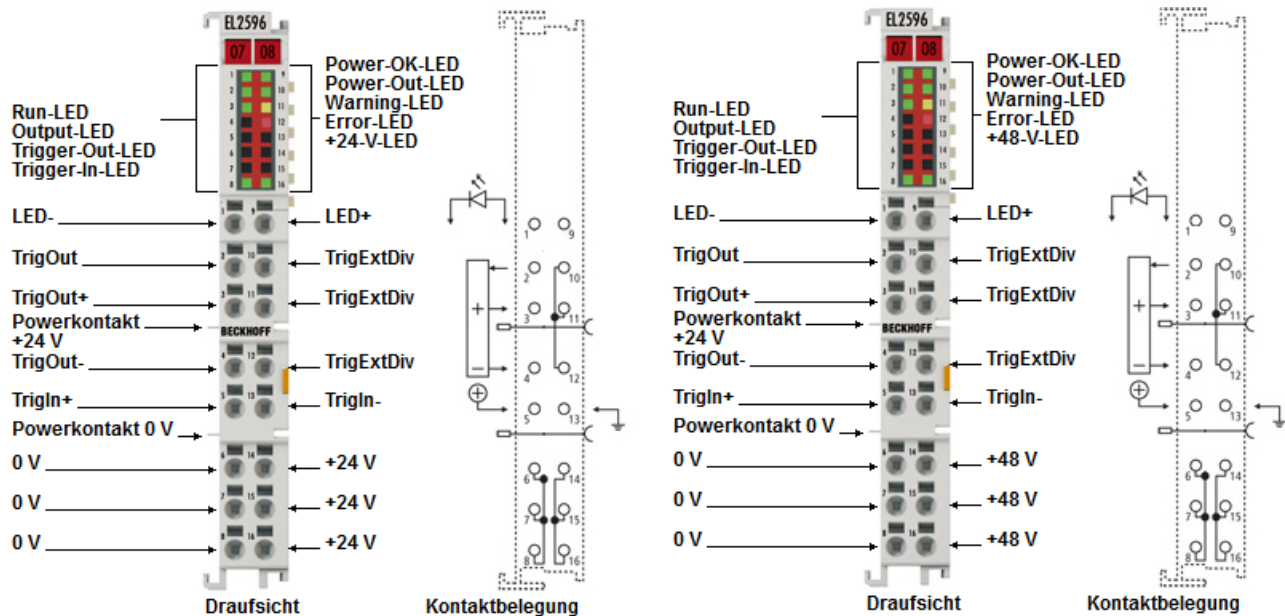


Abb. 4: Einkanalige LED-Ansteuerungsklemmen EL2596 (24 V), EL2596-0010 (48 V)

Einkanalige LED-Ansteuerungsklemmen (LED strobe controller)

Die EtherCAT-Klemme EL2596-xxxx enthält eine einstellbare Versorgungsquelle für LEDs und ist zur Ansteuerung von einer oder mehreren LEDs in Reihenschaltung im Dauerlicht- oder Pulsbetrieb konzipiert. Der Anwender gibt den gewünschten Sollstrom vor. Das integrierte Netzteil stellt dann in Abhängigkeit von den angeschlossenen LEDs die dazu nötige Vorwärtsspannung bereit. Dazu verfügt die EL2596-xxxx über ein StepDown-Netzteil, das die gewünschte Ausgangsspannung bereitstellt. Es können LEDs mit einer Vorwärtsspannung bis knapp unter der EL2596-Eingangsspannung betrieben werden. Die hochwertige und schnelle Strom- und Spannungsregelung ermöglicht auch eine konstante Beleuchtung von Zeilenkameras.

Der Strom kann für Kurzzeitbeleuchtung schnell geschaltet werden, sodass auch kürzeste Lichtblitze möglich sind. Der Blitzzeitpunkt kann, wie bei der EL2252, durch Timestamp über Distributed-Clock vorgegeben werden. Auch der Betrieb der LED mit kurzzeitig überhöhtem Strom, sogenanntes „Überblitzen“, ist dann möglich, solange die Ausgabespannung unter der Versorgungsspannung bleibt.

Die EL2596-xxxx verfügen über umfangreiche Trigger-Möglichkeiten. Trigger-Eingang und -Ausgang sind gleichzeitig nutzbar:

- Trigger-Ausgang, um Kameras auszulösen
- Trigger-Eingang (parametrierbar), um selbst von einer Kamera oder einem Sensor ausgelöst zu werden

Die Integration des LED-Controllers EL2596-xxxx in das EtherCAT System erlaubt

- die Einzelblitzkontrolle aus der Steuerung in Bezug auf Start und Ende jedes einzelnen Lichtblitzes bis in den kHz Bereich
- die Veränderung von Strom/Spannungsparametern während des Betriebs
- die intensive Diagnose von Klemme und LED wie Eingangsstrom/-spannung, Ausgangsstrom/-spannung und Klemmentemperatur: wenn ein parametrierbarer Lastkorridor, z. B. durch Lastfehler, verlassen wird, schaltet sich die Klemme zum Schutz der Last nach einer Warnung rückstellbar ab.

Für den Betrieb der 48 V-Variante EL2596-0010 ist ein Lüftermodul ZB8610 zwingend erforderlich, damit die Klemme die zulässige Innentemperatur nicht überschreitet.

Quick-Links

- [Technische Daten \[► 18\]](#)
- [Prozessdaten \[► 199\]](#)
- [EtherCAT Funktionsgrundlagen](#)
- [Inbetriebnahme \[► 132\]](#)
- [Objektbeschreibung und Parametrierung \[► 221\]](#)

2.2 Technische Daten

Gerätfunktionen	EL2596	EL2596-0010
Anwendungsempfehlung	Standardklemme für die Vision-Applikation an Beleuchtungen bis 24 V _{DC}	Standardklemme für die Vision-Applikation an Beleuchtungen bis 48 V _{DC}
Anschlusstechnik	2-Leiter	
Anzahl Ausgänge	1	
Eingangsspannung U _{IN}	24 V _{DC} (-15 %/+20 %) Ausschließlich geregeltes Netzteil für die Versorgung einsetzen	48 V _{DC} (-15 %/+20 %) Ausschließlich geregeltes Netzteil für die Versorgung einsetzen
Lastart	LED (ohmsch), potentialfrei	
Besondere Eigenschaften	Betriebsmodi: Konstantspannung, Konstantstrom, PWM, umfangreiche Echtzeit-Diagnose, Anschlussmöglichkeit Spannungsteiler TriggerOut, LED-Dauerbetrieb möglich, Betrieb einer mehrfarbigen Common Anode LED	

LED Ausgang	EL2596	EL2596-0010
Ausgangsspannung U _{OUT}	Dauerlichtbetrieb : 0 ... (U _{IN} - 0,5 V) Pulsbetrieb (0 ... 2 A): 0 ... (U _{IN} - 2 V) Pulsbetrieb (3 A*): 0 ... (U _{IN} - 3 V) *lineares Verhalten der maximalen Ausgangsspannung zwischen 2 A und 3 A	
Ausgangsstrom I _{OUT}	Dauerlichtbetrieb: 0 mA ... 1,2 A Pulsbetrieb: 0 mA ... 3 A (abhängig von Ausgangsspannung und Duty Cycle) Bei EL2596-0010 nur bei Betrieb mit Lüftermodul ZB8610.	
Ausgangsleistung P _{OUT}	max. 14,4 W	
Genauigkeit der Regelung des Ausgangsstrom I _{OUT}	< ±3 mA im Current Control und Current Control PWM Modus entspricht < ±0,1 % vom Ausgabeendwert (AEW) 3 A	
Pulsdauer am LED-Ausgang	> 25 µs .. 10 s (geringere Werte auf Anfrage)	
Schaltzeiten	T _{ON} : < 1 µs typ., T _{OFF} : < 1 µs typ.	

Trigger-Eingang (von Kamera)	EL2596	EL2596-0010
Anzahl	1	
Typ	galvanisch getrennt, 3 mA typ., 0 ... 30 V _{DC} , Empfindlichkeit Trigger-Level im CoE schaltbar: High = 10 V, Low = 5 V (ab HW02: 4 V)	
Maximale Eingangsfrequenz am Trigger-Eingang	20 kHz	
EingangsfILTER des Trigger-Eingangs	5 µs	
Blindzeit des Trigger-Eingangs	0 µs (< FW04) bzw. 20 µs ... 65535 µs (ab FW04)	

Trigger-Ausgang (zur Kamera)	EL2596	EL2596-0010
Anzahl	1	
Typ	galvanisch getrennt, max. 10 mA Push-pull, 10 ... 24 V _{DC} (Spannung per extern anschließbarem Spannungsteiler [► 185] veränderbar)	
Pulsdauer am Trigger-Ausgang	25 µs...10 s	
Pulsverzögerung in Bezug auf den Trigger-Eingang	2 µs...10 s	

Versorgung und Potentiale	EL2596	EL2596-0010
Spannungsversorgung für Elektronik	über den E-Bus	
Stromaufnahme E-Bus	240 mA typ.	265 mA typ.
Potenzialtrennung	500 V (E-Bus/Feldspannung)	
Stromaufnahme Powerkontakte	- (Powerkontakte werden nur durchgereicht)	

Kommunikation	EL2596	EL2596-0010
Konfiguration	über TwinCAT System Manager	
Distributed-Clocks	ja	
Genauigkeit Distributed Clocks	<< 1 µs	
Min. Zykluszeit im Distributed Clocks Modus	200 µs	

Umgebungsbedingungen	EL2596	EL2596-0010
zulässiger Umgebungstemperaturbereich im Betrieb	0°C ... + 55°C	
zulässiger Umgebungstemperaturbereich bei Lagerung	-25°C ... + 85°C	
zulässige relative Luftfeuchtigkeit	95 %, keine Betauung	

Allgemeine Daten	EL2596	EL2596-0010
Abmessungen (B x H x T)	ca. 15 mm x 100 mm x 70 mm (Breite angereicht: 12 mm)	
Gewicht	ca. 57 g	
Montage	auf 35 mm Tragschiene nach EN 60715	
Einbaulage	siehe Vorgeschriebene Einbaulage [► 53]	

Normen und Zulassungen	EL2596	EL2596-0010
Vibrations- / Schockfestigkeit	gemäß EN 60068-2-6 / EN 60068-2-27	
EMV-Festigkeit / Aussendung	gemäß EN 61000-6-2 / EN 61000-6-4	
Schutzart	IP20	
Zulassungen / Kennzeichnungen ^{*)}	CE, EAC, UKCA	

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

2.3 LEDs und Anschlussbelegung

2.3.1 EL2596

EL2596 - Anschlussbelegung

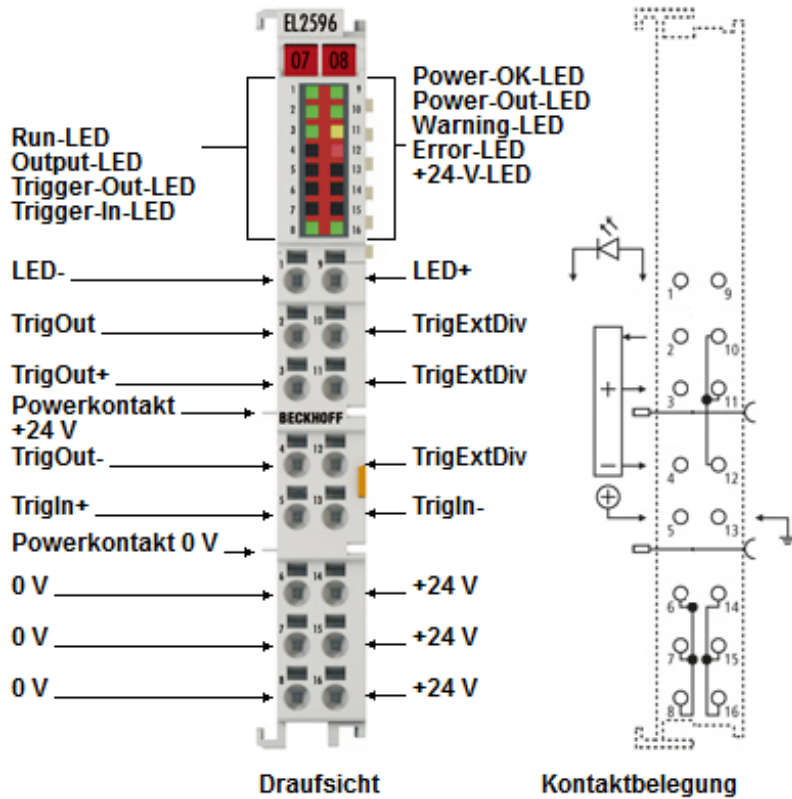


Abb. 5: EL2596 - Anschlussbelegung

Klemmstelle	Nr.	Kommentar
LED-	1	Ausgang- für die LED
TrigOut	2	Trigger-Ausgangssignal
TrigOut+	3	Anschluss für die Spannungsversorgung+ für den Trigger-Ausgang
TrigOut-	4	Anschluss für die Spannungsversorgung- für den Trigger-Ausgang
TrigIn+	5	Trigger-Eingang+
0 V	6	0 V Eingangsspannung (keine Versorgung über Powerkontakte)
0 V	7	0 V Eingangsspannung (keine Versorgung über Powerkontakte)
0 V	8	0 V Eingangsspannung (keine Versorgung über Powerkontakte)
LED+	9	Ausgang+ für die LED
TrigExtDiv	10	Anschlussmöglichkeit für einen Spannungsteiler zur Einstellung der Ausgangsspannung für den Trigger-Ausgang
TrigExtDiv	11	Anschlussmöglichkeit für einen Spannungsteiler zur Einstellung der Ausgangsspannung für den Trigger-Ausgang
TrigExtDiv	12	Anschlussmöglichkeit für einen Spannungsteiler zur Einstellung der Ausgangsspannung für den Trigger-Ausgang
TrigIn-	13	Trigger-Eingang -
+24 V	14	24 V Eingangsspannung (keine Versorgung über Powerkontakte)
+24 V	15	24 V Eingangsspannung (keine Versorgung über Powerkontakte)
+24 V	16	24 V Eingangsspannung (keine Versorgung über Powerkontakte)

EL2596 - LEDs

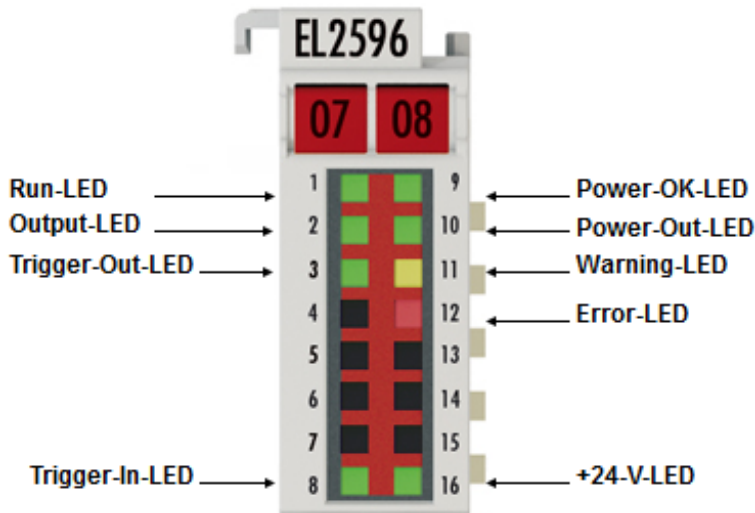


Abb. 6: EL2596 - LEDs

LED	Farbe	Bedeutung	
RUN	grün	Diese LED gibt den Betriebszustand der Klemme wieder:	
		aus	Zustand der EtherCAT State Machine: 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 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 der Klemme
OUTPUT	grün	Der LED-Ausgang ist aktiv.	
TRIGGER OUT	grün	Der Trigger-Ausgang ist aktiv.	
TRIGGER IN	grün	Der Trigger-Eingang ist verdrahtet und aktiv.	
POWER OK	grün	Die Eingangsspannung ist innerhalb des konfigurierten Bereichs.	
POWER OUT	grün	Die Schaltung für die Ansteuerung der LEDs ist betriebsbereit.	
WARNING	gelb	aus	keine Mängel
		an	<ul style="list-style-type: none"> Eingangsspannung außerhalb des konfigurierten Bereichs Ausgangsspannung außerhalb des konfigurierten Bereichs Innentemperatur von 80°C Temperatur überschritten ...
ERROR	rot	aus	keine Mängel
		an	<ul style="list-style-type: none"> Konfigurationsfehler, z. B.: keine Eingangsspannung angeschlossen Innentemperatur von 100°C Temperatur überschritten Kurzschluss ...
+24 V	grün	Eingangsspannung > 10 V liegt elektrisch an, ohne weitere Diagnose	

2.3.2 EL2596-0010

EL2596-0010 - Anschlussbelegung

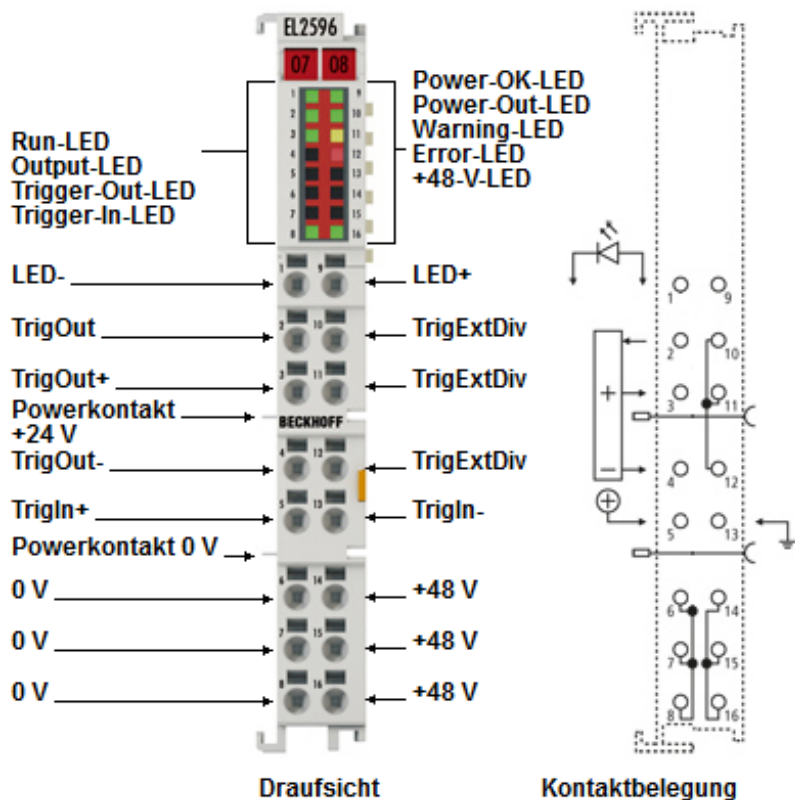


Abb. 7: EL2596-0010 - Anschlussbelegung

Klemmstelle	Nr.	Kommentar
LED-	1	Ausgang- für die LED
TrigOut	2	Trigger-Ausgangssignal
TrigOut+	3	Anschluss für die Spannungsversorgung+ für den Trigger-Ausgang
TrigOut-	4	Anschluss für die Spannungsversorgung- für den Trigger-Ausgang
TrigIn+	5	Trigger-Eingang +
0 V	6	0 V Eingangsspannung (keine Versorgung über Powerkontakte)
0 V	7	0 V Eingangsspannung (keine Versorgung über Powerkontakte)
0 V	8	0 V Eingangsspannung (keine Versorgung über Powerkontakte)
LED+	9	Ausgang+ für die LED
TrigExtDiv	10	Anschlussmöglichkeit für einen Spannungsteiler zur Einstellung der Ausgangsspannung für den Trigger-Ausgang
TrigExtDiv	11	Anschlussmöglichkeit für einen Spannungsteiler zur Einstellung der Ausgangsspannung für den Trigger-Ausgang
TrigExtDiv	12	Anschlussmöglichkeit für einen Spannungsteiler zur Einstellung der Ausgangsspannung für den Trigger-Ausgang
TrigIn-	13	Trigger-Eingang -
+48 V	14	48 V Eingangsspannung (keine Versorgung über Powerkontakte)
+48 V	15	48 V Eingangsspannung (keine Versorgung über Powerkontakte)
+48 V	16	48 V Eingangsspannung (keine Versorgung über Powerkontakte)

EL2596-0010 - LEDs

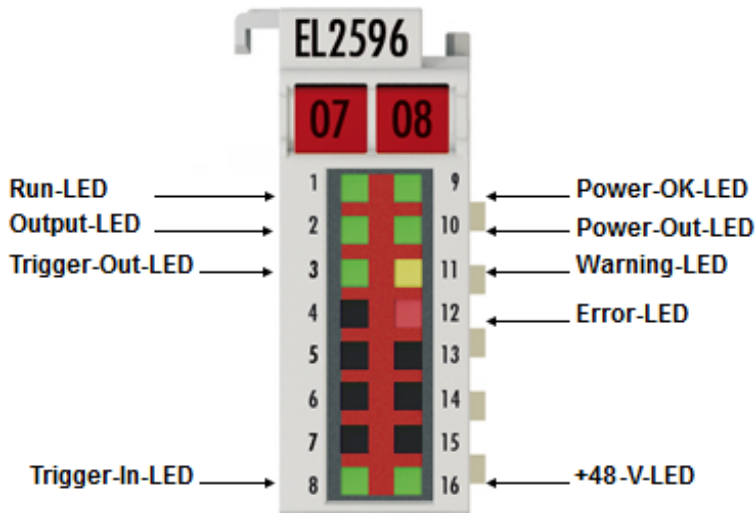


Abb. 8: EL2596-0010 - LEDs

LED	Farbe	Bedeutung	
RUN	grün	Diese LED gibt den Betriebszustand der Klemme wieder:	
		aus	Zustand der EtherCAT State Machine: 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 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 der Klemme
OUTPUT	grün	Der LED Ausgang ist aktiv.	
TRIGGER OUT	grün	Der Trigger-Ausgang ist aktiv.	
TRIGGER IN	grün	Der Trigger-Eingang ist verdrahtet und aktiv.	
POWER OK	grün	Die Eingangsspannung ist innerhalb des konfigurierten Bereichs.	
POWER OUT	grün	Die Schaltung für die Ansteuerung der LEDs ist betriebsbereit.	
WARNING	gelb	aus	keine Mängel
		an	<ul style="list-style-type: none"> Eingangsspannung außerhalb des konfigurierten Bereichs Ausgangsspannung außerhalb des konfigurierten Bereichs Innentemperatur von 80°C Temperatur überschritten ...
ERROR	rot	aus	keine Mängel
		an	<ul style="list-style-type: none"> Konfigurationsfehler, z. B.: keine Eingangsspannung angeschlossen Innentemperatur von 100°C Temperatur überschritten Kurzschluss ...
+48 V	grün	Eingangsspannung ist im vorgegebenen Bereich	

2.4 Grundlagen der LED-Technologie

Im Folgenden werden einige grundsätzliche Informationen zum Technologiebereich Leuchtdioden (LEDs) gegeben. Diese sind von allgemeiner Natur, prüfen Sie, inwieweit diese Hinweise auf Ihre Applikation zutreffen.

2.4.1 Definition

Eine LED (von engl. **L**ight **E**mitting **D**iode, Leuchtdiode) wandelt elektrische Energie in Licht um. Eine LED besteht aus einem Halbleiter-PN-Übergang. Wie bei einer klassischen Halbleiterdiode gibt es bei einer LED eine Sperr- und eine Durchlassrichtung. Bei Anlegen einer Spannung in Durchlassrichtung rekombinieren überschüssige Elektronen im Halbleiter mit den Elektronenlöchern. Die LED wird leitend und es wird Energie in Form von Licht abgegeben. Die Energie, und damit auch die Lichtfarbe, sind abhängig vom verwendeten Halbleitermaterial.

Das elektrische Schaltzeichen einer LED zeigt eine Diode mit zwei Pfeilen. Diese Pfeile symbolisieren das emittierte Licht.

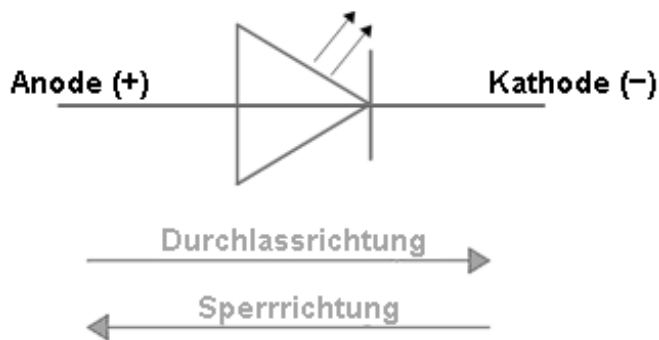


Abb. 9: Schaltzeichen einer LED

2.4.2 Aufbau

Einfache Standard-LEDs bestehen in der Regel aus einem LED-Chip, einem Reflektor mit Kontakt zur Kathode (-), einem Golddraht als Kontakt zur Anode (+) und einer Kunststoff-Linse.

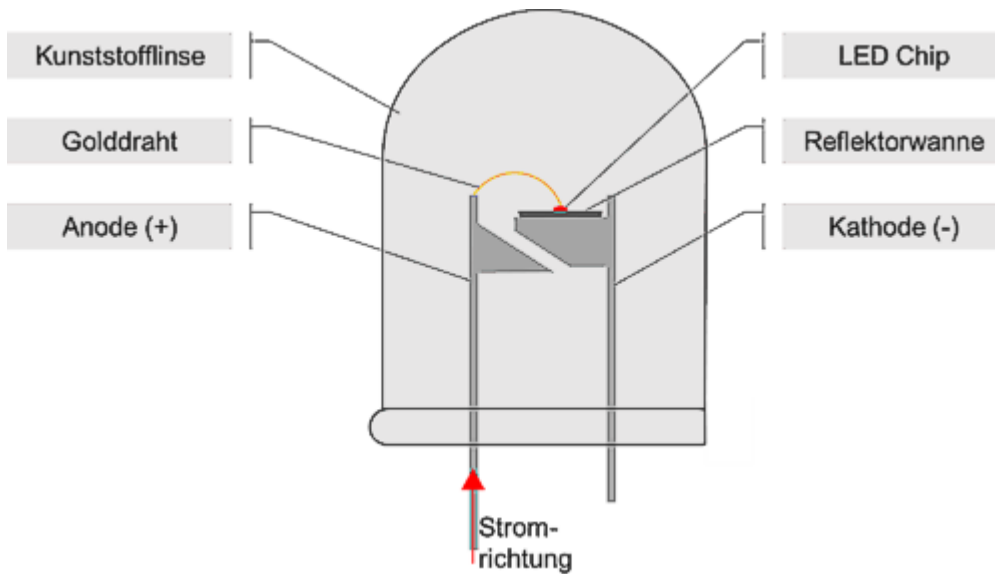


Abb. 10: Klassischer Aufbau einer einfarbigen LED

Der oben gezeigte Aufbau ist jedoch nur beispielhaft. Neben dem gezeigten Aufbau gibt es auch LEDs in beispielsweise Hochleistungsvarianten oder in SMD Ausführung.

Der LED-Chip besteht prinzipiell aus zwei Schichten. Die eine Schicht hat einen Elektronenüberschuss (n-Dotierung). Die zweite, p-dotierte Schicht, hat dagegen einen Mangel an Elektronen, es ist eine Überzahl an Elektronenlöchern vorhanden. Diese unterschiedliche Ladungsverteilung wird durch die gezielte Verunreinigung (Dotierung) des reinen Halbleitermaterials erreicht. Dabei werden andere Atome, wie z. B. Bor oder Silizium zu dem Halbleitermaterial gegeben. Die folgende Abbildung zeigt diesen vereinfachten Aufbau eines LED-Chips. Das emittierte Licht wird erst durch einen Reflektor oder eine Linse gerichtet.

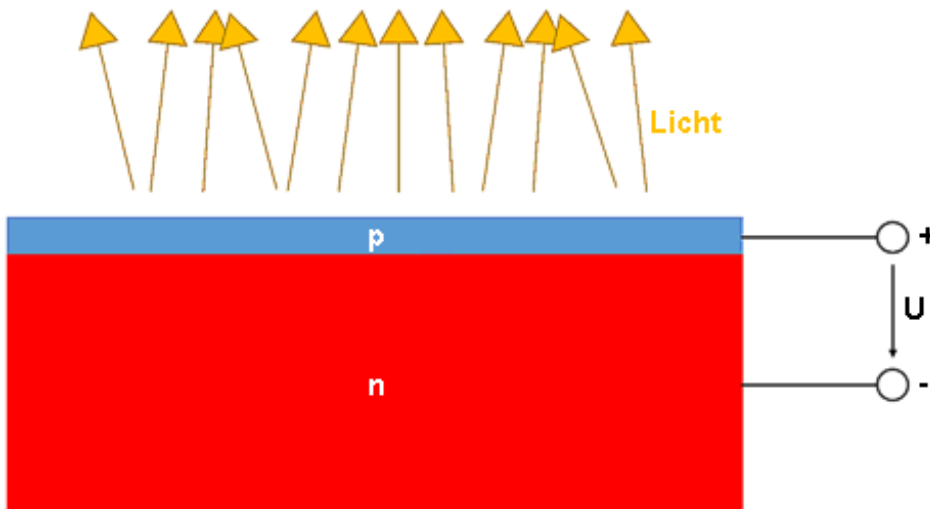


Abb. 11: Beispielhafter Aufbau eines LED Chips

2.4.3 Kennwerte

Vorwärtsstrom I_F [mA]

Der Vorwärtsstrom einer LED ist der Strom, der über die Leitungen der LED in Durchlassrichtung von der Anode (+) zur Kathode (-) fließt. Bei dem Maximalwert des Vorwärtsstroms kann noch unterschieden werden zwischen dem maximalen Vorwärtsstrom im Dauerlichtbetrieb oder im Impulsbetrieb. Der maximale Vorwärtsstrom ist im Impulsbetrieb in der Regel höher als im Dauerlichtbetrieb.

Nennstrom I_N [mA]

Wenn die LED mit einem Vorwärtsstrom in Höhe des Nennstroms betrieben wird, hat die LED ihre im Datenblatt spezifizierten Eigenschaften, wie z. B. die Nennhelligkeit. Bei einem Betrieb mit $I_F > I_N$ sinkt die Lebensdauer der LED, da das zu erhöhter Wärmeentwicklung führt. Übliche Nennströme für LEDs sind 20 mA, 350 mA und 1000 mA.

Durchlassspannung U_D [V]

Die Durchlassspannung gibt die Höhe der elektrischen Spannung an, die erforderlich ist, damit die LED leitend wird. Wenn die Durchlassspannung zwischen Anode (+) und Kathode (-) anliegt, fließt ein Strom in Durchlassrichtung durch die LED. Die Höhe der Durchlassspannung ist bei einer einzelnen LED abhängig vom Halbleitermaterial. Typische Werte für die Durchlassspannung verschiedener LEDs sind z. B. 1,6 V für rot und 2,6 V für blau emittierende LEDs (siehe [Farben](#) [▶ 32](#)).

Vorwärtsspannung U_F [V]

Die Vorwärtsspannung einer LED ist die Spannung, die in Durchlassrichtung zwischen der Anode (+) zur Kathode (-) anliegt. Die Vorwärtsspannung ist abhängig vom Vorwärtsstrom $U_F = f(I_F)$. Diese Abhängigkeit ist stark nichtlinear. Beispielhaft ist eine Beziehung von U_F und I_F im Kapitel [Kennlinie](#) [▶ 27](#) dargestellt.

Sperrspannung U_R [V]

Als Sperrspannung wird die elektrische Spannung bezeichnet, die in Sperrrichtung an der LED anliegt. Im Datenblatt ist häufig die maximale Sperrspannung angegeben. Diese maximale Sperrspannung darf nicht überschritten werden, da es sonst zur Zerstörung der LED kommt. Ein typischer Wert für Sperrspannungen von LEDs ist 5 V.

Typ. Wellenlänge λ [nm]

Die typische Wellenlänge ist die Wellenlänge des emittierten Lichts bei Nennstrom.

2.4.4 Kennlinie

Die Kennlinie einer LED ist stark nichtlinear. Ohne Anlegen einer äußeren Spannung ist eine LED nichtleitend. Erst wenn die angelegte Vorwärtsspannung U_F mindestens so groß ist wie die Durchlassspannung U_D und so die Bandlücke von den Elektronen überwunden wird, beginnt die LED zu leiten. Der Vorwärtsstrom ist dabei nicht proportional zur angelegten Vorwärtsspannung. Eine kleine Spannungsänderung kann eine große Stromänderung bewirken. Eine kleine Spannungsänderung führt, aufgrund der Proportionalität von Lichtstrom und Stromstärke, zu einer starken Änderung der Lichtemission. Das bedeutet, dass LEDs in der Regel nur mit einer Strombegrenzung in beliebiger Form betrieben werden dürfen, da sonst bereits bei geringen Schwankungen der anliegenden Spannung die LED zerstört werden kann.

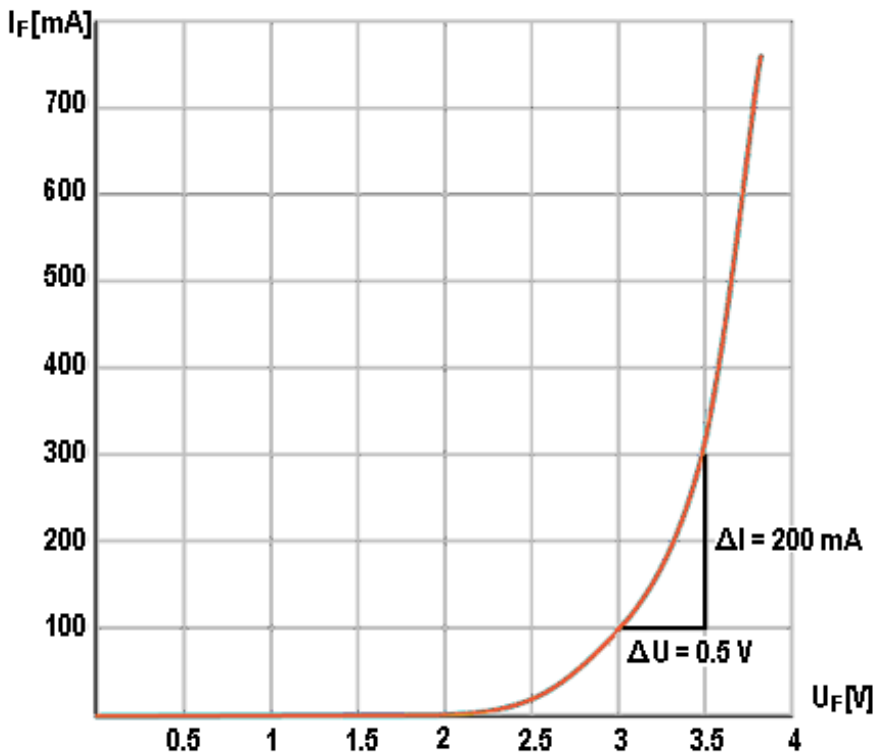


Abb. 12: Beispielhafte Kennlinie einer LED

In der beispielhaften Kennlinie ist ein Steigungsdreieck eingezeichnet. Anhand dieses Steigungsdreiecks ist erkennbar, dass eine kleine Spannungsänderung um 0,5 V von 3 V auf 3,5 V eine große Änderung der Stromstärke um 200 mA von 100 mA auf 300 mA hervorruft. In diesem beispielhaften Fall bewirkt eine Spannungsänderung von weniger als 17 % also eine Stromänderung von 300 %.

Dieses Beispiel zeigt, dass geringe Spannungsschwankungen zu starken Veränderungen des elektrischen Stroms durch die LED und damit zu starken Änderungen des Lichtstroms führen.

2.4.5 Ansteuerung

Es gibt zwei gängige Ansteuerungsarten für LEDs: Stromgeregelt ohne Vorwiderstand und Spannungsgeregelt mit einem Vorwiderstand. Jede Ansteuerung hat Vor- und Nachteile für bestimmte Anwendungsfälle, die im Folgenden erläutert werden. Je nach Anwendungsfall muss entschieden werden, welche Ansteuerungsart eingesetzt wird.

1. Spannungsbetrieb

Der Spannungsbetrieb, z. B. an einer Batterie oder einem Netzgerät ist eine einfache und kostengünstige Art LEDs anzusteuern. Es wird lediglich ein zusätzlicher Vorwiderstand R_V benötigt. Durch das lineare Verhalten eines ohmschen Widerstandes wird die Gesamtschaltung durch R_V deutlich unempfindlicher für Spannungsänderungen, wodurch sich eine robuste LED-Ansteuerung ergibt. Durch den ohmschen Widerstand steigt aber auch die Verlustleistung der Ansteuerung, die in Form von Wärme abgegeben wird ($P_V = R_V \cdot I_{LED}^2$).

Der Strom I_{LED} durch die LED ergibt sich durch das Verhältnis $I_{LED} = U/R_V$.

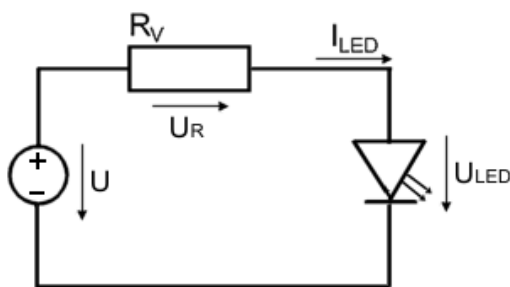


Abb. 13: Spannungsgeregelte LED mit Vorwiderstand

Der Vorwiderstand R_V wird wie folgt berechnet:

$$R_V = U_R / I_{LED}$$

Bekannt ist der Strom durch die LED. Es fehlt die Spannung U_R , die am zu berechnenden Vorwiderstand abfällt. Diese Spannung bildet sich aus der Betriebsspannung abzüglich der Spannung, die an der LED abfällt. Die Spannung U_{LED} , die an der LED bei I_{LED} abfällt, kann aus der U/I-Kennlinie der LED im Datenblatt abgelesen werden.

$$U_R = U - U_{LED}$$

Wenn die Helligkeit einer LED mit einem Vorwiderstand eingestellt werden soll, muss die angelegte Spannung reduziert (dunkler) oder erhöht (heller) werden.

Diese Art der Ansteuerung hat jedoch den Nachteil, dass der Lichtstrom nicht präzise geregelt werden kann. Wie eingangs beschrieben, führt eine geringe Spannungsänderung zu einer hohen Stromänderung und damit auch zu einer starken Änderung des Lichtstroms. Bei der Spannungsregelung kann es also bei Schwankungen der Versorgungsspannung zu einem direkten Einfluss auf den Lichtstrom der LED kommen. Zu berücksichtigen ist auch, dass die elektrischen Eigenschaften des Widerstands und der LED temperaturabhängig sind.

- **Vorteile:** einfache Auslegung, einfache Ansteuerung, die Helligkeit der LED kann direkt über die Spannung eingestellt werden
- **Nachteile:** zusätzlicher Widerstand, Abwärme durch den Widerstand

2. Strombetrieb

Wird keine Spannungsquelle (z. B. Batterie), sondern eine Stromquelle (elektronische Schaltung) verwendet, kann eine LED direkt betrieben werden. Bei der Stromregelung kann der Lichtstrom der LED ohne Widerstand direkt über den vorgegebenen Stromwert eingestellt werden. Schwankungen der Versorgungsspannung haben so keinen Einfluss auf den Lichtstrom der LED. Der Lichtstrom ist mit einer Stromregelung konstant und reproduzierbar. Die Stromregelung ist daher zum Beispiel in Machine-Vision-Anwendungen empfehlenswert.

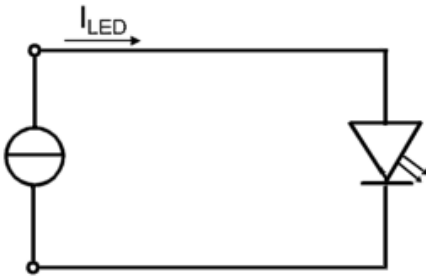


Abb. 14: Strombetriebene LED

- **Vorteile:** keine zusätzlichen Bauteile, die Helligkeit der LED kann direkt über den Strom eingestellt werden
- **Nachteile:** ggf. komplexe Stromquelle erforderlich

● Glimmen der LED durch einen Leckstrom

I

Auch im ausgeschalteten Zustand kann es, je nach Ansteuerungsschaltung, zu einem geringen Stromfluss durch die LED kommen. Durch diesen Leckstrom glimmt die LED in einigen Fällen wahrnehmbar.

Weitere Informationen zur Ansteuerung von LEDs mit Beckhoff-Komponenten können auch der zugehörigen Application Note entnommen werden.

https://download.beckhoff.com/download/document/Application_Notes/DK9221-0620-0065.pdf

2.4.6 Betriebsarten

Es gibt zwei Betriebsarten für LEDs: Dauerbetrieb und Impulsbetrieb. Jede Betriebsart hat Vor- und Nachteile, sodass je nach Anwendungsfall entschieden werden muss, was eingesetzt wird.

1. Dauerbetrieb

Eine LED-Schaltung kann auf Dauerbetrieb ausgelegt sein. Die LED ist dann kontinuierlich eingeschaltet. In dieser Betriebsart darf der Strom durch die LED maximal dem Nennstrom entsprechen.

- **Vorteile:** Einfachere und kostengünstigere Schaltung
- **Nachteile:** Es kann nur ein geringer Teil des maximal möglichen Lichtstroms der LED verwendet werden. Durch den kontinuierlichen Betrieb entsteht eine höhere Abwärme, was zu einer schnelleren Alterung der LED führt.

Der Dauerbetrieb kann auf verschiedene Arten ausgeführt werden:

a. Strom- und Spannungsausgabe

Das dauerhafte Einschalten einer Spannung oder eines Stroms (je nach ausgewählter Ansteuerungsart) führt zu einem Dauerlicht. Die Beschreibung, sowie die Vor- und Nachteile der beiden Ansteuerungsarten sind im Kapitel [Ansteuerung \[▶ 28\]](#) zu finden.

b. Pulsweitenmodulation (PWM)

Wird der Konstantstrom oder die Konstantspannung mit Vorwiderstand schnell im kHz-Bereich getaktet, spricht man von einem PWM-Betrieb. Die Einstellung der Helligkeit kann dann farbecht über die Anpassung des Tastverhältnisses der Pulsweitenmodulation (PWM) erfolgen. Durch Ein- und Ausschalten der Versorgung mit einer ausreichend hohen Frequenz und einem vorgegebenen Tastverhältnis (0..100 %) erscheint dem menschlichen Auge das Blinken wie ein Dauerlicht. Durch die Veränderung des Tastverhältnisses wird der über die Zeit gemittelte Strom durch die LED reduziert bzw. erhöht, wodurch die Helligkeit eingestellt wird.

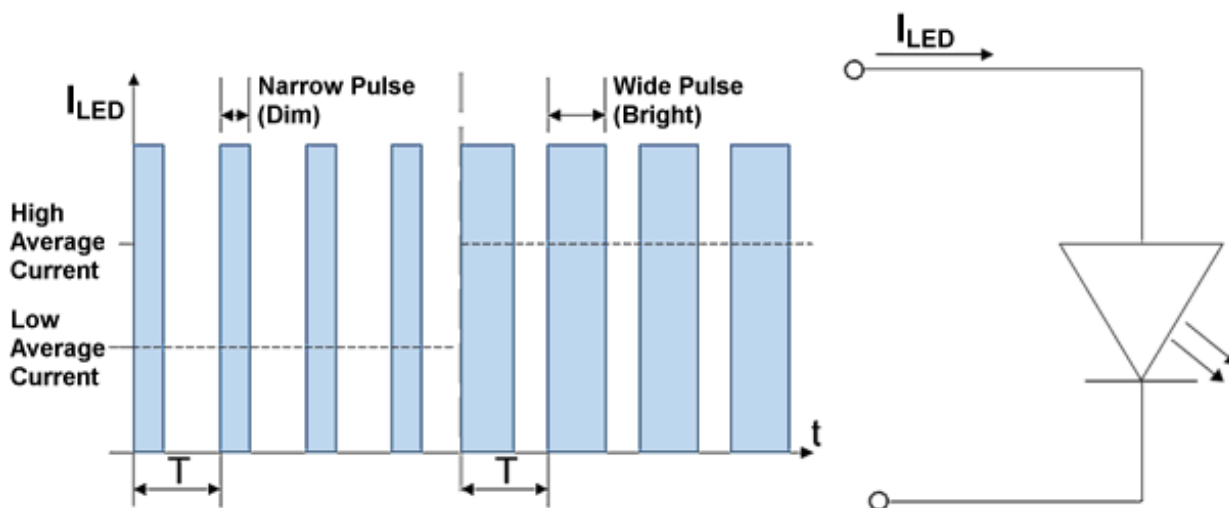


Abb. 15: Ansteuerung einer LED mit PWM

- **Vorteile:** farbechte Helligkeitseinstellung
- **Nachteile:** Versorgung muss schnell ansteigende Ströme bereitstellen können, ggf. komplexe Versorgungsquelle erforderlich

2. Impulsbetrieb

In einigen Applikationen kann ein sogenanntes „Überblitzen“ gewünscht sein, da die Lichtleistung im Dauerbetrieb mit dem Nennstrom nicht ausreicht. Dabei wird die LED kurzzeitig für einige μs bis ms mit einer deutlich höheren Leistung als im Nennbetrieb betrieben, indem der Strom kurzzeitig und pulsierend über den Nennstrom angehoben wird. Dadurch werden kurzzeitig höhere Lichtströme erzielt. In der folgenden Pause kann die LED wieder abkühlen.

Ein Überblitzen führt zu einer erhöhten Wärmeentwicklung in den LEDs. Während des Impulses darf die Temperatur des LED-Chips nicht über den Temperaturgrenzwert hinaus ansteigen. Sonst kommt es zur Beschädigung der LED. Nach einem Impuls muss eine ausreichend lange Zeitspanne (Ausschaltzeit) bis zum nächsten Impuls gewartet werden, damit die LED abkühlen kann. Das Verhältnis von Ein- und Ausschaltzeit ist über den Duty-Cycle (Tastgrad) festgelegt. Für den Impulsbetrieb ist häufig ein maximaler Duty-Cycle von 10 % festgelegt. Somit darf die Pulsdauer maximal 10 % der gesamten Periodendauer betragen. Die genauen Werte sind den entsprechenden Datenblättern des Herstellers zu entnehmen.

$$\text{Duty Cycle} = \frac{T_{\text{ein}}}{T_{\text{ein}} + T_{\text{aus}}} = \frac{T_{\text{ein}}}{T} \leq 10 \%$$

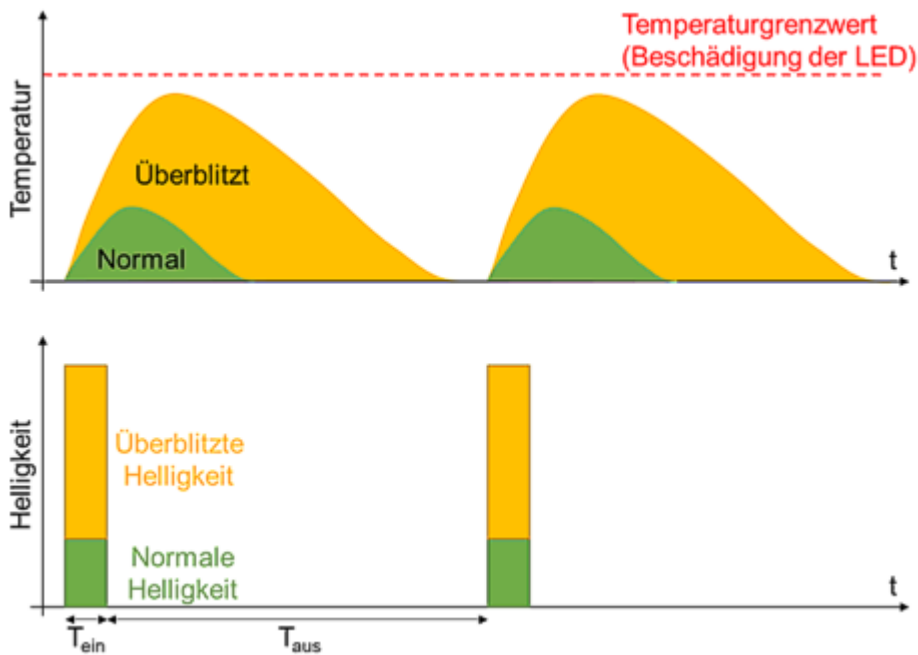


Abb. 16: Temperatur und Helligkeit als Funktion der Zeit im Impulsbetrieb

- **Vorteile:** Man kann den maximalen Lichtstrom der LED ausnutzen. Beim Einhalten oder Unterschreiten des Duty Cycles entsteht maximal so viel Abwärme, wie im Dauerbetrieb. Wird der maximale Duty Cycle unterschritten, sodass die durchschnittliche Leistung geringer ist als im Dauerbetrieb, kann das zu einer geringeren Alterung und damit zu einer längeren Lebensdauer führen.
- **Nachteile:** Erfordert eine aufwändigere schaltungs- und regelungstechnische Lösung z. B. in Form eines Blitzcontrollers

Auch hierbei ist die Realisierung über einen Spannungs- oder Stromausgang möglich. Die Ausgangswerte müssen dann so dimensioniert werden, dass der ausgegebene Blitz die gewünschte Helligkeit erreicht. Die maximale Ausgangsleistung muss bei der Dimensionierung der Blitze immer berücksichtigt werden.

Auch mit einer schnellen PWM ist die Ausgabe von Lichtimpulsen möglich. Dabei wird ein ms langer Lichtblitz mit einer kHz-PWM erzeugt.

2.4.7 Zusammenschalten mehrerer LEDs

1. Reihenschaltung

Eine Reihenschaltung von LEDs ist üblich, um z. B. die Beleuchtungsstärke zu erhöhen. In einer Reihenschaltung fließt durch alle Verbraucher derselbe Strom. Daher ist es sinnvoll, für alle in Reihe geschalteten LEDs die gleiche Farbe oder noch besser, denselben Typ mit gleichen Kennwerten zu wählen.

Bei ausreichend hoher Versorgungsspannung können mehrere LEDs in Reihe geschaltet werden. Dann ist ein einziger Widerstand bzw. eine Stromregelung ausreichend. Die Anzahl der LEDs muss bei der Berechnung des Vorwiderstands berücksichtigt werden, da an jeder LED eine Spannung U_{LED} abfällt, die sich dann addiert.

2. Parallelschaltung

Eine Parallelschaltung von LEDs sollte vermieden werden, da die U/I-Kennlinie einer LED nicht linear, sondern annähernd exponentiell verläuft. Somit führt eine kleine Spannungsänderung zu einer großen Stromänderung.

Werden zwei oder mehr LEDs (mit der nominell gleichen Durchlassspannung) parallelgeschaltet, wird die LED mit der geringsten Durchlassspannung vom größten Strom durchflossen. Dadurch leuchtet diese LED heller und wird damit auch wärmer als die anderen, parallelen LEDs. Bei steigender Temperatur sinkt die Durchlassspannung, wodurch sich der Effekt verstärkt und der Strom bis zur Zerstörung weiter steigt.

Da LEDs aus unterschiedlichem Halbleitermaterial, also mit unterschiedlichen Farben, verschiedene Durchlassspannungen haben, ist bei verschiedenfarbigen LEDs ein Parallelschalten nicht zulässig. Bei LEDs mit derselben Farbe und aus derselben Fertigungsreihe gibt es auch Streuungen in der Durchlassspannung. Bei der Parallelschaltung von LEDs sollte ein Vorwiderstand/eine Stromregelung für jede einzelne LED verwendet werden.

3. LED Controller für Pixel LEDs

Das sogenannte Pixel-System ist eine intelligente Methode der LED-Ansteuerung für mehrere LEDs. „Pixel“ LEDs sind LEDs mit einem integrierten Schaltkreis (IC). Bei einer LED Matrix oder einem LED Streifen werden mehrere LEDs nicht klassisch in Reihe geschaltet, sondern jede LED kann über eine Bus-Kommunikation individuelle Signale empfangen. So kann jede LED einzeln angesteuert werden. Diese LEDs bzw. LED-Streifen benötigen zur Ansteuerung einen LED-Controller, der die Kommunikationssignale mit > 100 kHz seriell sendet. Jeder einzelnen LED ist dann ein eigener Pixel-Controller zugeordnet.

2.4.8 Farben

Durch Auswahl des Halbleitermaterials kann die Farbe des emittierten Lichts von einfarbigen LEDs eingestellt werden. Der Wellenlängenbereich des Lichts reicht vom nahen Infrarot über das sichtbare Spektrum bis in den ultravioletten Bereich. Je kürzer die Wellenlängen werden, desto größer ist die Bandlücke dieser Halbleiter und desto höher ist die Durchlassspannung U_D zum Betrieb der LED. Die folgende Tabelle zeigt beispielhafte Werte für Farben mit den zugehörigen Wellenlängen, mögliche einsetzbare Halbleitermaterialien und den zugehörigen Durchlassspannungen. Diese Tabelle enthält lediglich Beispielwerte, sodass die Kennwerte und Materialien nicht vollständig und für jede LED zutreffend sind.

Farbe	Wellenlänge λ in [nm]	Material	Durchlassspannung U_D in [V]
Infrarot	>760	Galliumarsenid (GaAs) Aluminiumgalliumarsenid (AlGaAs)	<1,6
Rot	610 - 760	Aluminiumgalliumarsenid (AlGaAs) Galliumarsenidphosphid (GaAsP) Aluminiumgalliumindiumphosphid (AlGaInP) Galliumphosphid (GaP)	1,6 - 1,9
Orange	590 - 610	Galliumarsenidphosphid (GaAsP) Aluminiumgalliumindiumphosphid (AlGaInP) Galliumphosphid (GaP)	1,8 - 2,2
Gelb	570 - 590	Galliumarsenidphosphid (GaAsP) Aluminiumgalliumindiumphosphid (AlGaInP) Galliumphosphid (GaP)	2,0 - 2,4
Grün	500 - 570	Indiumgalliumnitrid (InGaN) Galliumnitrid (GaN) Galliumphosphid (GaP) Aluminiumgalliumindiumphosphid (AlGaInP) Aluminiumgalliumphosphid (AlGaP)	2,2 - 2,7
Blau	450 - 500	Zinkselenid (ZnSe) Indiumgalliumnitrid (InGaN) Siliziumkarbid (SiC)	2,6 - 3,3
Violett	400 - 450	Indiumgalliumnitrid (InGaN)	3,2 - 3,6
Ultraviolett	230 - 400	Aluminiumnitrid (AlN) Aluminiumgalliumnitrid (AlGaN) Aluminiumgalliumindiumnitrid (AlGaInN)	3,5 - 4,2

LEDs können grundsätzlich nur Licht eines schmalen Wellenlängenbereiches mit einer Breite von einigen 10 Nanometern erzeugen. Weißes Licht ist die Summe aller Farben, bzw. die Summe aller Wellenlängen im sichtbaren Bereich. Daher müssen Farben additiv gemischt werden, um mit einer LED weißes Licht zu erzeugen. Dazu gibt es verschiedene Verfahren, von denen zwei wesentliche im Folgenden beschrieben werden.

1. Kombination verschiedenfarbiger LEDs

Rote, grüne und blaue LEDs (RGB-LEDs) können zur Erzeugung von weißem Licht in einem Gehäuse miteinander kombiniert werden, sodass sich die Lichtfarben mischen. Bei entsprechender Ansteuerung der einzelnen Leuchtdioden erscheint das Licht weiß. Bei der RGB-Kombination von LEDs ist es durch eine entsprechende Ansteuerung der einzelnen LEDs auch möglich, andersfarbiges Licht mit kontinuierlichen Farbübergängen zu erzeugen.

2. Lumineszenz

Eine kurzwellige LED (blau, violett, ultraviolett) wird mit photolumineszierendem Farbstoff kombiniert. Photolumineszenz beschreibt die Emission von Licht nach Anregung durch üblicherweise blaues oder ultraviolettes Licht. Der Farbstoff wandelt blaues, höherenergetisches Licht in langwelligeres Licht mit einem in der Regel größeren Wellenlängenbereich um. Der genutzte Farbstoff beeinflusst dabei maßgeblich die Farbtemperatur, sodass unterschiedliche Weißtöne (Cold White, Warm White) erzeugt werden können.

Mit zunehmender Nutzungsdauer von LEDs verändert sich die Farbe des emittierten Lichts durch die Alterung. Diese Farbveränderungen verlaufen bei jeder LED unterschiedlich. Bei LEDs, die mittels eines photolumineszierenden Farbstoffs weißes Licht emittieren altert sowohl der LED-Chip, als auch der Farbstoff selbst.

2.4.9 Typische Bauformen von mehrfarbigen LEDs

Es gibt allgemein zwei Arten von LEDs, einfarbig und mehrfarbig. Bei einfarbigen LEDs ist es möglich die Helligkeit über die Stromstärke in Durchlassrichtung anzupassen, die Farbe ist jedoch unveränderbar, da die LED nur aus einem Halbleitermaterial gefertigt ist, wodurch eine spezifische Wellenlänge emittiert wird. Die Farbe der LED wird nicht von der Ansteuerungsart beeinflusst. Bei den mehrfarbigen LEDs gibt es unterschiedliche Arten mit unterschiedlich vielen Farbmöglichkeiten. Eine n-farbige LED besteht dabei aus n einzelnen Halbleiter-PN-Übergängen vereint in einem Gehäuse. Die Einzel-LEDs in der mehrfarbigen LED bestehen aus dem entsprechenden Halbleitermaterial, welches die entsprechende Wellenlänge emittiert. Gängig sind die Arten RGB (Rot-Grün-Blau), RGBW (Rot-Grün-Blau-Weiß) und RGBWW (Rot-Grün-Blau-Weiß-Weiß). Die genaue Farbe, die emittiert wird, wird über den Strom durch die einzelnen Halbleiterübergänge bestimmt.

Einfarbige LEDs unterscheiden sich in ihrem Halbleitermaterial, wodurch sich unterschiedliche Kennwerte und Farben ergeben.

Die Kennwerte und Farben unterscheiden sich auch bei mehrfarbigen LEDs. Bei mehrfarbigen LEDs ist für die Ansteuerung aber noch zu betrachten, wie die einzelnen einfarbigen LEDs innerhalb der mehrfarbigen LED-Lichtquelle miteinander verschaltet sind. Im Folgenden sind einige mögliche Verschaltungen dargestellt und erklärt:

1. Inverse Parallel

Die „Inverse parallel“-Verschaltung funktioniert lediglich mit zwei (unterschiedlich farbigen) LEDs. Mit der Verschaltung ist es möglich mit zwei LEDs verschiedene Farbmischungen zu erzeugen.

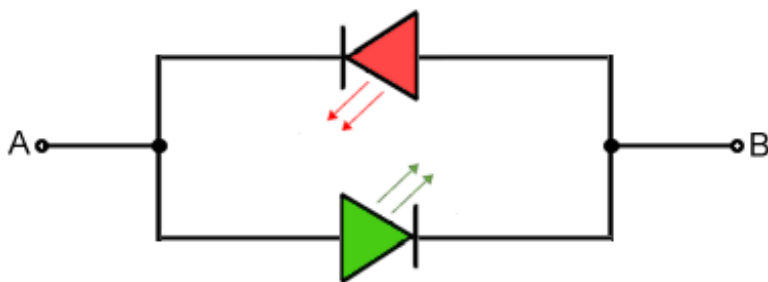


Abb. 17: Inverse parallel LEDs

Wenn der Strom von A nach B fließt wird ein grünes Licht ausgegeben, da die grüne LED in Durchlassrichtung betrieben ist. Von B nach A würde die rote LED leuchten. Da die unterschiedlichen Farben unterschiedliche Durchlassspannungen haben, benötigt jede LED einen eigenen Vorwiderstand oder eine eigene Stromregelung. Bei bidirektionalem Strom würden die beiden LEDs abwechselnd leuchten. Verändert sich die Stromrichtung mit deutlich niedriger Periodendauer als die Belichtungsdauer einer Kamera, dann vermischen sich die einzelnen Farben der LED zu einer Mischfarbe. Auch für das menschliche Auge erscheinen die Farben bei einem schnellen Wechsel gemischt.

Diese Art der Anordnung von zwei LEDs wird beispielsweise verwendet, um die Polarität anzuzeigen, z. B. zum korrekten Anschluss von Batterien oder Stromversorgungen.

2. Common Anode

Mit der „Common Anode“-Verschaltung können beliebig viele LEDs kombiniert werden. Diese Methode ist üblich bei vielen RGB/RGBW LEDs. Neben dem An- und Ausschalten der einzelnen LEDs können einige auch nur mit einem geringen Strom durchflossen werden. Dadurch sind beliebige Farbmischungen möglich.

Alle LEDs haben ein gemeinsames positives Potential an der Anode (+). Um eine LED in Durchlassrichtung zu betreiben, muss am Kathodenanschluss der gewünschten Farbe ein geringeres Potential als am Anodenanschluss angelegt werden. Ist das Potential an der Kathode (-) höher, wird die LED in Sperrrichtung betrieben. Achtung: LED haben oft sehr niedrige Sperrspannungen von nur einigen Volt!

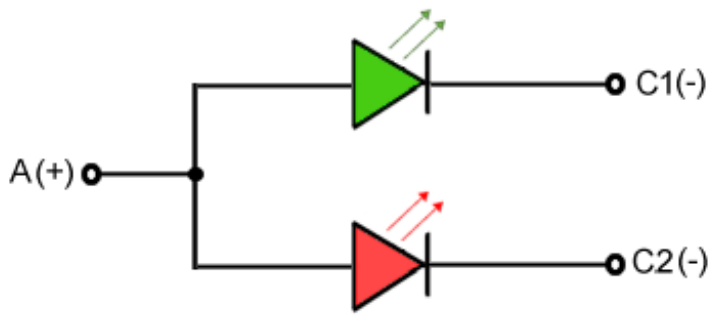


Abb. 18: Common Anode LEDs

3. Common Cathode

Der Betrieb von LEDs mit einer gemeinsamen Kathode (-) ist ähnlich wie bei einer gemeinsamen Anode (siehe „Common Anode“). Diese Methode wird seltener eingesetzt als „Common Anode“. Auch hier können beliebig viele LEDs in unterschiedlichen Farben miteinander kombiniert werden. Durch unterschiedliches Ein- und Ausschalten der LEDs können beliebige Farben erzeugt werden.

Bei der „Common Cathode“-Verschaltung haben alle LEDs ein gemeinsames negatives Potential. Um eine LED einzuschalten muss an ihrer Anode (+) ein höheres Potential als an der Kathode (-) angelegt werden.

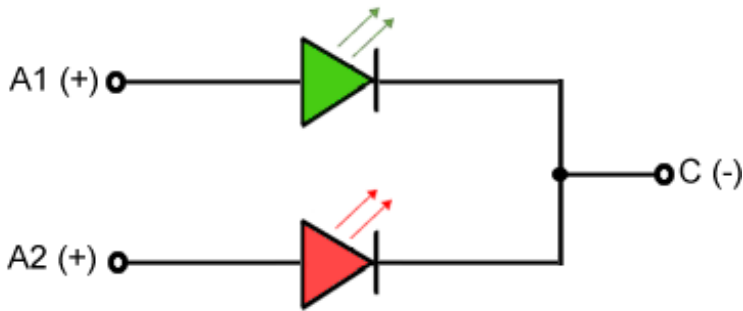


Abb. 19: Common Cathode LEDs

2.4.10 Temperatur und Alterung

Die Eigenschaften einer LED sind, wie bei allen Halbleitern, temperaturabhängig. Typische Veränderungen treten vor allem in der Leuchtkraft, der Wellenlänge des ausgesendeten Lichts und der Durchlassspannung auf.

1. Lichtstrom

Eine steigende Temperatur im LED-Chip führt zu einer Verringerung des Lichtstroms.

2. Wellenlänge λ

Eine steigende Temperatur im LED-Chip führt zu einer Vergrößerung der Wellenlänge (Ausmaß abhängig vom Halbleitermaterial)

3. Durchlassspannung U_D

Eine steigende Temperatur im LED-Chip führt zur Verringerung der Durchlassspannung ($2 \text{ mV}/^\circ\text{C}$). Im Gegensatz dazu steigt die Durchlassspannung bei niedrigen Temperaturen. Eine Verringerung der Durchlassspannung führt zu einer Steigerung des Stroms. Wenn der Strom ansteigt, steigt auch die Temperatur des LED-Chips weiter an. Das führt zu einem weiteren Abfall der Durchlassspannung.

LED-Schaltungen müssen ausreichend dimensioniert oder gekühlt sein, damit temperaturbedingte Veränderungen des Stroms nicht zu Schäden oder einer Verkürzung der Lebensdauer führen.

Bei sinkenden Temperaturen würde der Strom durch die steigende Durchlassspannung geringer werden. Das könnte dazu führen, dass die erforderliche Leuchtstärke nicht erreicht werden kann.

Die Alterung von LEDs ist annähernd exponentiell. Die Geschwindigkeit der Alterung hängt vom jeweiligen Halbleitermaterial und den Betriebsbedingungen (Temperatur, Strom) ab. Werden LEDs an den Einsatzgrenzen (maximale Vorwärtsspannung, maximaler Vorwärtsstrom, maximale Betriebstemperatur) betrieben, verkürzt sich die Lebensdauer der LED. Die Alterung von LEDs zeigt sich durch den Nachlass der Leuchtkraft und einer Veränderung der Farbtemperatur.

2.5 Start

Zur Inbetriebnahme:

- montieren Sie die EL2596-xxxx wie im Kapitel [Installation \[► 50\]](#) beschrieben
- konfigurieren Sie die EL2596-xxxx in TwinCAT wie im Kapitel [TwinCAT Quickstart \[► 101\]](#) beschrieben.
- Zur Verwendung des LED Ausgangs beachten sie die [Hinweise \[► 128\]](#) und gehen Sie mit der Konfiguration vor, wie im Kapitel [Schnellstart \[► 128\]](#) beschrieben.
- Eine Schritt-für-Schritt Anleitung für die Inbetriebnahme der verschiedenen Betriebsmodi ist im Kapitel [Einstellen der Betriebsmodi \[► 134\]](#) beschrieben.

2.6 Ähnliche Produkte

Die nachfolgende Tabelle soll einen schnellen Überblick über die verfügbaren Beckhoff EtherCAT-Geräte zur Ansteuerung von LEDs liefern. Die Werte sind ggf. verkürzte Auszüge aus der jeweiligen Dokumentation, welche maßgeblich und zur detaillierten Analyse erforderlich ist.

Stand 2023/05, eine aktuellere Übersicht finden sie über den [Produktfinder](#) auf der Beckhoff Homepage.

4-Kanal-LED-Ausgang

EJ2564	EtherCAT-Steckmodul	5... 48 V _{DC} ,	4 A,	RGBW, Common-Anode
EL2564	EtherCAT-Klemme	5... 48 V _{DC} ,	4 A,	RGBW, Common-Anode
EL2564-0010	EtherCAT-Klemme	8... 48 V _{DC} ,	3 A,	RGBW, Common-Cathode
EL2574	EtherCAT-Klemme			Pixel-LED

1-Kanal-LED-Ausgang

EL2595	EtherCAT-Klemme	48 V _{DC} ,	0,7 A
EL2596	EtherCAT-Klemme	24 V _{DC} ,	3 A
EL2596-0010	EtherCAT-Klemme	48 V _{DC} ,	3 A

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.

● Empfohlene Kabel

- i** Es wird empfohlen, die entsprechenden Beckhoff-Komponenten zu verwenden, z. B.
- 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.

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. 20: 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:

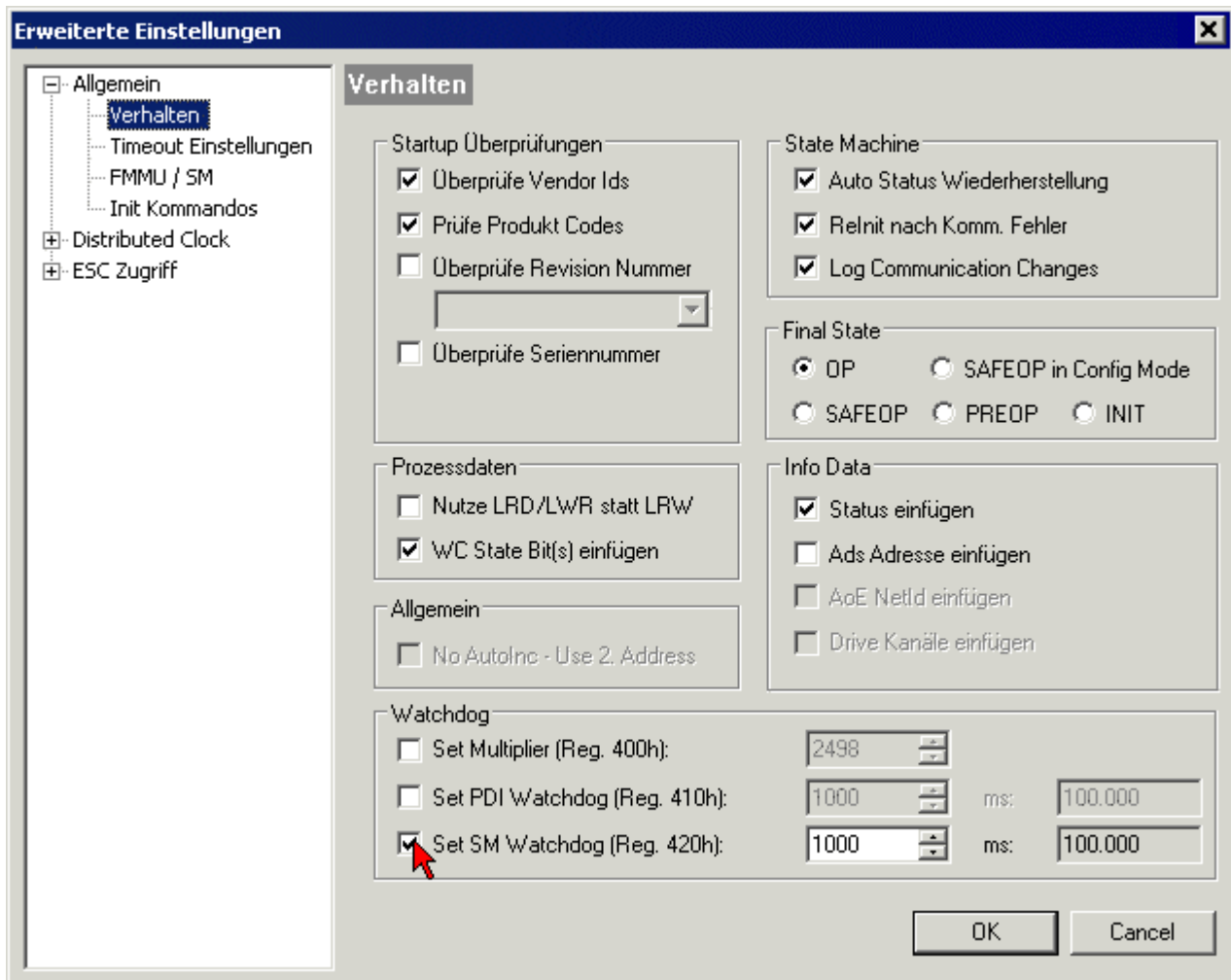


Abb. 21: Karteireiter EtherCAT -> Erweiterte Einstellungen -> Verhalten -> Watchdog

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).

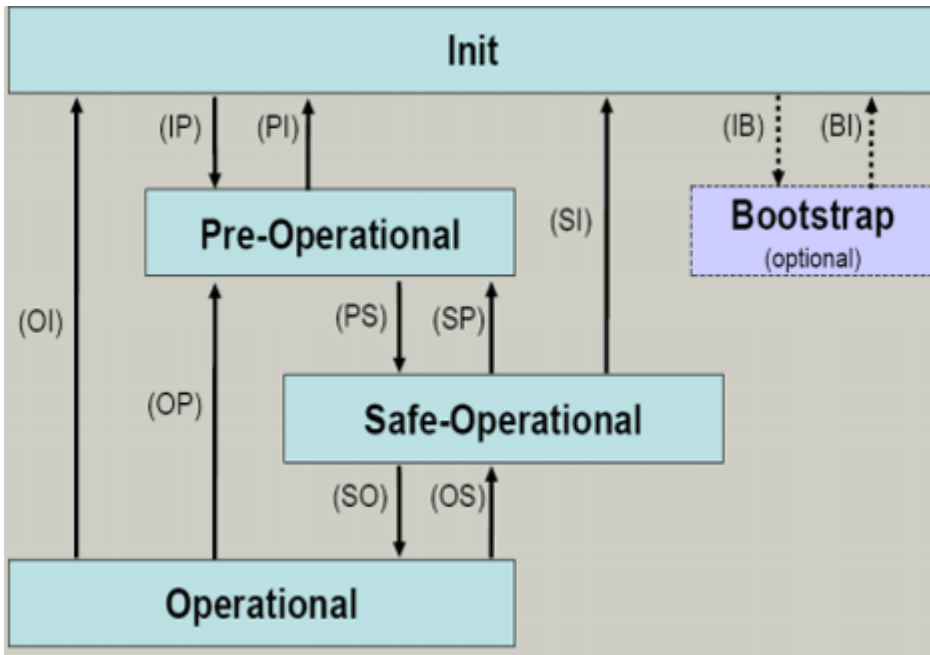


Abb. 22: Zustände der EtherCAT State Machine

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-Assignment. 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, Gerätename, 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 Ausgänge-PDO („Ausgänge“ aus Sicht des EtherCAT-Masters)

● Verfügbarkeit

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

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

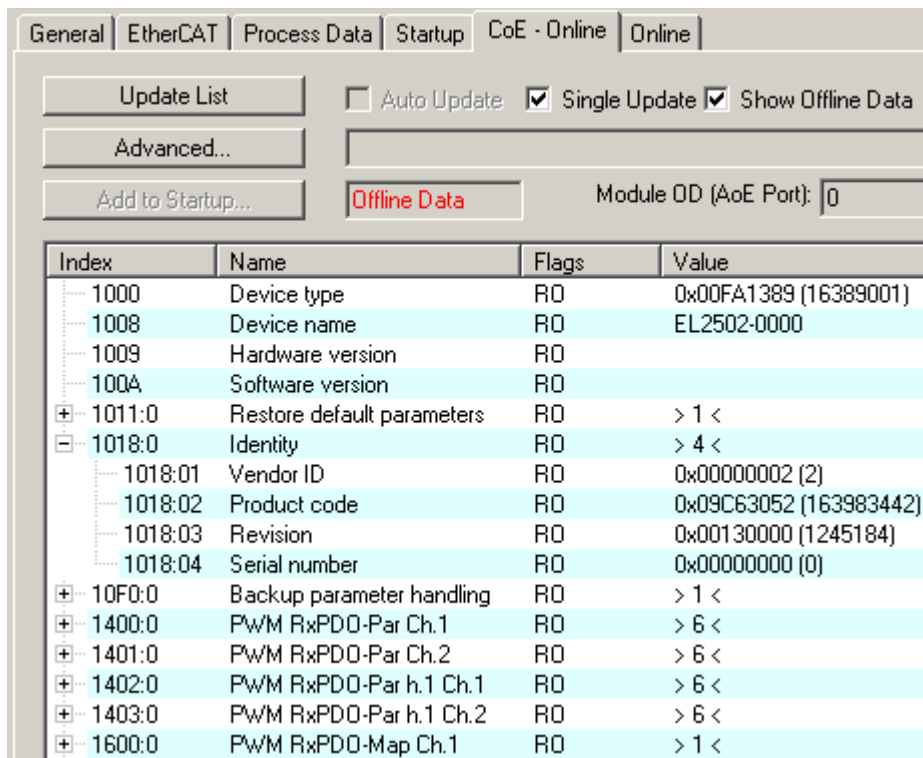


Abb. 23: Karteireiter „CoE-Online“

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.

● Datenerhaltung

i 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.

● Startup-Liste

i 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 parametrisiert.

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.

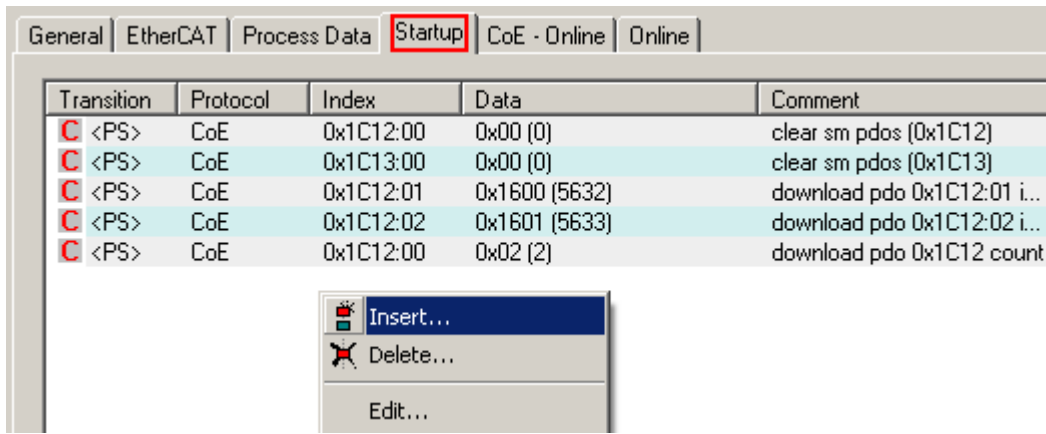


Abb. 24: Startup-Liste im TwinCAT System Manager

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.

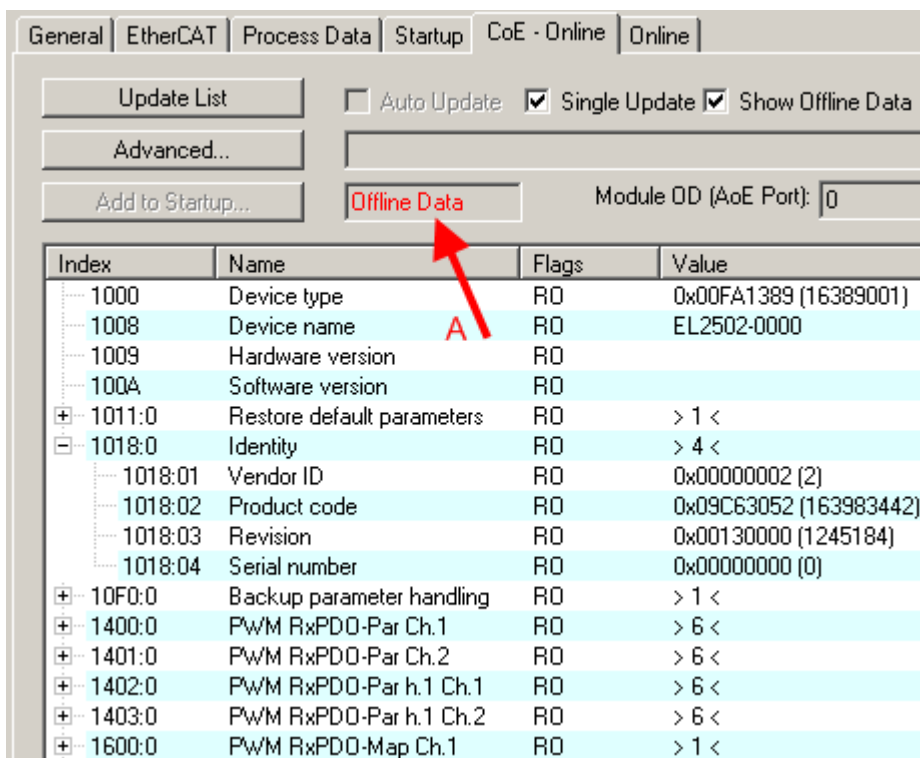


Abb. 25: Offline-Verzeichnis

- 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.

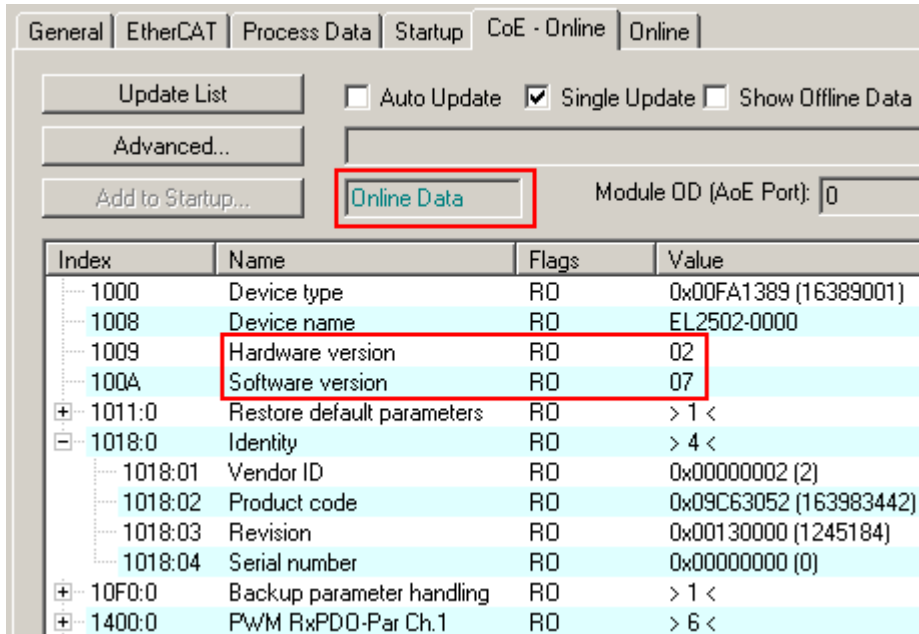


Abb. 26: Online-Verzeichnis

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.

3.6 Distributed Clock

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

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

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

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.

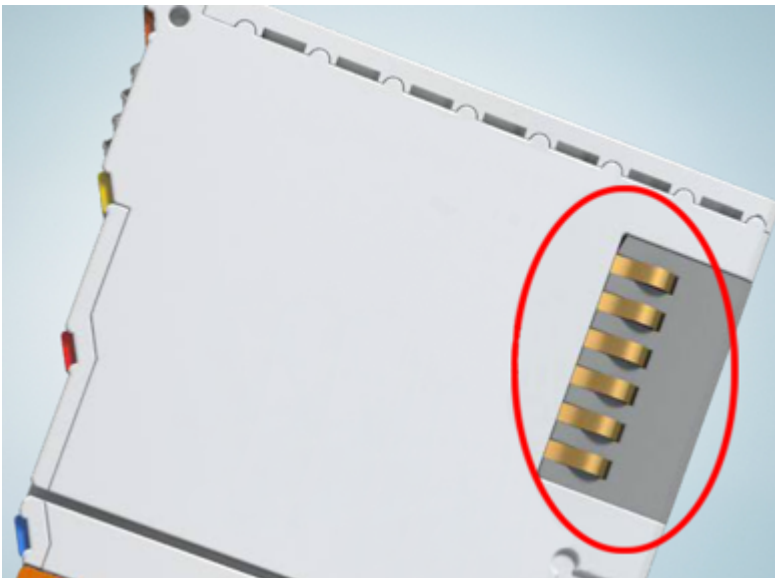


Abb. 27: Federkontakte der Beckhoff I/O-Komponenten

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

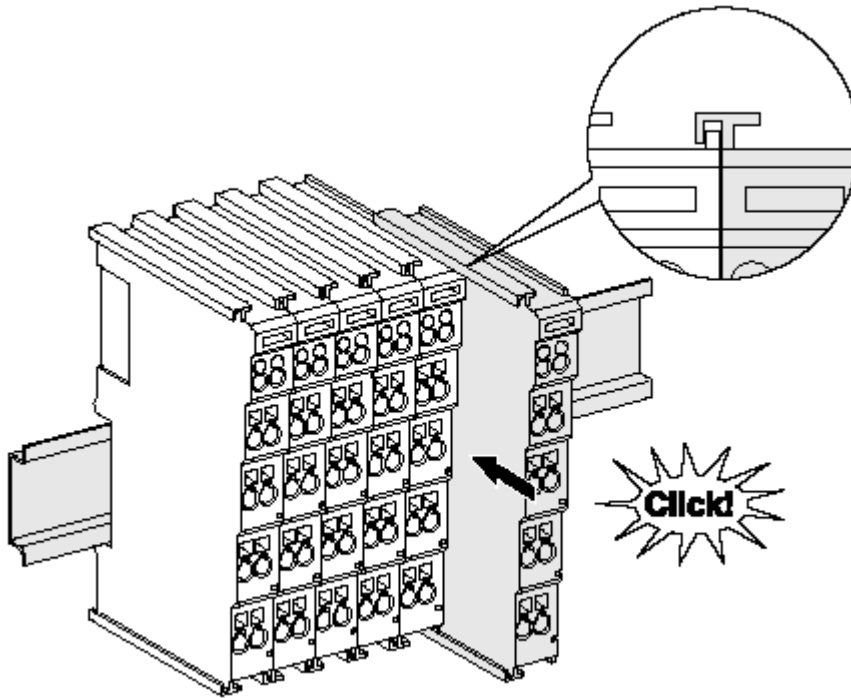


Abb. 28: Montage auf Tragschiene

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

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

i Tragschienenbefestigung

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

Demontage

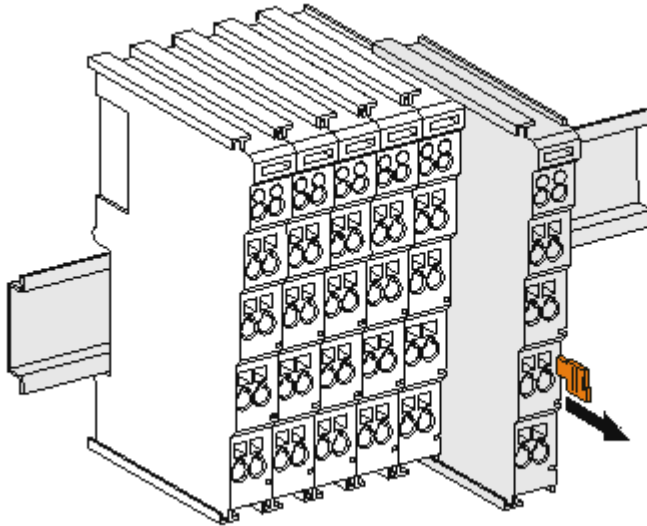


Abb. 29: Demontage von Tragschiene

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.

Verbindungen innerhalb eines Busklemmenblocks

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

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

● Powerkontakte

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

PE-Powerkontakt

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

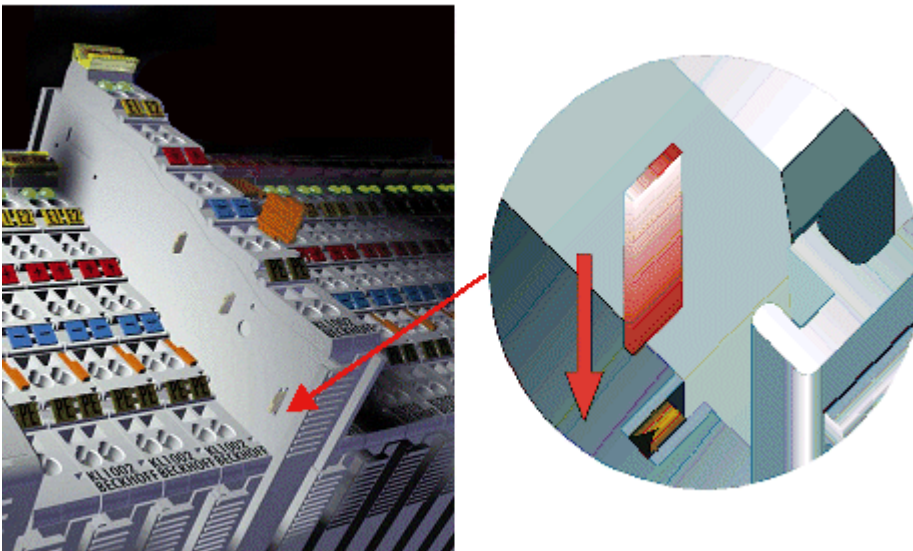


Abb. 30: Linksseitiger Powerkontakt

HINWEIS**Beschädigung des Gerätes möglich**

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

⚠️ WARNUNG**Verletzungsgefahr durch Stromschlag!**

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

4.3 Vorgeschriebene Einbaulage

HINWEIS

Einschränkung von Einbaulage und Betriebstemperaturbereich
 Sorgen Sie bei der Montage der Klemmen dafür, dass im Betrieb oberhalb und unterhalb der Klemmen ausreichend Abstand zu anderen Komponenten eingehalten wird, so dass die Klemmen ausreichend belüftet werden!

Vorgeschriebene Einbaulage

Für die vorgeschriebene Einbaulage wird die Tragschiene waagrecht montiert und die Anschlussflächen der EL/KL-Klemmen weisen nach vorne (siehe Abb. „Empfohlene Abstände bei Standard Einbaulage“).

Die Klemmen werden dabei von unten nach oben durchlüftet, was eine optimale Kühlung der Elektronik durch Konvektionslüftung ermöglicht. Bezugsrichtung „unten“ ist hier die Erdbeschleunigung.

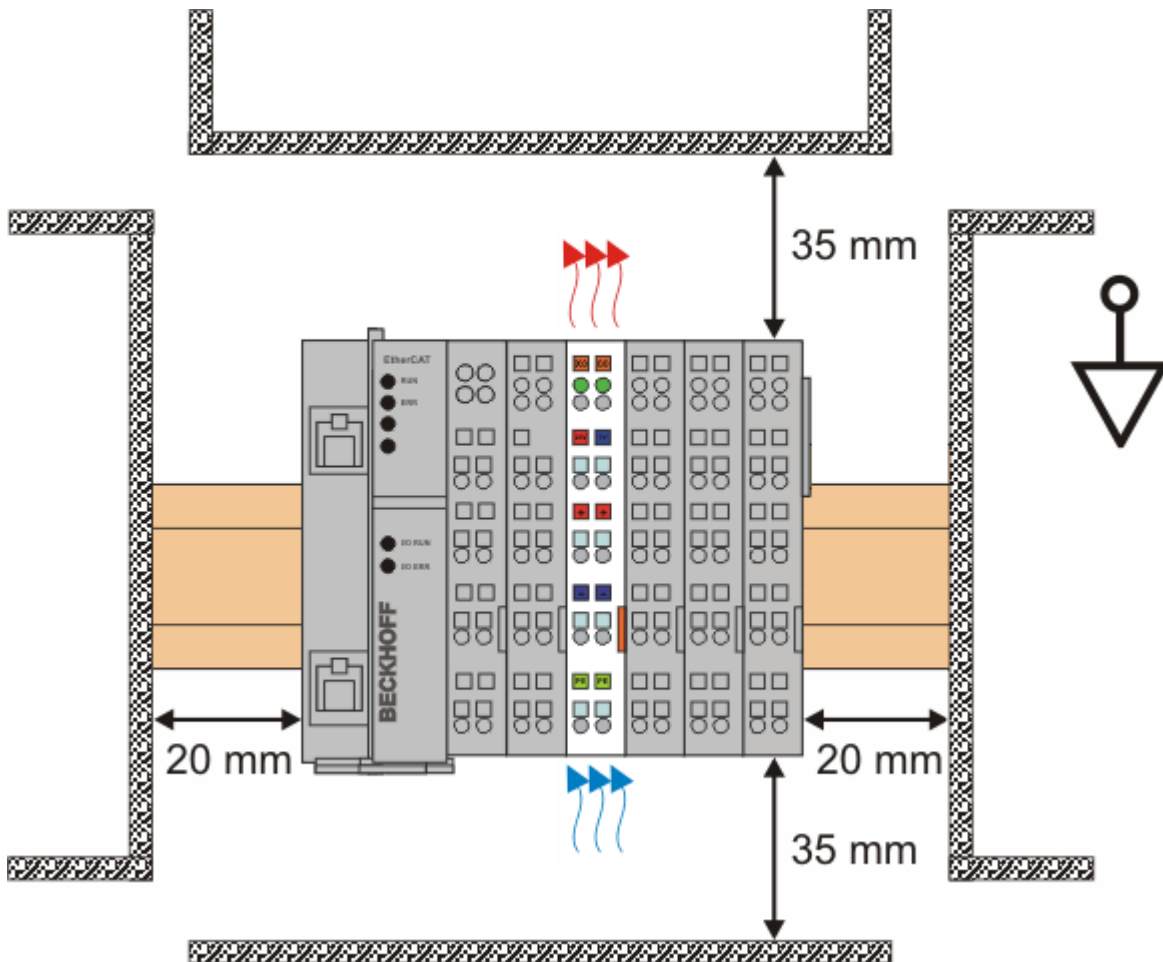


Abb. 31: Empfohlene Mindestabstände bei Standard Einbaulage

Die Einhaltung der Abstände nach der obigen Abbildung wird dringend empfohlen!

4.4 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)

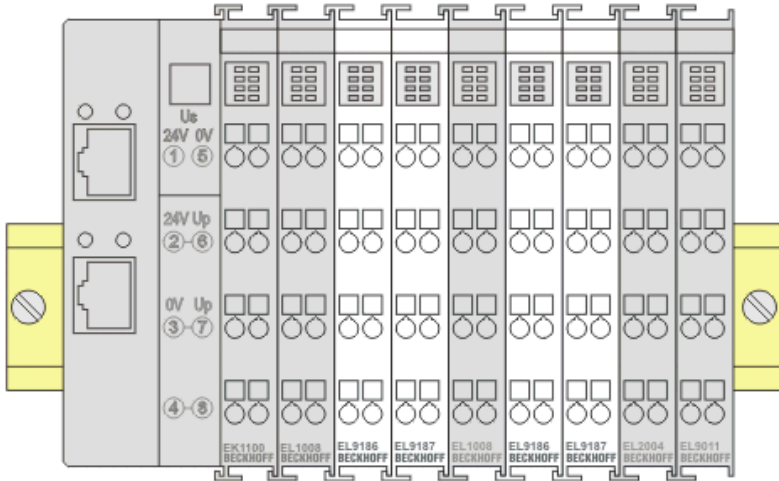


Abb. 32: Korrekte Positionierung

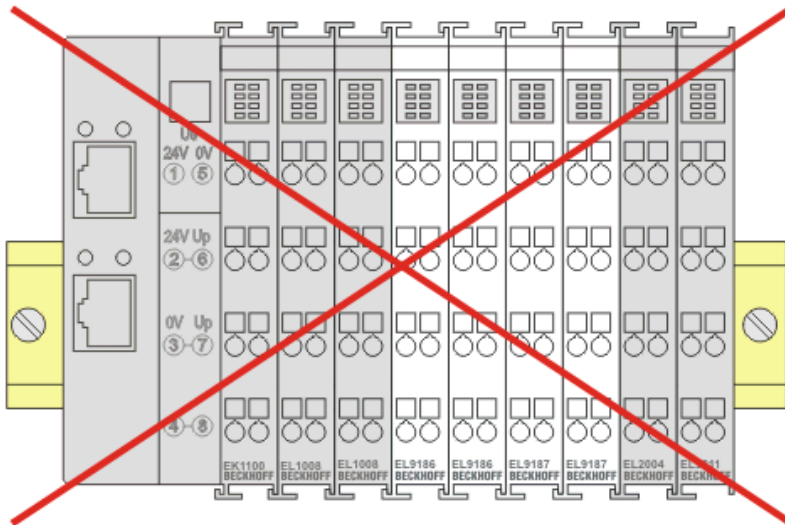


Abb. 33: Inkorrekte Positionierung

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. 34: Standardverdrahtung

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

Steckbare Verdrahtung (ESxxxx / KSxxxx)



Abb. 35: 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. 36: High-Density-Klemmen

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

● Verdrahtung HD-Klemmen

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](#) ▶ [58](#)!

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

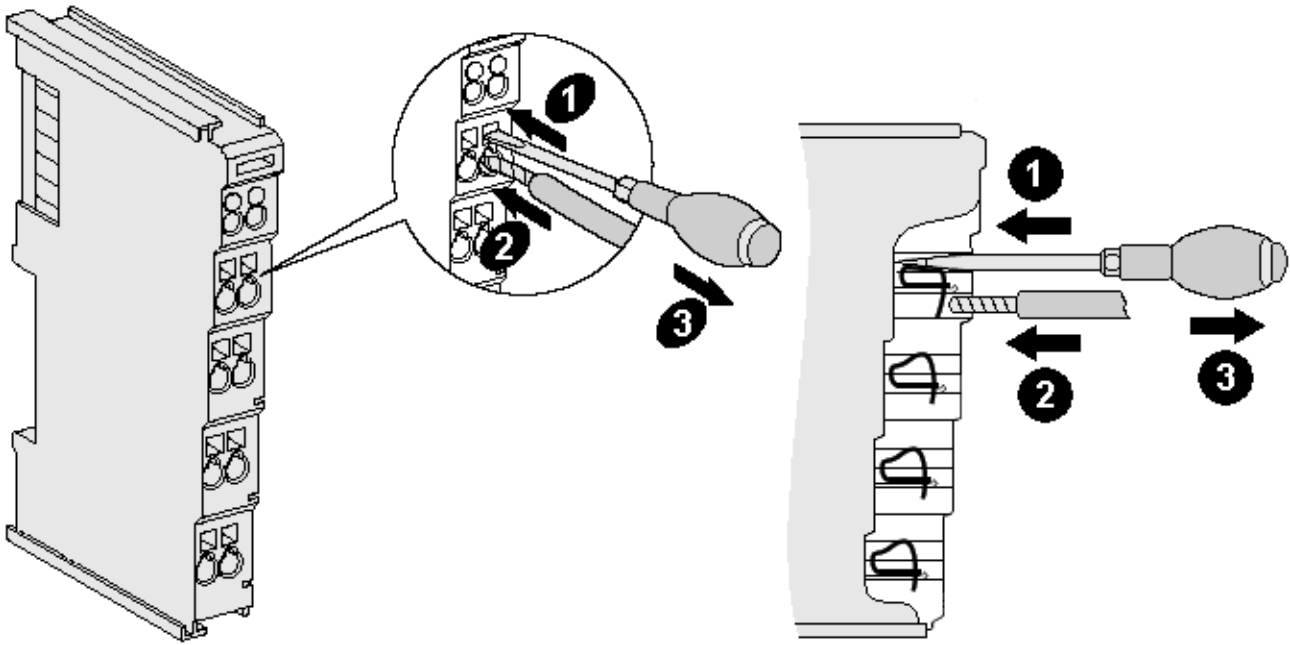


Abb. 37: Anschluss einer Leitung an eine Klemmstelle

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 [► 56]) mit 16 Klemmstellen

Bei den HD-Klemmen erfolgt der Leiteranschluss bei massiven Leitern werkzeuglos in Direktstecktechnik, das heißt, der Leiter wird nach dem Abisolieren einfach in die Klemmstelle gesteckt. Das Lösen der 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 (feindrähtig)	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 [► 56])
Abisolierlänge	8 ... 9 mm

4.5.3 Schirmung

● Schirmung

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

4.6 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.

4.7 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 Grundlagen

5.1.1 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/>.

5.1.1.1 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.

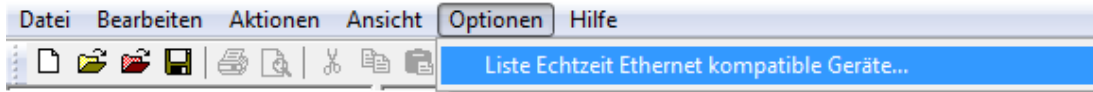


Abb. 38: Aufruf im System Manager (TwinCAT 2)

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

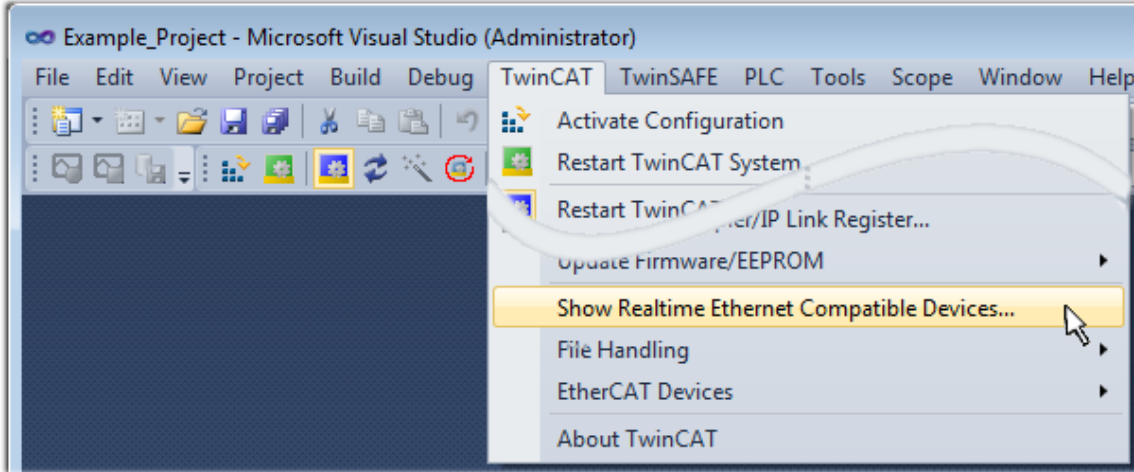


Abb. 39: Aufruf in VS Shell (TwinCAT 3)

B: Über TcRtelInstall.exe im TwinCAT-Verzeichnis

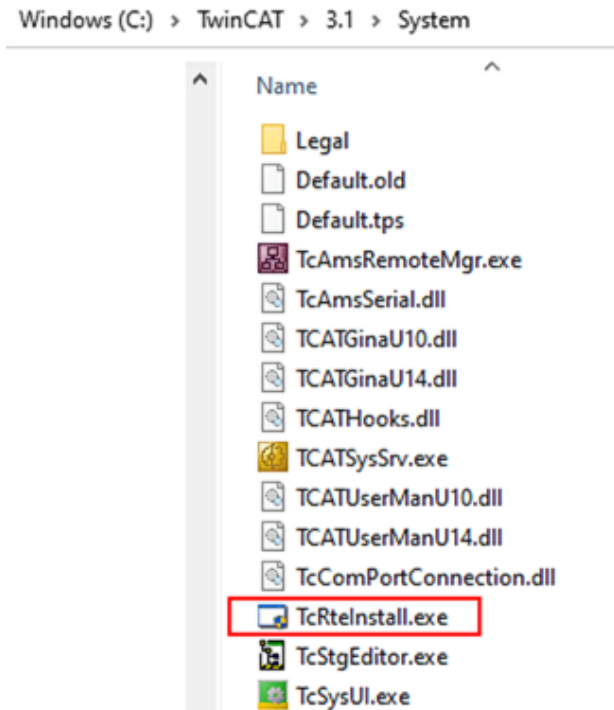


Abb. 40: TcRtelInstall.exe im TwinCAT-Verzeichnis

In beiden Fällen erscheint der folgende Dialog:

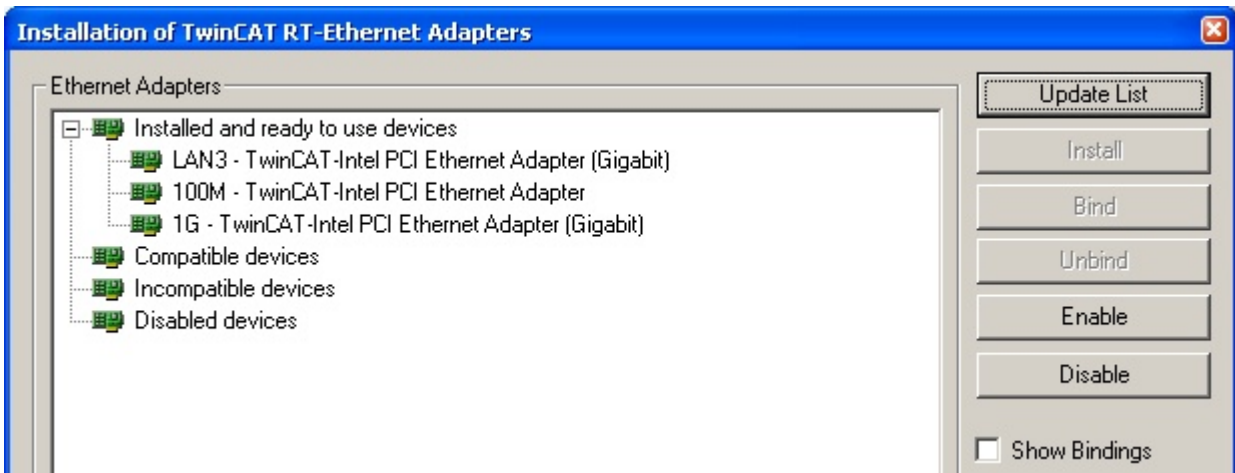


Abb. 41: Übersicht Netzwerkschnittstellen

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

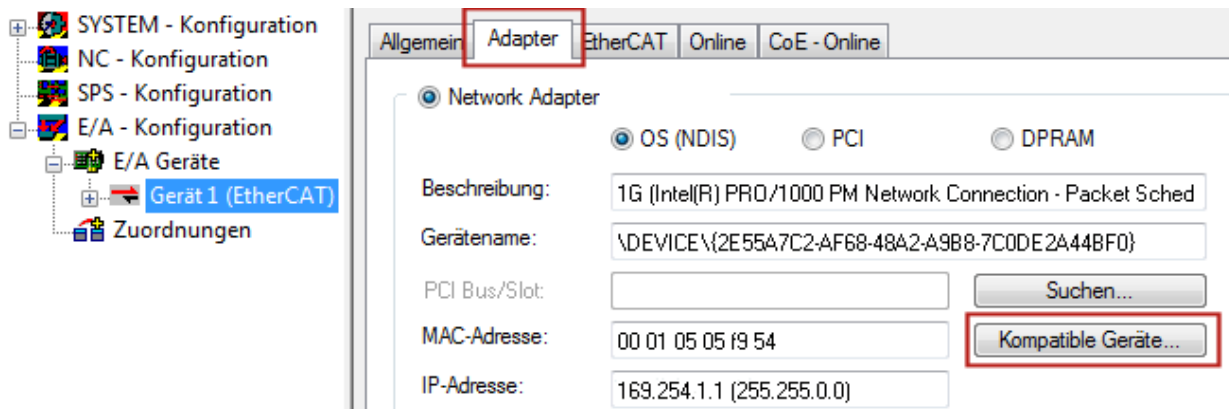
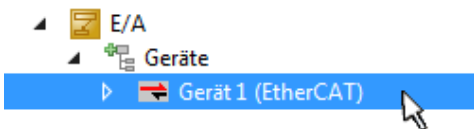


Abb. 42: Eigenschaft von EtherCAT-Gerät (TwinCAT 2): Klick auf „Kompatible Geräte...“ von „Adapter“

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)

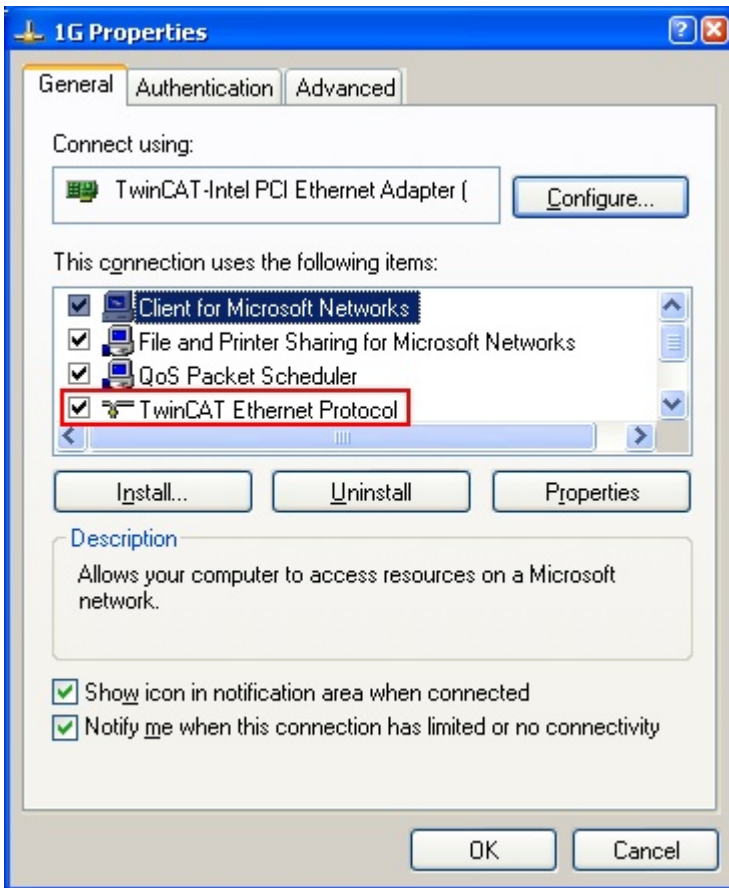


Abb. 43: Windows-Eigenschaften der Netzwerkschnittstelle

Eine korrekte Einstellung des Treibers könnte wie folgt aussehen:

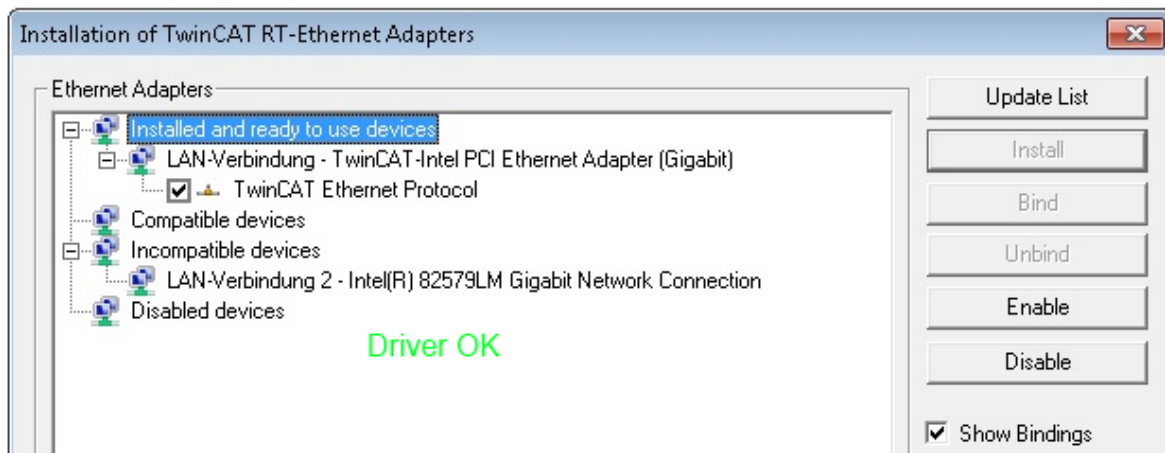


Abb. 44: Beispielhafte korrekte Treiber-Einstellung des Ethernet Ports

Andere mögliche Einstellungen sind zu vermeiden:

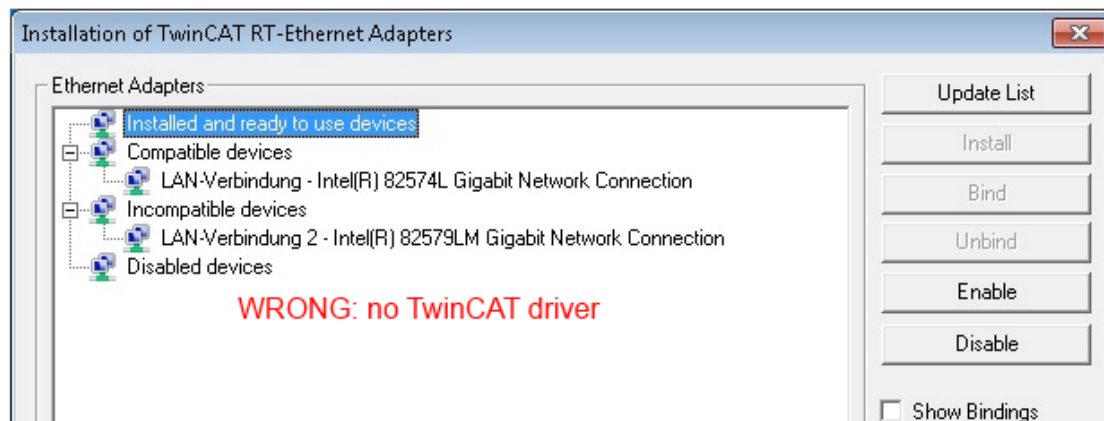
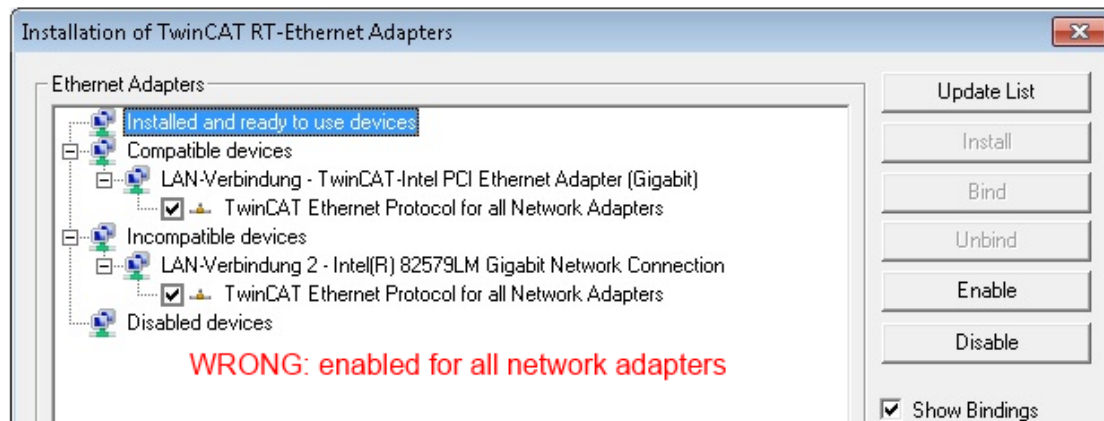
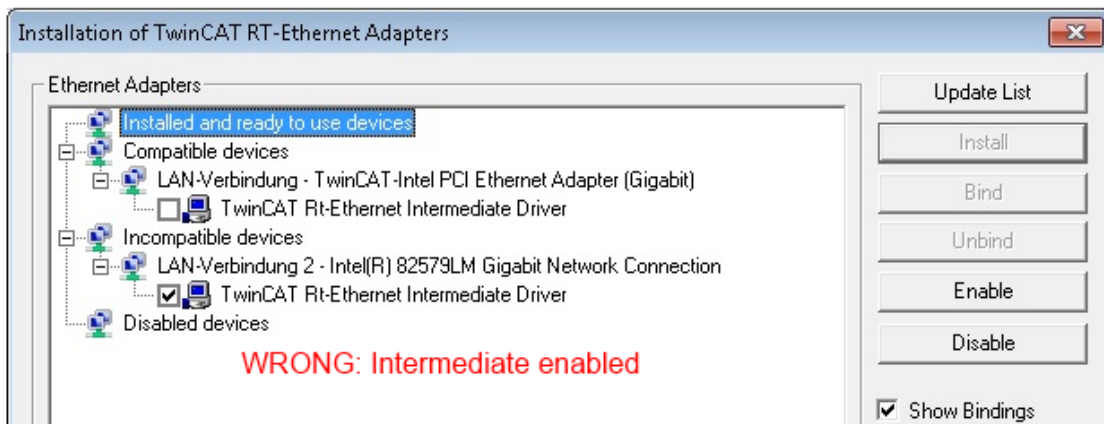
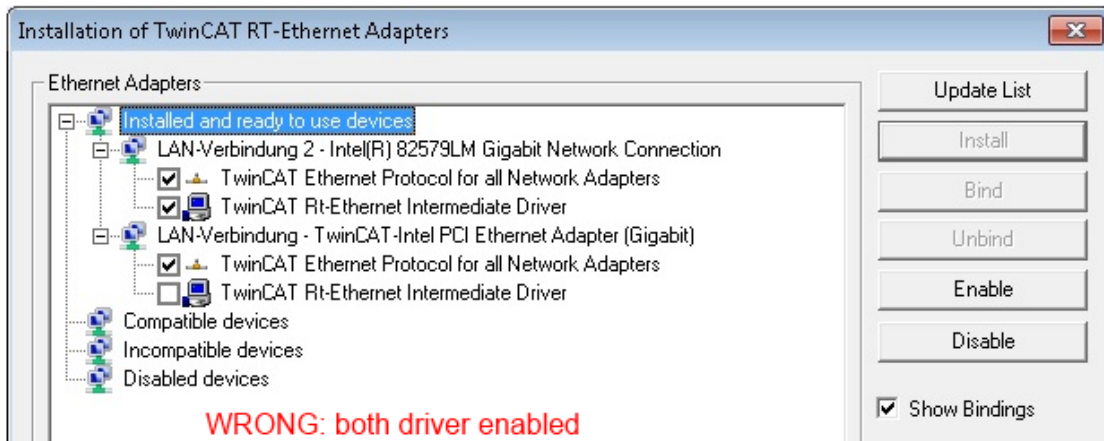


Abb. 45: Fehlerhafte Treiber-Einstellungen des Ethernet Ports

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.

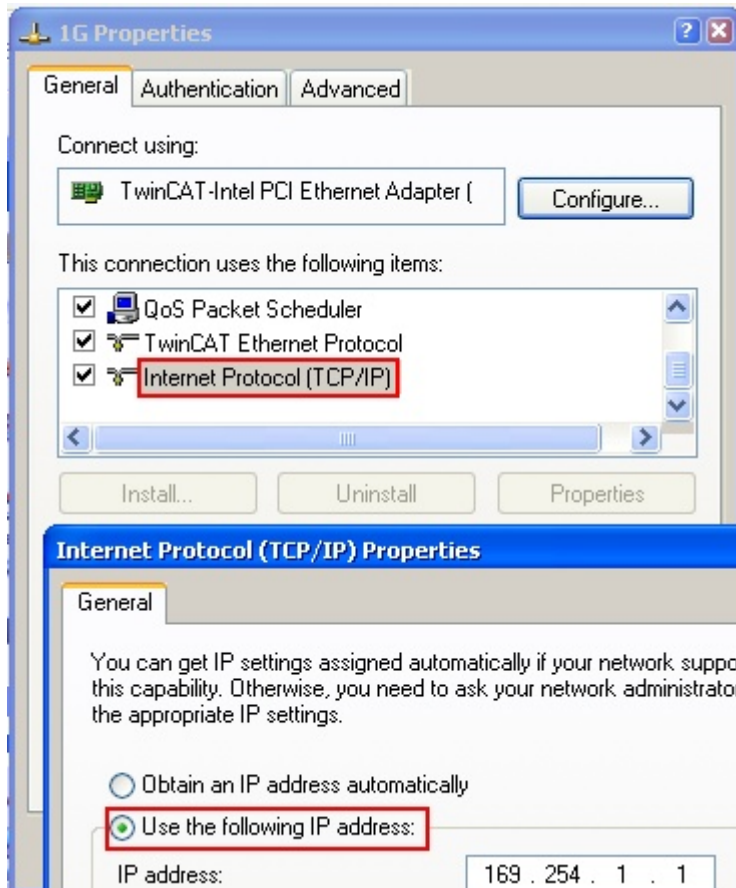


Abb. 46: TCP/IP-Einstellung des Ethernet Ports

5.1.1.2 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 \[► 71\]](#) 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“

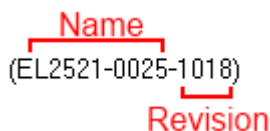


Abb. 47: Gerätebezeichnung: Struktur

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.

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.

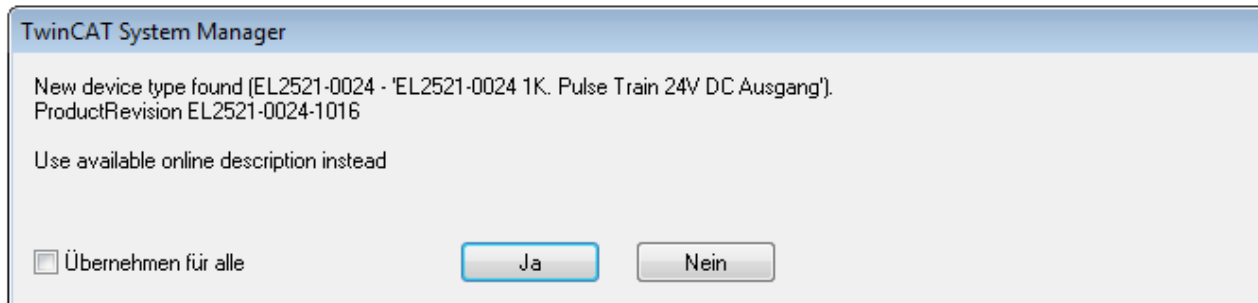


Abb. 48: Hinweisfenster OnlineDescription (TwinCAT 2)

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

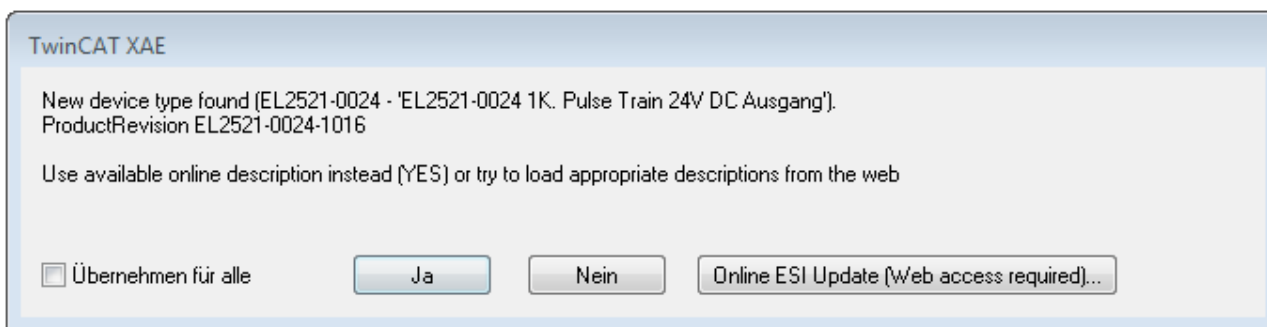


Abb. 49: Hinweisfenster OnlineDescription (TwinCAT 3)

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

HINWEIS

Veränderung der „üblichen“ Konfiguration durch Scan

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

Siehe dazu insbesondere das Kapitel „[Allgemeine Hinweise zur Verwendung von Beckhoff EtherCAT IO-Komponenten](#)“ und zur manuellen Konfigurationserstellung das Kapitel „[Offline Konfigurationserstellung \[► 72\]](#)“.

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. 50: 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. 51: 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.

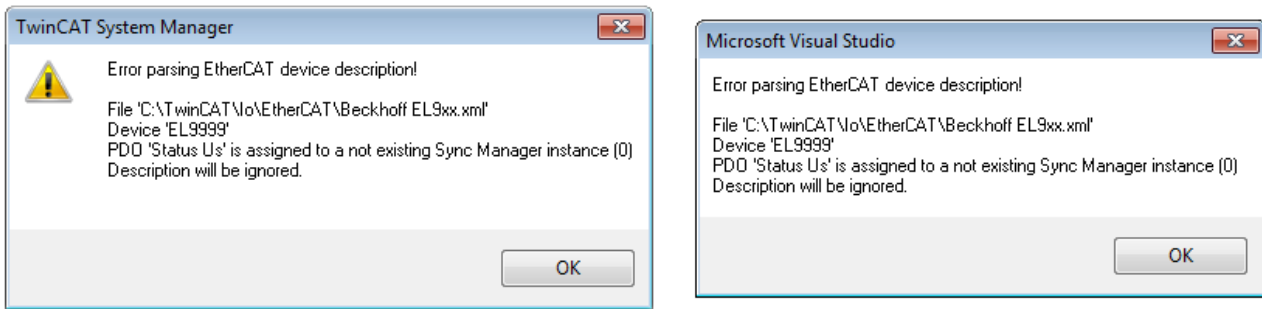


Abb. 52: Hinweisfenster fehlerhafte ESI-Datei (links: TwinCAT 2; rechts: TwinCAT 3)

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

5.1.1.3 TwinCAT ESI Updater

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

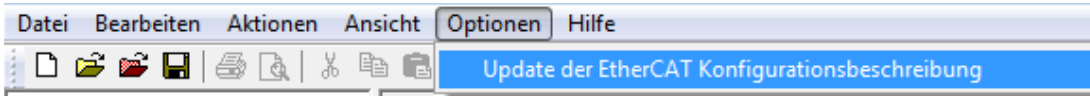


Abb. 53: Anwendung des ESI Updater (>=TwinCAT 2.11)

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

Auswahl bei TwinCAT 3:

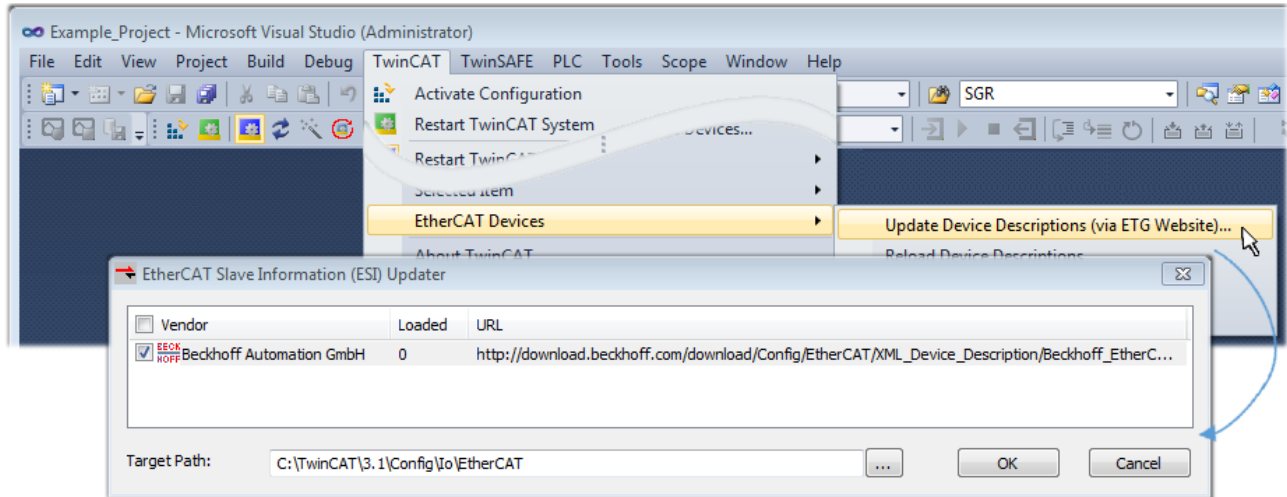


Abb. 54: Anwendung des ESI Updater (TwinCAT 3)

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

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

5.1.1.4 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“](#) [▶ 67].

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 [▶ 77] (Ethernet-Port am IPC)
- Erkennen der angeschlossenen EtherCAT-Teilnehmer [▶ 78]. Dieser Schritt kann auch unabhängig vom vorangehenden durchgeführt werden.
- Problembehandlung [▶ 81]

Auch kann der Scan bei bestehender Konfiguration [▶ 82] zum Vergleich durchgeführt werden.

5.1.1.5 OFFLINE Konfigurationserstellung

Anlegen des Geräts EtherCAT

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

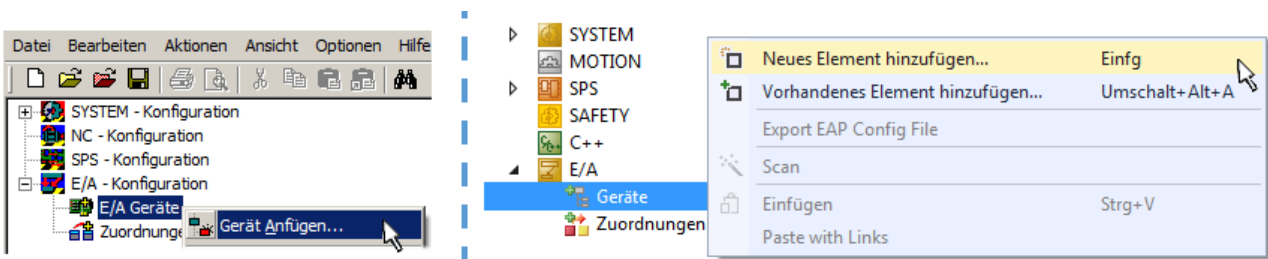


Abb. 55: Anfügen eines EtherCAT Device: links TwinCAT 2; rechts TwinCAT 3

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.

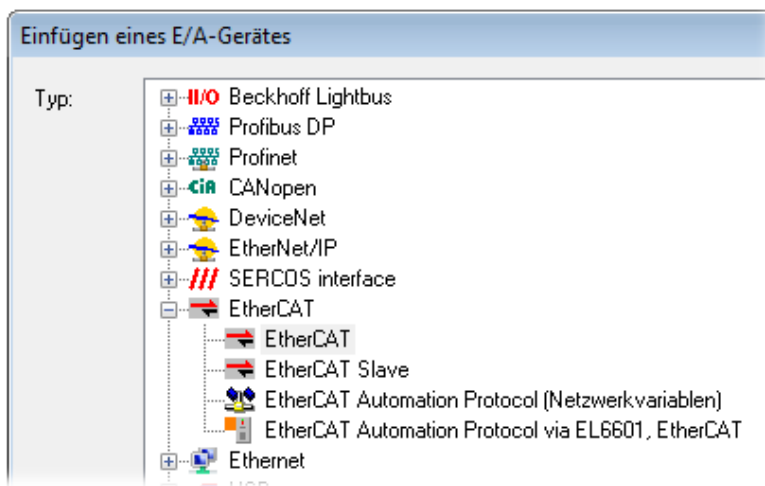


Abb. 56: Auswahl EtherCAT Anschluss (TwinCAT 2.11, TwinCAT 3)

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

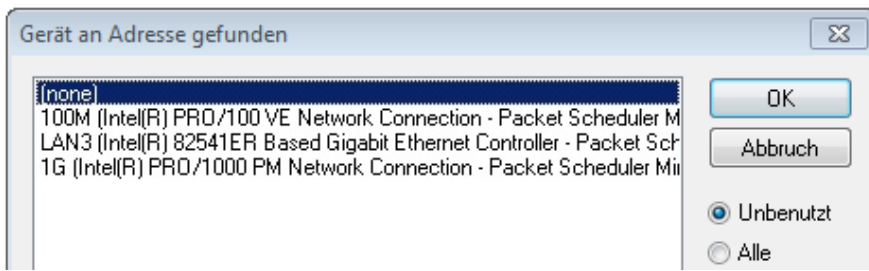


Abb. 57: Auswahl Ethernet Port

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)“.

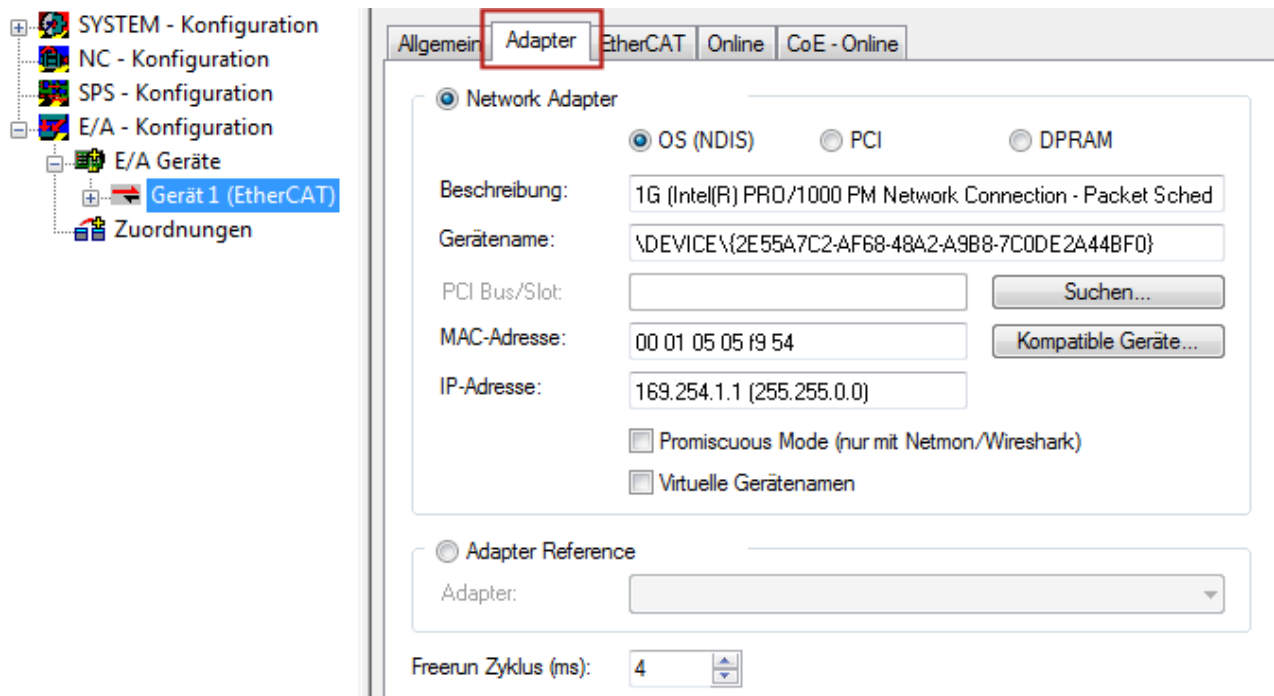
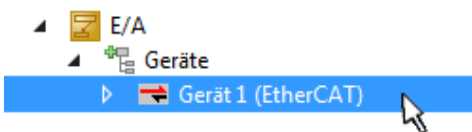


Abb. 58: Eigenschaften EtherCAT-Gerät (TwinCAT 2)

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](#) [▶ 61](#).

Definieren von EtherCAT-Slaves

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

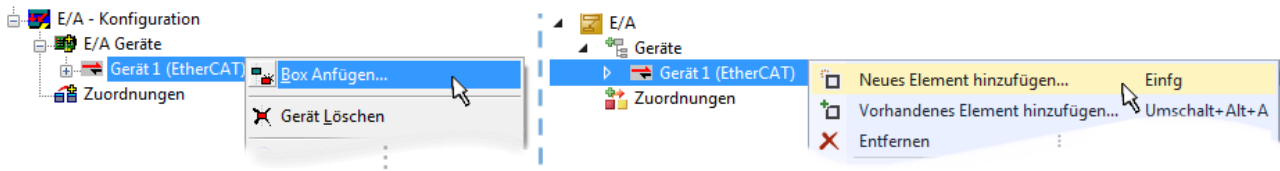


Abb. 59: Anfügen von EtherCAT-Geräten (links: TwinCAT 2; rechts: TwinCAT 3)

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).

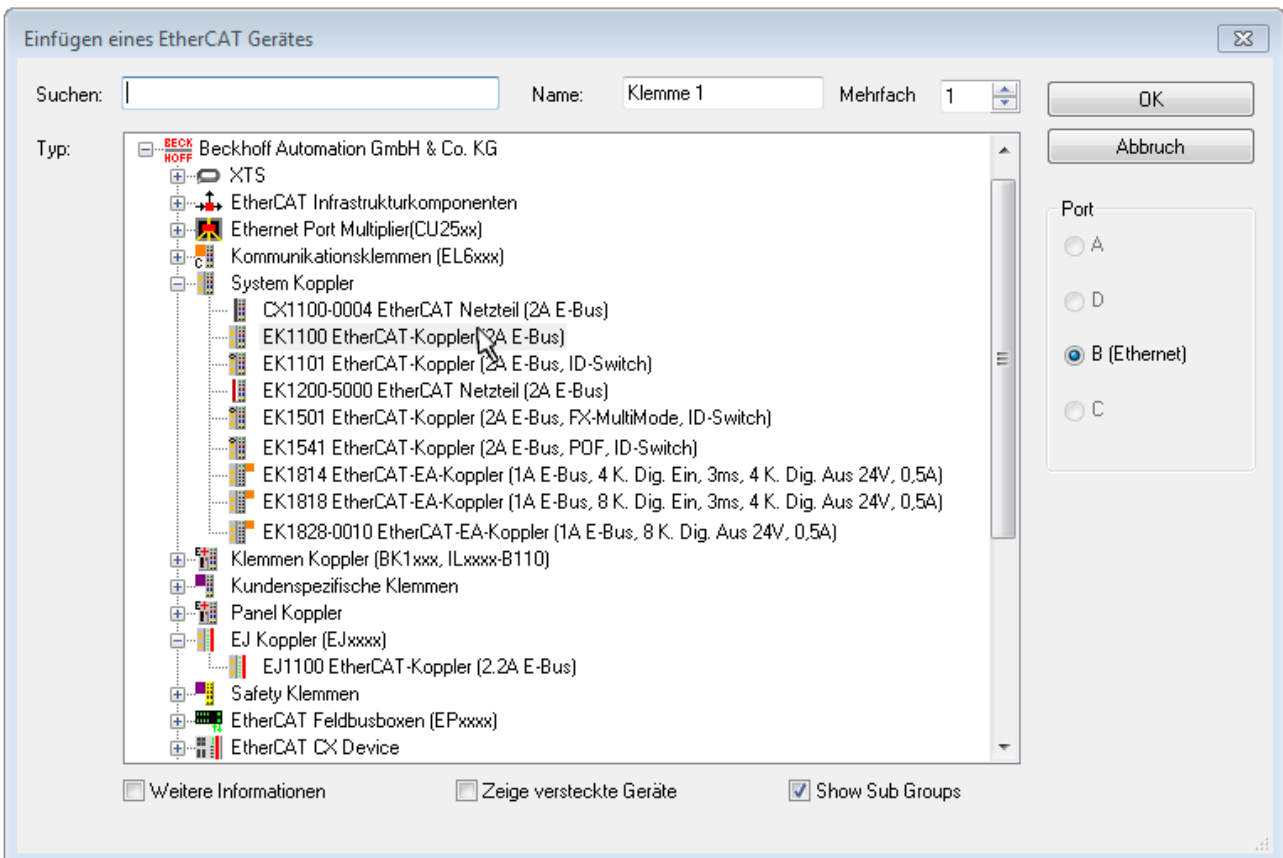


Abb. 60: Auswahldialog neues EtherCAT-Gerät

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.

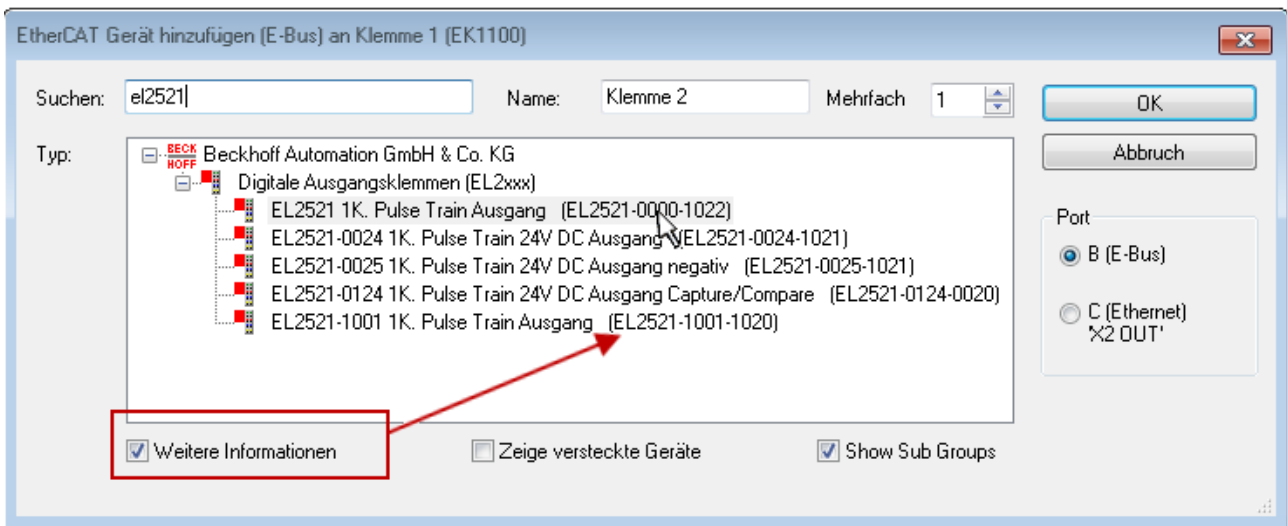


Abb. 61: Anzeige Geräte-Revision

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“.

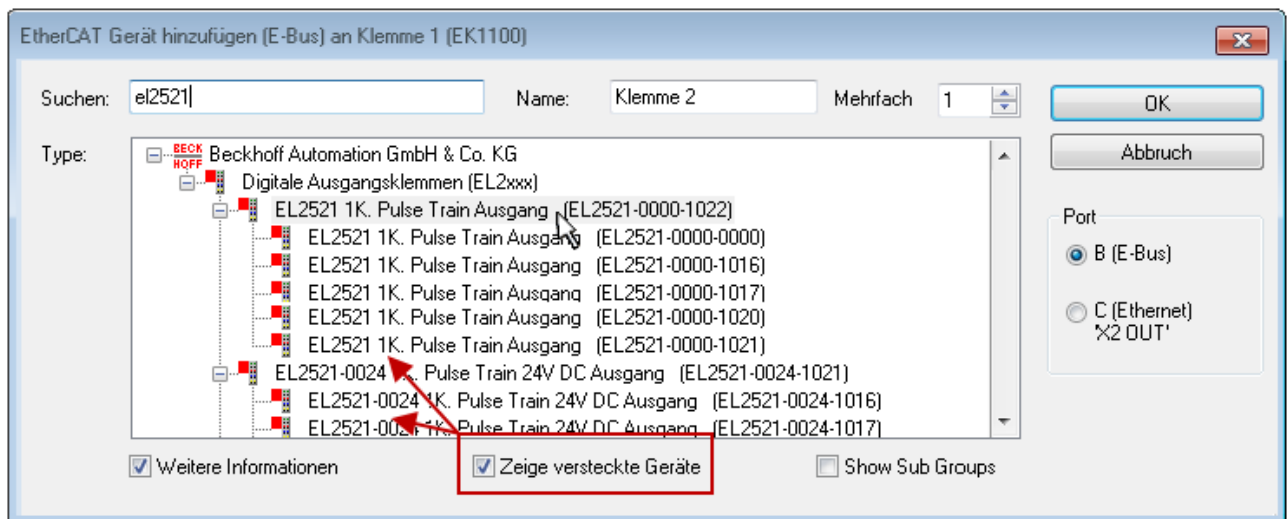


Abb. 62: Anzeige vorhergehender Revisionen

● Geräte-Auswahl nach Revision, Kompatibilität

i 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.

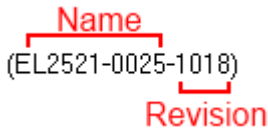


Abb. 63: Name/Revision Klemme

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

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

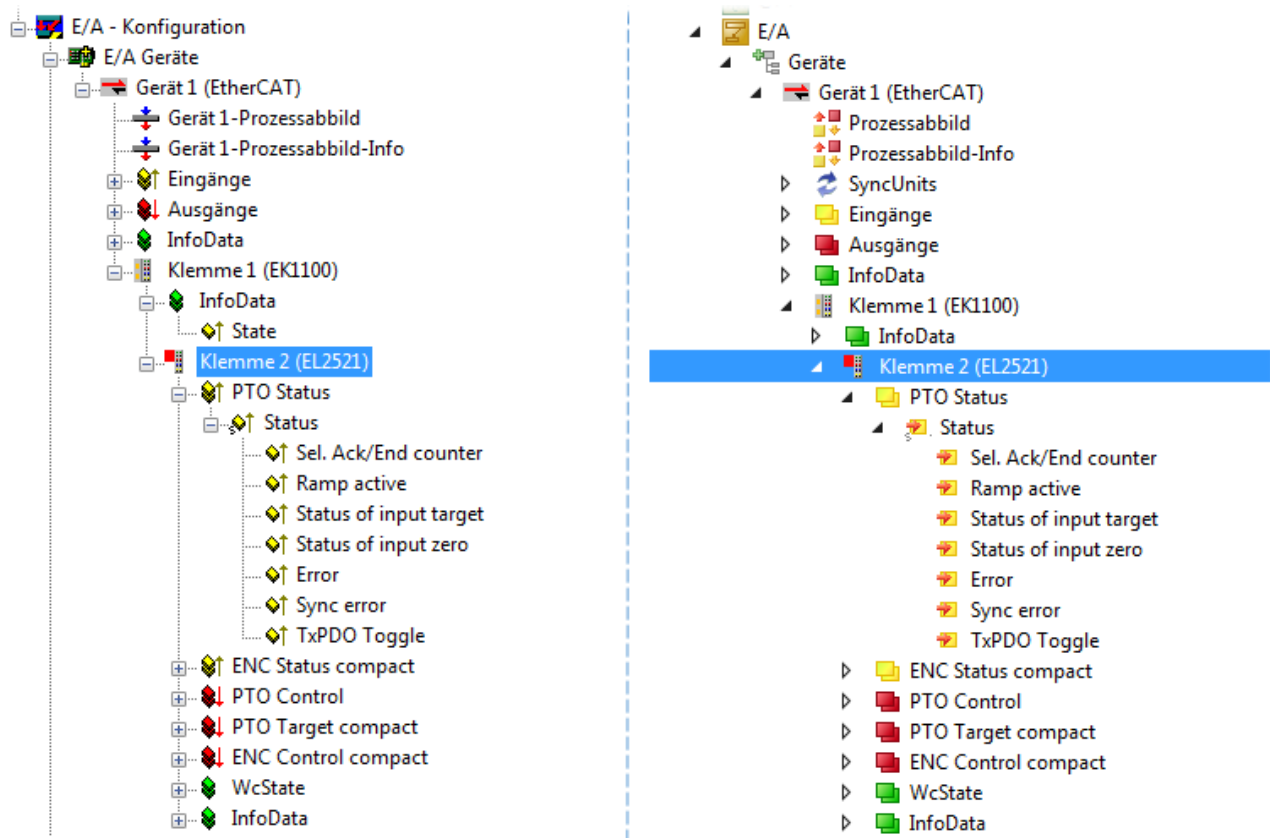




Abb. 64: EtherCAT Klemme im TwinCAT-Baum (links: TwinCAT 2; rechts: TwinCAT 3)



5.1.1.6 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. 65: 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.

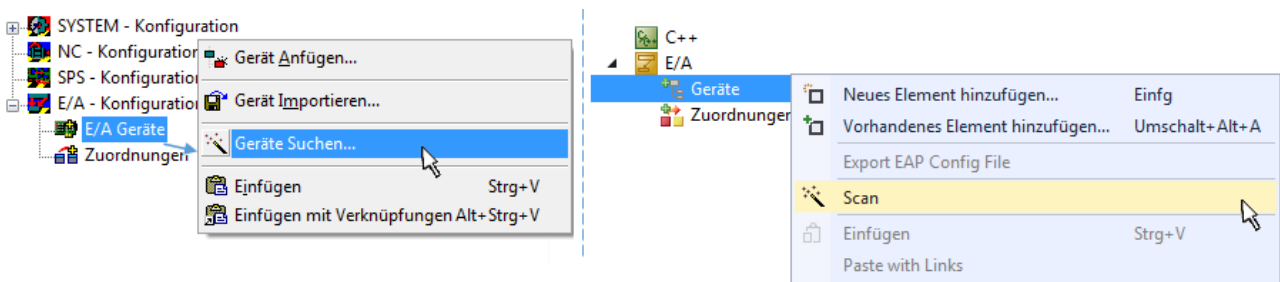


Abb. 66: Scan Devices (links: TwinCAT 2; rechts: TwinCAT 3)

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.

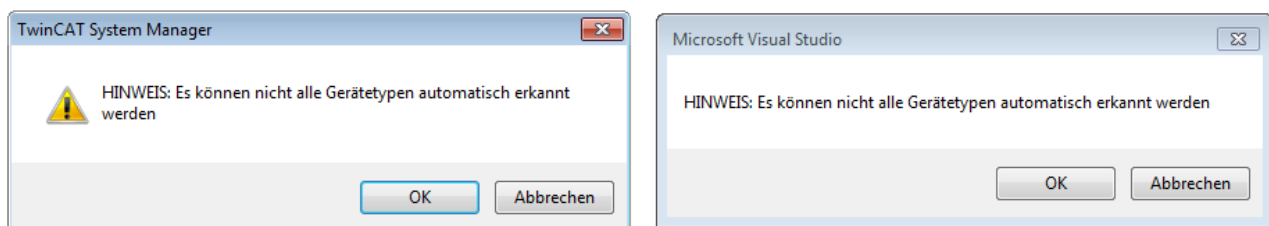


Abb. 67: Hinweis automatischer GeräteScan (links: TwinCAT 2; rechts: TwinCAT 3)

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.

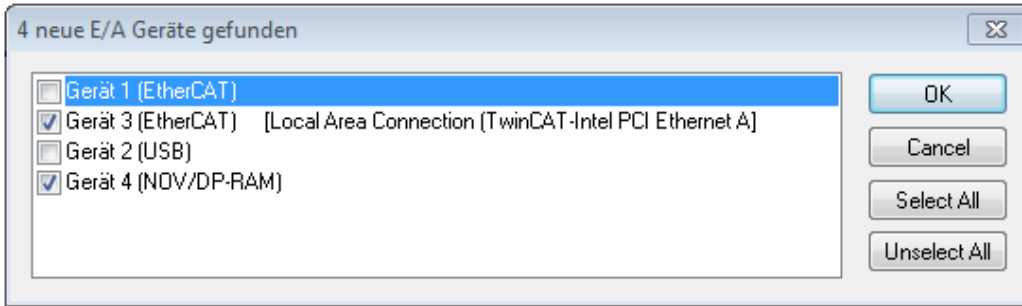


Abb. 68: Erkannte Ethernet-Geräte

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](#) [► 61].

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.

Name
(EL2521-0025-1018)
Revision

Abb. 69: 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](#) [► 82] 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:

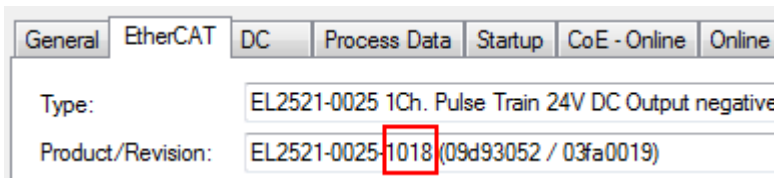


Abb. 70: Einbau EtherCAT-Klemme mit Revision -1018

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 [► 82] 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:

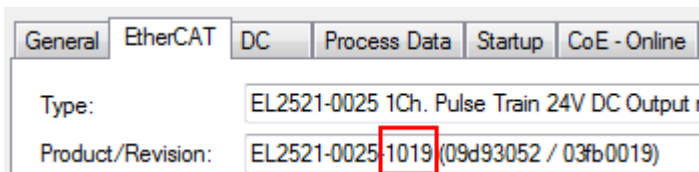


Abb. 71: Erkennen EtherCAT-Klemme mit Revision -1019

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

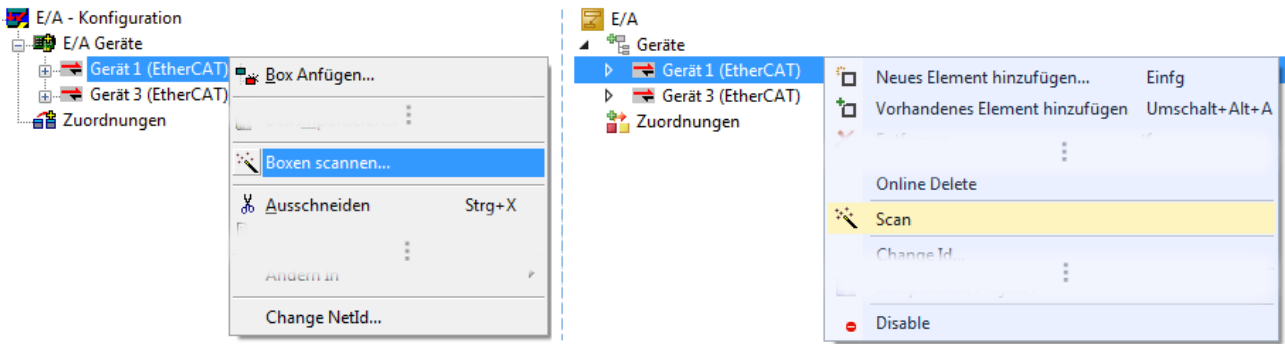


Abb. 73: Manuelles Scannen nach Teilnehmern auf festgelegtem EtherCAT Device (links: TC2; rechts TC3)

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



Abb. 74: Scanfortschritt am Beispiel von TwinCAT 2

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



Abb. 75: 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. 76: Anzeige des Wechsels zwischen „Free Run“ und „Config Mode“ unten rechts in der Statusleiste



Abb. 77: 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.

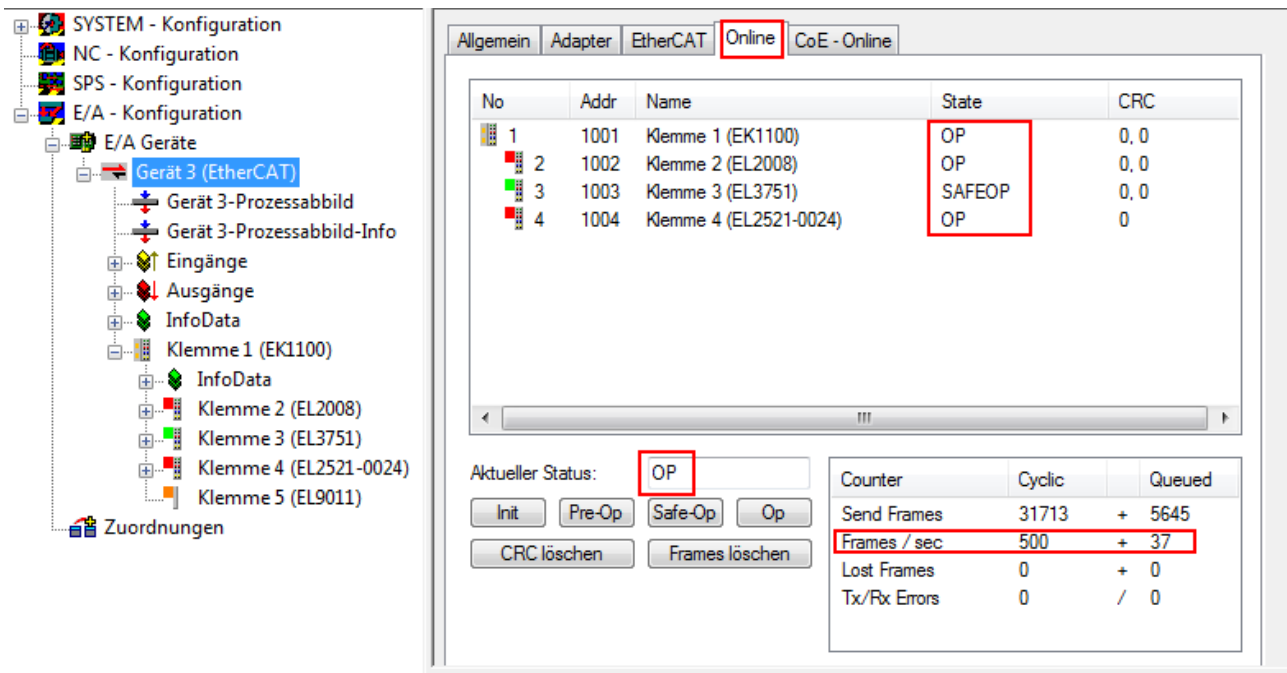


Abb. 78: Beispielhafte Online-Anzeige

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 \[▶ 72\]](#) 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.

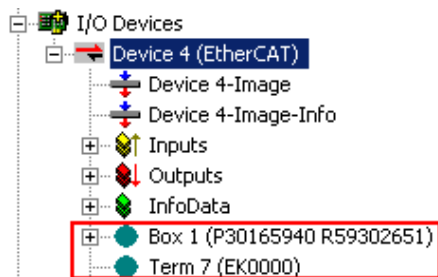


Abb. 79: Fehlerhafte Erkennung

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

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

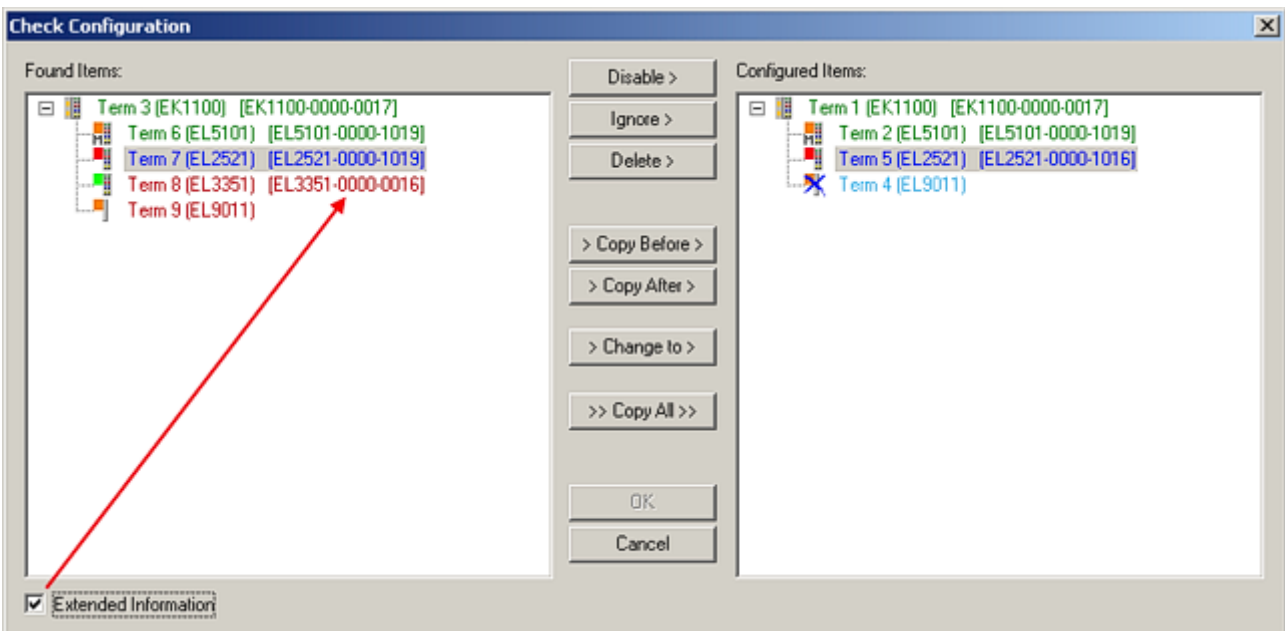


Abb. 81: Korrekturdialog

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.

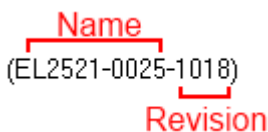


Abb. 82: Name/Revision Klemme

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.

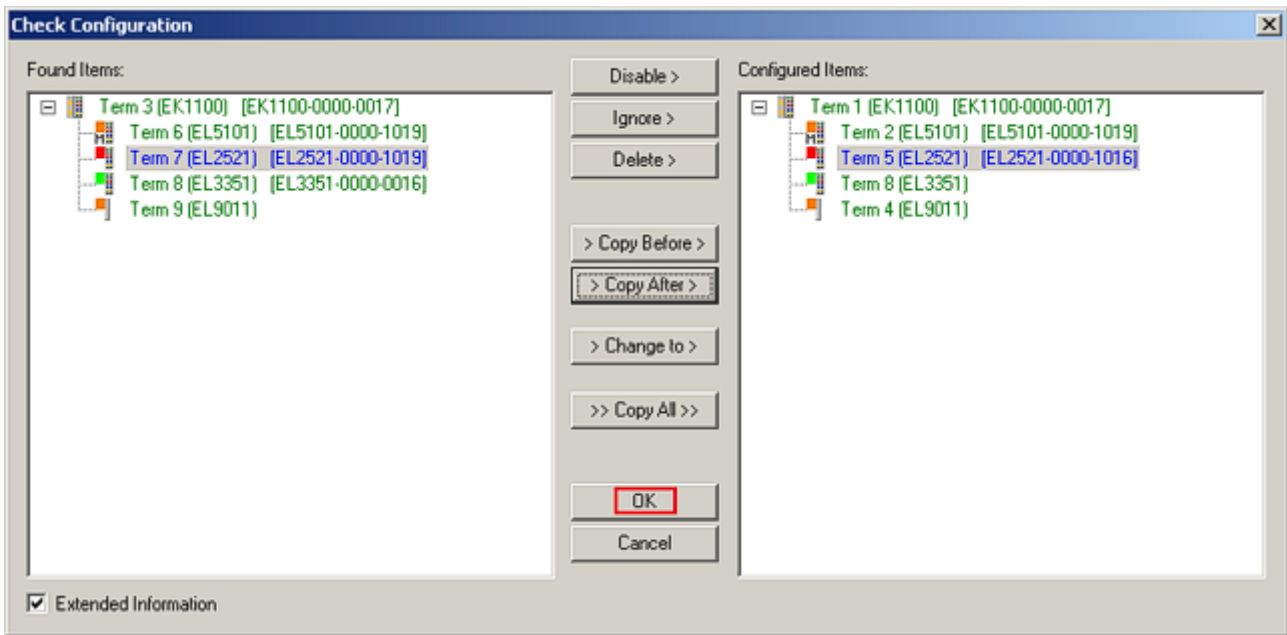


Abb. 83: Korrekturdialog mit Änderungen

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.

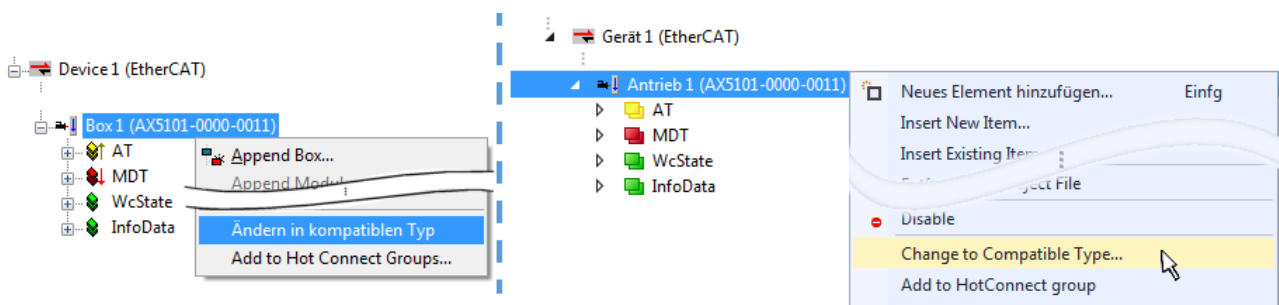


Abb. 84: Dialog „Change to Compatible Type...“ (links: TwinCAT 2; rechts TwinCAT 3)

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

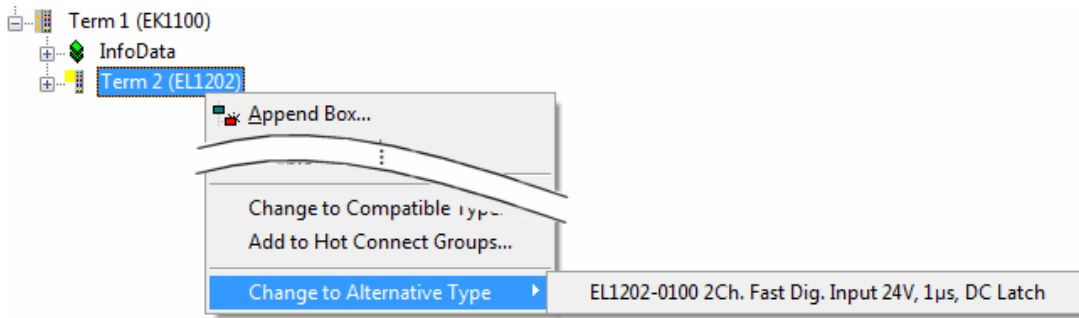


Abb. 85: TwinCAT 2 Dialog Change to Alternative Type

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.

5.1.1.7 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).

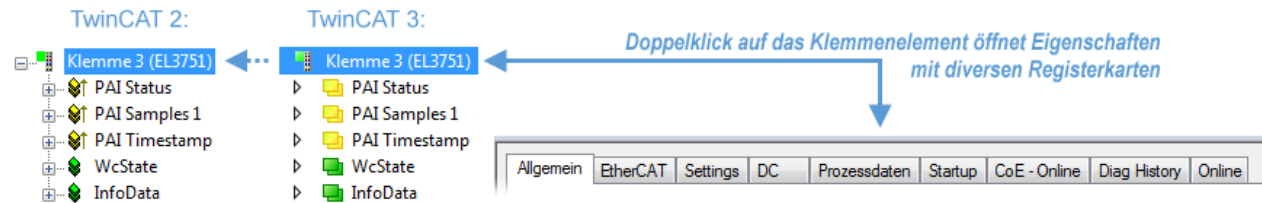


Abb. 86: „Baumzweig“ Element als Klemme EL3751

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“

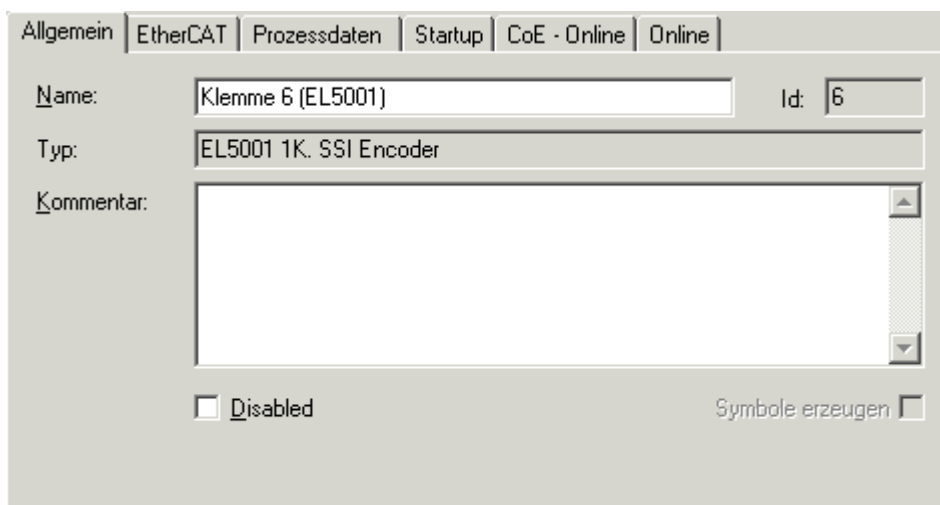


Abb. 87: Karteireiter „Allgemein“

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. 88: 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 ($FFFF_{\text{hex}}$, $FFFE_{\text{hex}}$ 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 (**Process Data Objects, PDO**) dargestellt. Falls der EtherCAT-Slave es unterstützt, ermöglicht dieser Dialog dem Anwender ein PDO über PDO-Zuordnung auszuwählen und den Inhalt des individuellen PDOs zu variieren.

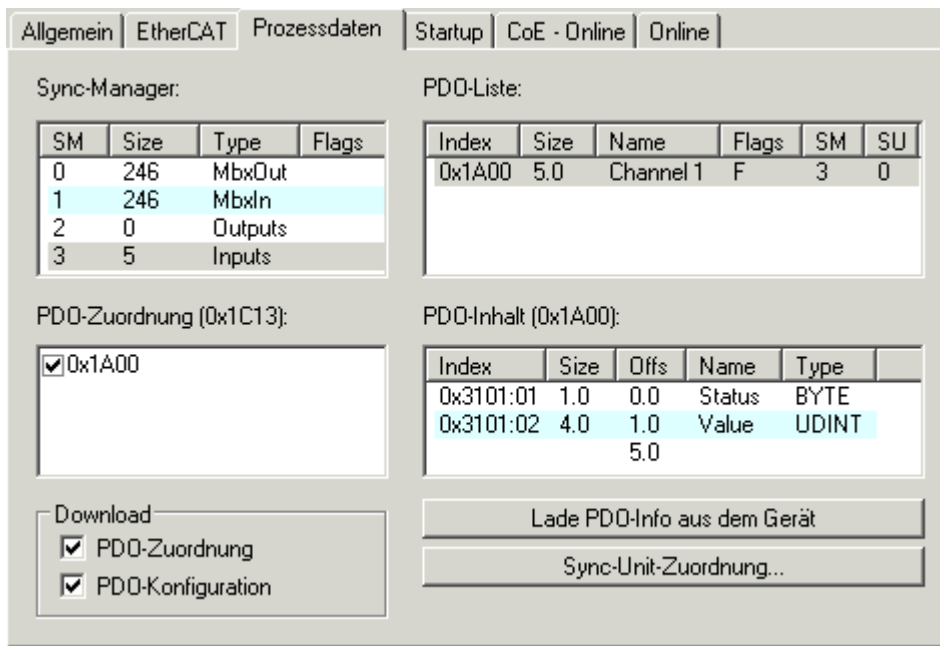


Abb. 89: Karteireiter „Prozessdaten“

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 herstellereitig 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.

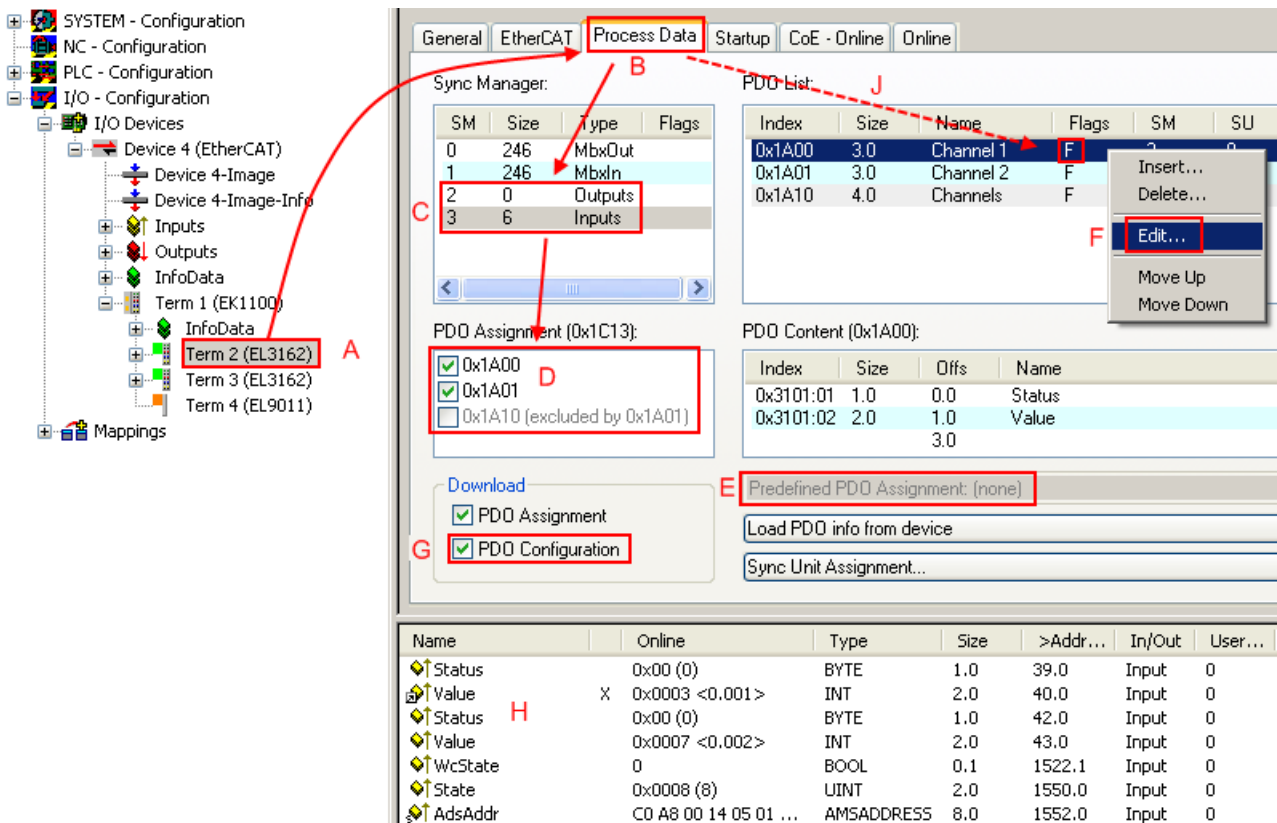


Abb. 90: Konfigurieren der Prozessdaten

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](#) [► 93] 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.

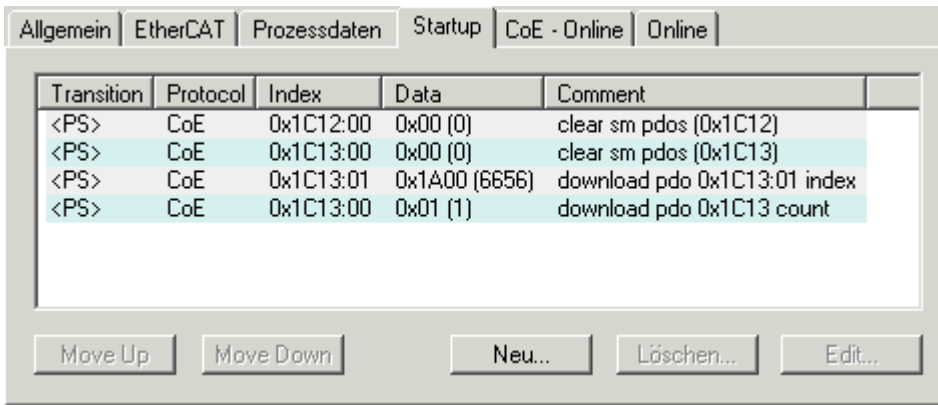


Abb. 91: Karteireiter „Startup“

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.

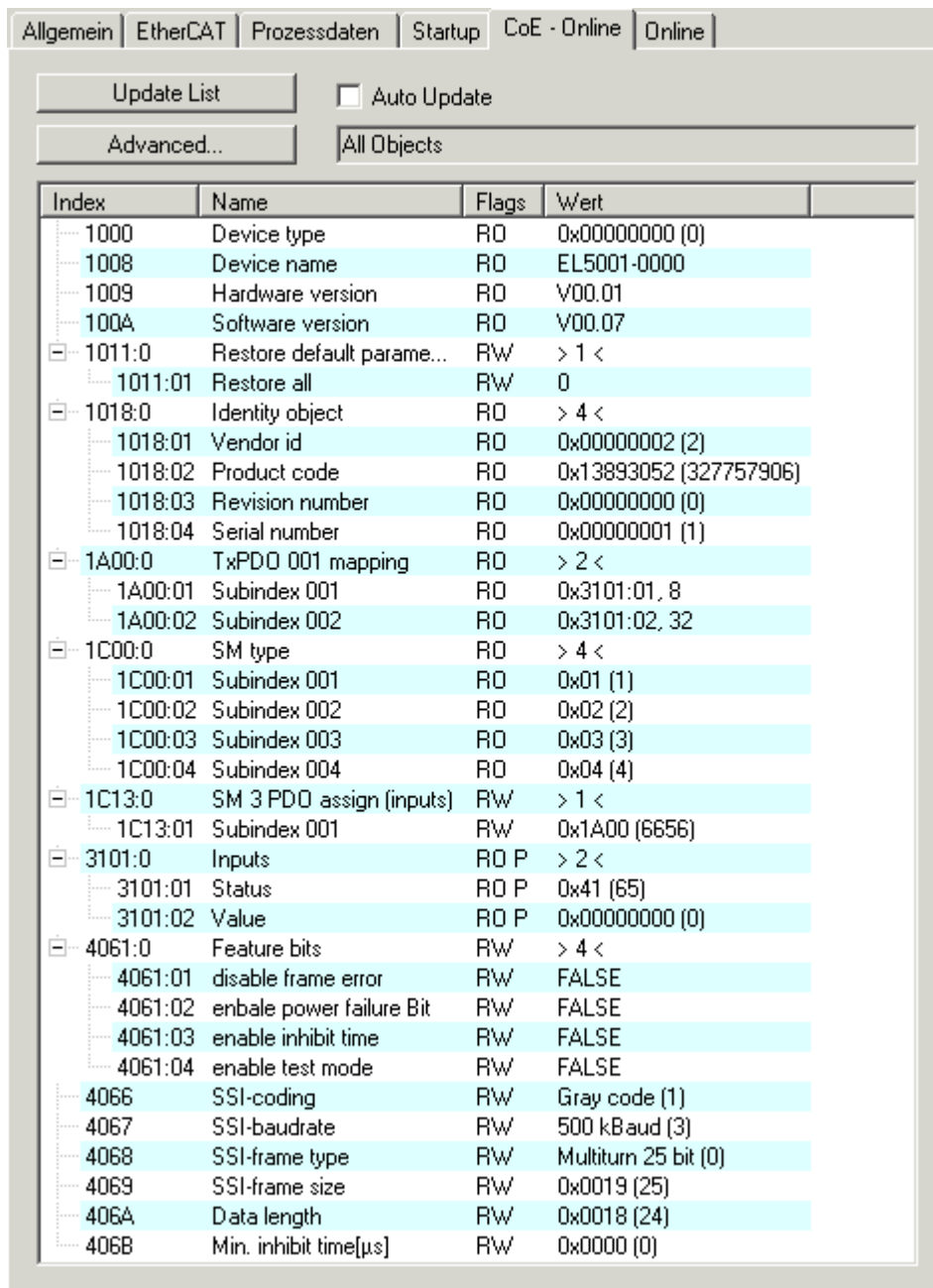


Abb. 92: Karteireiter „CoE - Online“

Darstellung der Objekt-Liste

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

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

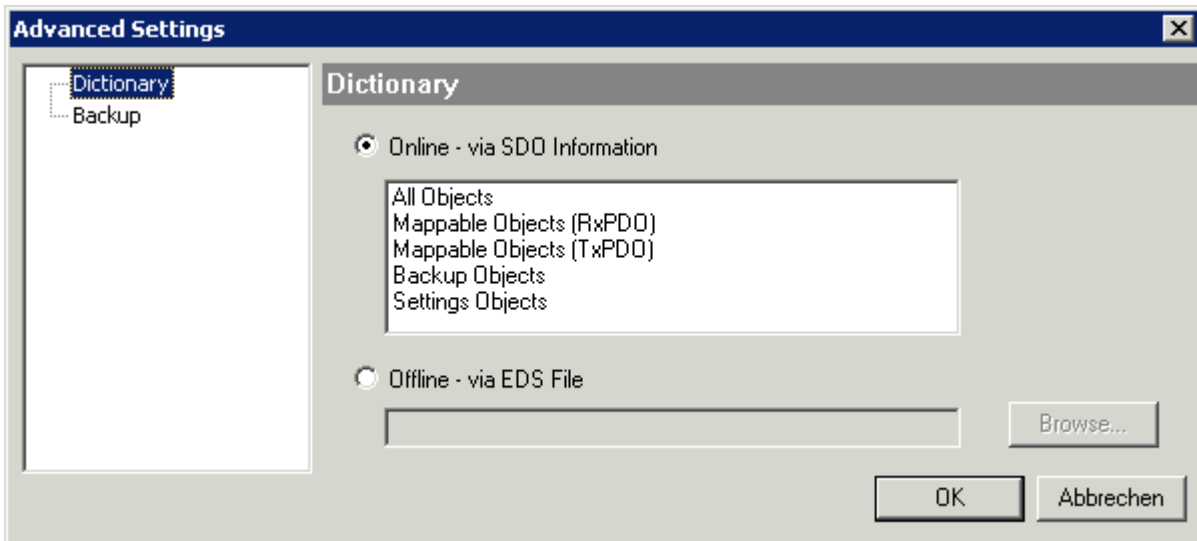


Abb. 93: Dialog „Advanced settings“

- 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“

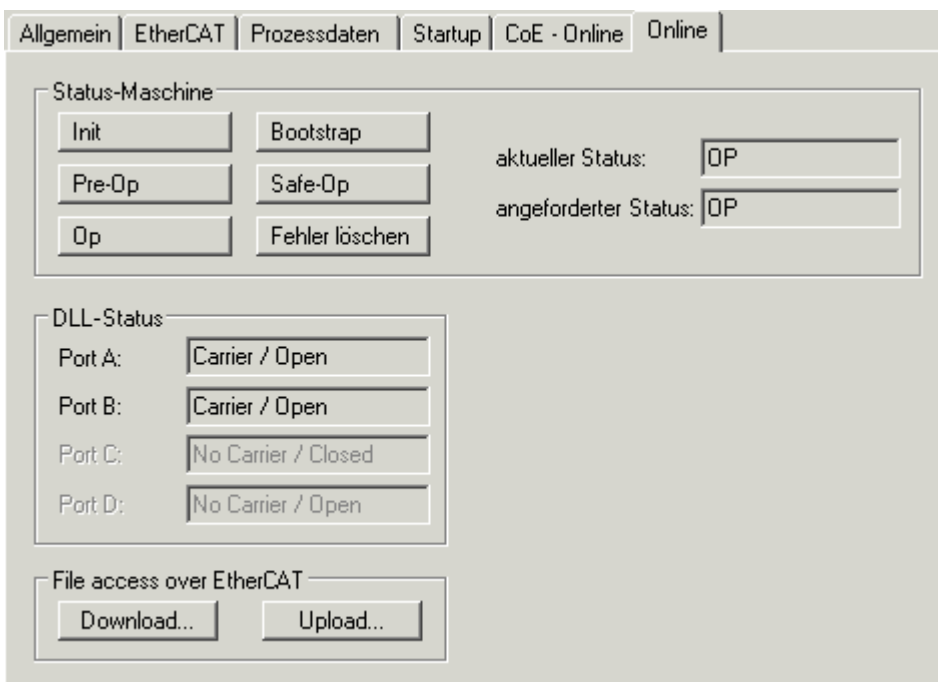


Abb. 94: Karteireiter „Online“

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)

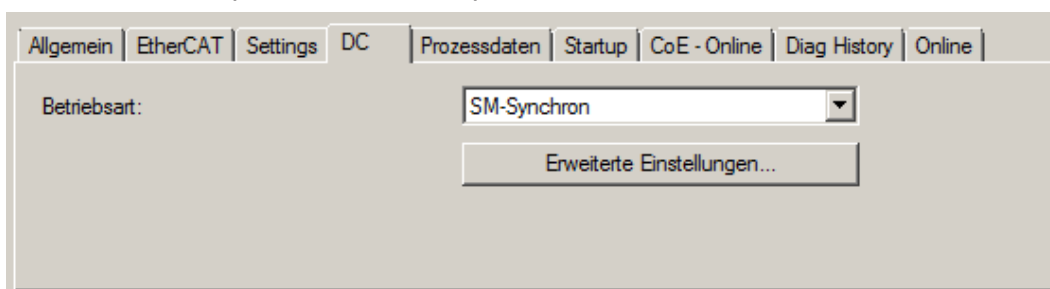


Abb. 95: Karteireiter „DC“ (Distributed Clocks)

- 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

5.1.1.7.1 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 \[► 91\]](#))
- 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 heruntergeladen 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 heruntergeladen. Die notwendigen, zum Gerät zu sendenden Kommandos können in auf dem Karteireiter [Startup](#) [► 88] 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 heruntergeladen.

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

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

5.1.1.8.1 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.

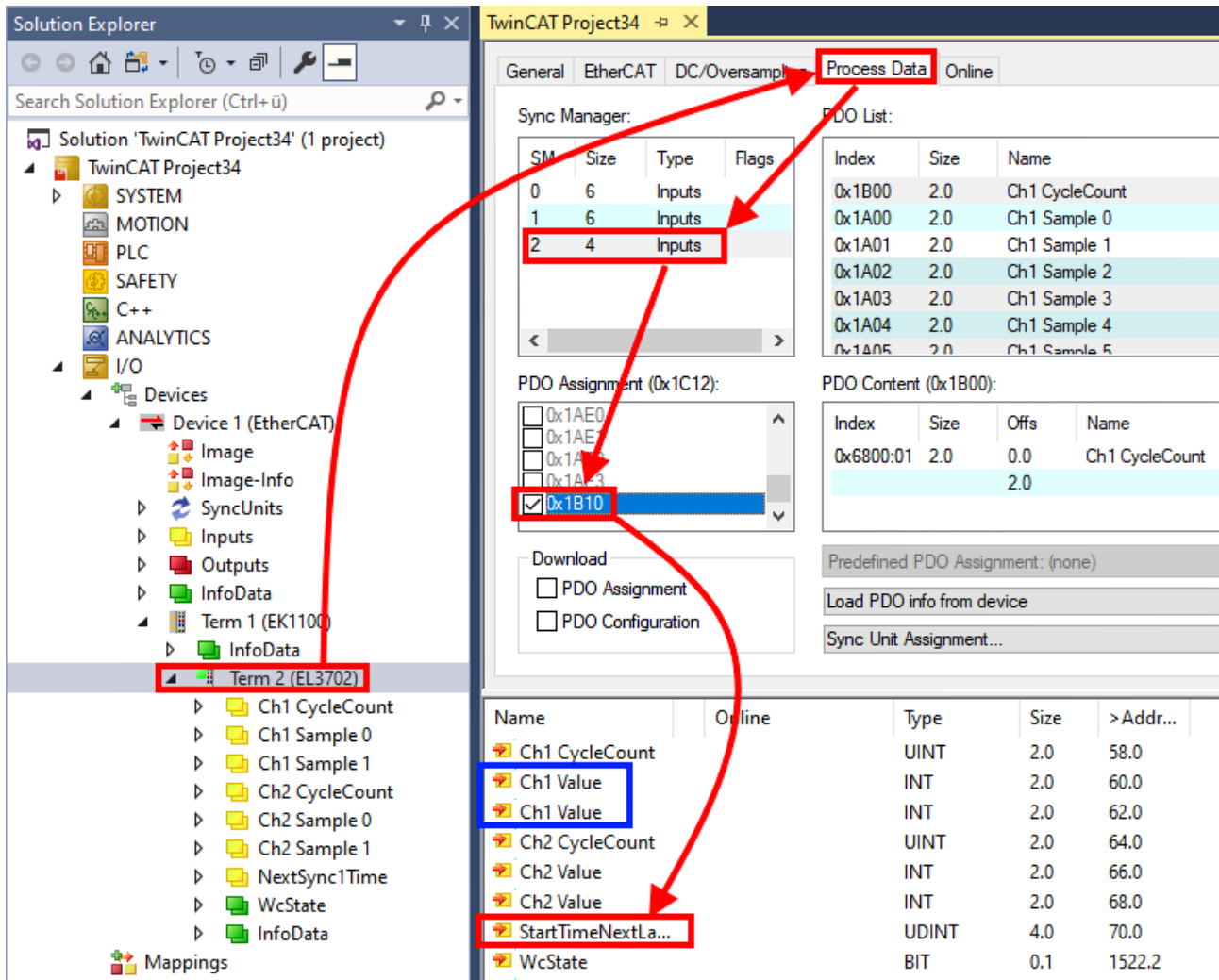
Nun kann der Bedarf entstehen, den veränderten Slave derartig in anderen Projekten wiederzuverwenden, ohne darin äquivalente Konfigurationsveränderungen an dem Slave nochmals vornehmen zu müssen. Um dies zu bewerkstelligen, ist wie folgt vorzugehen:

- 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.

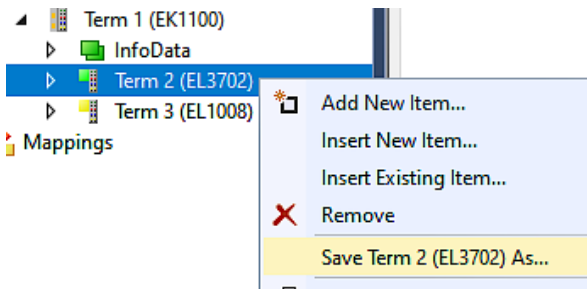
Zur Veranschaulichung im Folgenden ein Beispiel: eine EL3702-Klemme in Standard-Einstellung wird auf 2-fach Oversampling umgestellt (blau) und das optionale PDO „StartTimeNextLatch“ wahlweise hinzugefügt (rot):



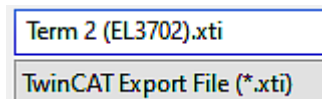
Die beiden genannten Methoden für den Export und Import der veränderten Klemme werden im Folgenden demonstriert.

5.1.1.8.2 Das Vorgehen innerhalb TwinCAT mit xti-Dateien

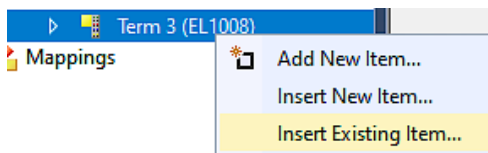
Jedes IO Gerät kann einzeln exportiert/abgespeichert werden:



Die xti-Datei kann abgelegt:



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



5.1.1.8.3 Das Vorgehen innerhalb und außerhalb TwinCAT mit sci-Datei

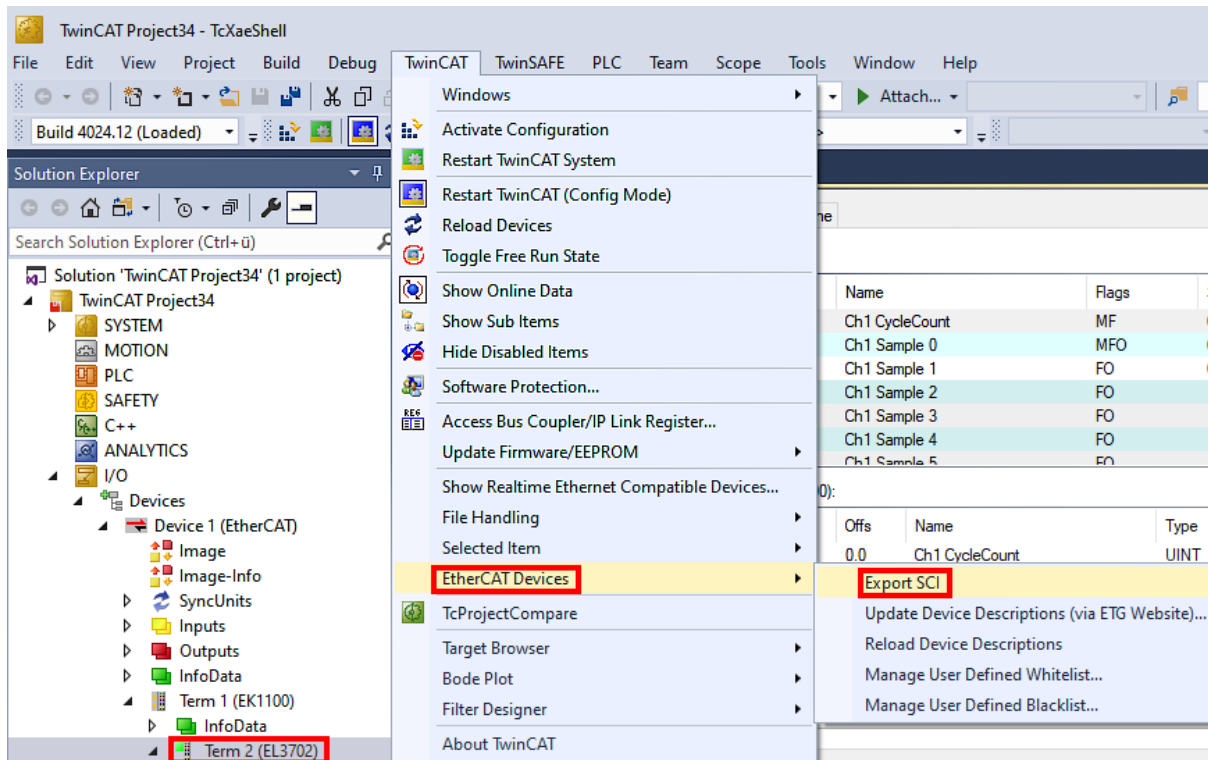
Hinweis Verfügbarkeit (2021/01)

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

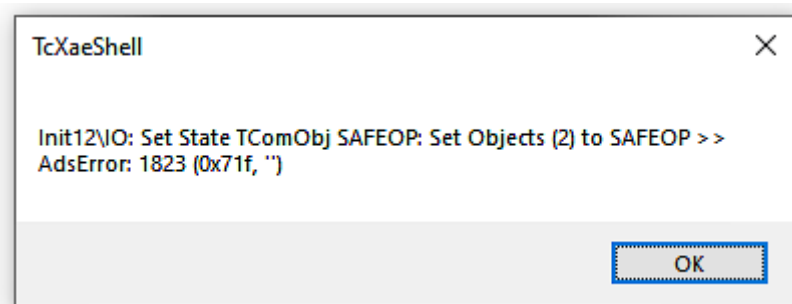
Die Slave Configuration Information (SCI) beschreibt eine bestimmte vollständige Konfiguration für einen EtherCAT-Slave (Klemme, Box, Antrieb...) basierend auf den Einstellungsmöglichkeiten der Gerätebeschreibungdatei (ESI, EtherCAT-Slave Information). Das heißt, sie umfasst PDO, CoE, Synchronisierung.

Export:

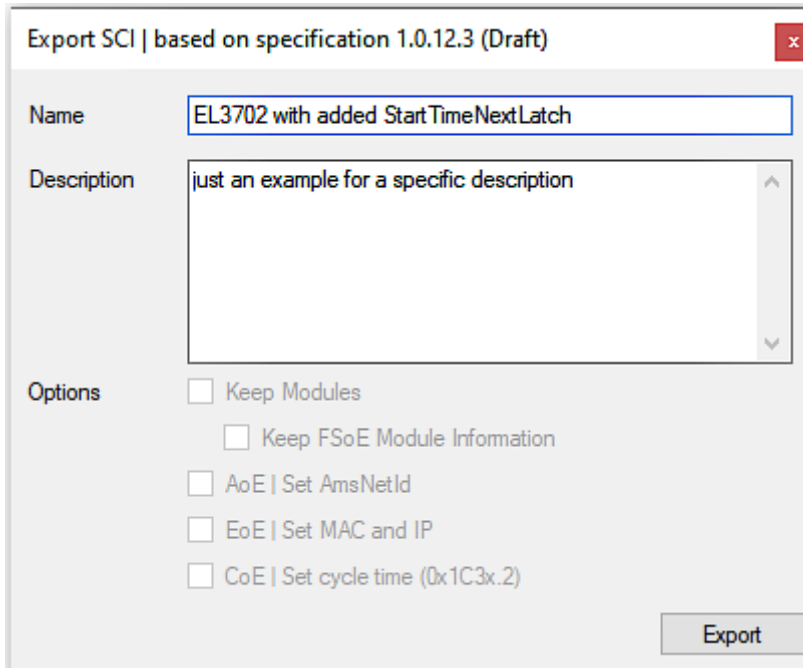
- einzelnes Gerät (auch Mehrfachauswahl möglich) über das Menü auswählen:
TwinCAT → EtherCAT Devices → Export SCI.



- 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:



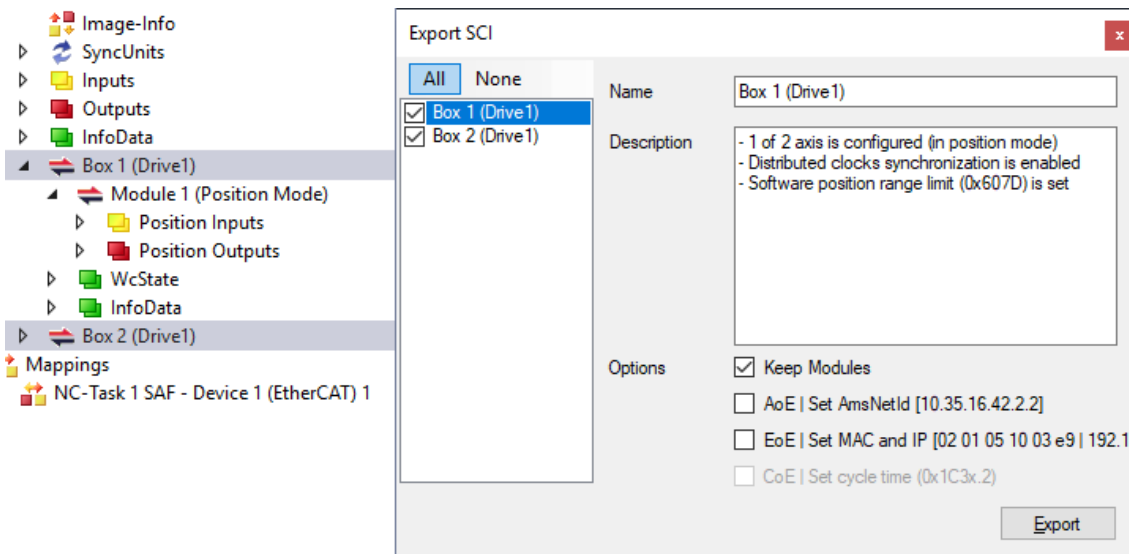
- Im Weiteren kann eine Beschreibung angegeben werden:



- 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*):

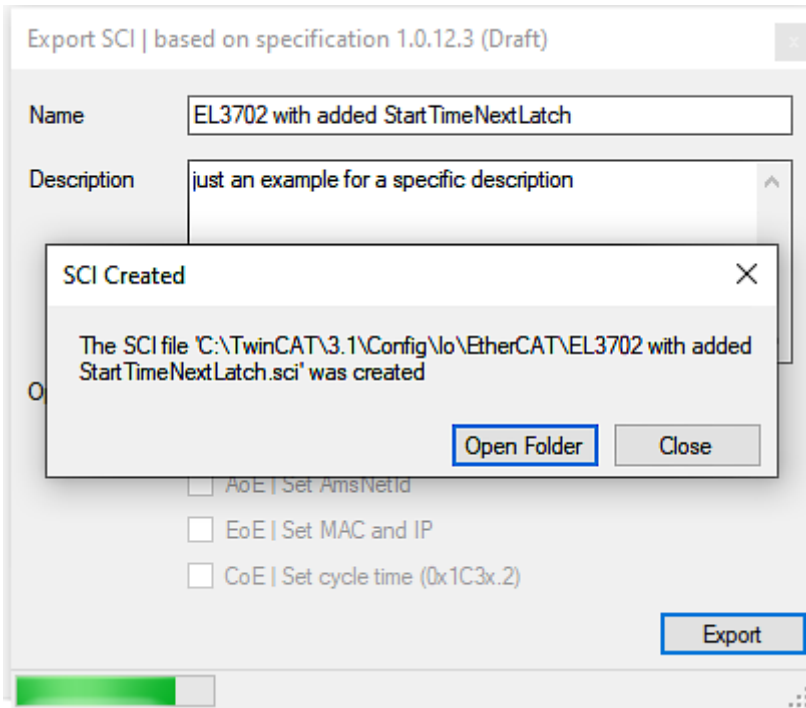


- Auswahl der zu exportierenden Slaves:

- 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:

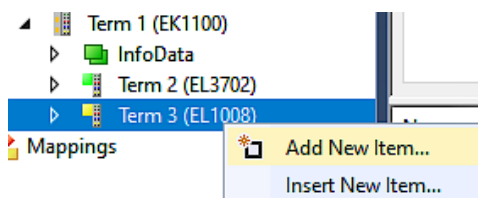


Import

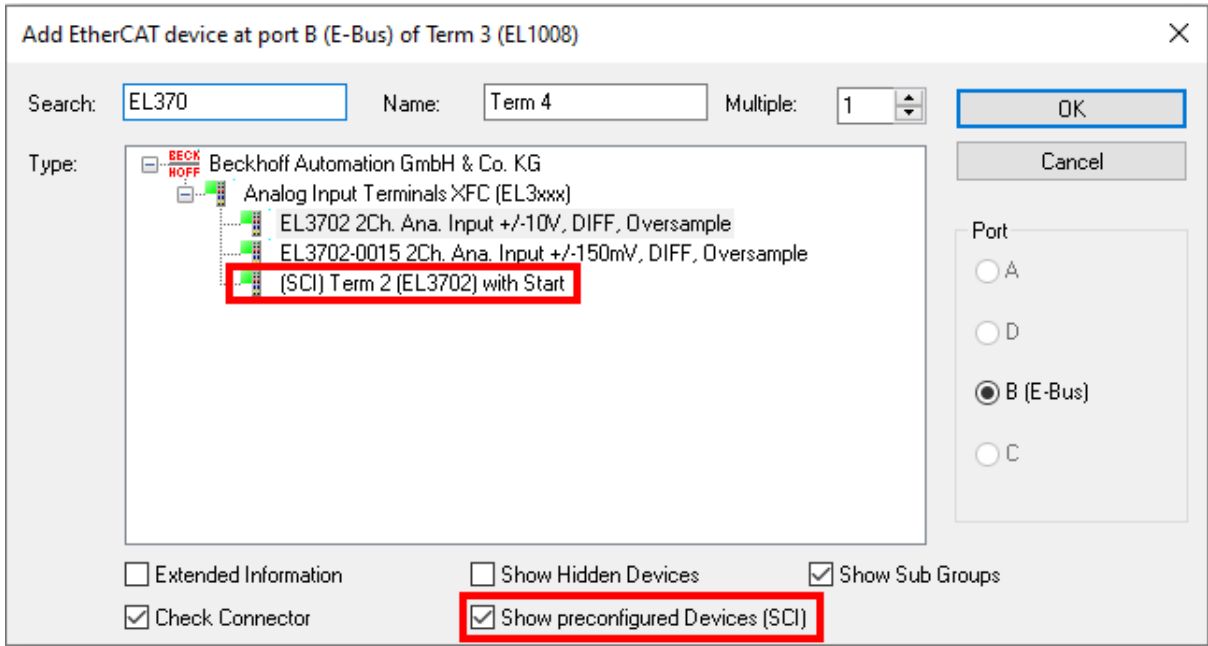
- Eine sci-Beschreibung kann wie jede normale Beckhoff-Gerätebeschreibung manuell in die TwinCAT-Konfiguration eingefügt werden.
- Die sci-Datei muss im TwinCAT-ESI-Pfad liegen, i.d.R. unter:
C:\TwinCAT\3.1\Config\Io\EtherCAT

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

- Öffnen des Auswahl-Dialogs:

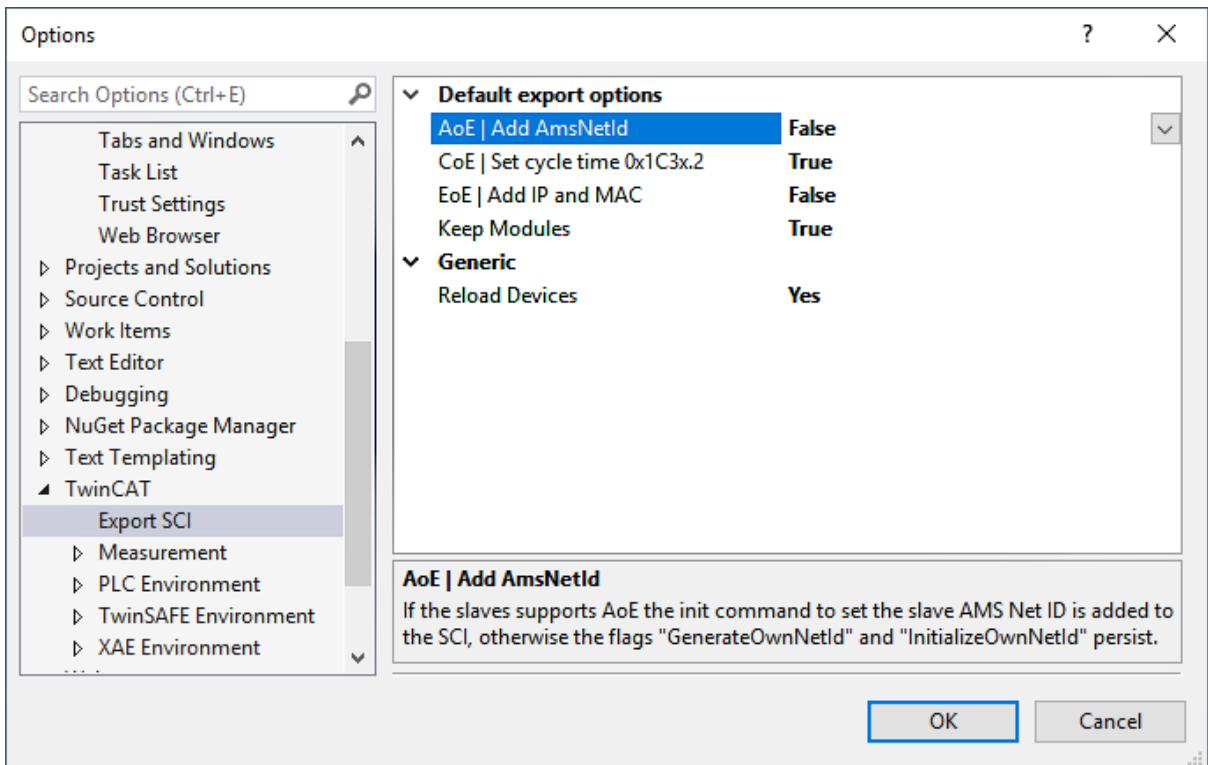


- SCI-Geräte anzeigen und gewünschtes Gerät auswählen und einfügen:



Weitere Hinweise

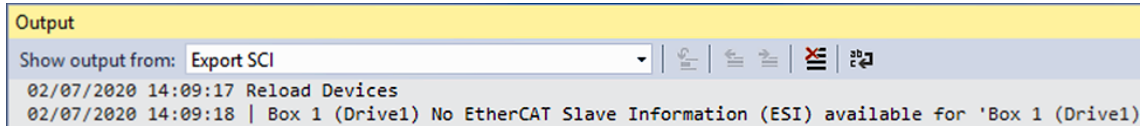
- Einstellungen für die SCI-Funktion können über den allgemeinen Options Dialog vorgenommen werden (Tools → Options → TwinCAT → Export SCI):



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:



5.1.2 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:

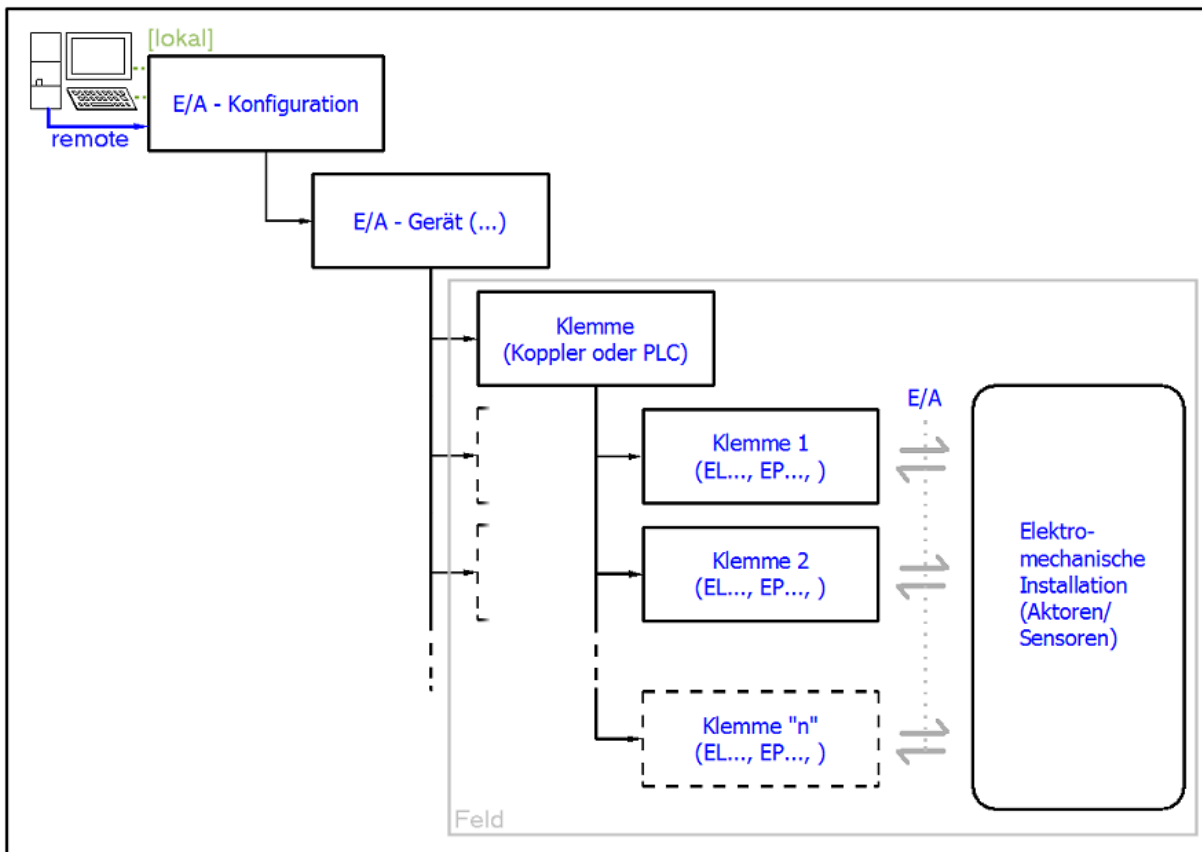


Abb. 96: Bezug von der Anwender Seite (Inbetriebnahme) zur Installation

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)

5.1.2.1 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:

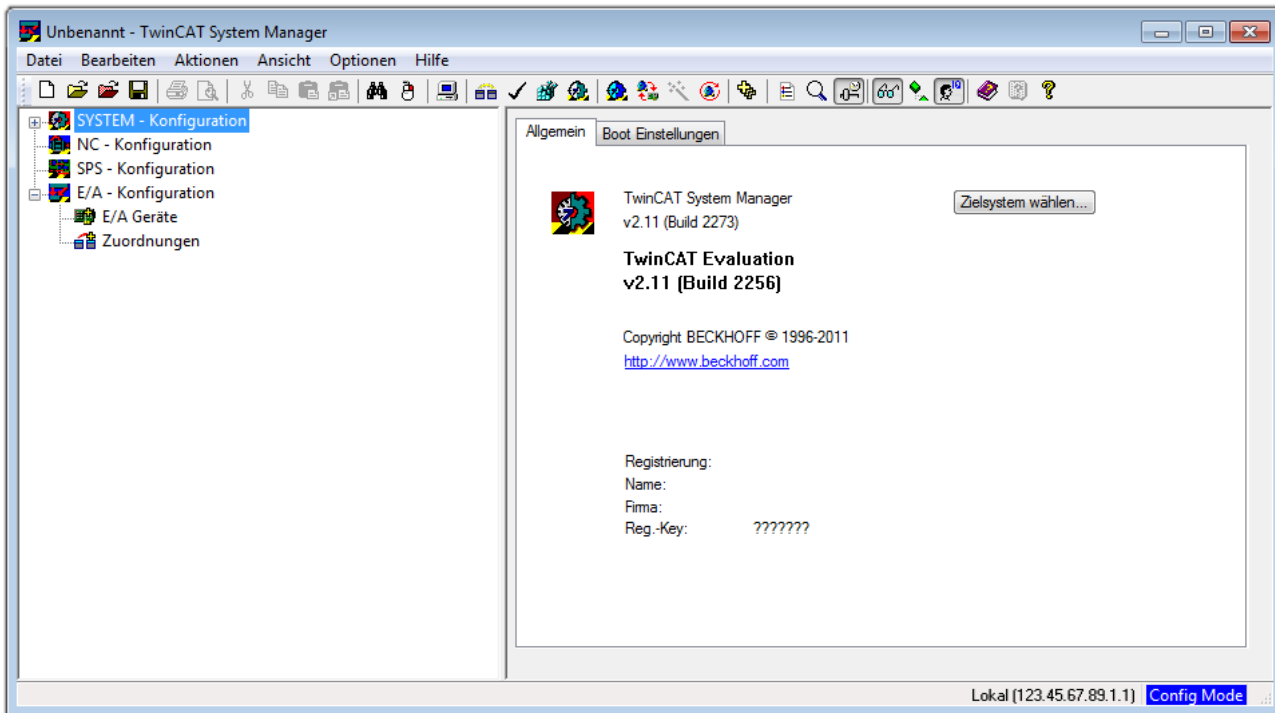



Abb. 98: Initiale Benutzeroberfläche TwinCAT 2

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 |> 106]“ 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:

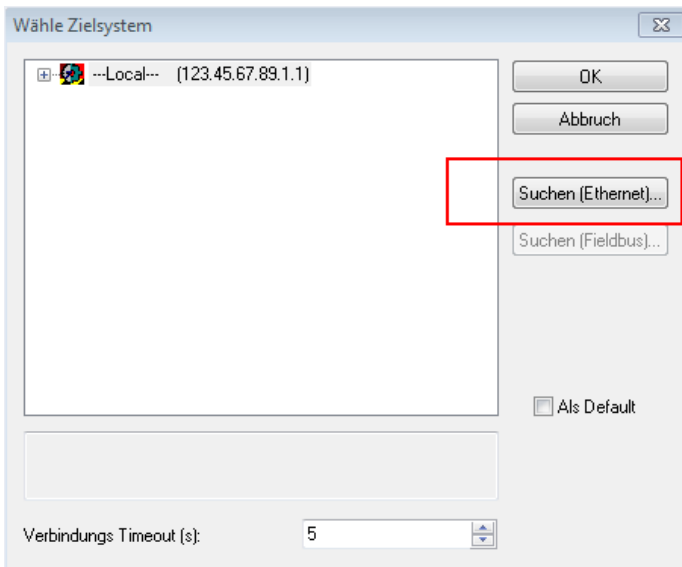


Abb. 99: Wähle Zielsystem

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

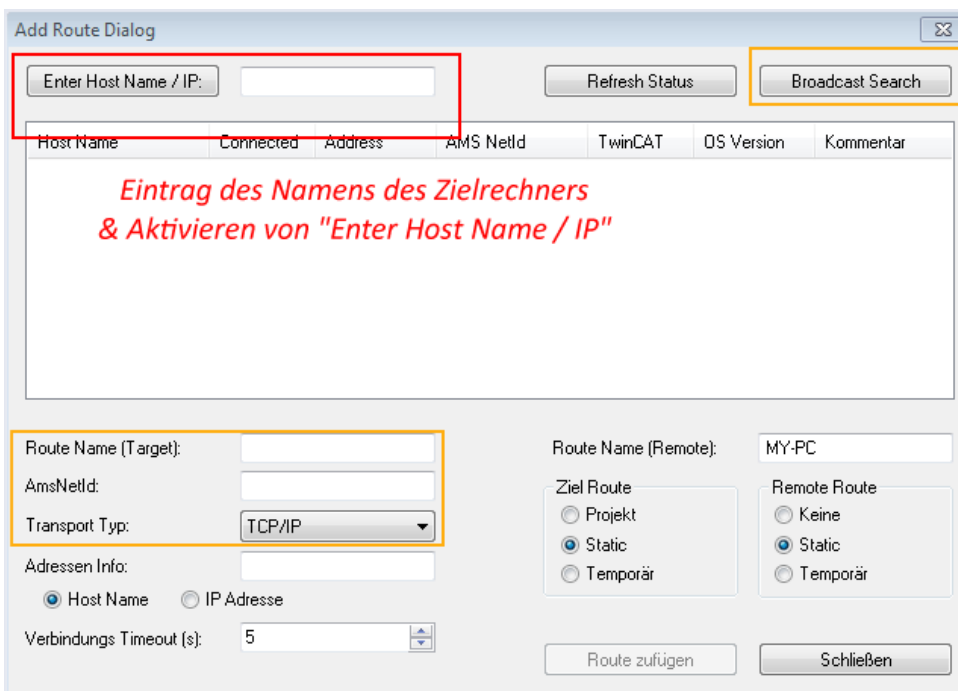
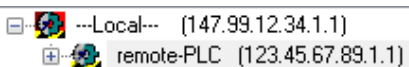


Abb. 100: PLC für den Zugriff des TwinCAT System Managers festlegen: Auswahl des Zielsystems

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.

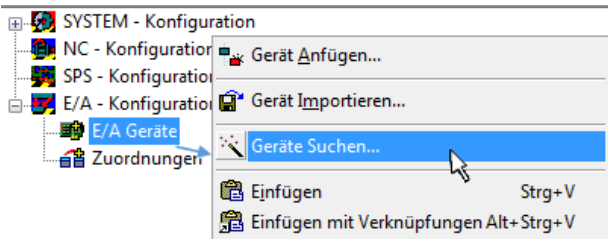


Abb. 101: Auswahl „Gerät Suchen...“

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

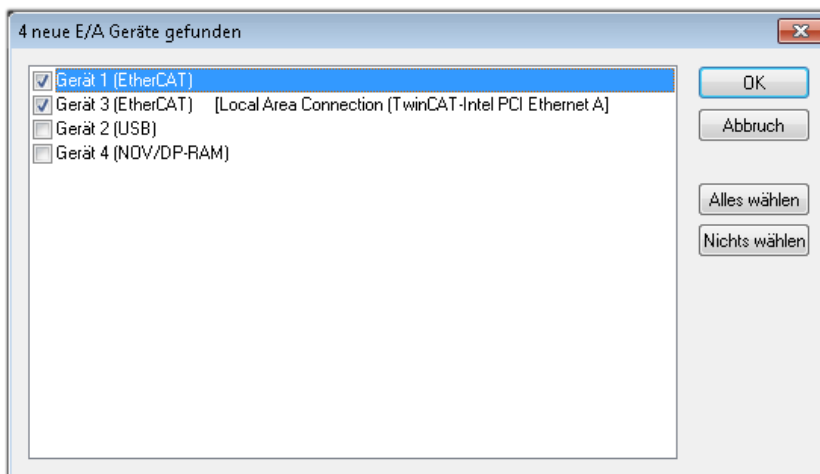


Abb. 102: Automatische Erkennung von E/A-Geräten: Auswahl der einzubindenden Geräte

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

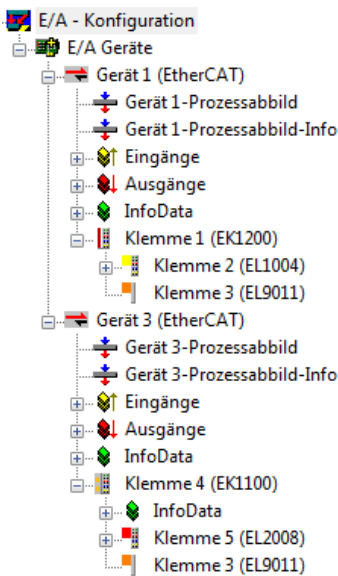


Abb. 103: Abbildung der Konfiguration im TwinCAT 2 System Manager

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:

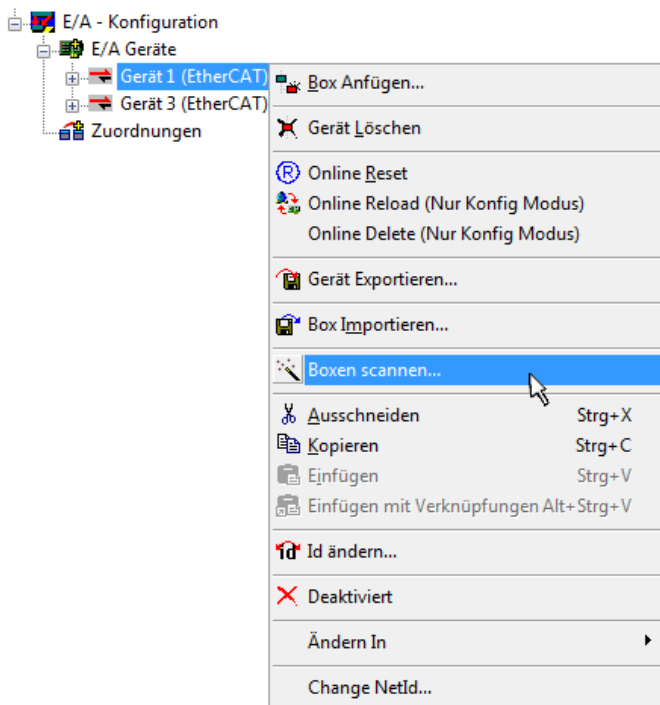


Abb. 104: Einlesen von einzelnen an einem Gerät befindlichen Klemmen

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:

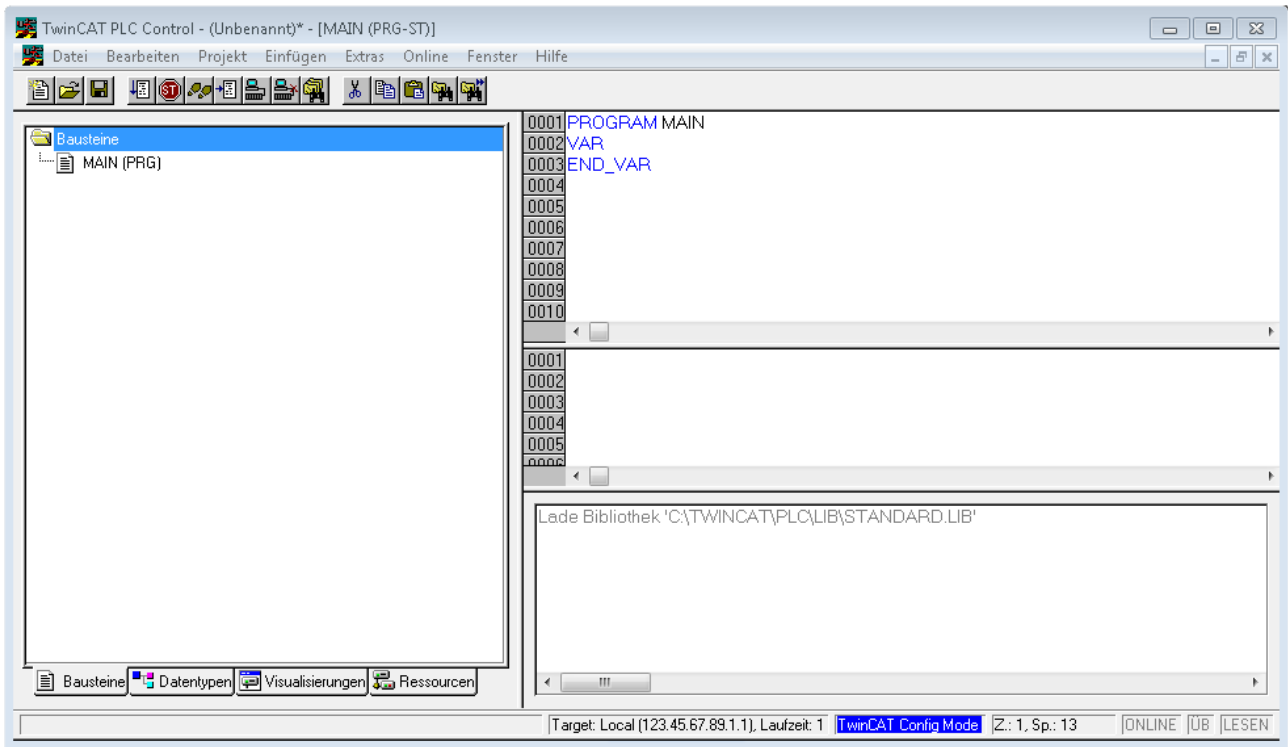


Abb. 105: TwinCAT PLC Control nach dem Start

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

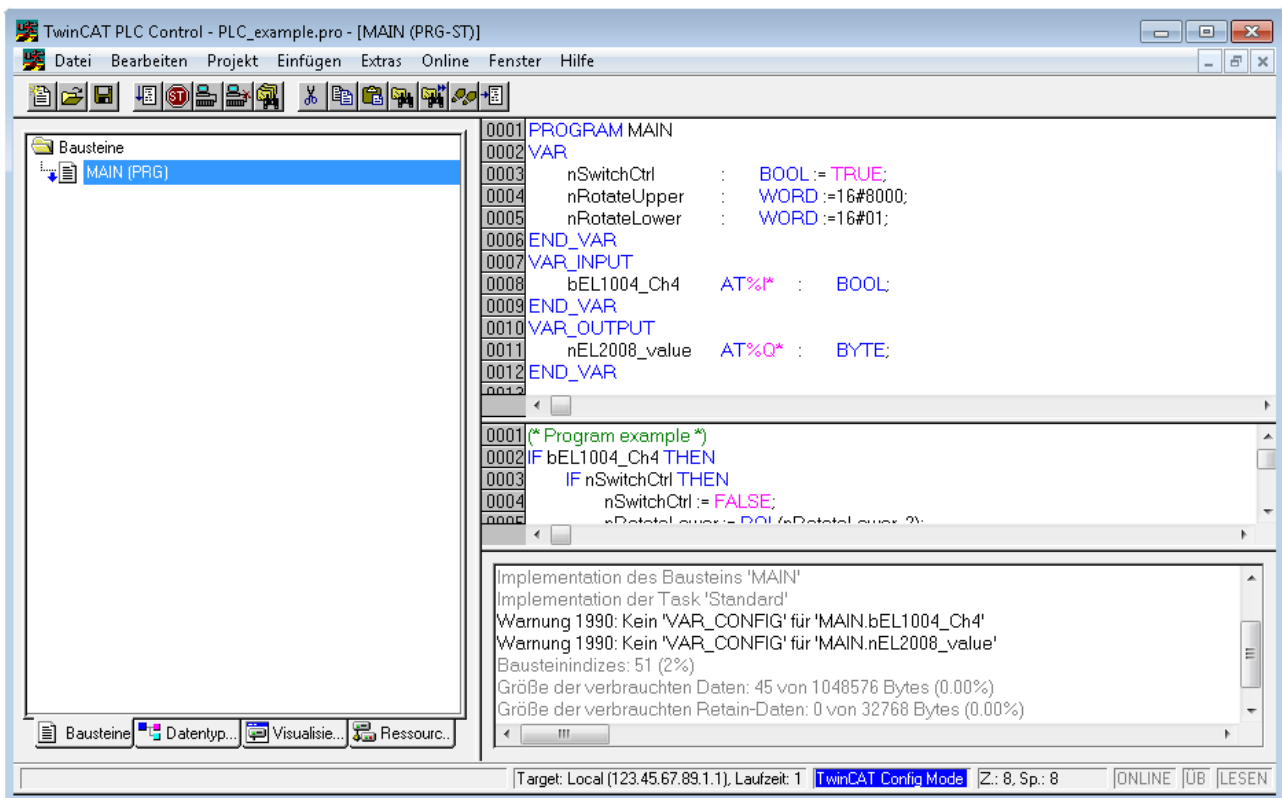


Abb. 106: Beispielprogramm mit Variablen nach einem Kompilervorgang (ohne Variablenanbindung)

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...“:

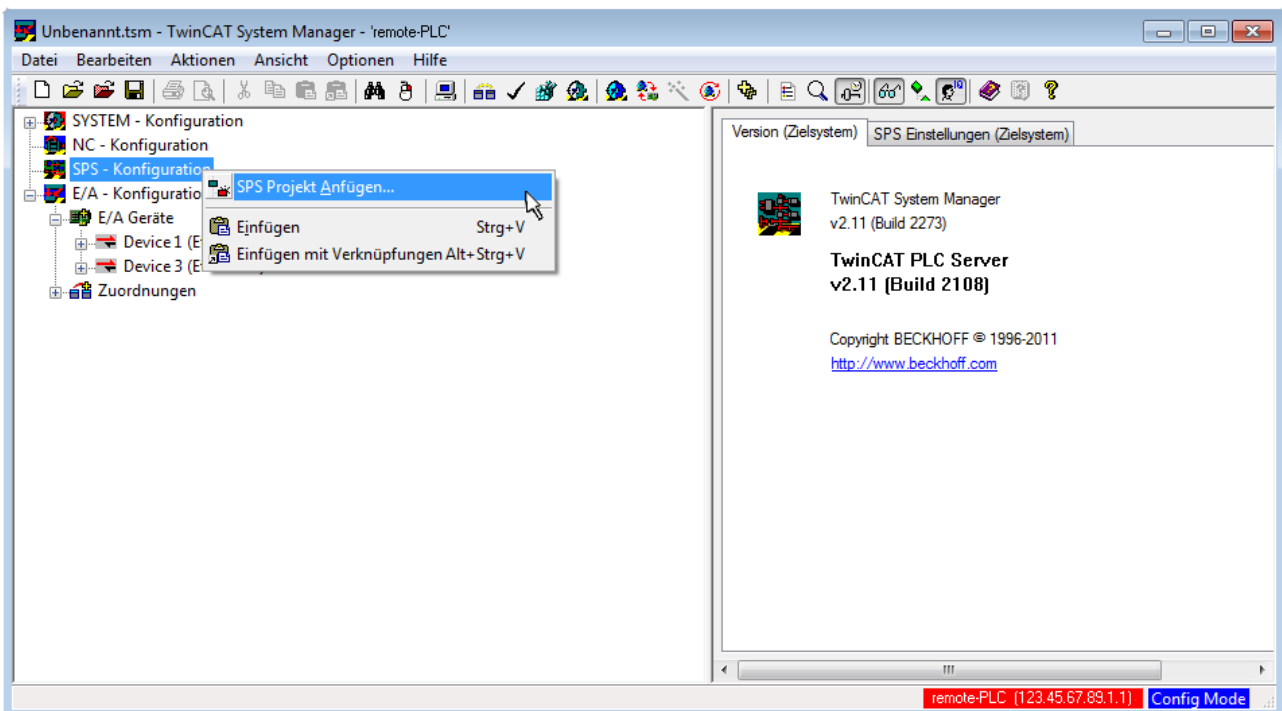


Abb. 107: Hinzufügen des Projektes des TwinCAT PLC Control

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:

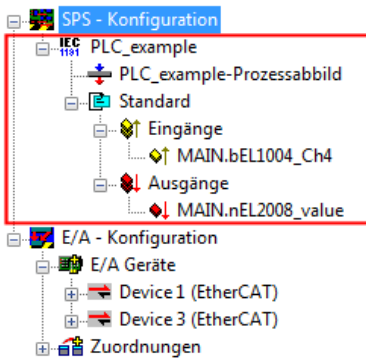


Abb. 108: Eingebundenes PLC-Projekt in der SPS-Konfiguration des System Managers

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:

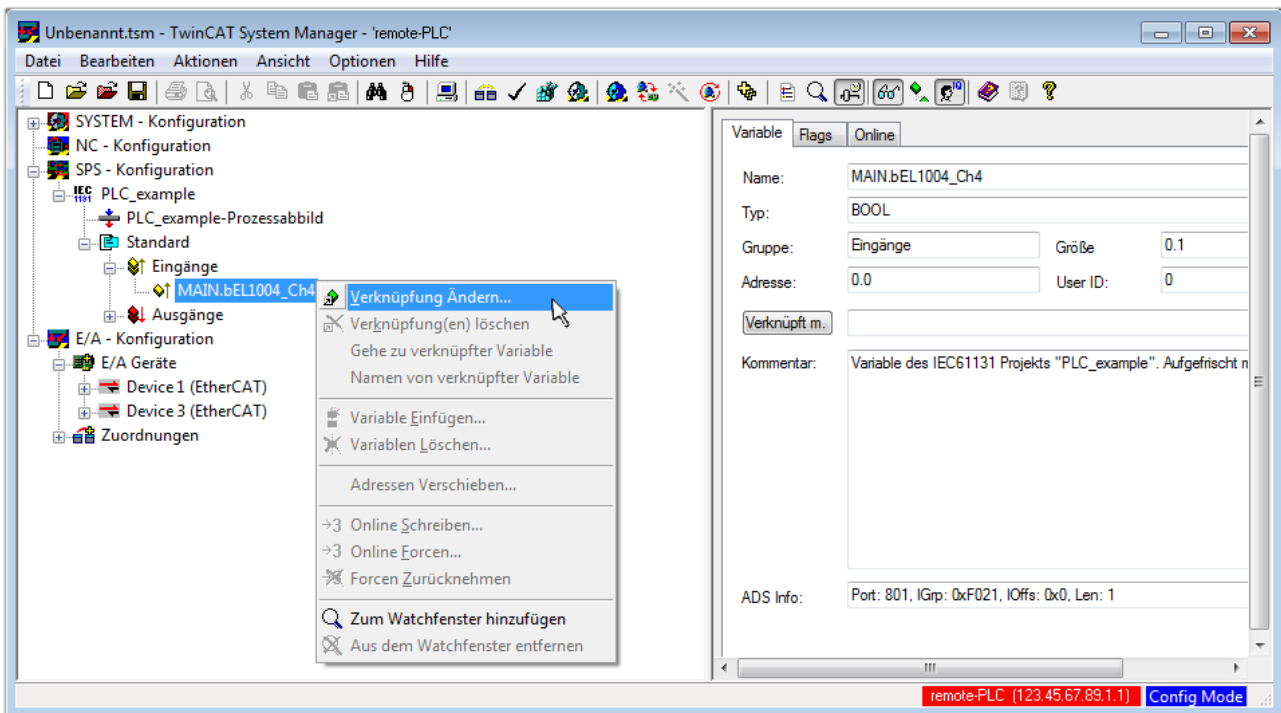


Abb. 109: Erstellen der Verknüpfungen PLC-Variablen zu Prozessobjekten

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

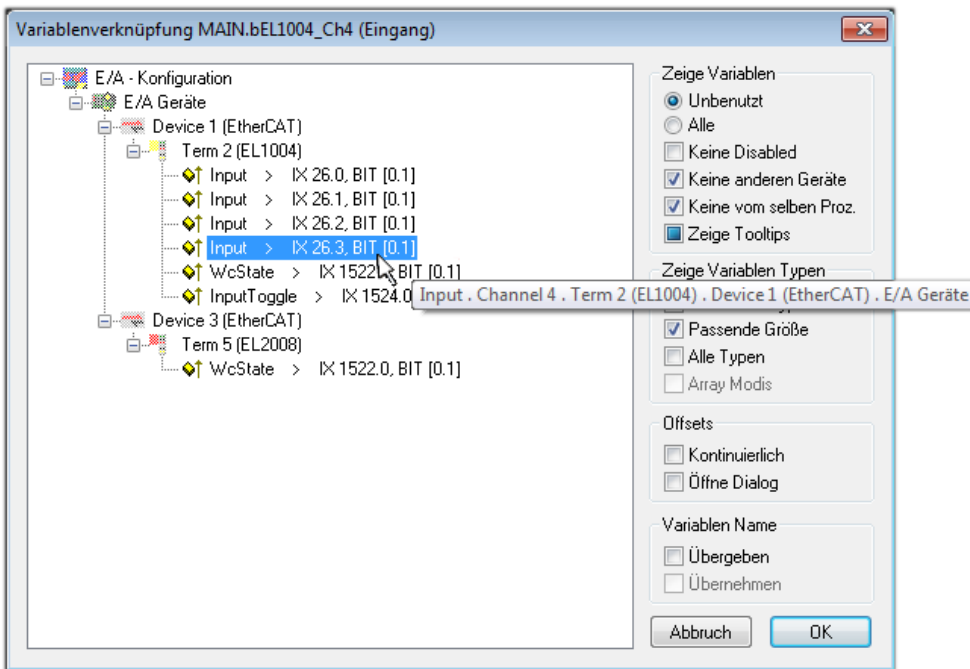


Abb. 110: Auswahl des PDO vom Typ BOOL

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:

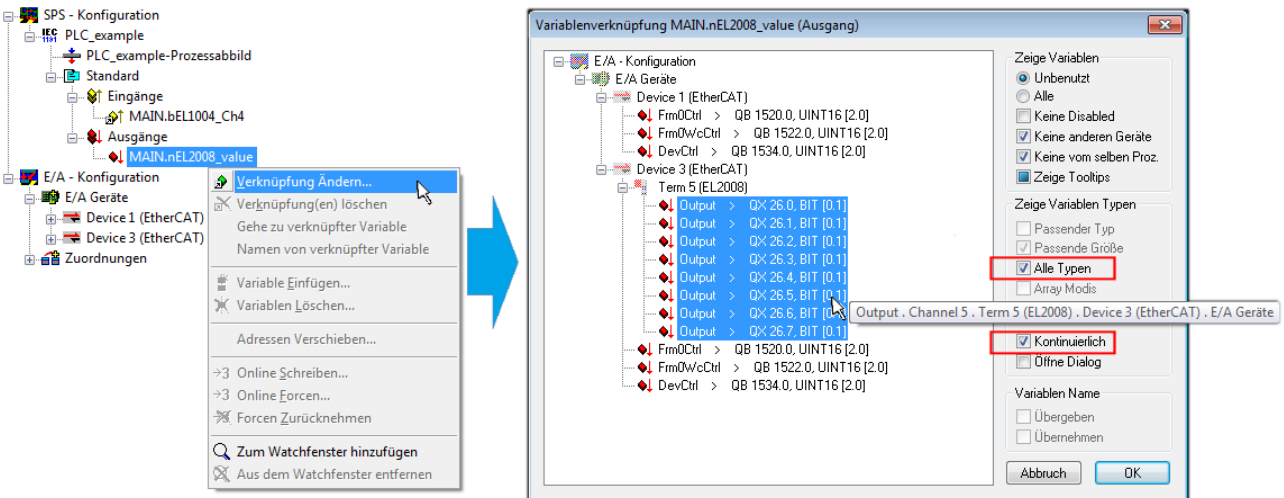



Abb. 111: Auswahl von mehreren PDO gleichzeitig: Aktivierung von „Kontinuierlich“ und „Alle Typen“

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:

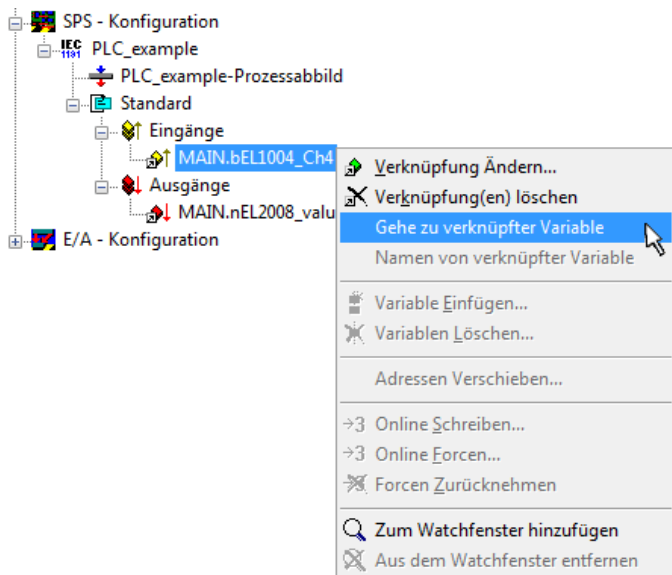

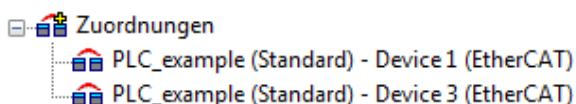


Abb. 112: Anwendung von „Goto Link Variable“ am Beispiel von „MAIN.bEL1004_Ch4“

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:

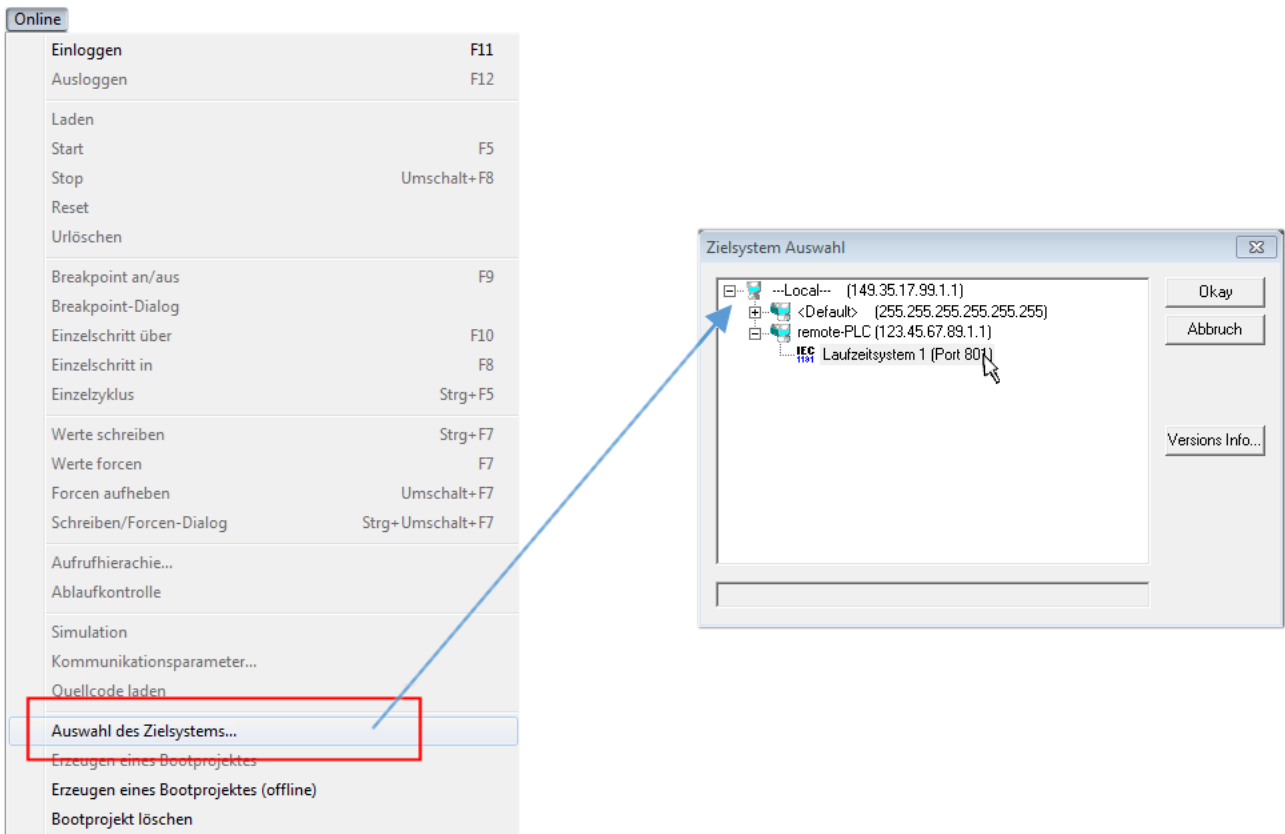



Abb. 113: Auswahl des Zielsystems (remote)

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:

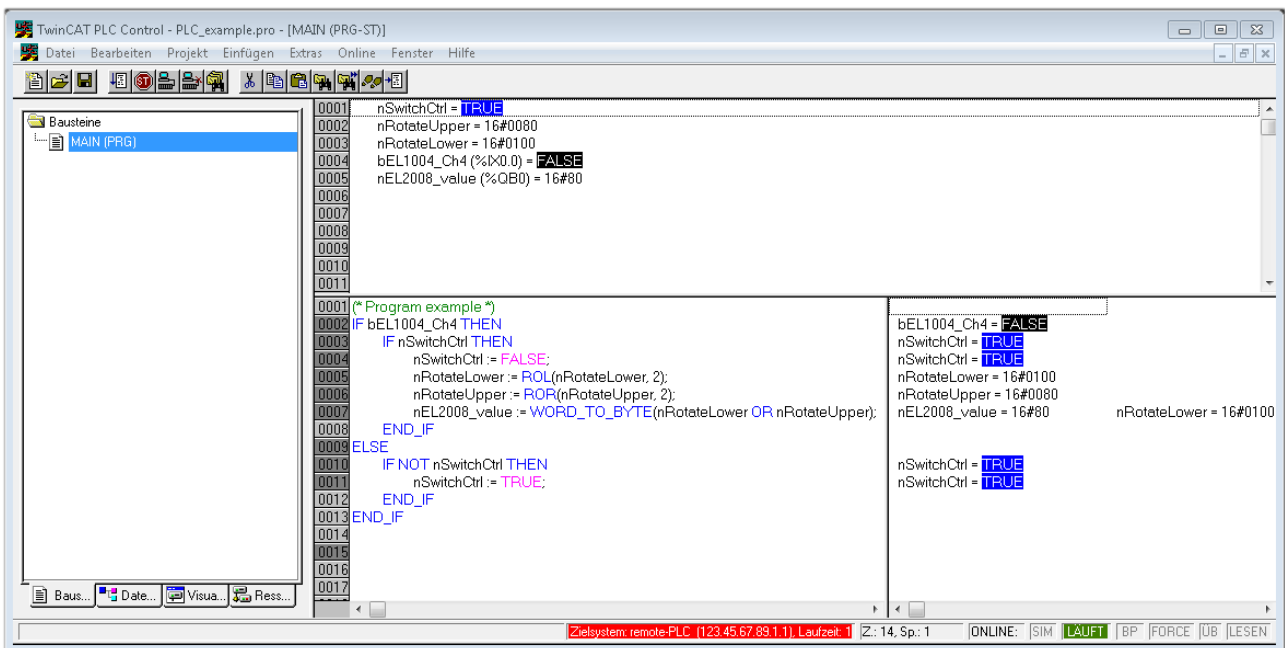


Abb. 114: PLC Control Logged-in, bereit zum Programmstart

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

5.1.2.2 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:

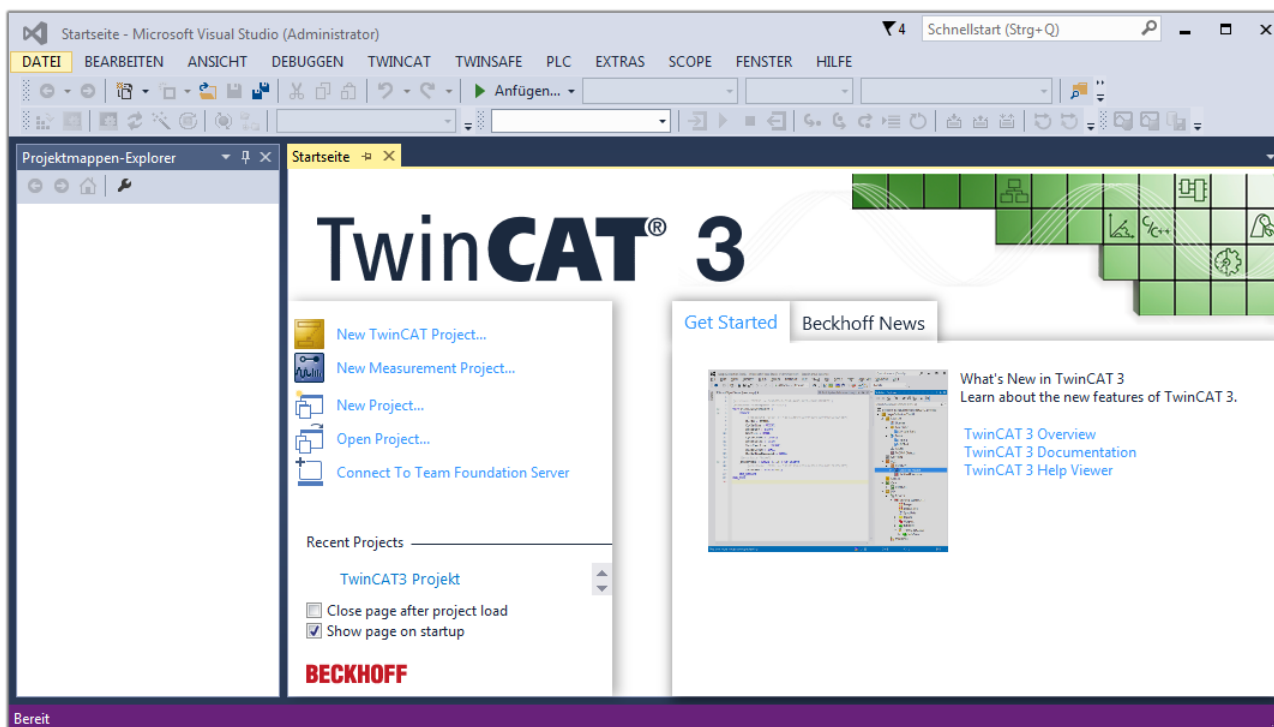



Abb. 115: Initiale Benutzeroberfläche TwinCAT 3

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):

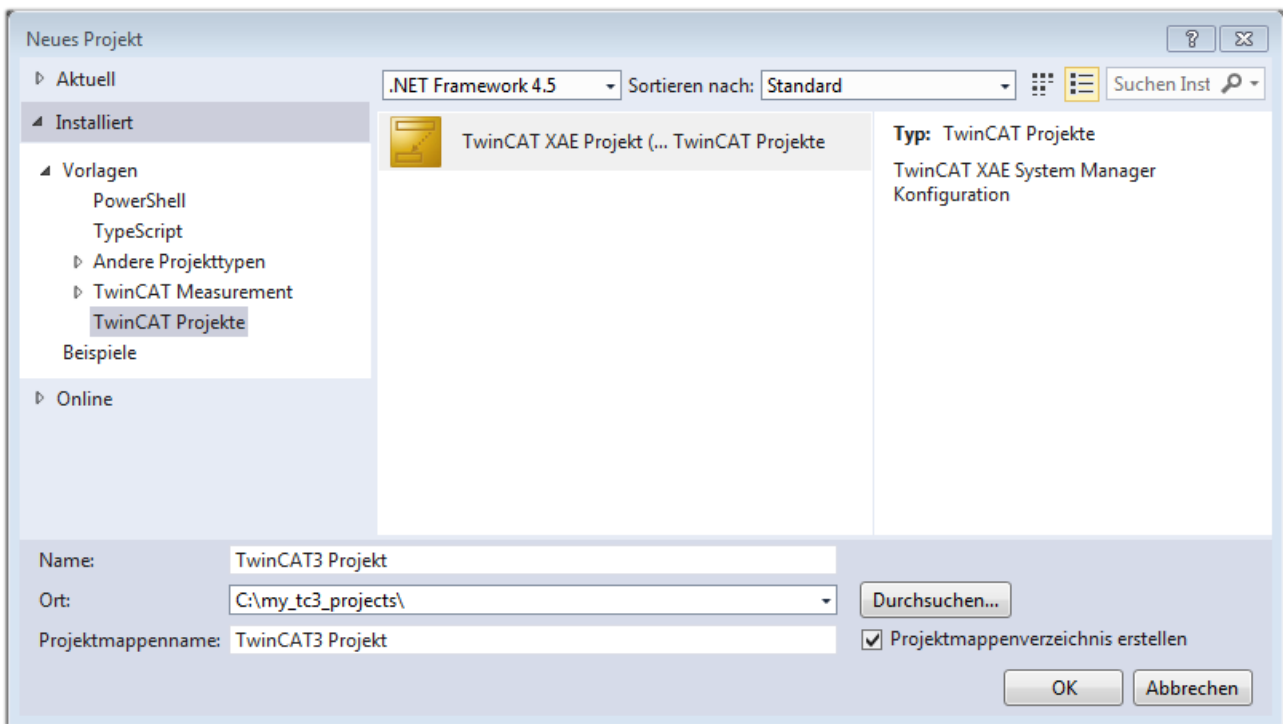


Abb. 116: Neues TwinCAT 3 Projekt erstellen

Im Projektmappen-Explorer liegt sodann das neue Projekt vor:

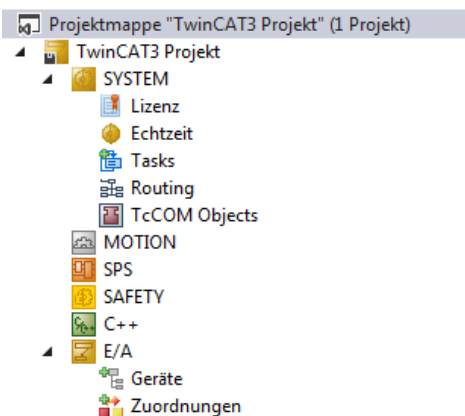
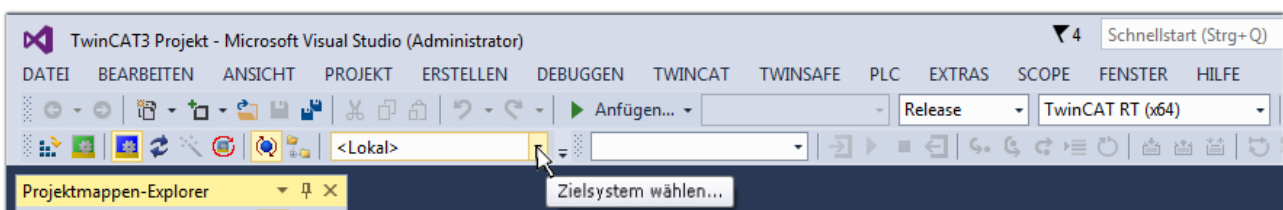


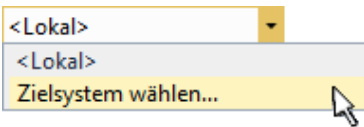
Abb. 117: Neues TwinCAT 3 Projekt im Projektmappen-Explorer

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 |> 117|“ 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:

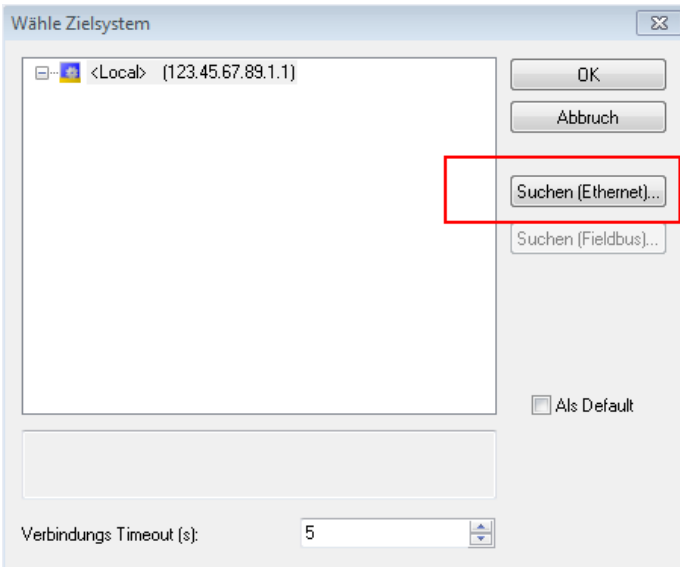


Abb. 118: Auswahldialog: Wähle Zielsystem

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

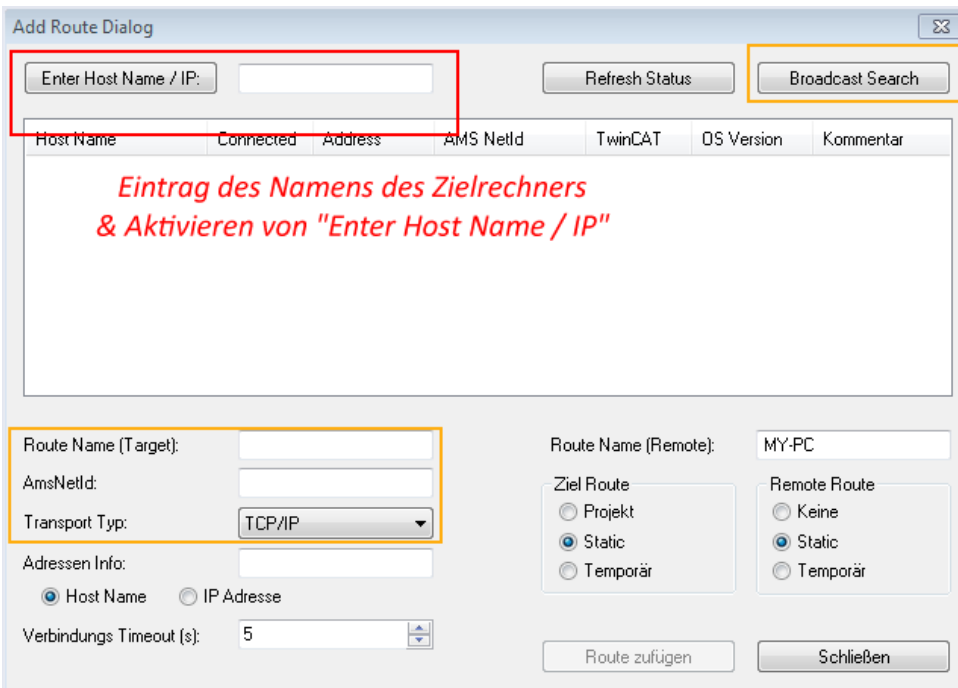
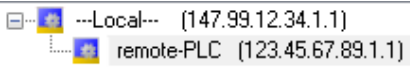


Abb. 119: PLC für den Zugriff des TwinCAT System Managers festlegen: Auswahl des Zielsystems

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.

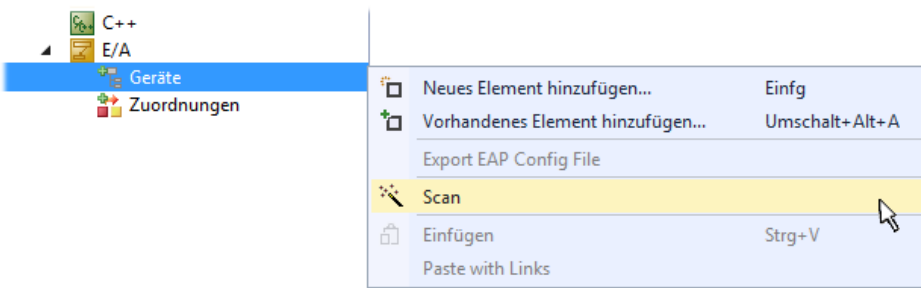


Abb. 120: Auswahl „Scan“

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

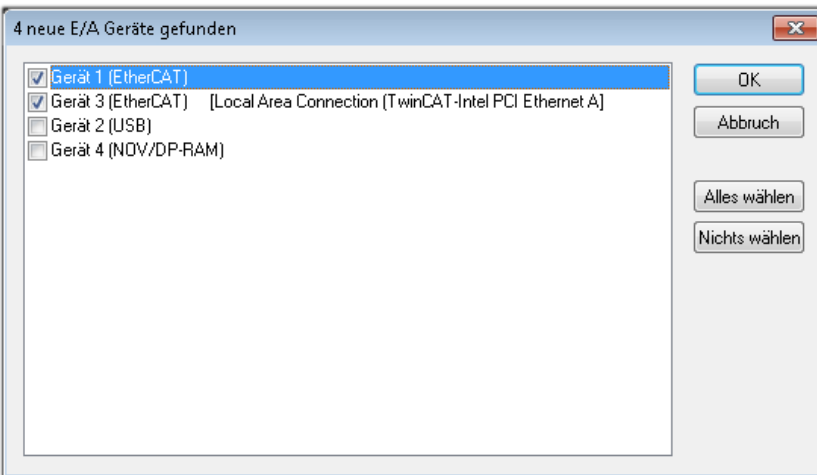


Abb. 121: Automatische Erkennung von E/A-Geräten: Auswahl der einzubindenden Geräte

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

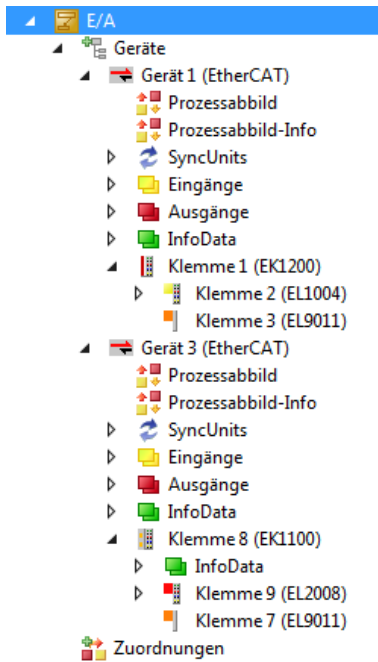


Abb. 122: Abbildung der Konfiguration in VS Shell der TwinCAT 3 Umgebung

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:

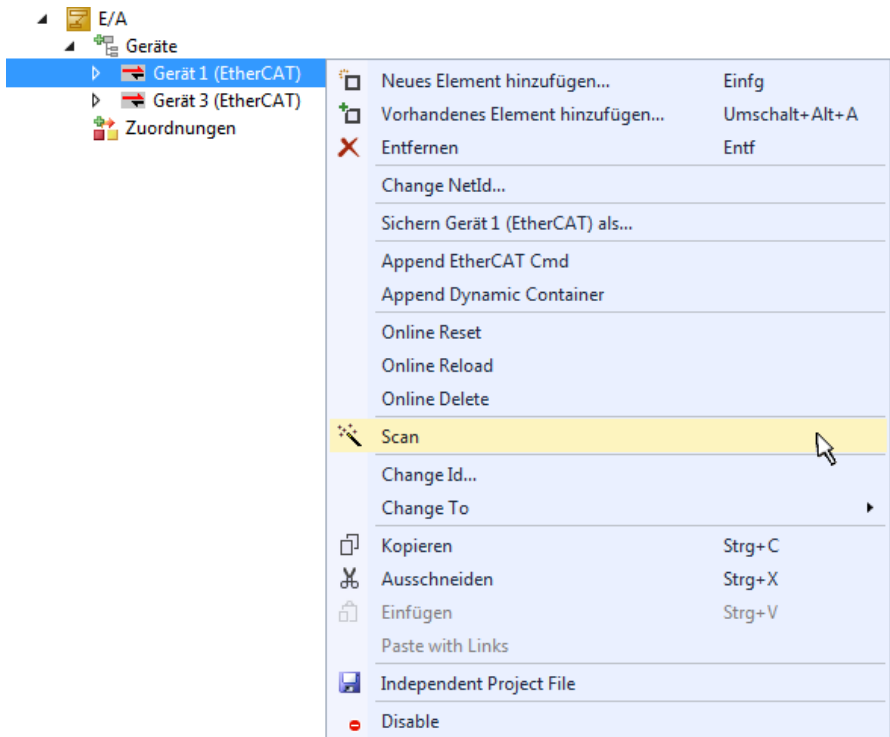


Abb. 123: Einlesen von einzelnen an einem Gerät befindlichen Klemmen

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:

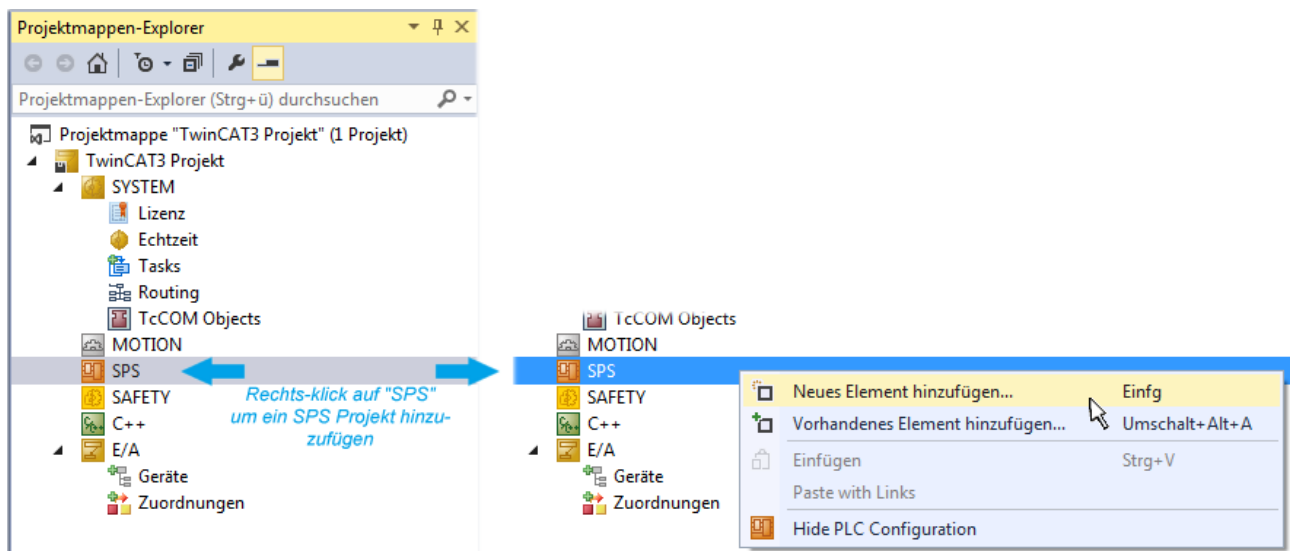


Abb. 124: Einfügen der Programmierumgebung in „SPS“

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

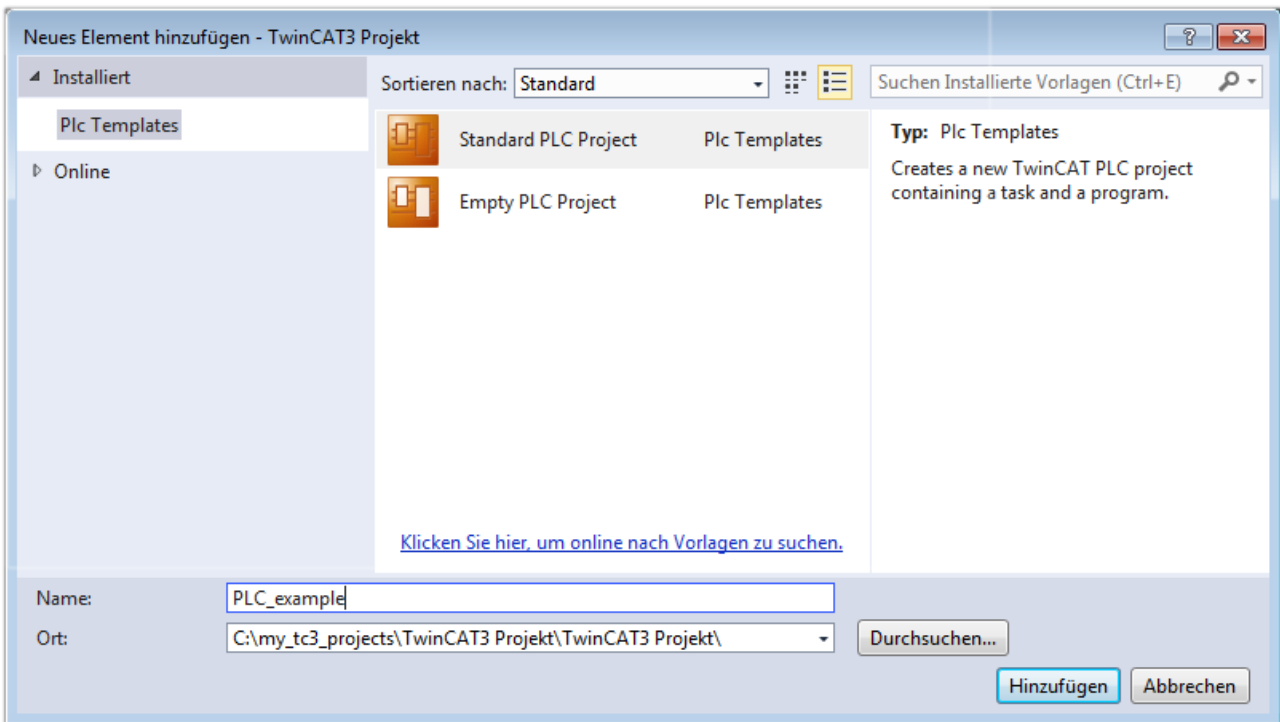


Abb. 125: Festlegen des Namens bzw. Verzeichnisses für die PLC Programmierungsumgebung

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:

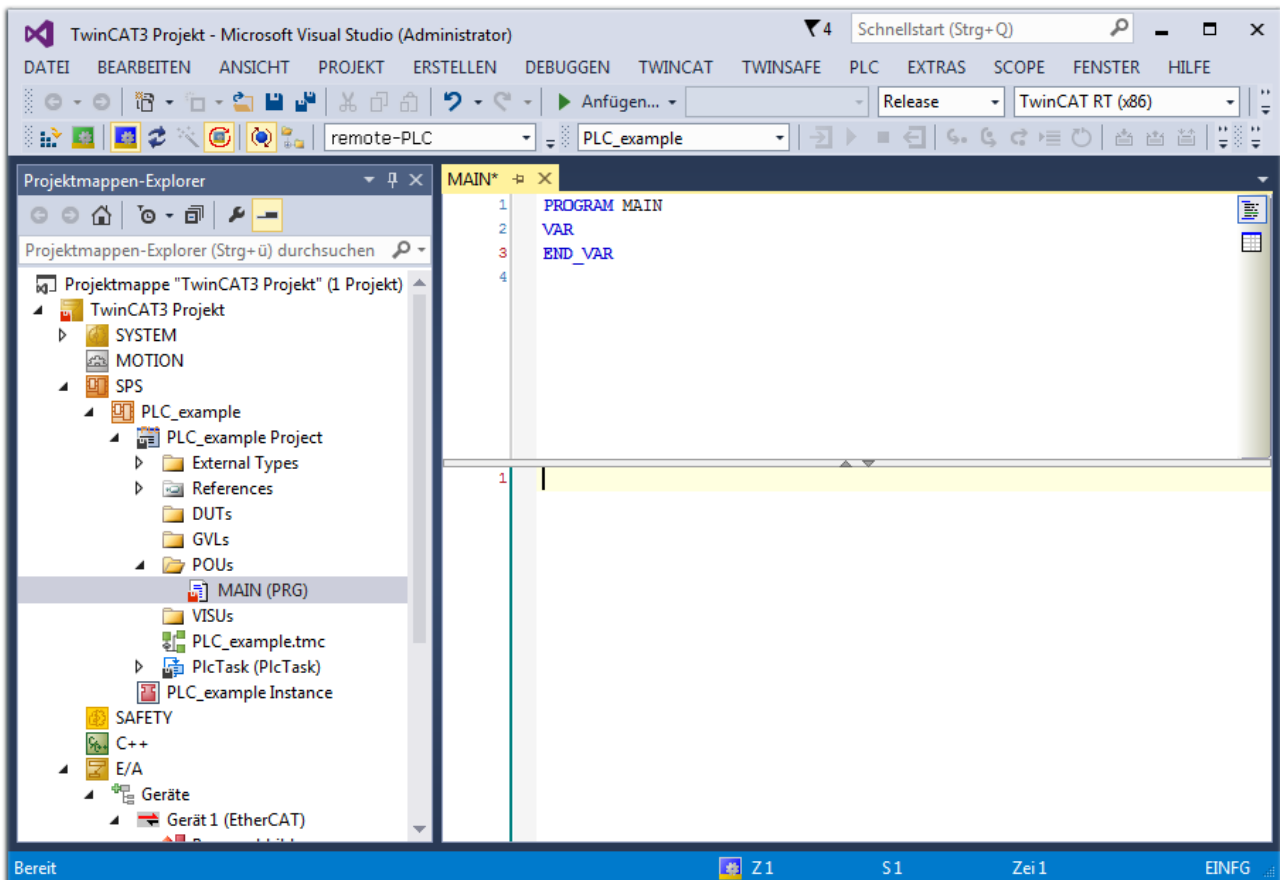


Abb. 126: Initiales Programm „Main“ des Standard PLC Projektes

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

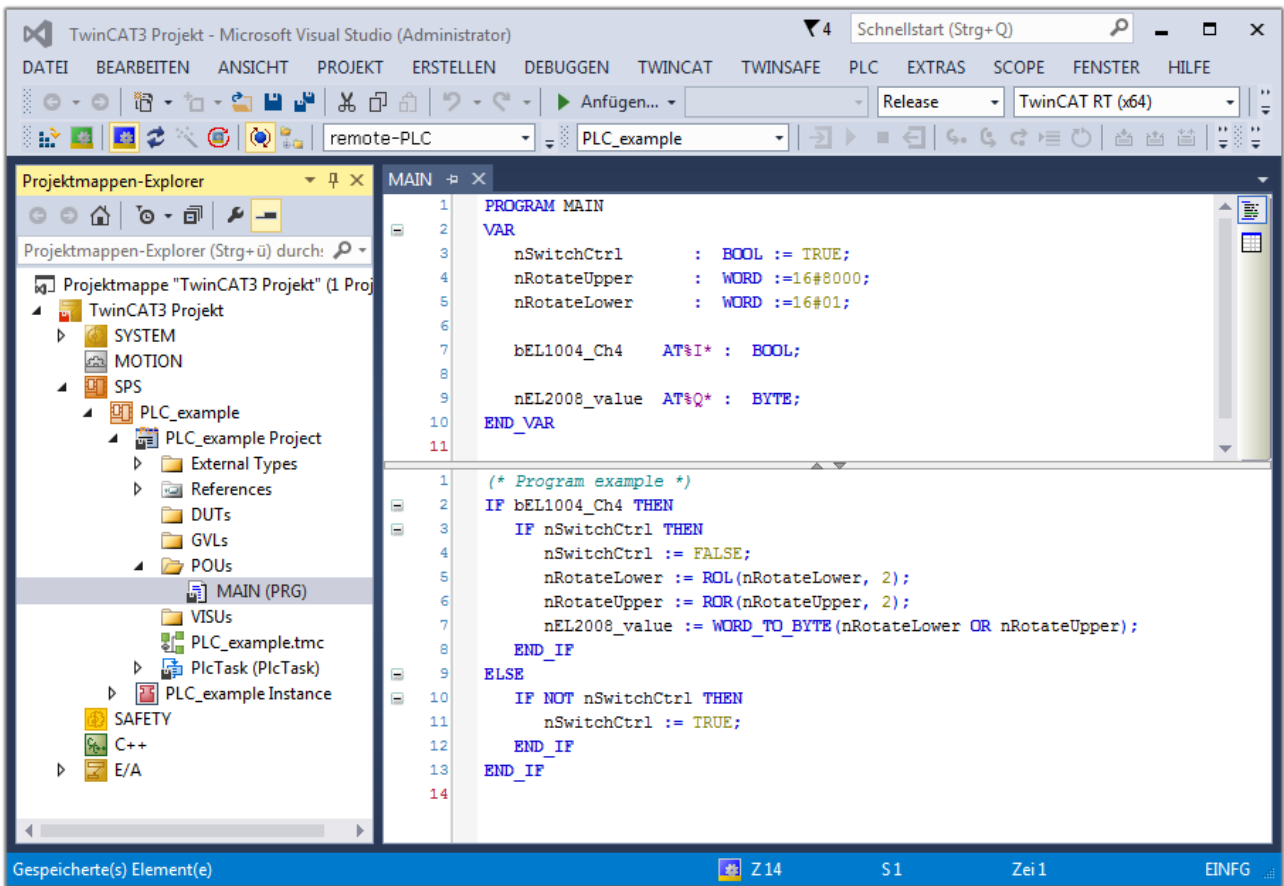


Abb. 127: Beispielprogramm mit Variablen nach einem Kompilervorgang (ohne Variablenanbindung)

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

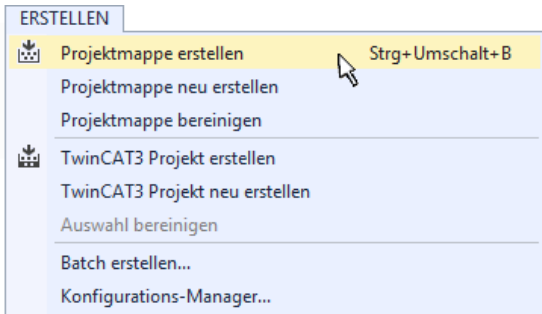
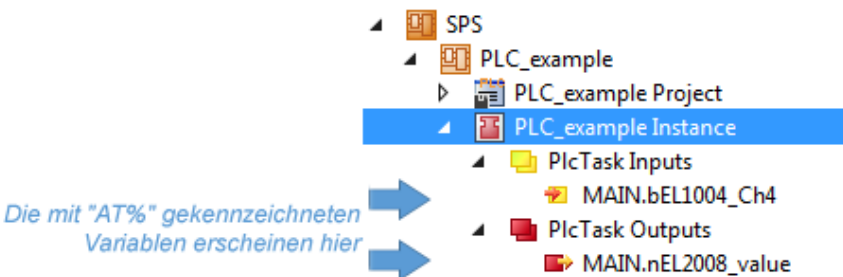


Abb. 128: Kompilierung des Programms starten

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:

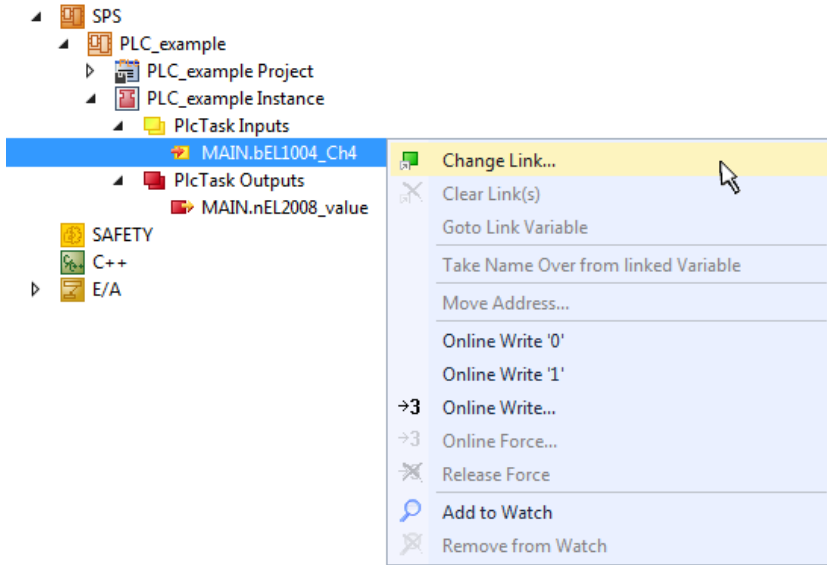


Abb. 129: Erstellen der Verknüpfungen PLC-Variablen zu Prozessobjekten

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

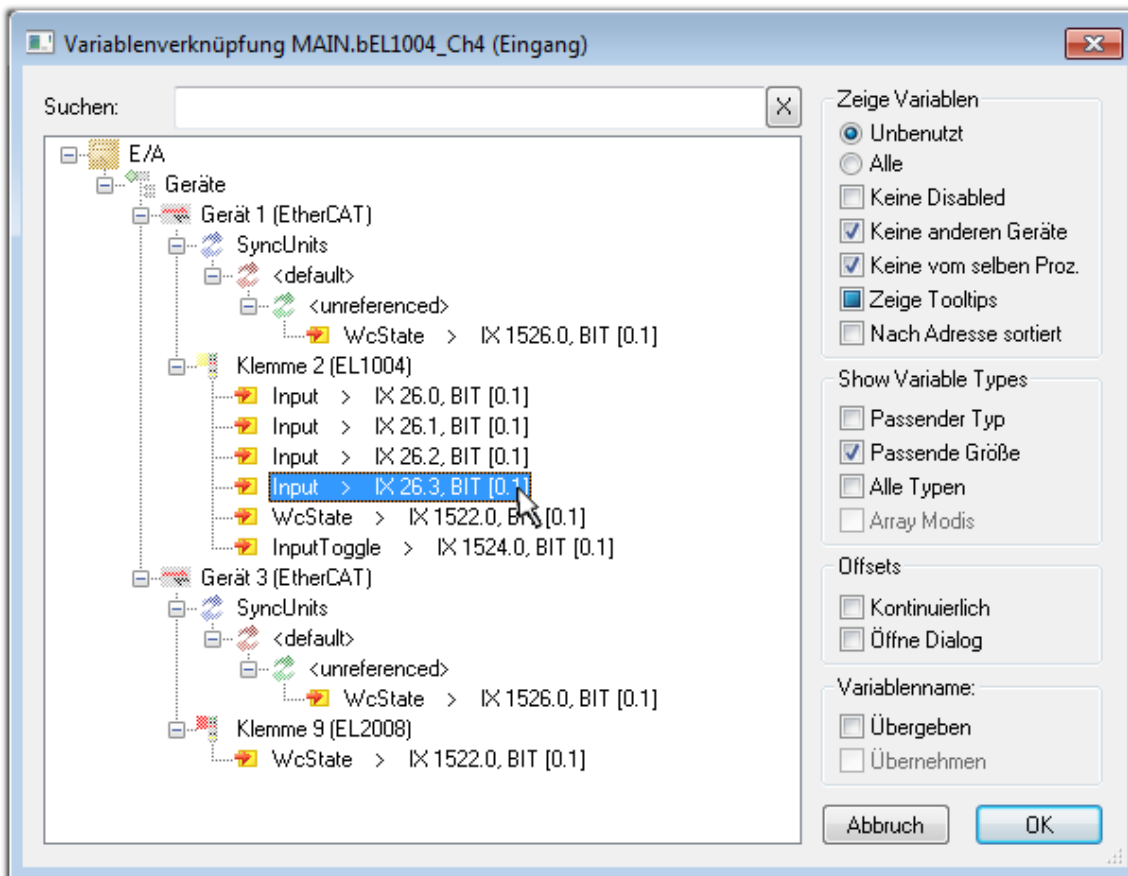


Abb. 130: Auswahl des PDO vom Typ BOOL

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

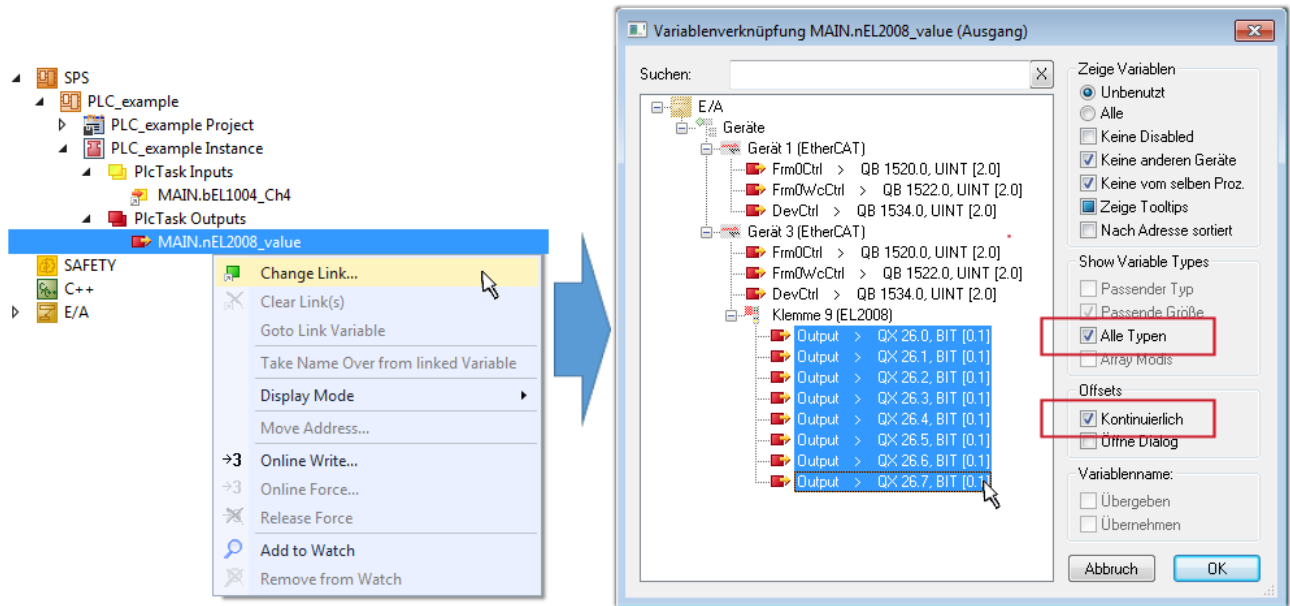



Abb. 131: Auswahl von mehreren PDO gleichzeitig: Aktivierung von „Kontinuierlich“ und „Alle Typen“

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:

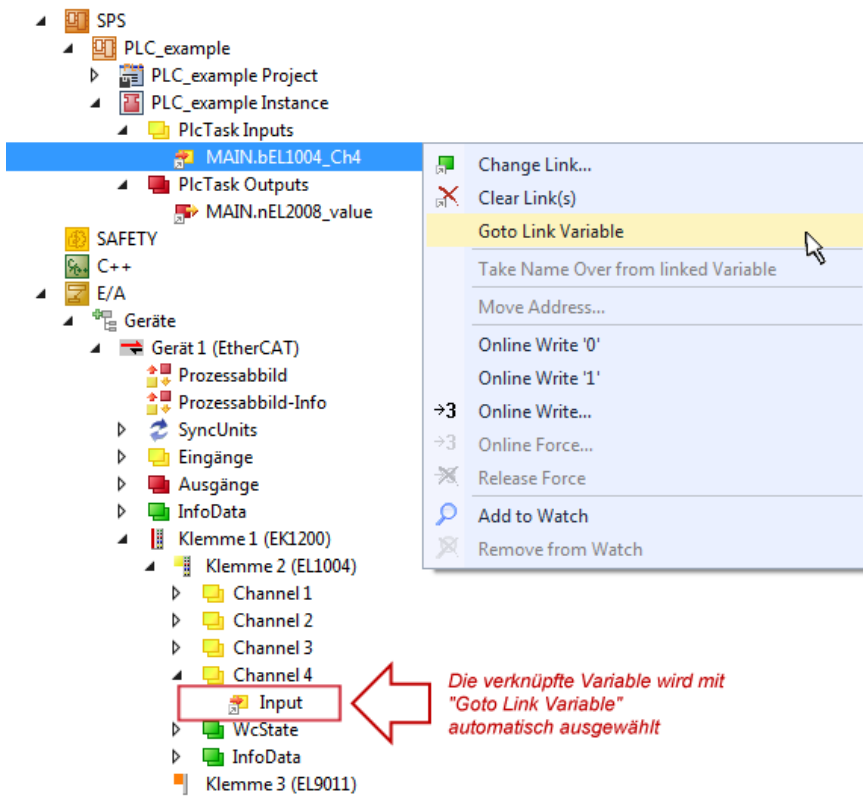


Abb. 132: Anwendung von "Goto Link Variable" am Beispiel von „MAIN.bEL1004_Ch4“

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.

● Hinweis zur Art der Variablen-Zuordnung

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

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

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

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

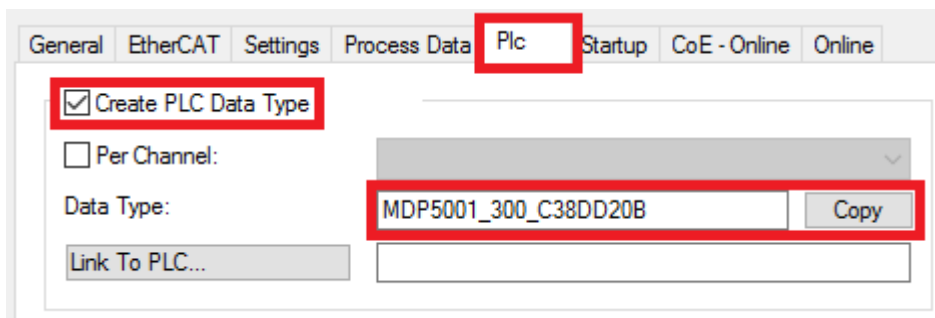


Abb. 133: Erzeugen eines SPS Datentyps

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. 134: 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.

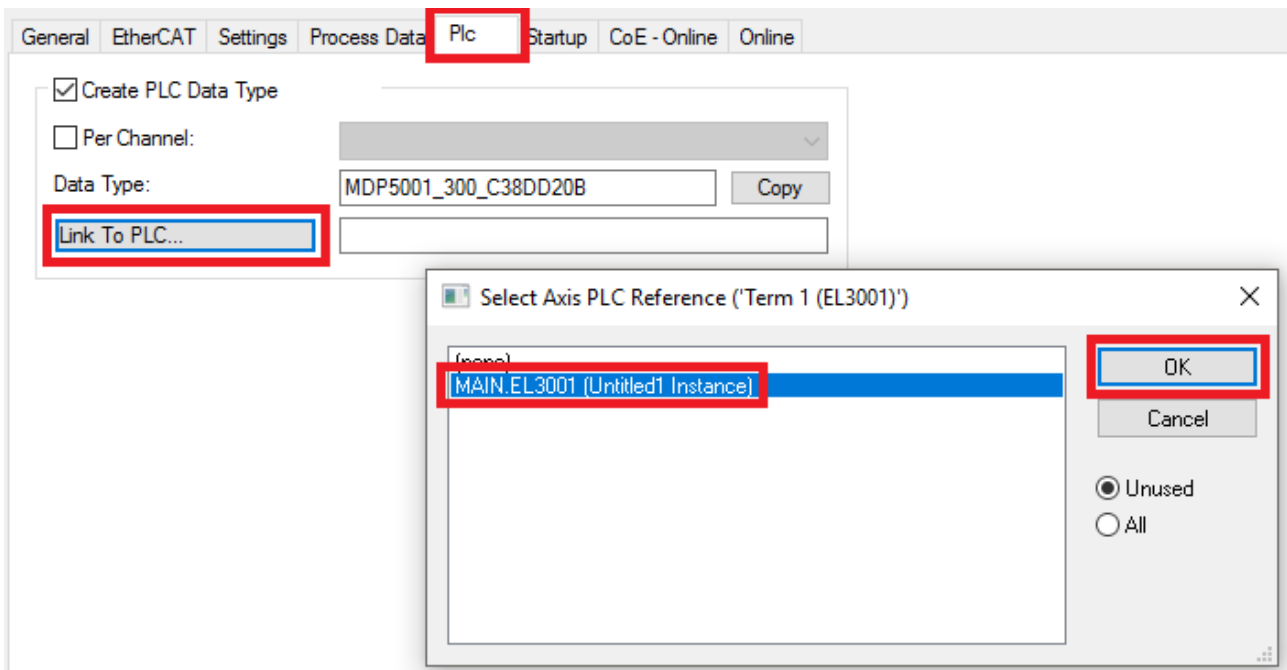


Abb. 135: Verknüpfung der Struktur

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. 136: Lesen einer Variable aus der Struktur der Prozessdaten

Aktivieren der Konfiguration


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


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

- ▲  Zuordnungen
 -  PLC_example Instance - Gerät 3 (EtherCAT) 1
 -  PLC_example Instance - Gerät 1 (EtherCAT) 1

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

Starten der Steuerung

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

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

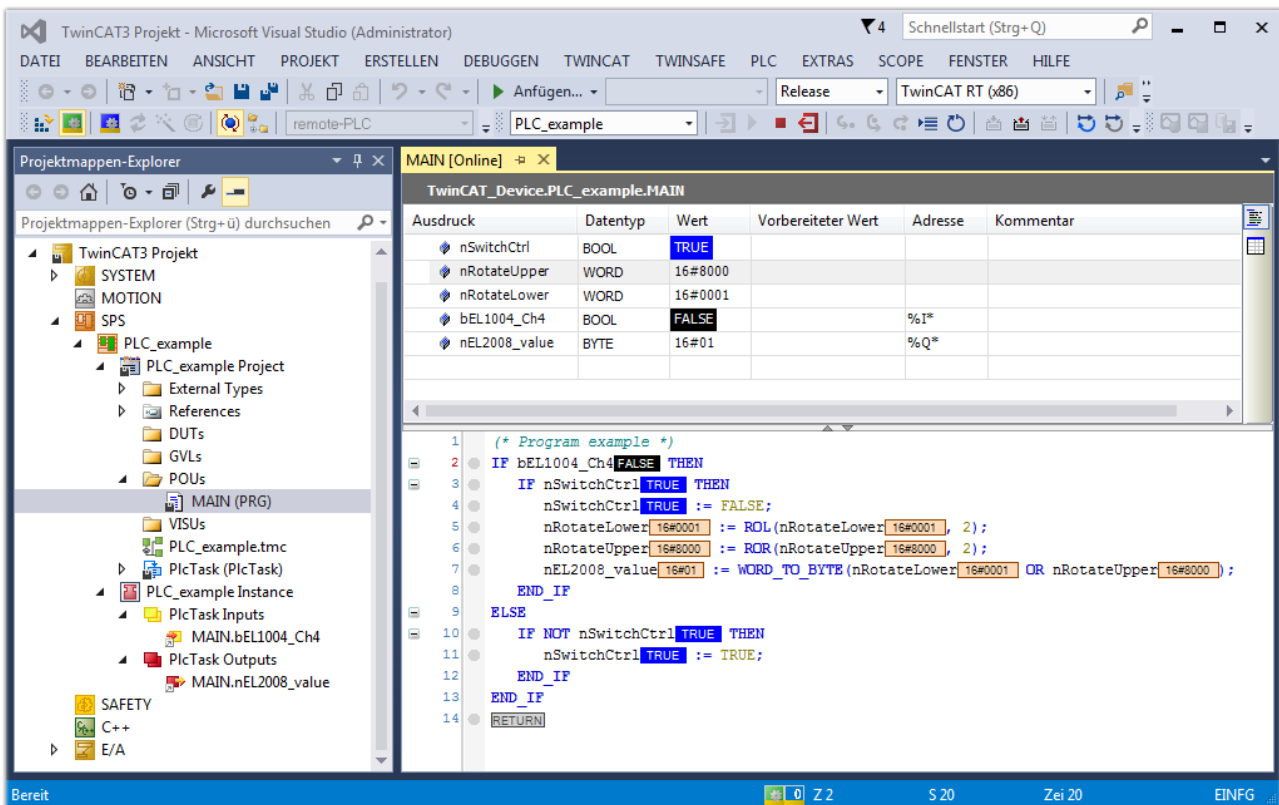




Abb. 137: TwinCAT 3 Entwicklungsumgebung (VS Shell): Logged-in, nach erfolgten Programmstart

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

5.2 Schnellstart

5.2.1 Hinweise für die Inbetriebnahme

Vor der Inbetriebnahme sind folgende Hinweise zu beachten:

HINWEIS

Anwendung ab FW02/Revision0017

Diese Dokumentation gilt für die EL2596 erst ab der Firmware 02 mit der Revision -0017. Bei allen älteren Softwareständen ist zwingend ein Firmware Update EL/ES/ELM/EM/EPxxxx und eine Aktualisierung der ESI-Dateien in TwinCAT durchzuführen.

- Nach einem [Firmwareupdate](#) [► 255] sollte **immer** ein Reset der Default-Parameter durchgeführt werden. Dazu muss im CoE Objekt [0x1011:01](#) [► 228] das Passwort 0x64616F6C eingegeben werden.
- Wird die EL2596-xxxx als Stromquelle betrieben, wird bei der Einstellung des LED-Stroms nicht überprüft, ob die angeschlossene LED für den eingestellten Strom ausgelegt ist oder nicht.
- Die Last ist immer potentialfrei in Zweileitertechnik an die EL2596-xxxx anzuschließen. Aufgrund der internen Strommessung ist eine Verbindung zur Eingangsspannung nicht zulässig.
- Betrieb von mehrkanaligen LEDs
 - Sollen mehrkanalige/mehrfarbige LED mit der einkanaligen EL2596-xxxx betrieben werden, ist eine entsprechende Anzahl von EL2596-xxxx nötig.
 - Ein Betrieb in Common Anode-Schaltung mit Vorwiderstand, also im Spannungs-Modus, oder ohne Vorwiderstand, im Stromgeregelten Modus mit externer Versorgung, ist möglich, wie in [Betrieb einer mehrfarbigen Common Anode LED](#) [► 195] beschrieben.
 - Ein Betrieb in Common Cathode-Schaltung ist nicht möglich.
- Für eine hochgenaue Regelung der LED-Beleuchtung werden kurze Leitungslängen empfohlen.
- Die Spannungsversorgung der EL2596-xxxx muss immer über die Anschlusskontakte 6, 7 oder 8 und 14, 15 oder 16 erfolgen.
Die Kontakte 6, 7 und 8 bzw. 14, 15 und 16 sind jeweils intern verbunden.
Die Klemme wird **nicht** über die Powerkontakte versorgt.

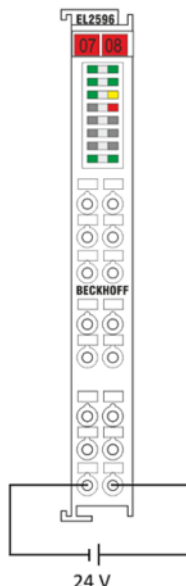


Abb. 138: Spannungsversorgung

- Als Spannungsversorgung sollten ausschließlich geregelte Netzteile eingesetzt werden.
- Bei einer Spannungsversorgung mit Spannungspeaks wird ein Einsatz einer [EL9570](#) empfohlen. Die 24 V-Versorgung kann über die passive Puffer-Kondensator-Klemme geglättet werden.
- Der Betriebsbereich wird durch drei Parameter begrenzt:

- den maximalen kontinuierlichen Ausgangsstrom, der durch interne Komponenten begrenzt wird,
- die maximale Ausgangsspannung der Klemme,
- die maximale Ausgangsleistung von 14,4 W, die mit der internen Verlustleistung korreliert. Die interne Verlustleistung kann im CoE Objekt [0xF900:13](#) [[▶ 226](#)] „Power dissipation“ in mW überprüft werden.

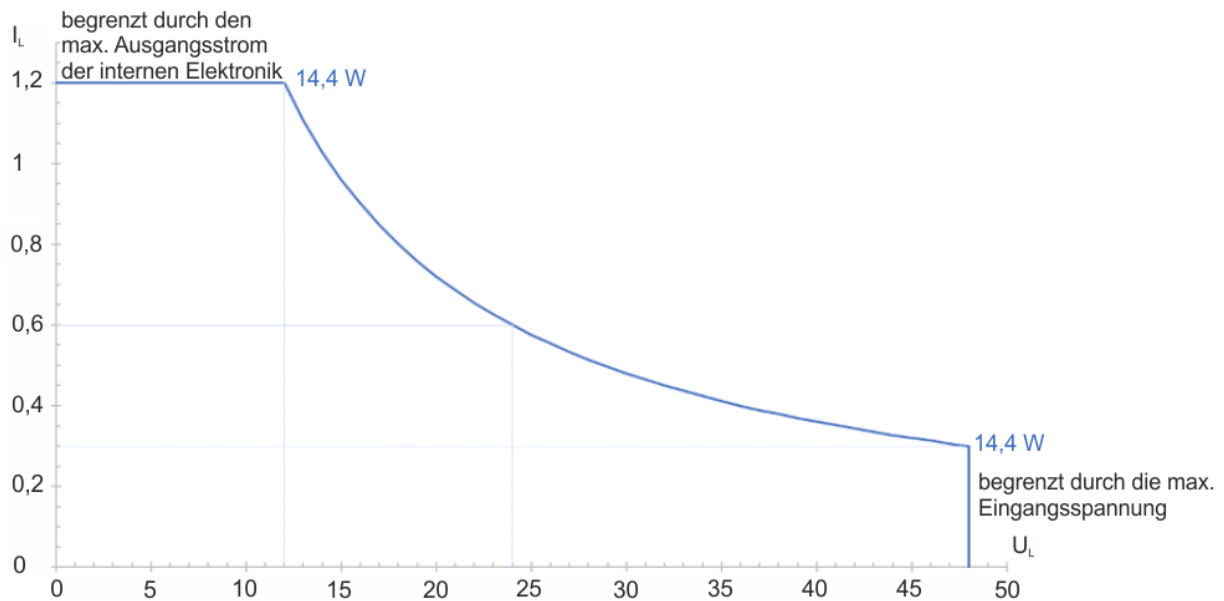


Abb. 139: Betriebsbereich EL2596 im Current Control und Voltage Control Betrieb

- Sollen in einem Puls-Modus Ströme oberhalb des LED-Nennstromes betrieben werden, so ist aufgrund des nichtlinearen Verhaltens von LEDs und der Stromregelfähigkeit der Schaltung eine höhere Angabe für die Ausgangsspannung im CoE-Parameter [0x8000:04](#) [[▶ 222](#)] notwendig.
- In den PDOs werden alle Zeiten (Pulslänge, Verzögerung, ...) in der Einheit 1 μs angegeben. In den CoE-Parametern werden diese Zeiten in der Einheit 0,1 μs angegeben. Mit dem CoE-Parameter [0x8002:31](#) [[▶ 223](#)] „Pulse resolution 100 ns“ kann die Auflösung der Zeiten in den PDOs auf 100 ns (0,1 μs) reduziert werden.
- Wenn die Predefined PDOs mit „info data“ ausgewählt werden, können interne Daten der EL2596 gemappt werden, um die Werte so zu überwachen. Die angezeigten Variablen können in den CoE-Parametern [0x8002:11](#) [[▶ 223](#)] und [0x8002:19](#) [[▶ 223](#)] ausgewählt werden.
- Um die LED betreiben zu können, muss das „Ready to activate“-Bit aktiv sein. Dies ist nur der Fall, wenn keine Fehler oder Warnungen vorliegen. (siehe [Diagnose](#) [[▶ 209](#)])
- Vor allem in den pulsenden Modi kann es zu Leckströmen kommen, die die angeschlossene LED zum Glimmen bringen. Um dieses Glimmen zu vermeiden, muss das „Enable“-Bit deaktiviert werden, wenn der LED-Ausgang nicht aktiv sein soll.
- In den pulsenden Modi ist keine Drahtbruchererkennung möglich.
- Externe Lüftung
 - Das Lüftermodul [ZB8610](#) kann unter die LED-Klemme montiert werden. Es senkt die Innentemperatur ca. um 20°C ab. Die Innentemperatur der Klemme kann im CoE [0xF900](#) oder über die PDO InfoData eingesehen werden. Sie liegt in der Regel ohne Lüftermodul ca. 30°C über der Umgebungstemperatur.
 - EL2596: Bei anspruchsvollen Anwendungen mit hohem Leistungsbedarf kann es nützlich sein, das Lüftermodul unter der Klemme zu montieren, um die Kühlung zu unterstützen.
 - EL2596-0010: Für den Betrieb der 48 V-Variante EL2596-0010 ist ein Lüftermodul [ZB8610](#) zwingend erforderlich, damit die Klemme die zulässige Innentemperatur nicht überschreitet.
- Eine Parallelschaltung mehrerer EL2596-xxxx zum Zweck der Stromerhöhung an einer oder mehreren LEDs ist aufgrund der internen Schaltung in der EL2596-xxxx nicht zulässig.

Zeitverhalten im Dauerlichtbetrieb

Das zeitliche Verhalten im Dauerlichtbetrieb ist in der folgenden Abbildung dargestellt.

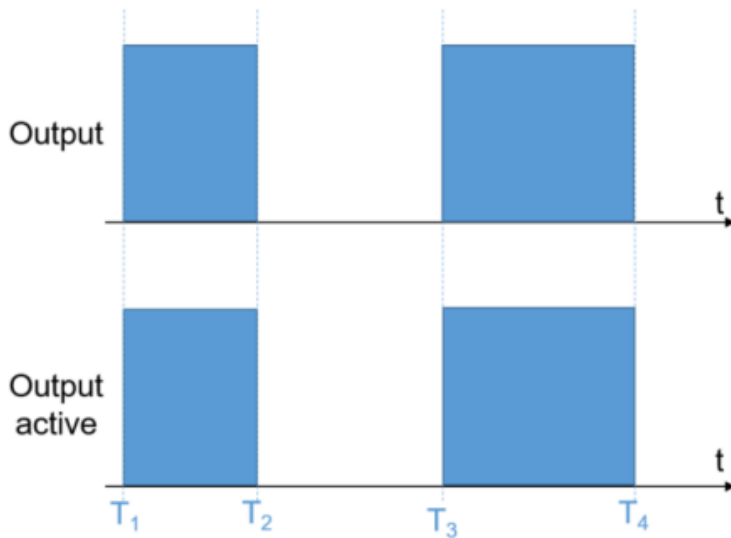


Abb. 140: Timing - Dauerlicht

- T1 und T3: Einschaltzeitpunkte
- T2 und T4: Ausschaltzeitpunkte
- Beim Dauerlicht wird das Signal DOX Control → Control → Output direkt durchgeschaltet auf die Treiberstufe.
- Über DOX Status → Status → **Output active** wird der Zustand als Feedback zurückgegeben.

Zeitverhalten im pulsierenden Betrieb

Das zeitliche Verhalten in einem pulsierenden Modus ist in der folgenden Abbildung dargestellt.

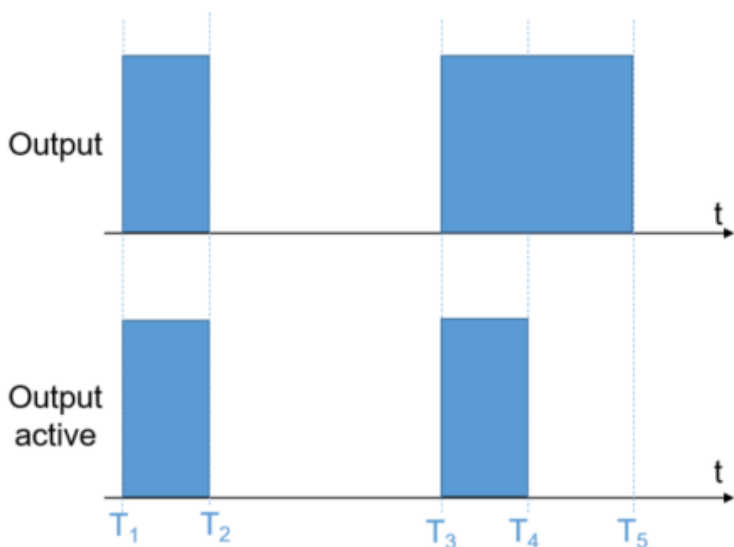


Abb. 141: Timing - Puls

- T1 und T3: Einschaltzeitpunkte
- T2 und T5: Ausschaltzeitpunkt des Output-Bits
- T4: Ausschaltzeitpunkt der LED
- Der LED Ausgang wird eingeschaltet, sobald das Output-Bit TRUE gesetzt wird.
- Wird das Output-Bit **vor** Ablauf der vorgegebenen Impulslänge auf FALSE gesetzt, wird auch die LED ausgeschaltet

- Ist das Output-Bit länger TRUE als die vorgegebene Impulslänge, wird die LED nach Ablauf der Zeit ($T_4 - T_3$) ausgeschaltet. T_5 hat dann keinen Einfluss mehr auf den Ausgang.

Das zeitliche Verhalten im pulsierenden Modus mit einem externen Trigger-Signal ist in der folgenden Abbildung dargestellt. Dabei sind zwei verschiedene Fälle der Ausgabe eines Impulses per Trigger-Eingang gezeigt.

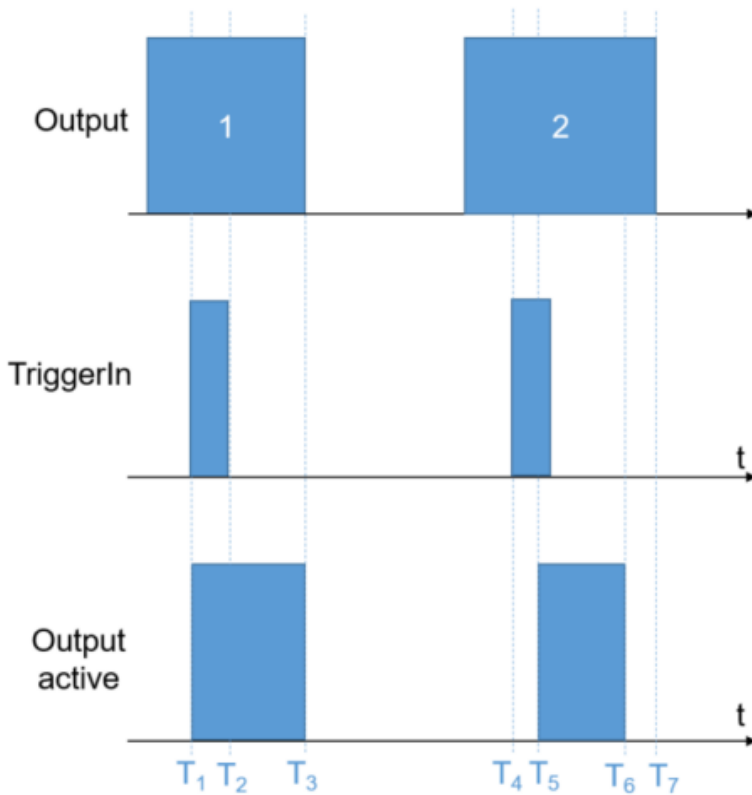


Abb. 142: Timing - Externer Trigger

Um den LED Ausgang zu setzen muss zusätzlich zum **Output**-Bit zusätzlich **Input trigger enable** aktiviert werden, um die Trigger-Funktion freizuschalten.

Fall 1 – Keine Verzögerung:

- **Output** und **Input trigger enable** sind bei T_1 schon aktiviert und das externe Trigger-Ereignis wird erkannt.
- **Output active** wird sofort gesetzt, da keine Verzögerung für eine Ausgabeverzögerung eingestellt ist.
- nach der vorgegebenen Impulslänge $T_3 - T_1$ oder wenn das **Output**-Bit auf FALSE gesetzt wird, wird der LED-Ausgang ebenfalls zurückgesetzt.

Fall 2 – Mit Verzögerung:

- **Output** und **Input trigger enable** sind bei T_4 schon aktiviert und das externe Trigger-Ereignis wird erkannt.
- **Output active** wird nach Ablauf der vorgegebenen Verzögerungszeit für die vorgegebene Impulsdauer $T_6 - T_5$ gesetzt.
- Rücksetzen von **Output** zurzeit T_7 hat keinen Einfluss auf den Ausgang, da die Ausgabezeit schon abgelaufen ist.

5.2.2 Inbetriebnahme

Anschluss der Klemme

Montieren Sie die Klemme wie im Kapitel [Installation](#) [► 50] beschrieben.

Einstellung der Klemme

Diese Dokumentation gilt ab Firmware 02, Revision 0017.

Hinweis: Eingangsspannung und Ausgangsspannung werden überwacht, die Grenzen können im CoE eingestellt werden. Dies kann beispielsweise wie folgt aussehen:

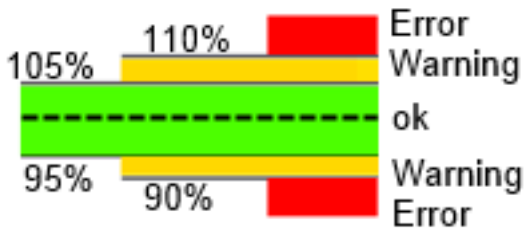


Abb. 143: Darstellung Warnschwellen

1. Installieren Sie die aktuelle ESI (XML-Datei) EL2596-00x0-xxxx in TwinCAT (Üblicherweise unter C:\TwinCAT\3.1\Config\IO\EtherCAT\).
Laden Sie gegebenenfalls die aktuellste ESI von der [Beckhoff-Website](#).
2. Falls mit der Klemme vorher schon Versuche durchgeführt wurden oder Sie ein Firmwareupdate durchgeführt haben, führen Sie ein „Restore default parameter“ im CoE durch: tragen Sie „0x64616F6C“ in CoE-Parameter 0x1011:01 ein
3. Tragen Sie die Eckdaten der Versorgung sind in der Klemme ein
In [0x8000:03](#) [► 222] die Versorgungsspannung „Supply Voltage“
Warning und ErrorLevel dazu in [0x8000:11/12](#) [► 222] (nur Untergrenze)
4. Ermitteln Sie die Eckdaten der vorgesehenen LED:
 - Nennstrom der LED im Dauerlichtbetrieb bzw. maximal zulässiger Grenzstrom beim Überblitzen [mA]. Tragen Sie dies ein in CoE-Parameter [0x8000:02](#) [► 222] „Target current“
 - Dafür erforderliche Vorwärtsspannung [V]
Grund: der Stromregler regelt selbst die Vorwärtsspannung nach, um den gewünschten Laststrom zu erreichen/einzuhalten.
Damit werden z. B. Selbsterwärmungseffekte ausgeregelt. Damit aber auch in den ersten Millisekunden nach dem Einschalten der Laststrom schon möglichst genau stimmt, braucht der Regler die Information mit welcher Vorwärtsspannung er ungefähr arbeiten muss. Die Vorwärtsspannung bzw. Kennlinie einer LED bei vorgegebenem Vorwärtsstrom kann auch automatisch von der Klemme ermittelt werden (siehe [Automatische Ermittlung der Ausgangsspannung und Ausgabe der Kennlinie](#) [► 170])
Tragen Sie die Vorwärtsspannung ein in [0x8000:04](#) [► 222] „Output voltage“
Warning und ErrorLevel dazu in [0x8000:13-16](#) [► 222]

General EtherCAT DC Process Data Plc Startup CoE - Online Diag History Online

Update List Auto Update Single Update Show Offline Data

Advanced...

Add to Startup... Offline Data Module OD (AoE Port):

Index	Name	Flags	Value	Unit
7000:0	DOX Outputs Ch.1	RO	> 23 <	
8000:0	DOX Settings Ch.1	RW	> 22 <	
8000:02	Target current	RW	0x01F4 (500)	mA
8000:03	Supply voltage	RW	0x0960 (2400)	0,01 V
8000:04	Output voltage	RW	0x04B0 (1200)	0,01 V
8000:0B	Trigger delay (switch on)	RW	0x00000000 (0)	0,1 µs
8000:11	Warning level (supply voltage)	RW	0x05 (5)	%
8000:12	Error level (supply voltage)	RW	0x14 (20)	%
8000:13	Positive warning level (output voltage)	RW	0x05 (5)	%
8000:14	Positive error level (output voltage)	RW	0x14 (20)	%
8000:15	Negative warning level (output voltage)	RW	0x05 (5)	%
8000:16	Negative error level (output voltage)	RW	0x0A (10)	%
8001:0	DOX Controller Settings Ch.1	RW	> 3 <	

Abb. 144: Einstellen von Strom- und Spannungswerten im CoE-Verzeichnis

5. Die spezifischen Einstellungen für die verschiedenen Betriebsmodi sind im Kapitel [Einstellen der Betriebsmodi](#) [▶ 134] zu finden.

6. Weitere nützliche CoE-Einstellungen

- Welche Infodaten für die Echtzeit-Diagnose übertragen werden, kann in [0x8002:11](#) [▶ 223] und [0x8002:19](#) [▶ 223] eingestellt werden.
- [Diagnose](#) [▶ 209] über CoE
- Sicherheitshalber können diese CoE-Daten auch in die Startup-Liste eingetragen werden. Falls später die EL2596 ausgetauscht wird, sind die Online-CoE-Daten nicht mehr vorhanden. Dann schreibt der System Manager die Daten in die neue Klemme.

Weitere Hinweise

Für alle Hinweise zur Inbetriebnahme siehe [Hinweise für die Inbetriebnahme](#) [▶ 128].

5.3 Einstellen der Betriebsmodi

Die EL2596-xxxx stellt ab der FW04 acht Modi zur Ansteuerung einer LED zur Verfügung. Der Betriebsmodus muss im CoE-Parameter [0x8004:01 \[▶ 224\]](#) „Led operation mode“ ausgewählt werden.

1. Current Control
 - Der Strom am LED-Ausgang wird kontinuierlich geregelt. Dadurch ermöglicht dieser Modus eine flackerfreie Beleuchtung. Jedoch ist diese Betriebsart im Gegensatz zu den pulsierenden Betriebsarten träge und eignet sich daher nicht für kurze Impulse. Zur Reduzierung der Helligkeit muss der Ausgangsstrom reduziert werden.
2. Current Control Timestamp Pulse
 - Dieser Betriebsmodus ermöglicht die Ansteuerung einer LED über die Distributed Clocks. Impulsspitzenstrom, Impulsdauer und Impulsstartzeit werden durch die Prozessdaten festgelegt. Der Pulszeitpunkt wird über die Distributed Clocks vorgegeben. Es können Pulse zwischen 25 μ s und 10 s erzeugt werden.
3. Current Control Trigger Pulse
 - Impulsspitzenstrom und Impulsdauer werden durch die Prozessdaten festgelegt. Der Impuls kann durch Anlegen einer steigenden oder fallenden Flanke am Trigger-Eingang „TrigIn“ ausgelöst werden. Es ist möglich, das Ausgangssignal um eine vorgegebene Zeit zu verzögern. Es können Pulse zwischen 25 μ s und 10 s erzeugt werden. Ab FW04 ist auch eine Ausgabe synchron zum Triggereingang konfigurierbar, sodass der LED Ausgang so lange aktiv ist wie ein Signal am Triggereingang anliegt.
4. Current Control PLC Pulse
 - Impulsspitzenstrom und Impulsdauer werden durch die Prozessdaten festgelegt. Der Impuls wird durch ein Bit in der SPS ausgelöst. Es können Pulse zwischen 25 μ s und 10 s erzeugt werden.
5. Current Control PWM
 - Diese Betriebsart bietet Konstantstrombetrieb mit PWM-Unterstützung. Die Helligkeit der LED kann über die PWM-Frequenz und die PWM-Dauer sowie die Amplitude des Ausgangsstroms gesteuert werden. Wenn der eingestellte Ausgangsstrom dem Nennstrom der LED entspricht, kann die Helligkeit farbecht über das Tastverhältnis (Duty Cycle) sehr präzise vorgegeben werden. Alternativ ist die Reduzierung der Helligkeit auch über die Reduzierung des eingestellten Ausgangsstroms möglich.
6. Voltage Control
 - Die Spannung an der Ausgangsklemme wird auf einer konstanten Spannung gehalten.
7. Voltage Control PWM
 - Diese Betriebsart bietet Konstantspannungsbetrieb mit PWM-Unterstützung. Die Helligkeit der LED kann über die PWM-Frequenz und die PWM-Dauer sowie die Spannungsamplitude gesteuert werden.
8. Current Sink PWM (ab FW04)
 - In dieser Betriebsart können LEDs mit externer Versorgung betrieben werden. Dies kann z.B. bei der Ansteuerung von mehrfarbigen Common Anode LEDs genutzt werden. Die Versorgung kann dabei von einer anderen EL2596 oder einem externen Netzteil bereitgestellt werden.

Die spezifischen Einstellungen für jeden Betriebsmodus sind im Folgenden beschrieben.

5.3.1 Current control

Über die Auswahl der Predefined PDOs ist es möglich den LED Ausgang als stromgeregelten oder digitalen LED Ausgang zu nutzen.

In diesem Modus beträgt der maximale Ausgangsstrom 1,2 A bis zu einer LED-Spannung von 12 V. Oberhalb von 12 V muss der Anwender ein Derating berücksichtigen, da sonst das Modul, bei Leistungen >14,4 W aufgrund von Übertemperatur abgeschaltet werden kann.

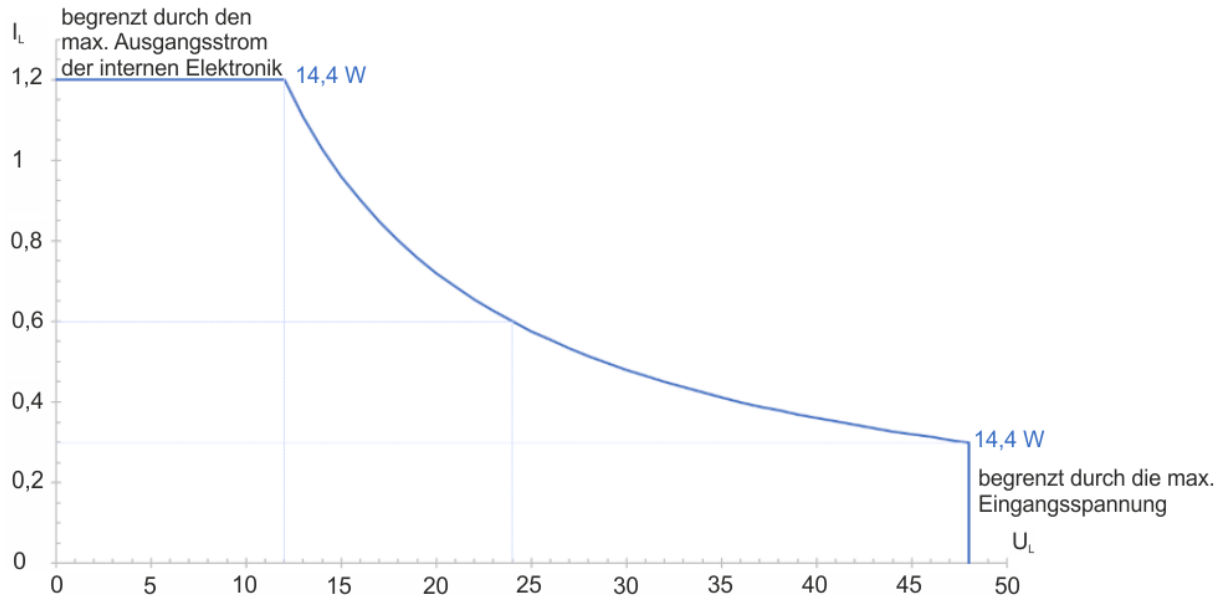


Abb. 145: Betriebsbereich EL2596 im „Current Control“ Betriebsmodus

Soll eine LED mit Nennstrom $I_{\text{Nenn}} < 10$ mA betrieben werden, sollte der Current Control PWM [[151](#)] Modus verwendet werden.

In dieser Betriebsart gibt es die Möglichkeit den Triggereingang als enable Eingang zu konfigurieren, sodass er als externer Schalter genutzt werden kann. Dann kann nur bei einem vorgegebenen Signal am Triggereingang eine Ausgabe getätigt werden. Genauere Informationen und die Inbetriebnahme sind im Kapitel Hardware enable [[183](#)] zu finden.

Stromgeregelter LED Ausgang

Nehmen Sie folgende Einstellungen vor:

1. Nenn-/Grenzstrom der LED im CoE-Parameter [0x8000:02](#) [[222](#)] „Target current“ in der Einheit mA
2. Eingangsspannung im CoE-Parameter [0x8000:03](#) [[222](#)] „Supply voltage“ in der Einheit 0,01 V
3. Maximale Ausgangsspannung im CoE-Parameter [0x8000:04](#) [[222](#)] „Output voltage“ in der Einheit 0,01 V (max. $U_{\text{IN}} - 0,5$ V). In diesem Modus gibt der Regler nur die Vorwärtsspannung aus, die bei dem eingestellten Vorwärtstrom nötig ist. Es sollte trotzdem die Vorwärtsspannung bei dem gewünschten LED Strom angegeben werden, um die angeschlossene LED vor Überspannung zu schützen. Zur Ermittlung der Ausgangsspannung kann auch die TeachIn Funktion [[170](#)] genutzt werden.
4. Stellen Sie die Betriebsart im CoE-Verzeichnis im Parameter [0x8004:01](#) [[222](#)] auf „Current Control“

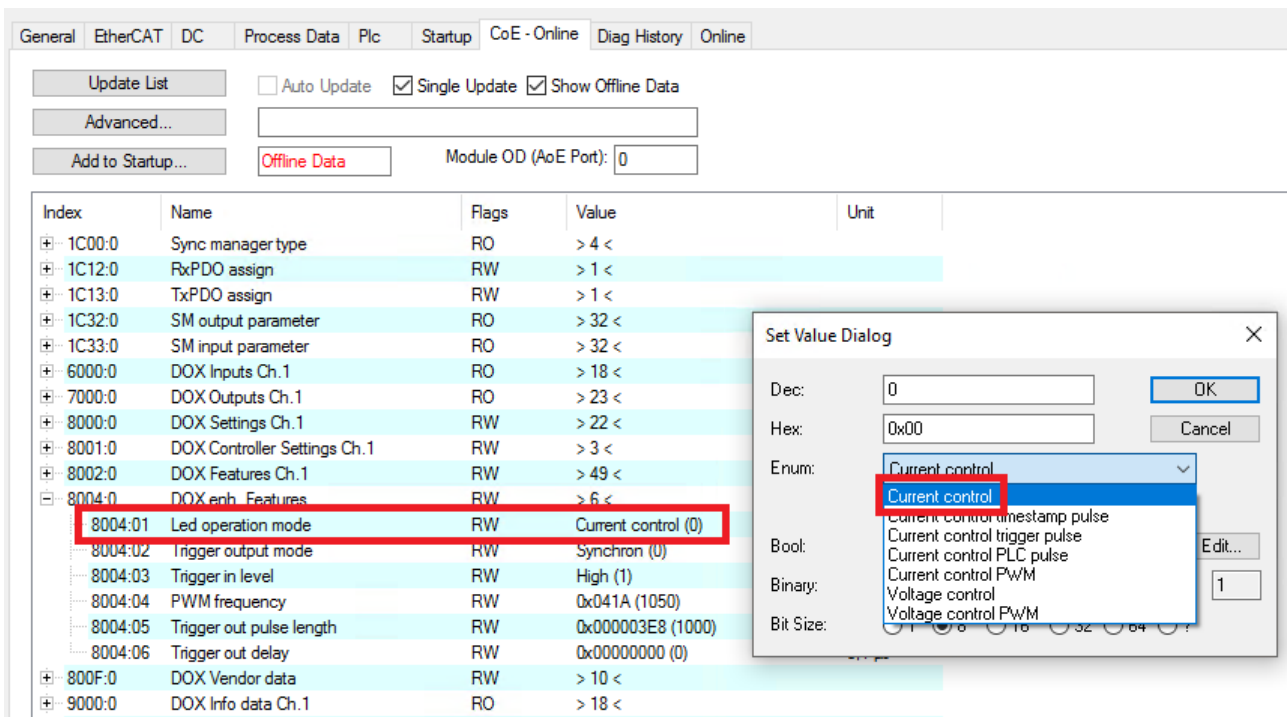


Abb. 146: Einstellung Betriebsmodus „Current Control“

5. Stellen Sie unter „Predefined PDO Assignments“ „Current control (with info data)“ ein.

General EtherCAT DC Process Data Plc Startup CoE - Online Diag History Online

Sync Manager:

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

PDO List:

Index	Size	Name	Flags	SM	SU
0x1A00	2.0	DOX Status	F	0	0
0x1A01	4.0	DOX Synchron info data	F	0	0
0x1600	2.0	DOX Control	F	0	0
0x1601	2.0	DOX Current	F	0	0
0x1602	4.0	DOX Impulse length	F	0	0
0x1603	4.0	DOX Trigger delay	F	0	0
0x1604	2.0	DOX PWM duty	F	0	0
0x1605	2.0	DOX Voltage	F	0	0

PDO Assignment (0x1C12):

- 0x1600
- 0x1601
- 0x1602
- 0x1603
- 0x1604
- 0x1605
- 0x1606

Download

- PDO Assignment
- PDO Configuration

PDO Content (0x1A00):

Index	Size	Offs	Name	Type	Default (r)
0x6000:01	0.1	0.0	Status__Ready to activate	BIT	
0x6000:02	0.1	0.1	Status__Output active	BIT	
---	0.1	0.2	---		
0x6000:04	0.3	0.3	Status__Switching operation cou...	BIT3	
0x6000:07	0.1	0.6	Status__Warning	BIT	

Predefined PDO Assignment: (none)

- Predefined PDO Assignment: 'Standard digital output'
- Predefined PDO Assignment: 'Standard digital output with info data'
- Predefined PDO Assignment: 'External trigger input'
- Predefined PDO Assignment: 'External trigger input with info data'
- Predefined PDO Assignment: 'DC digital output'
- Predefined PDO Assignment: 'DC digital output with info data'
- Predefined PDO Assignment: 'Current control'**
- Predefined PDO Assignment: 'Current control with Info Data'**
- Predefined PDO Assignment: 'PWM'
- Predefined PDO Assignment: 'PWM with info data'
- Predefined PDO Assignment: 'PWM with current'
- Predefined PDO Assignment: 'PWM with current and info data'
- Predefined PDO Assignment: 'Voltage control'
- Predefined PDO Assignment: 'Voltage control with info data'

Abb. 147: Einstellung PDO „Current Control (with info data)“

6. Geben Sie den Sollstrom über „DOX Current“ → „Output Current“ in der Einheit mA vor
7. Prüfen Sie, ob unter „DOX Status“ → „Status“ das „Ready to activate“-Bit 1 ist.
8. Aktivieren der Regelung unter „DOX Control“ → „Control“ über das „Enable“-Bit.
9. Einschalten des LED-Ausgangs unter „DOX Control“ → „Control“, indem das „Output“-Bit aktiviert wird.

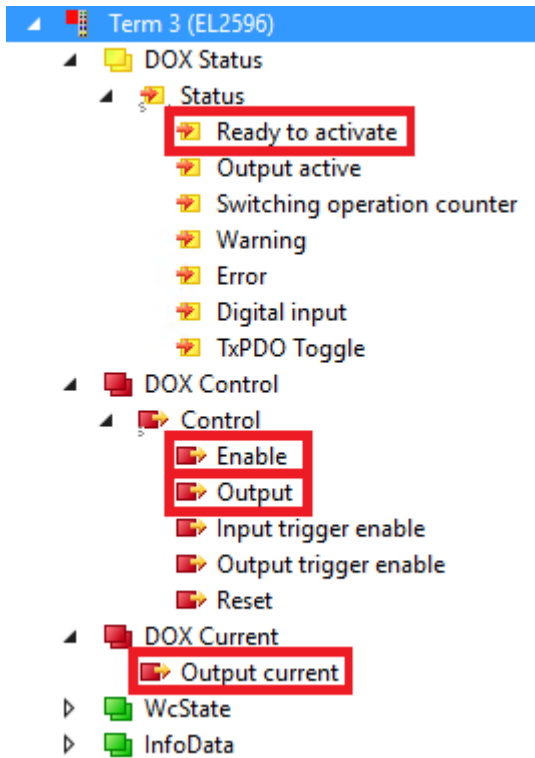


Abb. 148: Aktivieren des Ausgangs im Betriebsmodus „Current Control“

Digitaler Strom-Ausgang

Nehmen Sie folgende Einstellungen vor:

1. Ausgangsstrom im CoE-Parameter 0x8000:02 [▶ 222] „Target current“ in der Einheit mA
2. Eingangsspannung im CoE-Parameter 0x8000:03 [▶ 222] „Supply voltage“ in der Einheit 0,01 V
3. Gewünschte Ausgangsspannung im CoE-Parameter 0x8000:04 [▶ 222] „Output voltage“ in der Einheit 0,01 V (max. $U_{IN} - 0,5 V$)
4. Betriebsart im CoE-Verzeichnis im Parameter 0x8004:01 [▶ 222] auf „Current Control“

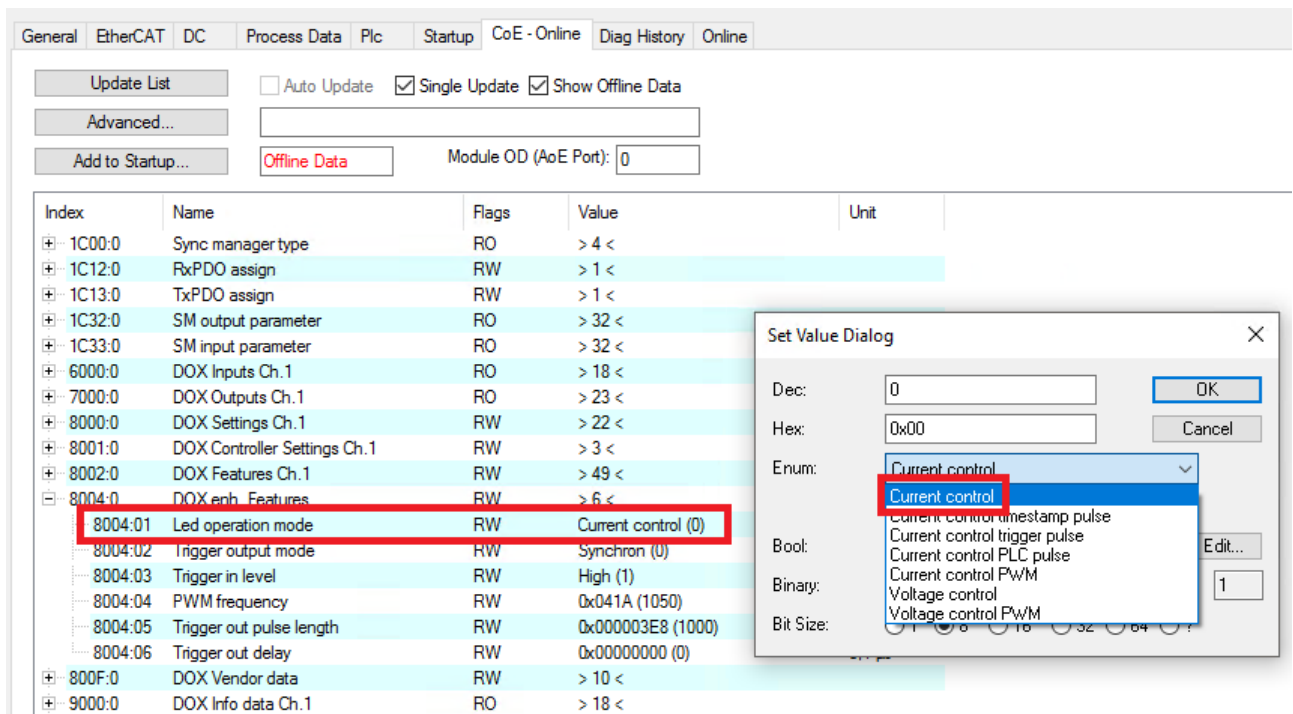


Abb. 149: Einstellung Betriebsmodus „Current Control“

5. Stellen Sie die „Predefined PDO Assignments“ auf „Standard digital output (with info data)“ ein.

The screenshot shows the Beckhoff configuration software interface with the following sections:

- General:** EtherCAT, DC, Process Data, Plc, Startup, CoE - Online, Diag History, Online
- Sync Manager:**

SM	Size	Type	Flags
0	128	MbxOut	
1	128	MbxIn	
2	0	Outputs	
3	0	Inputs	
- PDO List:**

Index	Size	Name	Flags	SM	SU
0x1A00	2.0	DOX Status	F		0
0x1A01	4.0	DOX Synchron info data	F		0
0x1600	2.0	DOX Control	F		0
0x1601	2.0	DOX Current	F		0
0x1602	4.0	DOX Impulse length	F		0
0x1603	4.0	DOX Trigger delay	F		0
0x1604	2.0	DOX PWM duty	F		0
0x1605	2.0	DOX Voltage	F		0
- PDO Assignment (0x1C12):**
 - 0x1600
 - 0x1601
 - 0x1602
 - 0x1603
 - 0x1604
 - 0x1605
 - 0x1606
- PDO Content (0x1A00):**

Index	Size	Offs	Name	Type	Default (
0x6000:01	0.1	0.0	Status__Ready to activate	BIT	
0x6000:02	0.1	0.1	Status__Output active	BIT	
---	0.1	0.2	---		
0x6000:04	0.3	0.3	Status__Switching operation cou...	BIT3	
0x6000:07	0.1	0.6	Status__Warning	BIT	
- Download:**
 - PDO Assignment
 - PDO Configuration
- Predefined PDO Assignment:**
 - Predefined PDO Assignment: (none)
 - Predefined PDO Assignment: (none)
 - Predefined PDO Assignment: 'Standard digital output (with info data)'**
 - Predefined PDO Assignment: 'External trigger input'
 - Predefined PDO Assignment: 'External trigger input with info data'
 - Predefined PDO Assignment: 'DC digital output'
 - Predefined PDO Assignment: 'DC digital output with info data'
 - Predefined PDO Assignment: 'Current control'
 - Predefined PDO Assignment: 'Current control with Info Data'
 - Predefined PDO Assignment: 'PWM'
 - Predefined PDO Assignment: 'PWM with info data'
 - Predefined PDO Assignment: 'PWM with current'
 - Predefined PDO Assignment: 'PWM with current and info data'
 - Predefined PDO Assignment: 'Voltage control'
 - Predefined PDO Assignment: 'Voltage control with info data'

Abb. 150: Einstellung PDO „Standard digital output (with info data)“

6. Prüfen Sie, ob unter „DOX Status“ → „Status“ das „Ready to activate“-Bit 1 ist.
7. Aktivieren der Regelung unter „DOX Control“ → „Control“ über das „Enable“-Bit.
8. Einschalten des LED-Ausgang unter „DOX Control“ → „Control“ ein, indem das „Output“-Bit aktiviert wird.

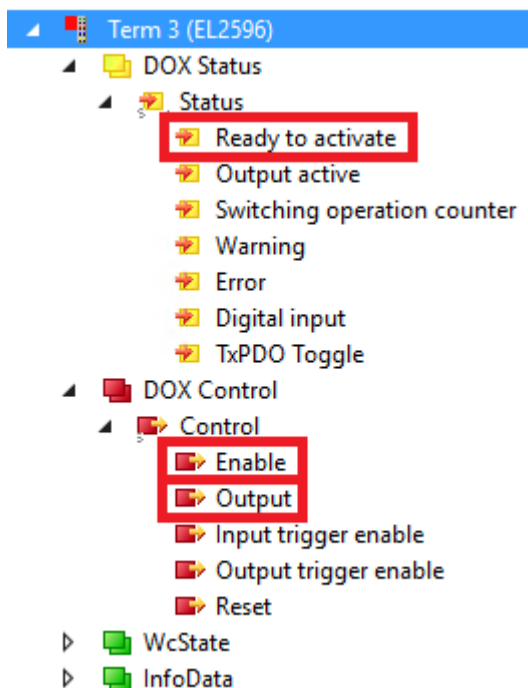


Abb. 151: Aktivieren des Ausgangs im Betriebsmodus „Current Control“ als digitaler Ausgang

5.3.2 Current control timestamp pulse

Im pulsierenden Modus beträgt die Stromamplitude maximal 3 A bei 12 V LEDs. Es ist möglich in jedem Zyklus einen Puls auszugeben. Mit jeder neuen vorgegebenen Startzeit werden die vorgegebenen Parameter für die Stromstärke und Impulsdauer übernommen. Die Daten können gleichzeitig mit der Startzeit übertragen werden, so dass eine neue Pulsausgabe mit unterschiedlichen Parametern in jedem Zyklus möglich ist.

Bei allen pulsierenden Betriebsarten (Current control timestamp pulse, Current control trigger pulse, Current control PLC pulse) ist der maximale konstante Duty Cycle in Abhängigkeit vom Ausgangsstrom zu betrachten.

- $I_{out} = 1 \text{ A}$: 20% Duty Cycle
- $I_{out} = 2 \text{ A}$: 10% Duty Cycle
- $I_{out} = 3 \text{ A}$: 8% Duty Cycle

In dieser Betriebsart gibt es die Möglichkeit den Trigger-Eingang als Enable-Eingang zu konfigurieren, so dass er als externer Schalter genutzt werden kann. Dann kann nur bei einem vorgegebenen Signal am Trigger-Eingang eine Ausgabe getätigt werden. Ist der Trigger-Eingang aktiv, wird bei Erreichen der vorgegebenen DC-Starttime, ein Puls mit den vorgegebenen Parametern ausgegeben. Genauere Informationen und die Inbetriebnahme sind im Kapitel [Hardware enable](#) [► 183] zu finden.

Vor allem in den stromgeregelten Pulsbetriebsmodi wird die [Verwendung der automatischen Ermittlung der Ausgangsspannung](#) [► 173] empfohlen, da möglicherweise für die Erzeugung von hohe Strompulse am Ausgang eine hohe Vorspannung benötigen, um steile Flanken zu erzeugen. Diese können höher sein als im Datenblatt der LED angegebene Spannungen.

Wenn im laufenden Betrieb in den pulsierenden Modi die Versorgungsspannung weggenommen wird kommt es zu einem Fehlverhalten am Ausgang. Außerdem kann es zu einem Überstrom am LED-Ausgang kommen. Daher ist auf eine stabile Spannungsversorgung zu achten. Um das Risiko für Fehlverhalten und Überstrom zu minimieren kann das Enable-Bit zusammen mit dem Output-Bit gesetzt werden, sodass das Enable nicht dauerhaft gesetzt ist.

Zur Einstellung des LED Ausgangs als Distributed Clocks gesteuerter Puls-Ausgang folgende Einstellungen vorzunehmen:

1. Nenn-/Grenzstrom der LED im CoE-Parameter [0x8000:02](#) [► 222] „Target current“ in der Einheit mA
2. Eingangsspannung im CoE-Parameter [0x8000:03](#) [► 222] „Supply voltage“ in der Einheit 0,01 V

3. Gewünschte Ausgangsspannung im CoE-Parameter 0x8000:04 [▶ 222] „Output voltage“ in der Einheit 0,01 V (max. $U_{IN} - 2$ V).
 - Sollen Ströme oberhalb des LED-Nennstromes ausgegeben werden, so ist aufgrund des nichtlinearen Verhaltens von LEDs und der Stromregelfähigkeit der Schaltung eine höhere Angabe für die Ausgangsspannung im CoE-Parameter 0x8000:04 [▶ 222] notwendig.
 - In diesem Betriebsmodus entspricht der hier eingestellte Wert der Ausgabe am Regler. Sollte die Vorwärtsspannung der angeschlossenen LED geringer sein, als der hier eingestellte Wert, fällt die übrige Spannung intern in der EL2596 ab. Das führt in vielen Fällen zu einer Übertemperatur in der Klemme und damit zur Abschaltung des LED-Ausgangs. Als gewünschte Ausgangsspannung sollte also hier die Vorwärtsspannung bei gewünschtem Ausgangsstrom eingestellt werden. Zur Ermittlung der Ausgangsspannung kann auch die TeachIn Funktion [▶ 173] genutzt werden.
4. Betriebsart im CoE-Verzeichnis im CoE-Parameter 0x8004:01 [▶ 224] auf „Current control timestamp pulse“

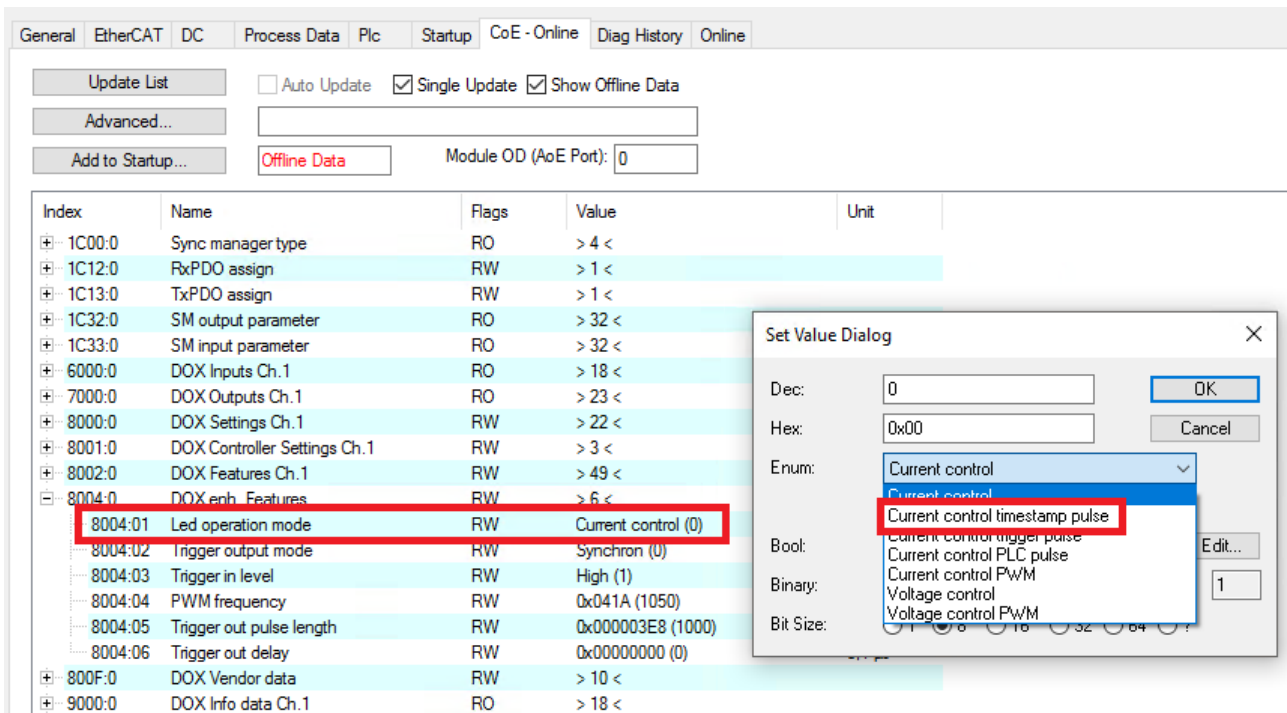


Abb. 152: Einstellung Betriebsmodus „Current control timestamp pulse“

5. Stellen Sie in „Predefined PDO Assignments“ „DC digital output (with info data)“ ein

Sync Manager:

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

PDO List:

Index	Size	Name	Flags	SM	SU
0x1A00	2.0	DOX Status	F		0
0x1A01	4.0	DOX Synchron info data	F		0
0x1600	2.0	DOX Control	F		0
0x1601	2.0	DOX Current	F		0
0x1602	4.0	DOX Impulse length	F		0
0x1603	4.0	DOX Trigger delay	F		0
0x1604	2.0	DOX PWM duty	F		0
0x1605	2.0	DOX Voltage	F		0

PDO Assignment (0x1C12):

- 0x1600
- 0x1601
- 0x1602
- 0x1603
- 0x1604
- 0x1605
- 0x1606

Download

- PDO Assignment
- PDO Configuration

PDO Content (0x1A00):

Index	Size	Offs	Name	Type	Default (f)
0x6000:01	0.1	0.0	Status_Ready to activate	BIT	
0x6000:02	0.1	0.1	Status_Output active	BIT	
---	0.1	0.2	---		
0x6000:04	0.3	0.3	Status_Switching operation cou...	BIT3	
0x6000:07	0.1	0.6	Status_Warning	BIT	

Predefined PDO Assignment: (none)

- Predefined PDO Assignment: (none)
- Predefined PDO Assignment: 'Standard digital output'
- Predefined PDO Assignment: 'Standard digital output with info data'
- Predefined PDO Assignment: 'External trigger input'
- Predefined PDO Assignment: 'External trigger input with info data'
- Predefined PDO Assignment: 'DC digital output with info data'**
- Predefined PDO Assignment: 'Current control'
- Predefined PDO Assignment: 'Current control with Info Data'
- Predefined PDO Assignment: 'PWM'
- Predefined PDO Assignment: 'PWM with info data'
- Predefined PDO Assignment: 'PWM with current'
- Predefined PDO Assignment: 'PWM with current and info data'
- Predefined PDO Assignment: 'Voltage control'
- Predefined PDO Assignment: 'Voltage control with info data'

Abb. 153: Einstellung PDO „DC digital output (with info data)“

- Wählen Sie im Reiter „DC“ den Betriebsmodus „DC active (Controller handled)“

General EtherCAT **DC** Process Data Plc Startup CoE - Online Diag History Online

Operation Mode: **DC active (Controller handled)**

- FreeRun /SM-Synchro...
- DC active (Controller handled)**

Abb. 154: Aktivieren der Distributed Clocks

- Geben Sie den Sollstrom über „DOX Current“ → „Output Current“ in der Einheit mA vor
- Geben Sie die Impulslänge über „DOX Impulse length“ → „Impulse length“ in der Einheit μs vor. Die Auflösung der Zeitangabe kann über den CoE-Parameter [0x8002:31 \[► 223\]](#) „Pulse resolution 100 ns“ von 1 μs auf 100 ns reduziert werden.
- Geben Sie die Startzeit des Impulses über „DOX DC Start time“ → „DC Start time“ vor. Eine neue Startzeit darf erst vorgegeben werden, wenn die aktuelle Startzeit + die vorgegebene Impulslänge abgelaufen ist.
- Prüfen Sie, ob unter „DOX Status“ → „Status“ das „Ready to activate“-Bit 1 ist.
- Aktivieren der Regelung unter „DOX Control“ → „Control“ über das „Enable“-Bit.
- Einschalten des LED-Ausgangs unter „DOX Control“ → „Control“ ein, indem das „Output“-Bit aktiviert wird.

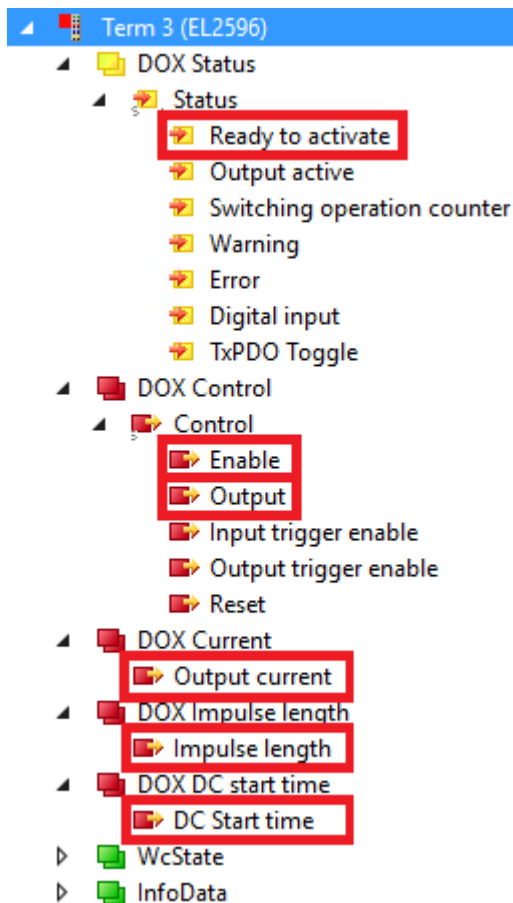


Abb. 155: Aktivieren des Ausgangs im Betriebsmodus „Current control timestamp pulse“

5.3.3 Current control trigger pulse

Im pulsierenden Modus beträgt die Stromamplitude maximal 3 A bei 12 V LEDs.

Die spezifischen Parameter zur Einstellung des LED-Ausgangs als Trigger gesteuerter Puls-Ausgang sind im Folgenden beschrieben. Um ein reproduzierbares Verhalten am LED-Ausgang über ein Signal am Trigger-Eingang zu erzeugen, sollte das Signal am Trigger-Eingang eine steile Flanke haben.

Bei allen pulsierenden Betriebsarten (Current control timestamp pulse, Current control trigger pulse, Current control PLC pulse) ist der maximale konstante Duty Cycle in Abhängigkeit vom Ausgangsstrom zu betrachten.

- $I_{out} = 1 \text{ A}$: 20% Duty Cycle
- $I_{out} = 2 \text{ A}$: 10% Duty Cycle
- $I_{out} = 3 \text{ A}$: 8% Duty Cycle

In dieser Betriebsart gibt es die Möglichkeit den Trigger-Eingang als Enable Eingang zu konfigurieren, so dass er als externer Schalter genutzt werden kann. Dann kann nur bei einem vorgegebenen Signal am Trigger-Eingang eine Ausgabe getätigt werden. Der LED-Ausgang schaltet dann synchron zum Signal am Trigger-Eingang. Genauere Informationen und die Inbetriebnahme sind im Kapitel [Hardware enable](#) [▶ 183] zu finden. Alternativ wird der Trigger-Eingang als Trigger input genutzt, so dass am LED Ausgang nach einem Signal am Trigger-Eingang ein Puls mit vorgegebener Verzögerung, Dauer und Stromstärke ausgegeben wird.

Vor allem in den stromgeregelten Pulsbetriebsmodi wird die Verwendung der [automatischen Ermittlung der Ausgangsspannung](#) [▶ 173] empfohlen, da möglicherweise für die Erzeugung von hohe Strompulse am Ausgang eine hohe Vorspannung benötigen, um steile Flanken zu erzeugen. Diese können höher sein als im Datenblatt der LED angegebene Spannungen.

Wenn im laufenden Betrieb in den pulsenden Modi die Versorgungsspannung weggenommen wird kommt es zu einem Fehlverhalten am Ausgang. Außerdem kann es zu einem Überstrom am LED-Ausgang kommen. Daher ist auf eine stabile Spannungsversorgung zu achten. Um das Risiko für Fehlverhalten und Überstrom zu minimieren kann das Enable-Bit zusammen mit dem Output-Bit gesetzt werden, sodass das Enable nicht dauerhaft gesetzt ist.

Für ein verzögerungsfreies Triggern wird empfohlen per PLC oder intern via Distributed Clocks zu triggern.

Bei der Verwendung eines externen Triggers ist zu beachten, dass, basierend auf internen Verzögerungen der Klemme, die minimale Verzögerung zwischen Trigger-Eingang und Signalausgang ca. 2 µs beträgt. Der Offset von 2 µs muss auch bei allen eingestellten Verzögerungswerten (unabhängig ob eingestellt über PDO oder CoE) beachtet werden. Die sich ergebende Verzögerung beträgt immer

$$\text{Reale Verzögerung} = \text{Eingestellte Verzögerung} + \text{Offset}$$

Bei den Hardware-Ständen 01 und 02 und Firmware-Ständen <FW04 kann es am Trigger-Eingang durch die Leitungsinduktivität der angeschlossenen Leitung innerhalb dieser zu Schwingungen der Spannung kommen. Dadurch kann es zur fehlerhaften Erkennung von Impulsen kommen, wodurch Pulse am LED Ausgang ausgegeben werden. Dieses Problem kann über einen Widerstand von ca. 1 kΩ zwischen dem Trigger-Signal und dem Pin 5 (TrigIn+) minimiert werden.

Ab FW04 gibt es im CoE-Parameter [0x8004:09](#) [▶ [224](#)] „Trigger input blind time“ eine einstellbare Wartezeit für die Signalerkennung am Trigger-Eingang. Die Inaktive Zeit des Trigger-Eingangs vom Trigger-Startzeitpunkt bis zum Ende der Pulsausgabe plus „Trigger input blind time“ ist im Bereich von 20..65535 µs einstellbar. Dadurch können Störungen abgefangen werden.

Ab HW03 werden auch asynchrone Störungen durch die Hardware gefiltert.

Die Funktion der „Trigger input blind time“ kann aber nicht nur zum Eliminieren von Störungen verwendet werden, sondern auch als eine Art „Totzeit“, um einen festen Duty Cycle vorzugeben, sodass trotz auftretender Ereignisse am Triggereingang keine Reaktion am Ausgang erfolgt und die Klemme und die LED vor Überhitzung geschützt werden.

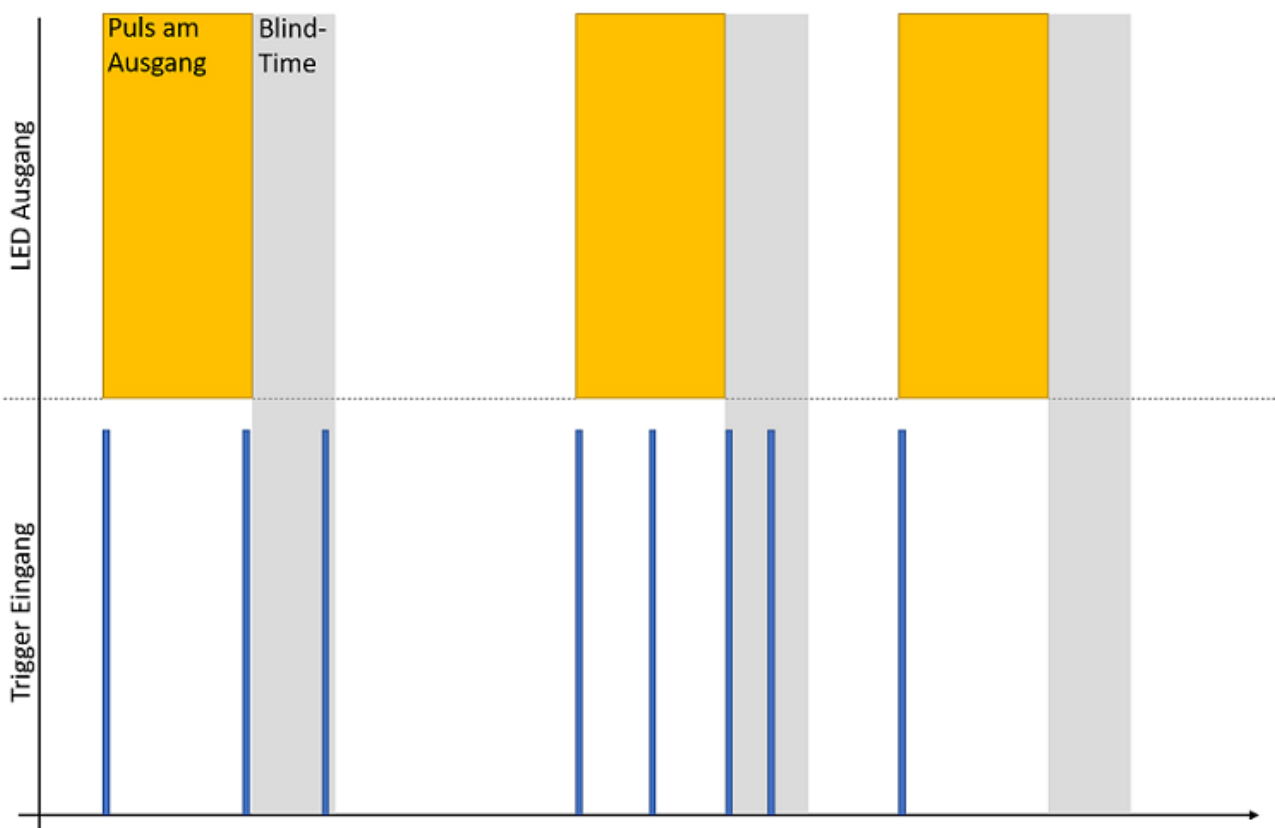


Abb. 156: Verhalten bei eingestellter "Trigger input blind time"

Beispiel: Die Konfiguration gibt eine Impulslänge von 500 µs, eine Impulsverzögerung in Bezug auf den Triggereingang von 0 µs und eine Blind-Time von 150 µs vor. Der erste Impuls am Triggereingang wird, wie in der Abbildung zu erkennen, erkannt und ein Puls mit den vorgegebenen Werten wird am LED-Ausgang ausgelöst. In dieser Zeit werden mögliche weitere Flanken am Triggereingang „ignoriert“. Nach den 500 µs Puls am LED-Ausgang beginnt dann die Blind-Time, die beispielhaft mit 150 µs vorgegeben ist. In diesen 150 µs werden Flanken am Triggereingang weiterhin ignoriert. Somit können insgesamt 650 µs keine neuen Pulse erzeugt werden. Erst 650 µs nach der ersten Flanke, die den Puls am Ausgang ausgelöst hat, reagiert der Triggereingang wieder auf neue Flanken (im Beispiel die 4. Flanke am Triggereingang). Dann beginnt das selbe von vorne. Während der gesamten Blind-Time werden die Flanken nicht gespeichert.

Nehmen Sie folgende Einstellungen vor:

1. Nenn-/Grenzstrom der LED im CoE-Parameter [0x8000:02 \[▶ 222\]](#) „Target current“ in der Einheit mA
2. Eingangsspannung im Parameter [0x8000:03 \[▶ 222\]](#) „Supply voltage“ in der Einheit 0,01 V
3. Gewünschte Ausgangsspannung im Parameter [0x8000:04 \[▶ 222\]](#) „Output voltage“ in der Einheit 0,01 V (max. $U_{IN} - 2 V$).
 - Sollen Ströme oberhalb des LED-Nennstromes ausgegeben werden, so ist aufgrund des nichtlinearen Verhaltens von LEDs und der Stromregelfähigkeit der Schaltung eine höhere Angabe für die Ausgangsspannung im CoE-Parameter [0x8000:04 \[▶ 222\]](#) notwendig.
 - In diesem Betriebsmodus entspricht der hier eingestellte Wert der Ausgabe am Regler. Sollte die Vorwärtsspannung der angeschlossenen LED geringer sein, als der hier eingestellte Wert, fällt die übrige Spannung intern in der EL2596 ab. Das führt in vielen Fällen zu einer Übertemperatur in der Klemme und damit zur Abschaltung des LED-Ausgangs. Als gewünschte Ausgangsspannung sollte also hier die Vorwärtsspannung bei gewünschtem Ausgangsstrom eingestellt werden. Zur Ermittlung der Ausgangsspannung kann auch die [TeachIn Funktion \[▶ 173\]](#) genutzt werden.
4. Betriebsart im CoE-Verzeichnis im Parameter [0x8004:01 \[▶ 224\]](#) auf „Current Control trigger pulse“

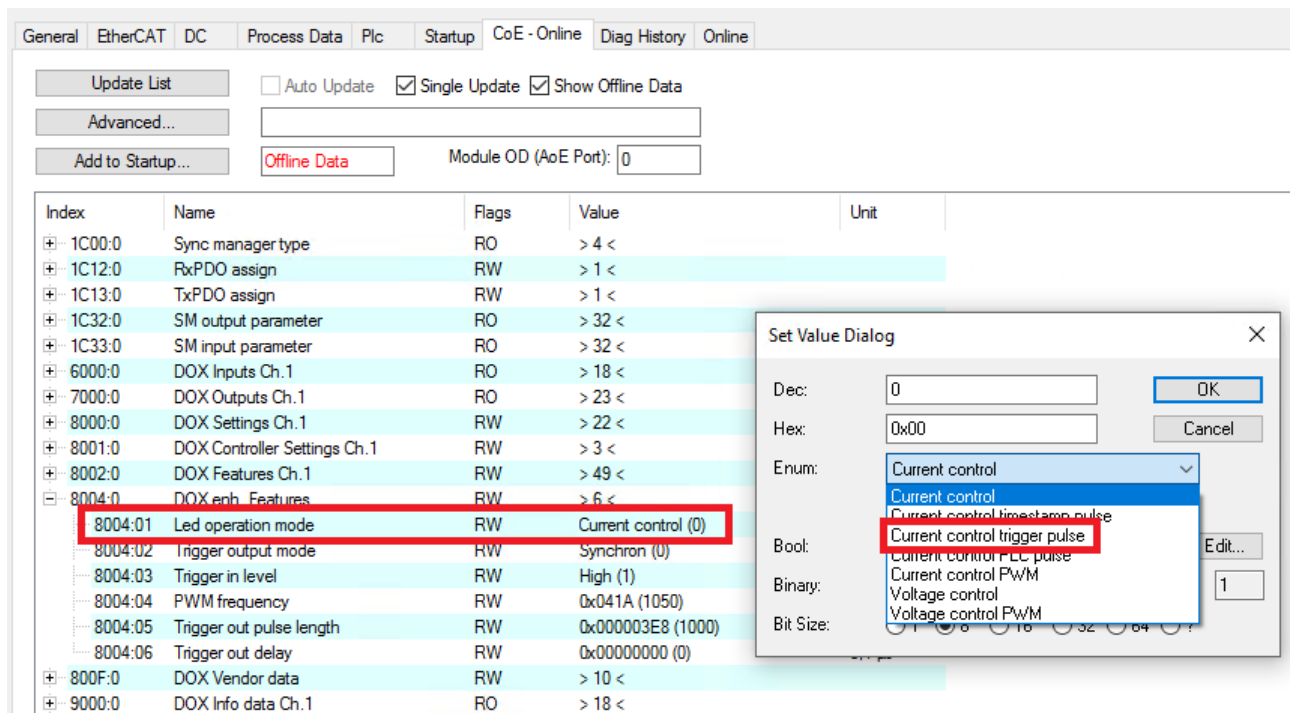


Abb. 157: Einstellung Betriebsmodus „Current control trigger pulse“

5. Stellen Sie „Predefined PDO Assignments“ auf „External trigger input (with info data)“ ein.

General EtherCAT DC Process Data Plc Startup CoE - Online Diag History Online

Sync Manager:

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

PDO List:

Index	Size	Name	Flags	SM	SU
0x1A00	2.0	DOX Status	F		0
0x1A01	4.0	DOX Synchron info data	F		0
0x1600	2.0	DOX Control	F		0
0x1601	2.0	DOX Current	F		0
0x1602	4.0	DOX Impulse length	F		0
0x1603	4.0	DOX Trigger delay	F		0
0x1604	2.0	DOX PWM duty	F		0
0x1605	2.0	DOX Voltage	F		0

PDO Assignment (0x1C12):

0x1600
 0x1601
 0x1602
 0x1603
 0x1604
 0x1605
 0x1606

Download

PDO Assignment
 PDO Configuration

PDO Content (0x1A00):

Index	Size	Offs	Name	Type	Default (r)
0x6000:01	0.1	0.0	Status_Ready to activate	BIT	
0x6000:02	0.1	0.1	Status_Output active	BIT	
---	0.1	0.2	---		
0x6000:04	0.3	0.3	Status_Switching operation cou...	BIT3	
0x6000:07	0.1	0.6	Status_Warning	BIT	

Predefined PDO Assignment: (none)

Predefined PDO Assignment: (none)

Predefined PDO Assignment: 'Standard digital output'

Predefined PDO Assignment: 'Standard digital output with info data'

Predefined PDO Assignment: 'External trigger input'

Predefined PDO Assignment: 'External trigger input with info data'

Predefined PDO Assignment: 'DC digital output'

Predefined PDO Assignment: 'DC digital output with info data'

Predefined PDO Assignment: 'Current control'

Predefined PDO Assignment: 'Current control with Info Data'

Predefined PDO Assignment: 'PWM'

Predefined PDO Assignment: 'PWM with info data'

Predefined PDO Assignment: 'PWM with current'

Predefined PDO Assignment: 'PWM with current and info data'

Predefined PDO Assignment: 'Voltage control'

Predefined PDO Assignment: 'Voltage control with info data'

Abb. 158: Einstellung PDO „External trigger pulse (with info data)“

6. Geben Sie den Sollstrom über „DOX Current“ → „Output Current“ in der Einheit mA vor.
7. Geben Sie die Impulslänge über „DOX Impulse length“ → „Impulse length“ in der Einheit μs vor. Die Auflösung der Zeitangabe kann über den CoE-Parameter 0x8002:31 „Pulse resolution 100 ns“ von 1 μs auf 100 ns reduziert werden.
8. Geben Sie die Verzögerung zum Trigger-Signal über „DOX Trigger delay“ → „Trigger delay“ in der Einheit μs an. Die Auflösung der Zeitangabe kann über den CoE-Parameter 0x8002:31 [▶ 223] „Pulse resolution 100 ns“ von 1 μs auf 100 ns reduziert werden. Alternativ kann die Verzögerung fest vorgegeben werden in dem CoE-Parameter 0x8000:0B [▶ 222] in der Einheit 0,1 μs . Wird sowohl in den PDOs, als auch in den CoE-Parametern eine Angabe zur Verzögerung gemacht werden diese Werte addiert und die Verzögerung beträgt die Summe der beiden Angaben.
9. Wählen Sie im CoE-Parameter 0x8002:30 [▶ 223] aus, ob der LED-Puls durch eine steigende oder fallende Flanke am Trigger-Eingang erzeugt werden soll.
10. Geben Sie im CoE-Parameter 0x8004:03 [▶ 224] vor, bei welchem Level am Trigger-Eingang der LED-Ausgang geschaltet werden soll (high = 24 V, low = 5 V).

General EtherCAT DC Process Data Plc Startup CoE - Online Diag History Online

Update List Auto Update Single Update Show Offline Data

Advanced...

Add to Startup... Module OD (AoE Port):

Index	Name	Flags	Value	Unit
7000:0	DOX Outputs Ch.1	RO	> 23 <	
8000:0	DOX Settings Ch.1	RW	> 22 <	
8000:02	Target current	RW	0x01F4 (500)	mA
8000:03	Supply voltage	RW	0x0960 (2400)	0.01 V
8000:04	Output voltage	RW	0x04B0 (1200)	0.01 V
8000:0B	Trigger delay (switch on)	RW	0x00000000 (0)	0,1 µs
8000:11	Warning level (supply voltage)	RW	0x05 (5)	%
8000:12	Error level (supply voltage)	RW	0x14 (20)	%
8000:13	Positive warning level (output voltage)	RW	0x05 (5)	%
8000:14	Positive error level (output voltage)	RW	0x14 (20)	%
8000:15	Negative warning level (output voltage)	RW	0x05 (5)	%
8000:16	Negative error level (output voltage)	RW	0x0A (10)	%
8001:0	DOX Controller Settings Ch.1	RW	> 3 <	
8002:0	DOX Features Ch.1	RW	> 49 <	
8002:11	Select info data 1	RW	Output voltage (7)	
8002:19	Select info data 2	RW	Output current (8)	
8002:30	Invert digital input	RW	FALSE	
8002:31	Pulse resolution 100ns	RW	FALSE	
8004:0	DOX enh. Features	RW	> 6 <	
8004:01	Led operation mode	RW	Current control (0)	
8004:02	Trigger output mode	RW	Synchron (0)	
8004:03	Trigger in level	RW	High (1)	
8004:04	PWM frequency	RW	0x041A (1050)	Hz
8004:05	Trigger out pulse length	RW	0x000003E8 (1000)	0,1 µs
8004:06	Trigger out delay	RW	0x00000000 (0)	0,1 µs
800F:0	DOX Vendor data	RW	> 10 <	

Abb. 159: Einstellungen in den CoE-Objekten für den Betriebsmodus „Current control trigger pulse“

11. Schließen Sie das Trigger-Signal an die Anschlüsse „TrigIn+“ (5) und „TrigIn-“ (13) an.
12. Aktivieren des Trigger-Eingangs unter „DOX Control“ → „Control“ → „Input Trigger Enable“
13. Prüfen Sie, ob unter „DOX Status“ → „Status“ das „Ready to activate“-Bit 1 ist.
14. Aktivieren der Regelung unter „DOX Control“ → „Control“ über das „Enable“-Bit.
15. Einschalten des LED-Ausgangs unter „DOX Control“ → „Control“ ein, indem das „Output“-Bit aktiviert wird.

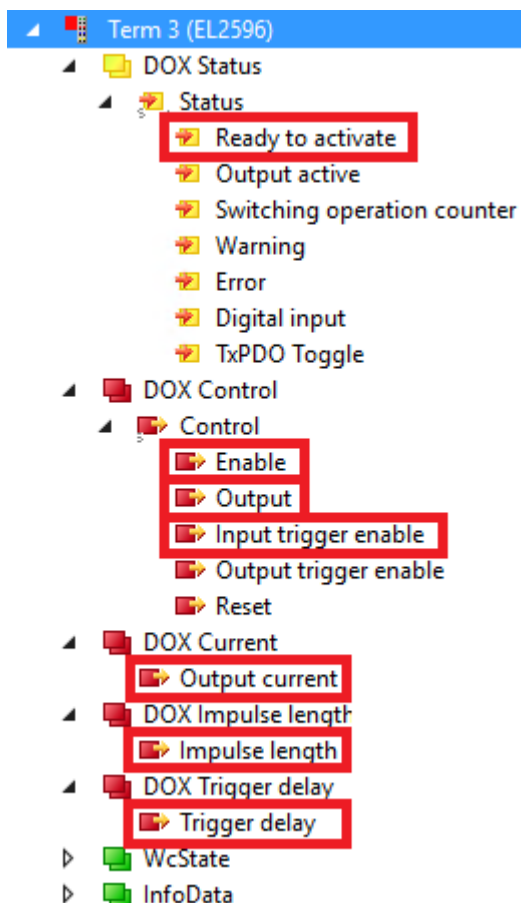


Abb. 160: Aktivieren des Ausgangs im Betriebsmodus „Current control trigger pulse“

5.3.4 Current control PLC pulse

Im pulsierenden Modus beträgt die Stromamplitude maximal 3 A bei 12 V LEDs. Die Impulse am LED Ausgang können hierbei über eine steigende Flanke am Output-Bit getriggert werden.

Bei allen pulsierenden Betriebsarten (Current control timestamp pulse, Current control trigger pulse, Current control PLC pulse) ist der maximale konstante Duty Cycle in Abhängigkeit vom Ausgangsstrom zu betrachten.

- $I_{out} = 1 \text{ A}$: 20% Duty Cycle
- $I_{out} = 2 \text{ A}$: 10% Duty Cycle
- $I_{out} = 3 \text{ A}$: 8% Duty Cycle

In dieser Betriebsart gibt es die Möglichkeit, den Trigger-Eingang als Enable Eingang zu konfigurieren, so dass er als externer Schalter genutzt werden kann. Dann kann nur bei einem vorgegebenen Signal am Trigger-Eingang eine Ausgabe getätigt werden. Ist der Trigger-Eingang aktiv wird bei einer steigenden Flanke am Output Bit aus der PLC ein Puls mit den vorgegebenen Parametern ausgegeben. Genauere Informationen und die Inbetriebnahme sind im Kapitel [Hardware enable \[► 183\]](#) zu finden.

Vor allem in den stromgeregelten Pulsbetriebsmodi wird die Verwendung der [automatischen Ermittlung der Ausgangsspannung \[► 173\]](#) empfohlen, da möglicherweise für die Erzeugung von hohe Strompulse am Ausgang eine hohe Vorspannung benötigen, um steile Flanken zu erzeugen. Diese können höher sein als im Datenblatt der LED angegebene Spannungen.

Wenn im laufenden Betrieb in den pulsierenden Modi die Versorgungsspannung weggenommen wird kommt es zu einem Fehlverhalten am Ausgang. Außerdem kann es zu einem Überstrom am LED-Ausgang kommen. Daher ist auf eine stabile Spannungsversorgung zu achten. Um das Risiko für Fehlverhalten und Überstrom zu minimieren kann das Enable-Bit zusammen mit dem Output-Bit gesetzt werden, sodass das Enable nicht dauerhaft gesetzt ist.

Die spezifischen Parameter zur Einstellung des LED-Ausgangs als SPS gesteuerter Puls-Ausgang sind im Folgenden beschrieben.

1. Ausgangsstrom im CoE-Parameter [0x8000:02](#) [▶ 222] „Target current“ in der Einheit mA
2. Eingangsspannung im CoE-Parameter [0x8000:03](#) [▶ 222] „Supply voltage“ in der Einheit 0,01 V
3. Gewünschte Ausgangsspannung im Parameter [0x8000:04](#) [▶ 222] „Output voltage“ in der Einheit 0,01 V (max. $U_{IN} - 2 V$).
 - Sollen Ströme oberhalb des LED-Nennstromes ausgegeben werden, so ist aufgrund des nichtlinearen Verhaltens von LEDs und der Stromregelfähigkeit der Schaltung eine höhere Angabe für die Ausgangsspannung im CoE-Parameter [0x8000:04](#) [▶ 222] notwendig.
 - In diesem Betriebsmodus entspricht der hier eingestellte Wert der Ausgabe am Regler. Sollte die Vorwärtsspannung der angeschlossenen LED geringer sein, als der hier eingestellte Wert, fällt die übrige Spannung intern in der EL2596 ab. Das führt in vielen Fällen zu einer Übertemperatur in der Klemme und damit zur Abschaltung des LED-Ausgangs. Als gewünschte Ausgangsspannung sollte also hier die Vorwärtsspannung bei gewünschtem Ausgangsstrom eingestellt werden. Zur Ermittlung der Ausgangsspannung kann auch die [TeachIn Funktion](#) [▶ 173] genutzt werden.
4. Betriebsart im CoE-Verzeichnis im Parameter [0x8004:01](#) [▶ 224] auf „Current control PLC pulse“

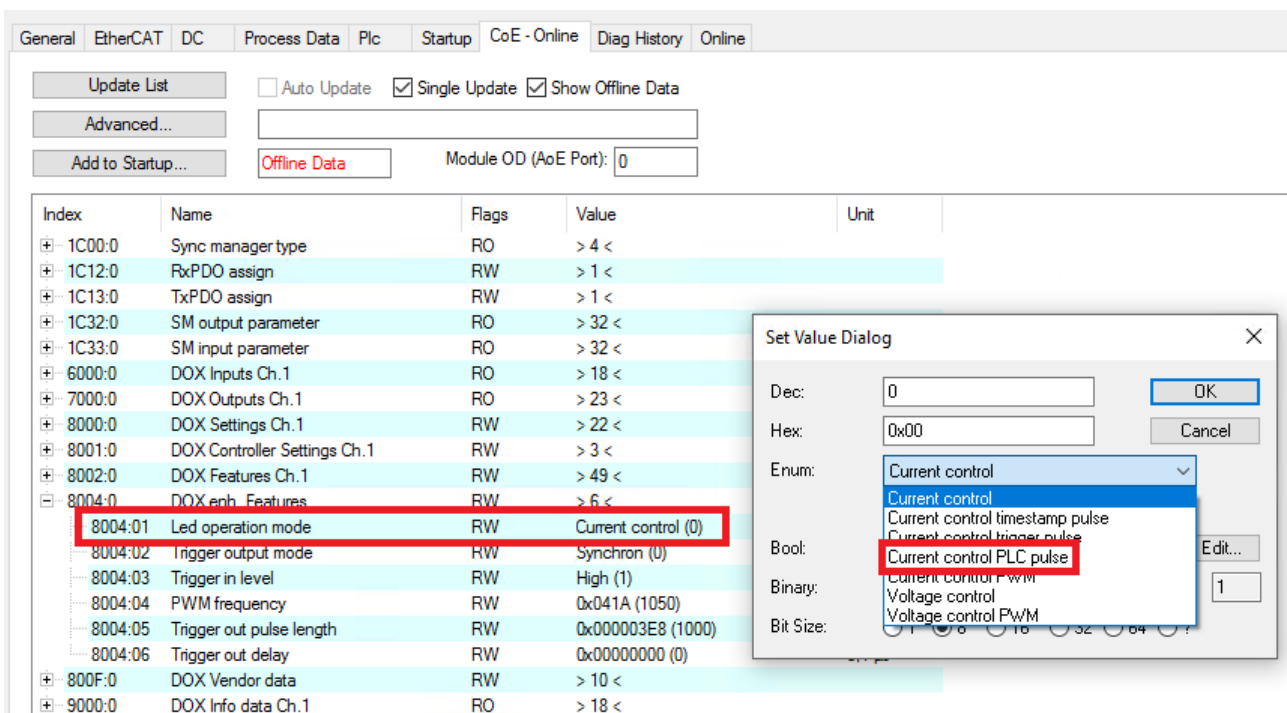


Abb. 161: Einstellung Betriebsmodus „Current control PLC pulse“

5. Stellen Sie „Predefined PDO Assignments“ auf „External trigger input (with info data)“ ein.

The screenshot shows the 'Process Data' configuration window. It includes several sections:

- Sync Manager:** A table with columns SM, Size, Type, and Flags. Rows 0-3 are visible, with types MbxCOut, MbxCIn, Outputs, and Inputs.
- PDO List:** A table with columns Index, Size, Name, Flags, SM, and SU. It lists DOX parameters from 0x1A00 to 0x1605.
- PDO Assignment (0x1C12):** A list of checkboxes for PDO indices 0x1600 to 0x1606.
- PDO Content (0x1A00):** A table with columns Index, Size, Offs, Name, Type, and Default. It shows status bits like Status_Ready to activate and Status_Output active.
- Predefined PDO Assignment:** A dropdown menu with a list of predefined assignments. The option 'Predefined PDO Assignment: 'External trigger input with info data'' is highlighted with a red box.

Abb. 162: Einstellung PDO „External trigger pulse (with info data)“

6. Geben Sie den Sollstrom über „DOX Current“ → „Output Current“ in der Einheit mA vor.
7. Geben Sie die Impulslänge über „DOX Impulse length“ → „Impulse length“ in der Einheit μs vor. Die Auflösung der Zeitangabe kann über den CoE-Parameter [0x8002:31 \[► 223\]](#) „Pulse resolution 100 ns“ von 1 μs auf 100 ns reduziert werden.
8. Prüfen Sie, ob unter „DOX Status“ → „Status“ das „Ready to activate“-Bit 1 ist.
9. Aktivieren der Regelung unter „DOX Control“ → „Control“ über das „Enable“-Bit.
10. Der stromgeregelte LED-Ausgang kann dann über das „Output“-Bit unter „DOX Control“ → „Control“ aktiviert werden. Mit jeder steigenden Flanke an diesem Bit wird ein Impuls am LED Ausgang mit den vorgegebenen Parametern für Strom, Impulsdauer und Verzögerung ausgegeben.

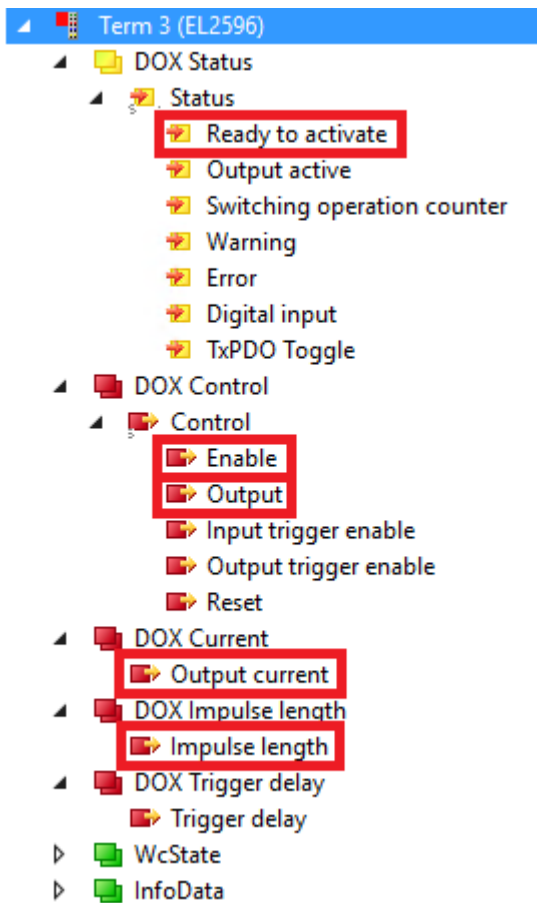


Abb. 163: Aktivieren des Ausgangs im Betriebsmodus „Current control PLC pulse“

5.3.5 Current control PWM

Dieser Modus ermöglicht die Ansteuerung einer LED über eine Pulsweitenmodulation. Die Amplitude des Ausgangsstromes wird von einer analogen Schaltung geregelt. Dies führt zu einer zusätzlichen Eigenerwärmung. Um eine Beschädigung des Moduls zu verhindern, wird die Ausgangsleistung in diesem Modus automatisch durch eine Reduzierung des maximal akzeptierten Wertes für den Duty Cycle begrenzt. Der maximal akzeptierte Wert kann berechnet werden durch

$$Duty\ Cycle = \frac{32767 \cdot 0,6\ W}{0,5\ V \cdot Target\ current}$$

Höhere Einträge werden ignoriert.

Aufgrund der hohen Eigenerwärmung im PWM Betrieb kann jedoch nicht zwingend der theoretisch maximal berechnete Wert für den Duty Cycle auch wirklich erreicht werden. Die folgende Abbildung zeigt den Zusammenhang zwischen dem maximal möglichen Duty Cycle in Kombination mit der Ausgangsspannung für 5 verschiedene Ausgangsstromwerte bei einer Umgebungstemperatur von 55 °C. Bei höheren Einstellungen des Duty Cycles hätte sich die EL2596 aufgrund von Übertemperatur zeitweise abgeschaltet. Die folgende Abbildung gibt Richtwerte an und gilt nicht zwingend für jede Applikation.

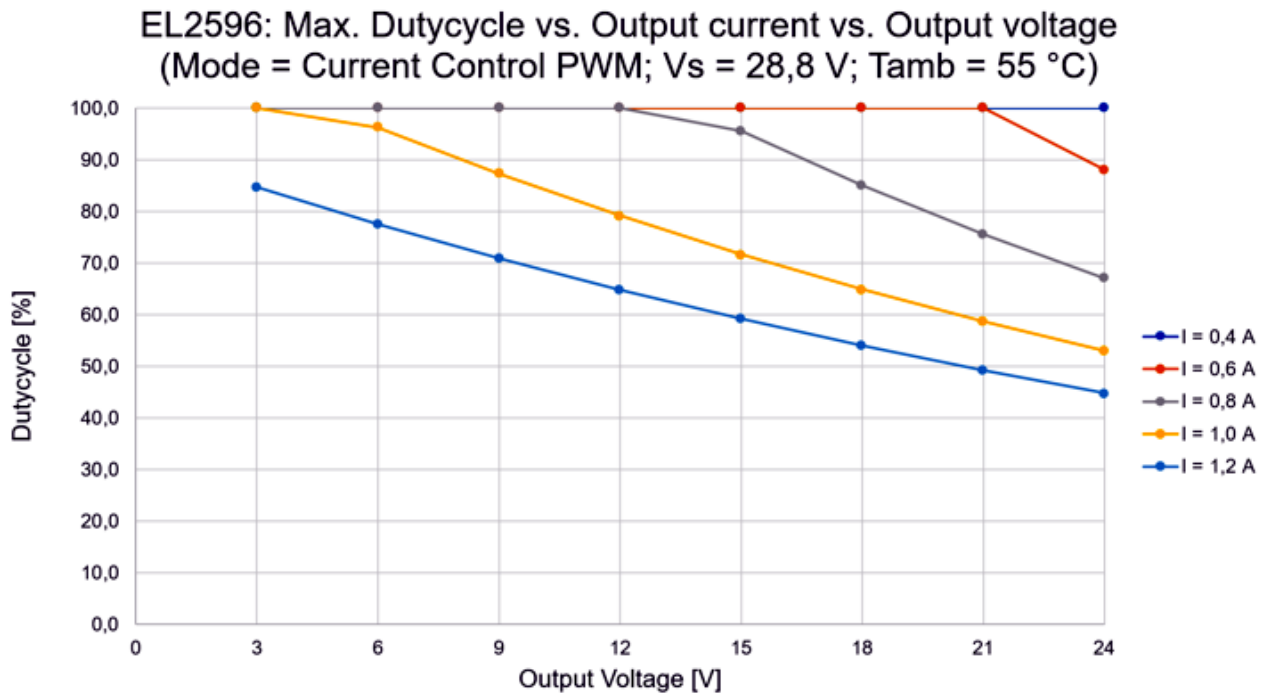


Abb. 164: EL2596 | Maximaler Duty Cycle im Current Control PWM Modus

Bei der EL2596-0010 muss für einen Betrieb ohne Lüfter im Current control PWM Modus die folgende Begrenzung für den maximalen Duty Cycle berücksichtigt werden:

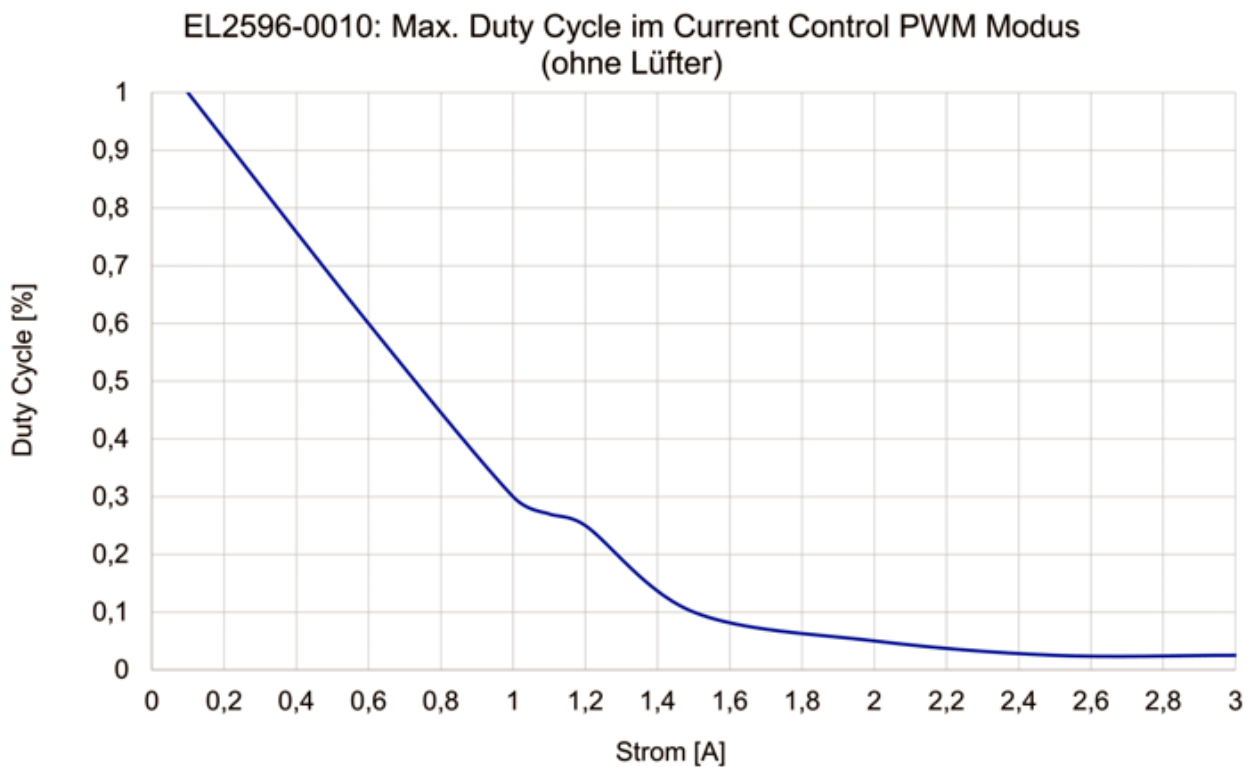


Abb. 165: EL2596-0010 | maximaler Duty Cycle im Current Control PWM Modus (ohne Lüfter)

Für farbechtes Dimmen sollten eingestellte Grenzstrom im Target-Current und der gewünschte Ausgangsstrom (Output Current) dem Nennstrom der LED entsprechen.

In dieser Betriebsart gibt es die Möglichkeit den Trigger-Eingang als Enable Eingang zu konfigurieren, so dass er als externer Schalter genutzt werden kann. Dann kann nur bei einem vorgegebenen Signal am Trigger-Eingang eine Ausgabe getätigt werden. Genauere Informationen und die Inbetriebnahme sind im Kapitel [Hardware enable \[▶ 183\]](#) zu finden.

Die spezifischen Parameter zur Ansteuerung des LED Ausgangs über eine PWM sind im Folgenden beschrieben.

1. Nenn-/Grenzstrom der LED in Index [0x8000:02 \[▶ 222\]](#) „Target current“ in der Einheit mA
2. Eingangsspannung in Index [0x8000:03 \[▶ 222\]](#) „Supply voltage“ in der Einheit 0,01 V
3. Gewünschte Ausgangsspannung in Index [0x8000:04 \[▶ 222\]](#) „Output voltage“ in der Einheit 0,01 V (max. $U_{IN} - 2 V$). In diesem Betriebsmodus entspricht der hier eingestellte Wert der Ausgabe am Regler. Sollte die Vorwärtsspannung der angeschlossenen LED geringer sein, als der hier eingestellte Wert, fällt die übrige Spannung intern in der EL2596 ab. Das führt in vielen Fällen zu einer Übertemperatur in der Klemme und damit zur Abschaltung des LED-Ausgangs. Als gewünschte Ausgangsspannung sollte also hier die Vorwärtsspannung bei gewünschtem Ausgangsstrom eingestellt werden. Zur Ermittlung der Ausgangsspannung kann auch die [TeachIn Funktion \[▶ 173\]](#) genutzt werden.
4. Die PWM-Frequenz ist standardmäßig 1050 Hz. Bei Bedarf kann der Wert in Index [0x8004:04 \[▶ 224\]](#) angepasst werden.

⚠️ WARNUNG

Stroboskopische Effekte im PWM Modus

Aufgrund des hochfrequenten Ein- und Ausschaltens des Lichts besteht die Gefahr eines stroboskopischen Effekts. Wenn die Frequenz des emittierten Lichts phasengleich einer vielfachen Frequenz der Bewegung von z. B. eines drehenden Maschinenteils entspricht, kann es durch einen stroboskopischen Effekt trotz Bewegung der Maschine scheinen, als ob sie stillsteht. Das kann zu einer Fehlinterpretation eines Bedieners führen, der aufgrund des scheinbar stillstehenden Maschinenteils eingreift. Dadurch kann es zu schwerwiegenden Verletzungen bis zum Tod führen.

5. Betriebsart im CoE-Verzeichnis in Index [0x8004:01 \[▶ 224\]](#) auf „Current Control PWM“

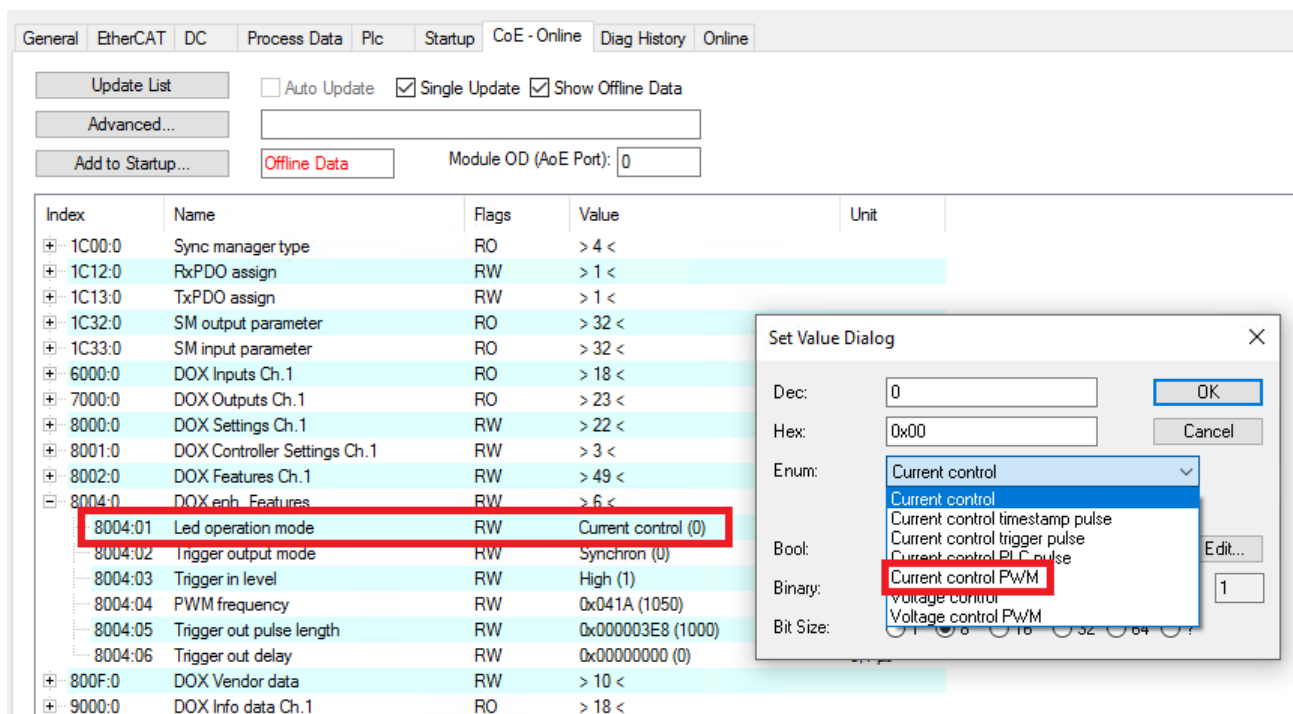


Abb. 166: Einstellung Betriebsmodus „Current control PWM“

6. Predefined PDO Assignments auf „PWM (with info data)“ oder „PWM with current (and info data)“ einstellen

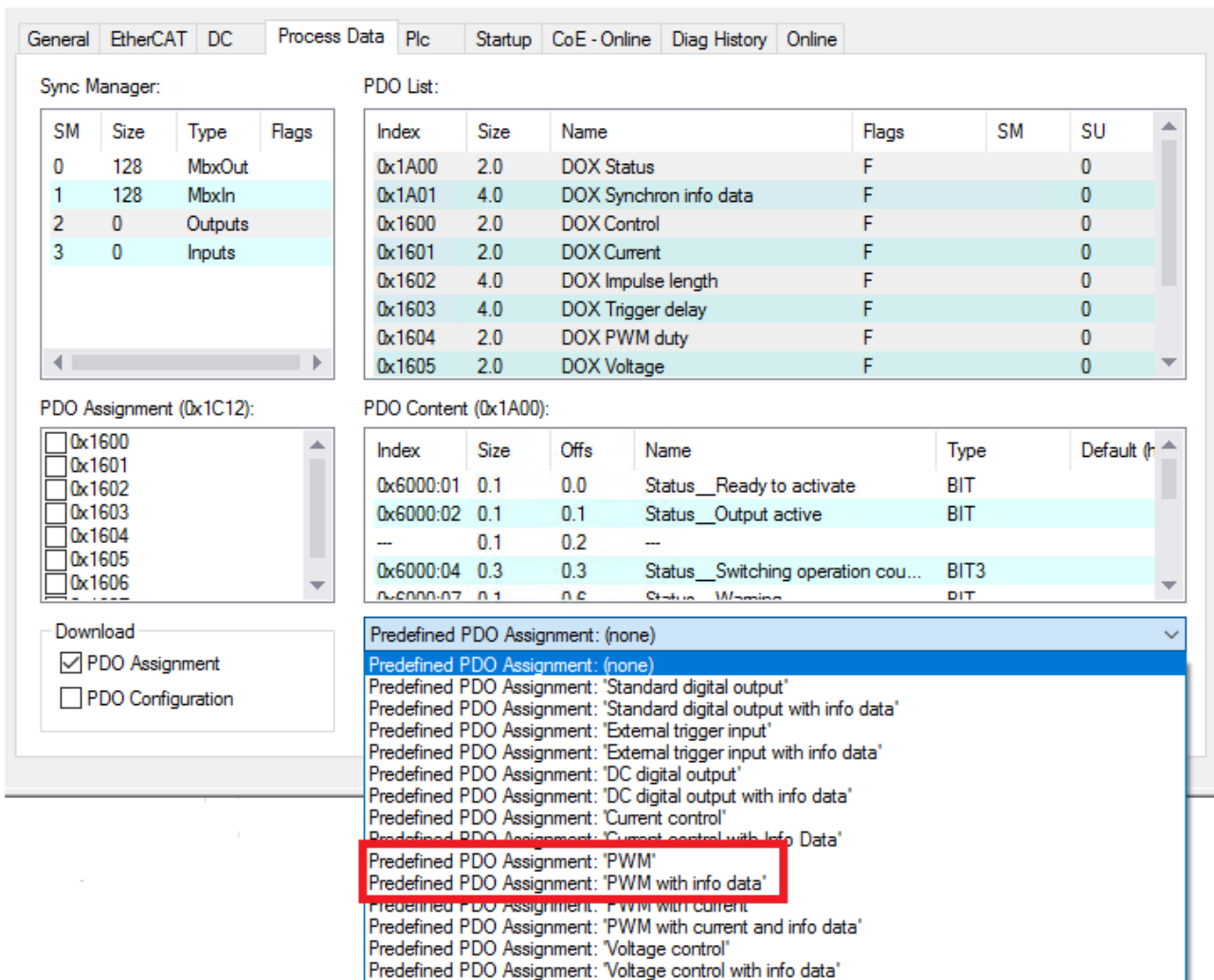


Abb. 167: Einstellung PDO „PWM (with info data)“

- **Nur für Predefined PDO „PWM with current (and info data)“:** Sollstrom über „DOX Current“ → „Output Current“ in der Einheit mA angeben

General EtherCAT DC Process Data Plc Startup CoE - Online Diag History Online

Sync Manager:

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

PDO List:

Index	Size	Name	Flags	SM	SU
0x1A00	2.0	DOX Status	F		0
0x1A01	4.0	DOX Synchron info data	F		0
0x1600	2.0	DOX Control	F		0
0x1601	2.0	DOX Current	F		0
0x1602	4.0	DOX Impulse length	F		0
0x1603	4.0	DOX Trigger delay	F		0
0x1604	2.0	DOX PWM duty	F		0
0x1605	2.0	DOX Voltage	F		0

PDO Assignment (0x1C12):

- 0x1600
- 0x1601
- 0x1602
- 0x1603
- 0x1604
- 0x1605
- 0x1606

Download

- PDO Assignment
- PDO Configuration

PDO Content (0x1A00):

Index	Size	Offs	Name	Type	Default
0x6000:01	0.1	0.0	Status__Ready to activate	BIT	
0x6000:02	0.1	0.1	Status__Output active	BIT	
---	0.1	0.2	---		
0x6000:04	0.3	0.3	Status__Switching operation cou...	BIT3	
0x6000:07	0.1	0.6	Status__Warning	BIT	

Predefined PDO Assignment: (none)

- Predefined PDO Assignment: (none)
- Predefined PDO Assignment: 'Standard digital output'
- Predefined PDO Assignment: 'Standard digital output with info data'
- Predefined PDO Assignment: 'External trigger input'
- Predefined PDO Assignment: 'External trigger input with info data'
- Predefined PDO Assignment: 'DC digital output'
- Predefined PDO Assignment: 'DC digital output with info data'
- Predefined PDO Assignment: 'Current control'
- Predefined PDO Assignment: 'Current control with Info Data'
- Predefined PDO Assignment: 'PWM'
- Predefined PDO Assignment: 'PWM with info data'
- Predefined PDO Assignment: 'PWM with current'**
- Predefined PDO Assignment: 'PWM with current and info data'**
- Predefined PDO Assignment: 'Voltage control'
- Predefined PDO Assignment: 'Voltage control with info data'

Abb. 168: Einstellung PDO „PWM with current (and info data)“

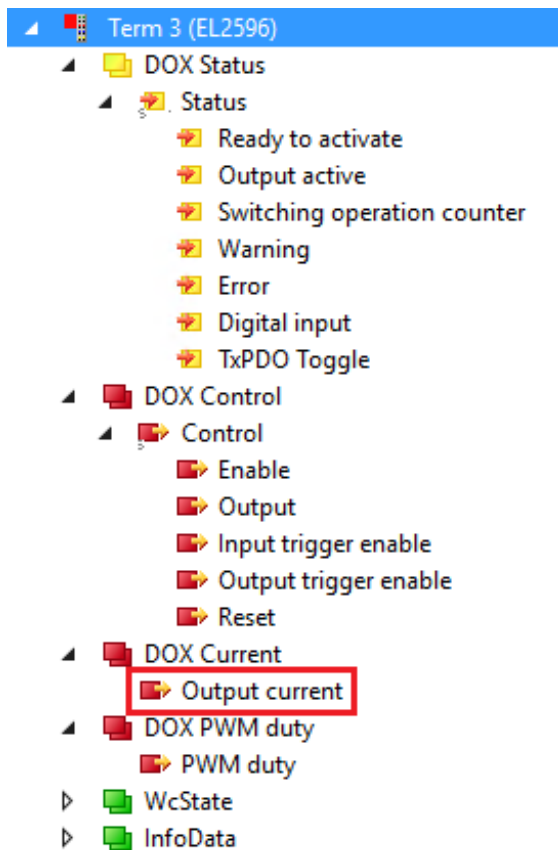


Abb. 169: Einstellen des Sollstroms

7. „PWM duty cycle“ unter „DOX PWM duty“ → „PWM duty“ angeben. Ist das PDO-Objekt 0x1604 „DOX PWM duty“ nicht gemappt, wird das Tastverhältnis im CoE-Index [0x8004:07](#) [[▶ 224](#)] vorgegeben.
8. Prüfen Sie, ob unter „DOX Status“ → Status das „Ready to activate“-Bit 1 ist
9. Aktivieren der Regelung unter „DOX Control“ → „Control“ das „Enable“-Bit
10. Einschalten des LED-Ausgangs unter „DOX Control“ → „Control“ ein, indem das „Output“-Bit aktiviert wird

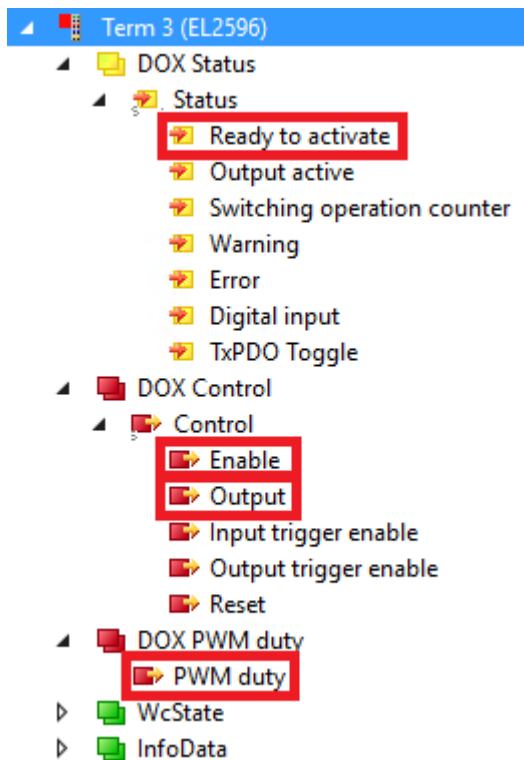


Abb. 170: Aktivieren des Ausgangs im Betriebsmodus „Current control PWM“

5.3.6 Voltage Control

Der Betriebsmodus „Voltage Control“ ermöglicht die Ansteuerung einer LED über eine Spannungsregelung.

In diesem Modus beträgt der maximale Ausgangsstrom 1,2 A bis zu einer LED-Spannung von 12 V. Oberhalb von 12 V muss der Anwender ein Derating berücksichtigen, da sonst das Modul, bei Leistungen >14,4 W aufgrund von Übertemperatur abgeschaltet werden kann.

In diesem Modus wird eine Sollspannung vorgegeben, der kontinuierlich geregelt wird. Der ausgegebene Strom ist abhängig von der angeschlossenen Last. Der Ausgangsstrom kann auf 200% des im CoE-Index [0x8000:02](#) [► 222] „Target current“ (Grenzstrom) ansteigen. Ist der Widerstand der angeschlossenen Last zu gering, so dass der Ausgangsstrom auf mehr als 200% des eingestellten Grenzstroms ansteigen müsste, um die Ausgangsspannung auf dem vorgegebenen Wert konstant zu halten, schaltet die Klemme den Ausgang ab.

In dieser Betriebsart gibt es die Möglichkeit den Trigger-Eingang als Enable-Eingang zu konfigurieren, sodass er als externer Schalter genutzt werden kann. Dann kann nur bei einem vorgegebenen Signal am Trigger-Eingang eine Ausgabe getätigt werden. Genauere Informationen und die Inbetriebnahme sind im Kapitel [Hardware enable](#) [► 183] zu finden.

Die spezifischen Parameter zur Einstellung des LED Ausgangs als spannungsgeregelter Ausgang sind im Folgenden beschrieben.

1. Nenn-/Grenzstrom der LED in Index [0x8000:02](#) „Target current“ in der Einheit mA
2. Eingangsspannung in Index [0x8000:03](#) „Supply voltage“ in der Einheit 0,01 V
3. Betriebsart im CoE-Verzeichnis in Index [0x8004:01](#) [► 224] auf „Voltage Control“

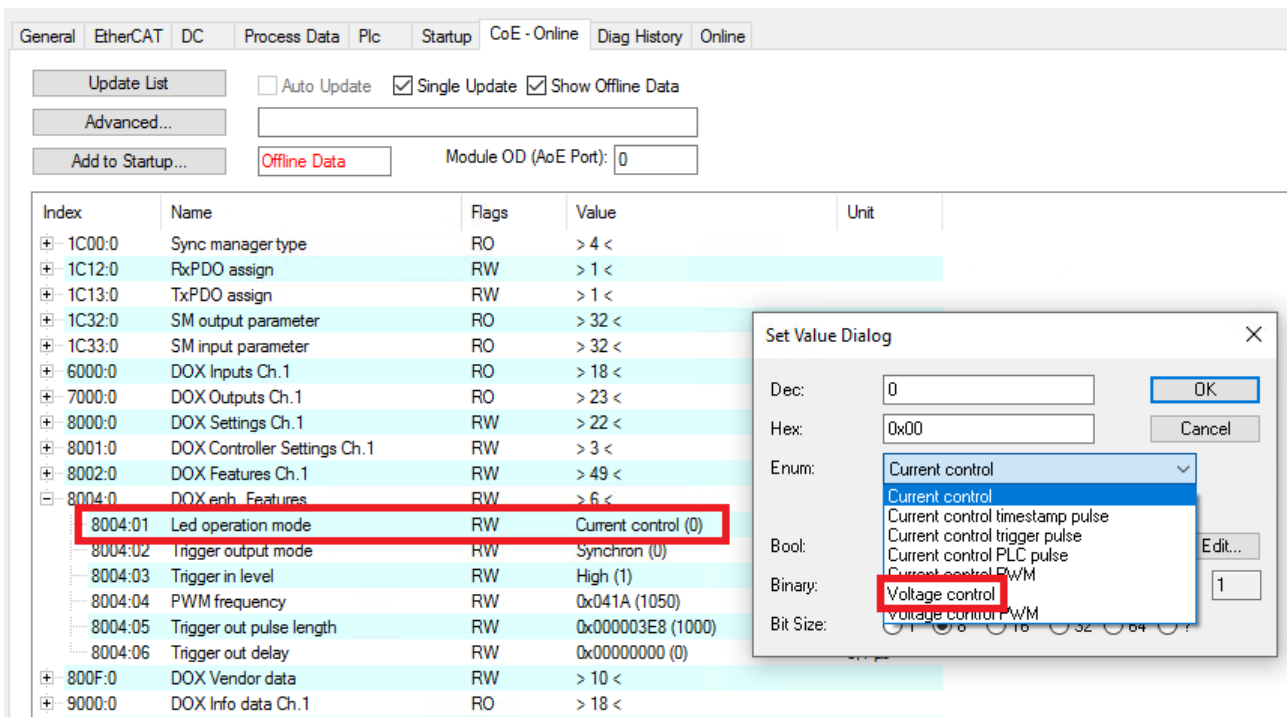


Abb. 171: Einstellung Betriebsmodus „Voltage control“

4. Predefined PDO Assignments auf „Voltage control (with info data)“ einstellen

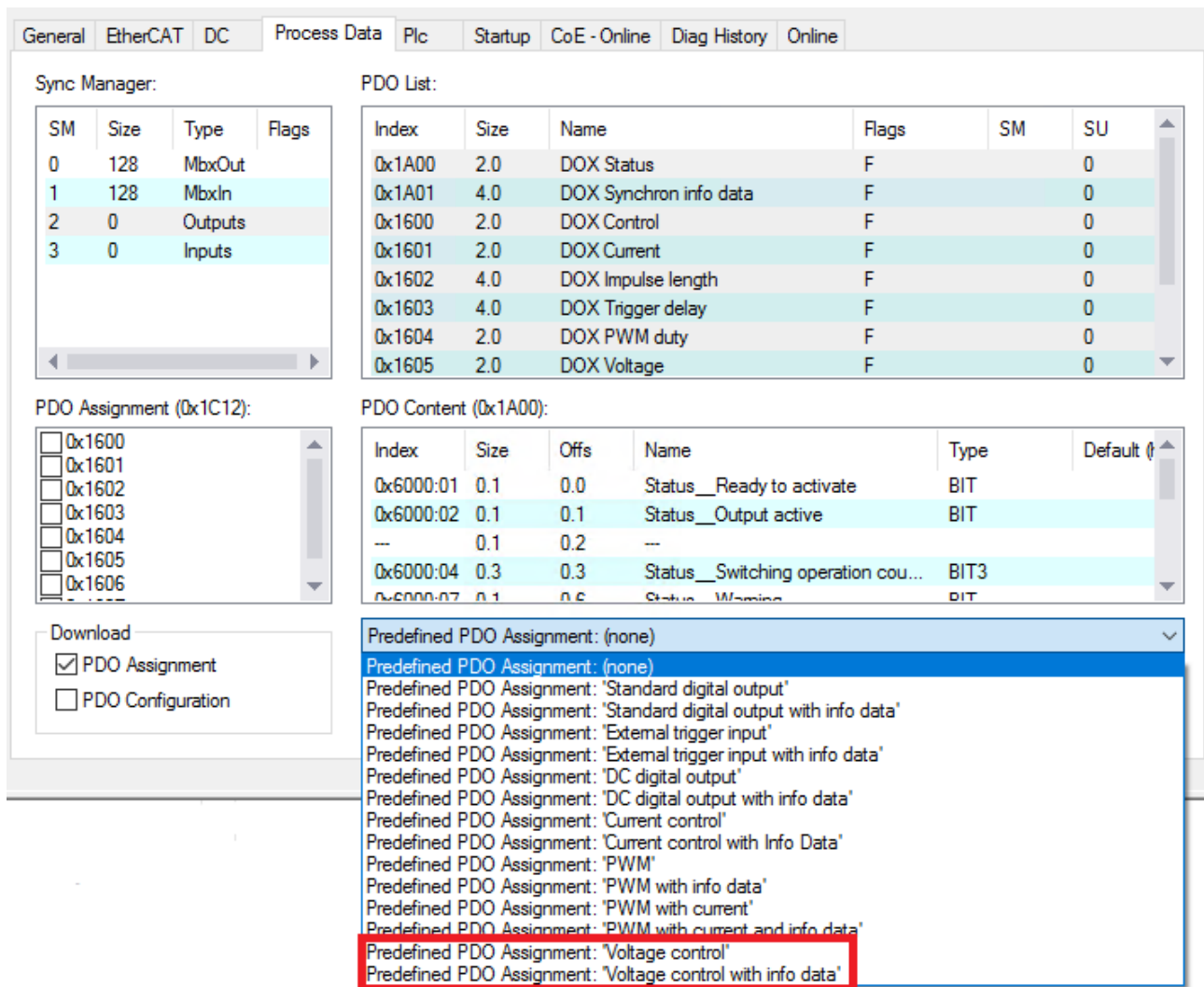


Abb. 172: Einstellung PDO „Voltage control (with info data)“

5. Sollspannung über „DOX Voltage“ → „Output Voltage“ in der Einheit 0,01 V vor (max. $U_{IN} - 0,5$ V). Die Grenzspannung der Ausgabe ist im CoE-Index 0x8000:04 [▶ 222] „Supply voltage“ in der Einheit 0,01 V vorgegeben. Ist die im PDO vorgegebene Sollspannung größer als die Grenzspannung wird trotzdem maximal die Grenzspannung ausgegeben (ohne Warnung).
6. Prüfen Sie, ob unter „DOX Status“ → „Status“ das „Ready to activate“-Bit 1 ist.
7. Aktivieren der Regelung unter „DOX Control“ → „Control“ das „Enable“-Bit.
8. Einschalten des LED-Ausgangs unter „DOX Control“ → „Control“ ein, indem das „Output“-Bit aktiviert wird.

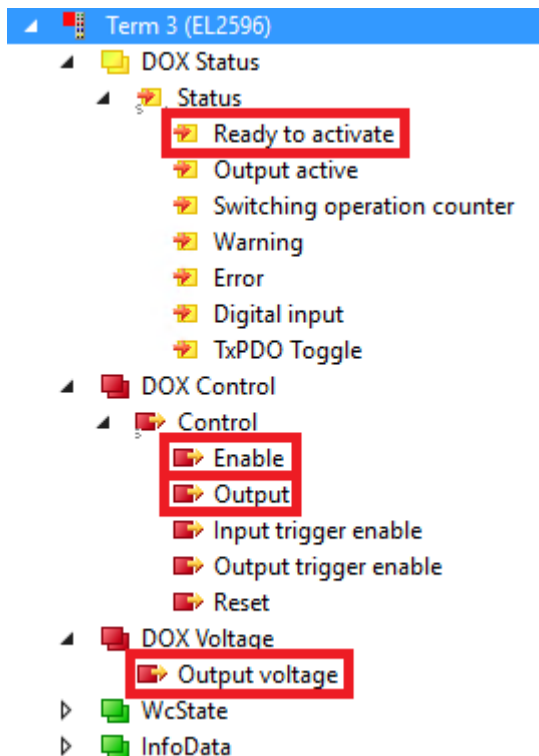


Abb. 173: Aktivieren des Ausgangs im Betriebsmodus „Voltage control“

5.3.7 Voltage Control PWM

Der Betriebsmodus „Voltage Control PWM“ ermöglicht die Ansteuerung einer LED über eine Pulsweitenmodulation der Spannung.

In diesem Modus wird die Spannung auf den im CoE-Index 0x8000:04 „Output voltage“ angegebenen Wert geregelt. Der ausgegebene Strom ist abhängig von der angeschlossenen Last. Der Ausgangsstrom kann auf 200% des im CoE-Index 0x8000:02 „Target current“ (Grenzstrom) ansteigen. Ist der Widerstand der angeschlossenen Last zu gering, sodass der Ausgangsstrom auf mehr als 200% des eingestellten Grenzstroms ansteigen müsste, um die Ausgangsspannung auf dem vorgegebenen Wert konstant zu halten, schaltet die Klemme den Ausgang ab.

In dieser Betriebsart gibt es die Möglichkeit den Trigger-Eingang als Enable-Eingang zu konfigurieren, so dass er als externer Schalter genutzt werden kann. Dann kann nur bei einem vorgegebenen Signal am Trigger-Eingang eine Ausgabe getätigt werden. Genauere Informationen und die Inbetriebnahme sind im Kapitel [Hardware enable \[► 183\]](#) zu finden.

Die spezifischen Parameter zur Einstellung des LED Ausgangs als Spannungs-PWM geregelter Ausgang sind im Folgenden beschrieben.

1. Nenn-/Grenzstrom der LED in Index [0x8000:02 \[► 222\]](#) „Target current“ in der Einheit mA
2. Eingangsspannung in Index [0x8000:03 \[► 222\]](#) „Supply voltage“ in der Einheit 0,01 V
3. Gewünschte Ausgangsspannung in Index [0x8000:04 \[► 222\]](#) „Output voltage“ in der Einheit 0,01 V (max. $U_{IN} - 2$ V).
4. Die PWM-Frequenz ist standardmäßig 1050 Hz. Bei Bedarf kann der Wert in Index [0x8004:04 \[► 224\]](#) angepasst werden.

⚠️ WARNUNG

Stroboskopische Effekte im PWM Modus

Aufgrund des hochfrequenten Ein- und Ausschaltens des Lichts besteht die Gefahr eines stroboskopischen Effekts. Wenn die Frequenz des emittierten Lichts phasengleich einer vielfachen Frequenz der Bewegung von z. B. eines drehenden Maschinenteils entspricht, kann es durch einen stroboskopischen Effekt trotz Bewegung der Maschine scheinen, als ob sie stillsteht. Das kann zu einer Fehlinterpretation eines Bedieners führen, der aufgrund des scheinbar stillstehenden Maschinenteils eingreift. Dadurch kann es zu schwerwiegenden Verletzungen bis zum Tod führen.

5. Betriebsart im CoE-Verzeichnis in Index 0x8004:01 [▶ 224] auf „Voltage Control PWM“

The screenshot shows the CoE-Online interface with the following data table:

Index	Name	Flags	Value	Unit
1C00:0	Sync manager type	RO	> 4 <	
1C12:0	RxPDO assign	RW	> 1 <	
1C13:0	TxPDO assign	RW	> 1 <	
1C32:0	SM output parameter	RO	> 32 <	
1C33:0	SM input parameter	RO	> 32 <	
6000:0	DOX Inputs Ch.1	RO	> 18 <	
7000:0	DOX Outputs Ch.1	RO	> 23 <	
8000:0	DOX Settings Ch.1	RW	> 22 <	
8001:0	DOX Controller Settings Ch.1	RW	> 3 <	
8002:0	DOX Features Ch.1	RW	> 49 <	
8004:0	DOX enh. Features	RW	> 6 <	
8004:01	Led operation mode	RW	Current control (0)	
8004:02	Trigger output mode	RW	Synchron (0)	
8004:03	Trigger in level	RW	High (1)	
8004:04	PWM frequency	RW	0x041A (1050)	
8004:05	Trigger out pulse length	RW	0x000003E8 (1000)	
8004:06	Trigger out delay	RW	0x00000000 (0)	
800F:0	DOX Vendor data	RW	> 10 <	
9000:0	DOX Info data Ch.1	RO	> 18 <	

The 'Set Value Dialog' for index 8004:01 is open, showing the Enum dropdown menu with 'Voltage control PWM' selected. Other options include 'Current control', 'Current control timestamp pulse', 'Current control trigger pulse', 'Current control PLC pulse', and 'Current control PWM'.

Abb. 174: Einstellung Betriebsmodus „Voltage control PWM“

6. Predefined PDO Assignments auf „PWM (with info data)“ einstellen

The screenshot shows the 'Process Data' tab in the Beckhoff software. It displays the 'PDO List' and 'PDO Content' sections. The 'PDO List' table is as follows:

Index	Size	Name	Flags	SM	SU
0x1A00	2.0	DOX Status	F		0
0x1A01	4.0	DOX Synchron info data	F		0
0x1600	2.0	DOX Control	F		0
0x1601	2.0	DOX Current	F		0
0x1602	4.0	DOX Impulse length	F		0
0x1603	4.0	DOX Trigger delay	F		0
0x1604	2.0	DOX PWM duty	F		0
0x1605	2.0	DOX Voltage	F		0

The 'PDO Content (0x1A00)' table is also visible:

Index	Size	Offs	Name	Type	Default (t)
0x6000:01	0.1	0.0	Status__Ready to activate	BIT	
0x6000:02	0.1	0.1	Status__Output active	BIT	
--	0.1	0.2	--		
0x6000:04	0.3	0.3	Status__Switching operation cou...	BIT3	
0x6000:07	0.1	0.6	Status__Warning	BIT	

The 'Predefined PDO Assignment' dropdown menu is open, showing a list of predefined assignments. The assignment 'Predefined PDO Assignment: PWM with info data' is highlighted with a red box.

Abb. 175: Einstellung PDO „PWM (with info data)“

7. PWM duty cycle unter „DOX PWM duty“ → „PWM duty“ angeben. Ist das PDO Objekt 0x1604 „DOX PWM duty“ nicht gemappt, wird das Tastverhältnis im CoE-Index 0x8004:07 [▶ 224] vorgegeben.
8. Prüfen Sie, ob unter „DOX Status“ → „Status“ das „Ready to activate“-Bit 1 ist.
9. Aktivieren der Regelung unter „DOX Control“ → „Control“ das „Enable“-Bit.
10. Einschalten des LED-Ausgangs unter „DOX Control“ → „Control“ ein, indem das „Output“-Bit aktiviert wird.

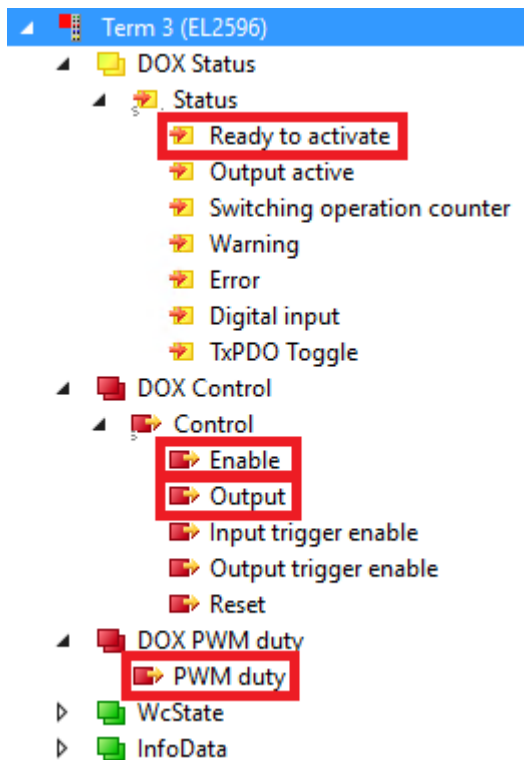


Abb. 176: Aktivieren des Ausgangs im Betriebsmodus „Voltage control PWM“

5.3.8 Current Sink PWM

● Verfügbar ab FW04

i Die in diesem Kapitel beschriebene Betriebsart zur Ansteuerung einer LED mit externer Versorgung ist erst ab FW04 nutzbar.

Der Betriebsmodus „Current Sink PWM“ wird bei dem Betrieb einer LED mit externer Versorgung eingesetzt. Dies ist zum Beispiel bei einer mehrfarbigen Common Anode LED [[▶ 195](#)] der Fall. Die einzelnen LEDs werden über die gemeinsame Anode versorgt. Für jede Kathode (gleichzusetzen mit „für jede Farbe“) wird eine EL2596 benötigt. Diese EL2596 werden dann im „Current Sink PWM“ Modus betrieben.

In diesem Betriebsmodus sind einige Vorgaben zu berücksichtigen:

- Die LED darf erst nach der Einstellung des Betriebsmodus an die EL2596 angeschlossen werden. Die LED wird dabei **nicht** wie in den anderen Betriebsmodi zwischen LED- (1) und LED+ (9) angeschlossen. Die Anode der LED wird an eine externe Versorgungsquelle angeschlossen und die Kathode an LED- (1) der EL2596.
- Während die LED angeschlossen ist, darf der Betriebsmodus nicht geändert werden.
- Die externe Versorgung der LED darf erst nach dem Hochlauf der Klemme eingeschaltet werden. Ist dies in der Applikation nicht direkt möglich, muss die Versorgung über eine Relaisklemme (EL2622, EL2624, ...) zugeschaltet werden.
- Es gelten die selben Einschränkungen im Bezug auf den maximalen Duty Cycle wie im Kapitel zum Current control PWM [[▶ 151](#)] beschrieben ist.

In dieser Betriebsart gibt es die Möglichkeit den Trigger-Eingang als Enable-Eingang zu konfigurieren, so dass er als externer Schalter genutzt werden kann. Dann kann nur bei einem vorgegebenen Signal am Trigger-Eingang eine Ausgabe getätigt werden. Genauere Informationen und die Inbetriebnahme sind im Kapitel Hardware enable [[▶ 183](#)] zu finden.

Die Inbetriebnahme des „Current Sink PWM“ Modus ist im Folgenden Schritt-für-Schritt beschrieben.

1. Nenn-/Grenzstrom der LED in Index [0x8000:02](#) [[▶ 222](#)] „Target current“ in der Einheit mA
2. Eingangsspannung in Index [0x8000:03](#) [[▶ 222](#)] „Supply voltage“ in der Einheit 0,01 V

3. Gewünschte Ausgangsspannung in Index [0x8000:04](#) [[▶ 222](#)] „Output voltage“ in der Einheit 0,01 V (max. $U_{IN} - 2$ V). In diesem Betriebsmodus entspricht der hier eingestellte Wert der Ausgabe am Regler. Sollte die Vorwärtsspannung der angeschlossenen LED geringer sein, als der hier eingestellte Wert, fällt die übrige Spannung intern in der EL2596 ab. Das führt in vielen Fällen zu einer Übertemperatur in der Klemme und damit zur Abschaltung des LED-Ausgangs. Als gewünschte Ausgangsspannung sollte also hier die Vorwärtsspannung bei gewünschtem Ausgangsstrom eingestellt werden. Zur Ermittlung der Ausgangsspannung kann auch die [TeachIn Funktion](#) [[▶ 173](#)] genutzt werden (zur Umschaltung zum dazu notwendigen Betriebsmodus darf die LED nicht an die EL2596 angeschlossen sein).
4. Die PWM-Frequenz ist standardmäßig 1050 Hz. Bei Bedarf kann der Wert in Index [0x8004:04](#) [[▶ 224](#)] angepasst werden.

⚠ WARNUNG

Stroboskopische Effekte im PWM Modus

Aufgrund des hochfrequenten Ein- und Ausschaltens des Lichts besteht die Gefahr eines stroboskopischen Effekts. Wenn die Frequenz des emittierten Lichts phasengleich einer vielfachen Frequenz der Bewegung von z. B. eines drehenden Maschinenteils entspricht, kann es durch einen stroboskopischen Effekt trotz Bewegung der Maschine scheinen, als ob sie stillsteht. Das kann zu einer Fehlinterpretation eines Bedieners führen, der aufgrund des scheinbar stillstehenden Maschinenteils eingreift. Dadurch kann es zu schwerwiegenden Verletzungen bis zum Tod führen.

5. Betriebsart im CoE-Verzeichnis in Index [0x8004:01](#) [[▶ 224](#)] auf „Current Control PWM“

8002:0	DOX Features Ch.1	RW	> 50 <	
8004:0	DOX sub-Features	RW	> 8 <	
8004:01	Led operation mode	RW	Current sink PWM (7)	
8004:02	Trigger output mode	RW	Synchron (0)	
8004:03	Trigger in level	RW	High (1)	
8004:04	PWM frequency	RW	0x041A (1050)	Hz
8004:05	Trigger out pulse length	RW	0x00003E8 (1000)	0,1 µs
8004:06	Trigger out delay	RW	0x00000000 (0)	0,1 µs
8004:07	PWM duty	RW	0x7FFF (32767)	
8004:08	Pulse voltage adj.	RW	0x0000 (0)	0,01 V
8004:09	Trigger input blind time	RW	0x0032 (50)	µs
800F:0	DOX Vendor data	RW	> 10 <	
9000:0	DOX Info data Ch.1	RO	> 18 <	
A000:0	DOX Diag data Ch.1	RO	> 11 <	

Set Value Dialog

Dez:

Hex:

Enum:

- Current control
- Current control timestamp pulse
- Current control trigger pulse
- Current control PLC pulse
- Current control PWM
- Voltage control
- Voltage control LED
- Current sink PWM

Binär:

Bitgröße:

Abb. 177: Einstellung Betriebsmodus „Current control PWM“

6. Nun kann die LED angeschlossen werden.
7. Predefined PDO Assignments auf „PWM (with info data)“ oder „PWM with current (and info data)“ einstellen

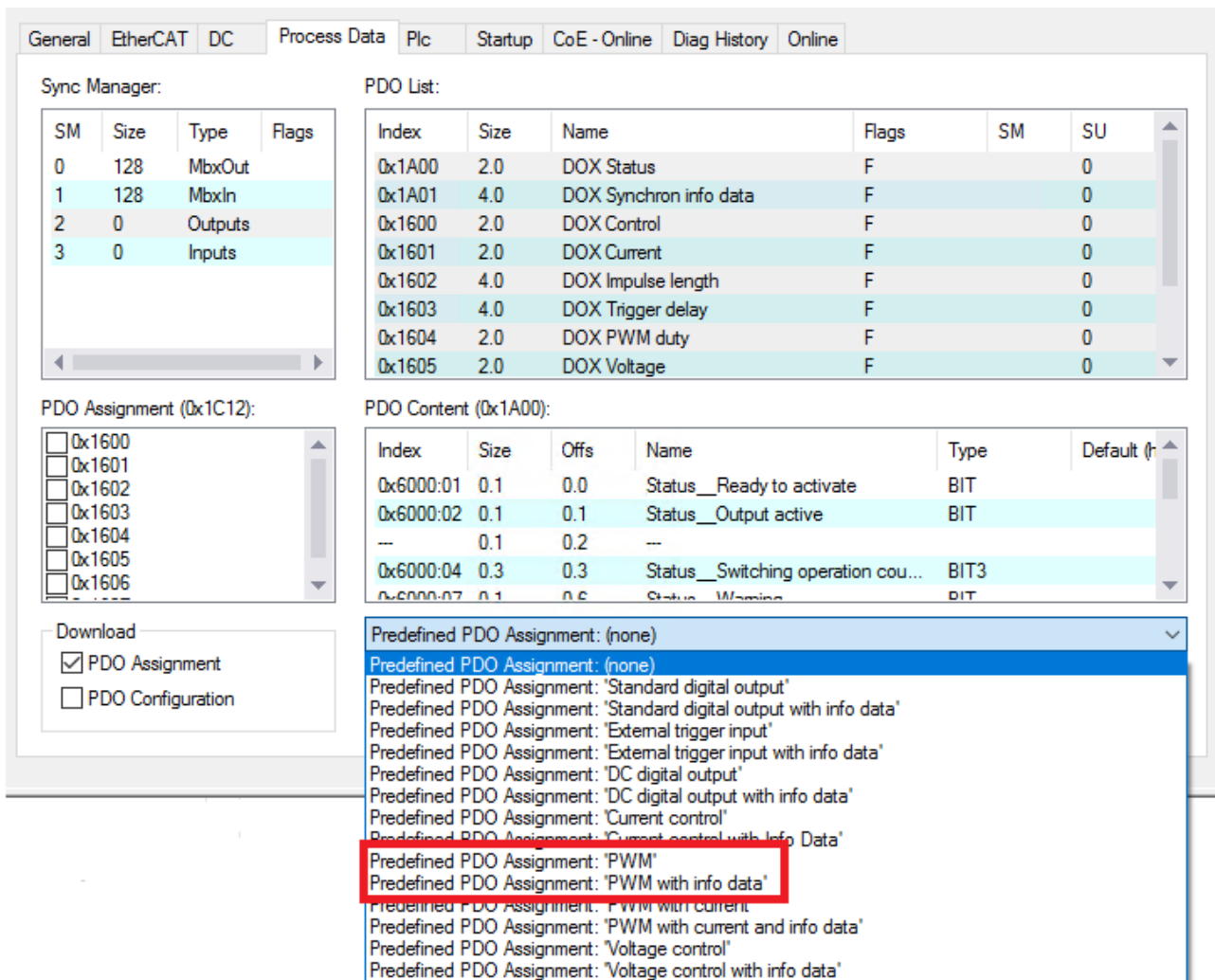


Abb. 178: Einstellung PDO "PWM (with info data)"

- **Nur für Predefined PDO „PWM with current (and info data)“:** Sollstrom über „DOX Current“ → „Output Current“ in der Einheit mA angeben

General EtherCAT DC Process Data Plc Startup CoE - Online Diag History Online

Sync Manager:

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

PDO List:

Index	Size	Name	Flags	SM	SU
0x1A00	2.0	DOX Status	F		0
0x1A01	4.0	DOX Synchron info data	F		0
0x1600	2.0	DOX Control	F		0
0x1601	2.0	DOX Current	F		0
0x1602	4.0	DOX Impulse length	F		0
0x1603	4.0	DOX Trigger delay	F		0
0x1604	2.0	DOX PWM duty	F		0
0x1605	2.0	DOX Voltage	F		0

PDO Assignment (0x1C12):

- 0x1600
- 0x1601
- 0x1602
- 0x1603
- 0x1604
- 0x1605
- 0x1606

Download

- PDO Assignment
- PDO Configuration

PDO Content (0x1A00):

Index	Size	Offs	Name	Type	Default
0x6000:01	0.1	0.0	Status__Ready to activate	BIT	
0x6000:02	0.1	0.1	Status__Output active	BIT	
---	0.1	0.2	---		
0x6000:04	0.3	0.3	Status__Switching operation cou...	BIT3	
0x6000:07	0.1	0.6	Status__Warning	BIT	

Predefined PDO Assignment: (none)

- Predefined PDO Assignment: (none)
- Predefined PDO Assignment: 'Standard digital output'
- Predefined PDO Assignment: 'Standard digital output with info data'
- Predefined PDO Assignment: 'External trigger input'
- Predefined PDO Assignment: 'External trigger input with info data'
- Predefined PDO Assignment: 'DC digital output'
- Predefined PDO Assignment: 'DC digital output with info data'
- Predefined PDO Assignment: 'Current control'
- Predefined PDO Assignment: 'Current control with Info Data'
- Predefined PDO Assignment: 'PWM'
- Predefined PDO Assignment: 'PWM with info data'
- Predefined PDO Assignment: 'PWM with current'**
- Predefined PDO Assignment: 'PWM with current and info data'**
- Predefined PDO Assignment: 'Voltage control'
- Predefined PDO Assignment: 'Voltage control with info data'

Abb. 179: Einstellung PDO „PWM with current (and info data)“

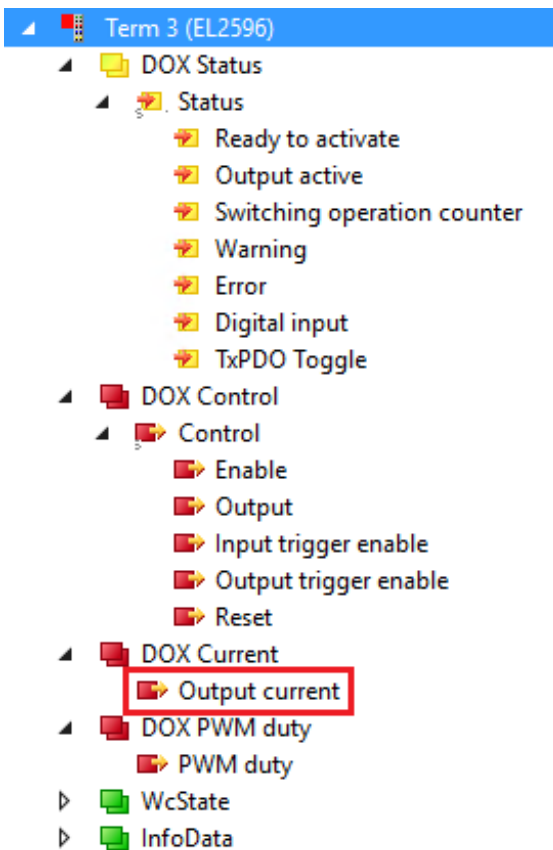


Abb. 180: Einstellen des Sollstroms

8. „PWM duty cycle“ unter „DOX PWM duty“ → „PWM duty“ angeben. Ist das PDO Objekt 0x1604 „DOX PWM duty“ nicht gemappt, wird das Tastverhältnis im CoE-Index [0x8004:07](#) [[▶ 224](#)] vorgegeben.
9. Prüfen Sie, ob unter „DOX Status“ → „Status“ das „Ready to activate“-Bit 1 ist
10. Einschalten des LED-Ausgangs unter „DOX Control“ → „Control“ ein, indem das „Output“-Bit aktiviert wird

5.4 Bestimmung der Ausgangsparameter

Dieses Kapitel beschreibt eine beispielhafte Parametrierung der EL2596-xxxx. Es wird der Fall betrachtet, dass eine oder mehrere LEDs von der EL2596-xxxx mit einem Konstantstrom im Betriebsmodus „Current Control“ versorgt werden sollen.

Zunächst ist die Vorwärtsspannung U_F im Betriebspunkt der LED zu ermitteln. Dazu gibt es im Datenblatt der LED eine Kennlinie, die den Vorwärtsstrom I_F in Abhängigkeit von der Vorwärtsspannung U_F zeigt. Wird ein anderer Strom als der Nennstrom der Dioden gewünscht, so ist die entsprechende Vorwärtsspannung aus dem Diagramm zu entnehmen, welche die Vorwärtsspannung über den Vorwärtsstrom der Leuchtdiode darstellt.

Für eine Beispielrechnung nehmen wir an, dass der Nennstrom 1 A beträgt, woraus eine Vorwärtsspannung von 2,35 V resultiert.

Mehrere Leuchtdioden vom selben Typ sollen in dem betrachteten Beispiel in Reihe geschaltet werden.

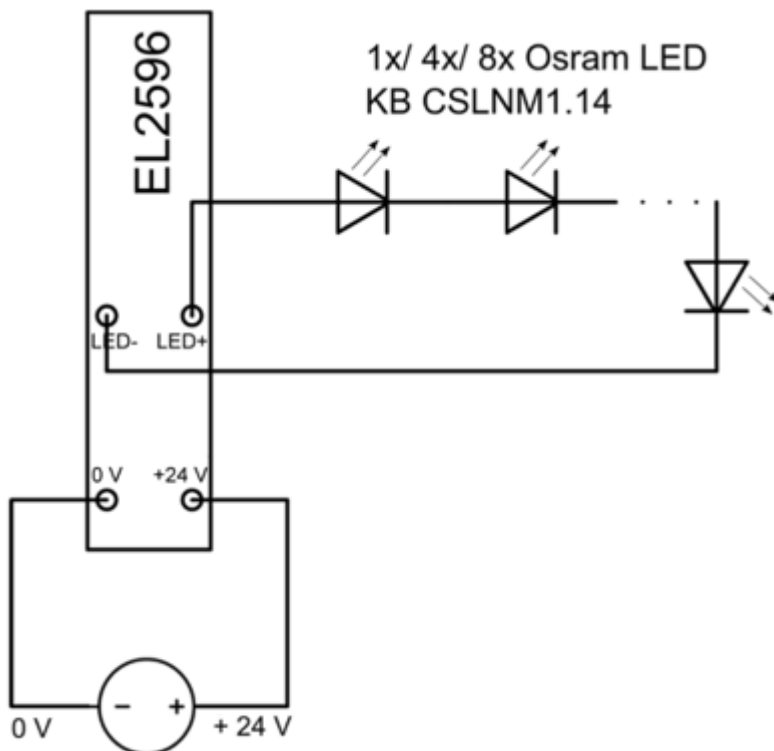


Abb. 181: Reihenschaltung von LEDs an der EL2596

Dadurch entspricht die resultierende Ausgangsspannung der EL2596 U_{out} der Anzahl der in Reihe geschalteten LEDs multipliziert mit der Vorwärtsspannung U_F beim eingestellten Ausgangsstrom I_F .

$$U_{out} = n_{LEDs} \cdot U_F$$

Mit dem eingestellten Ausgangsstrom I_F und der Ausgangsspannung lässt sich nun die Ausgangsleistung der EL2596 P_{out} berechnen:

$$P_{out} = U_{out} \cdot I_F$$

Für eine unterschiedliche Anzahl an LEDs ergeben sich die folgenden Parameter für die EL2596:

Anzahl LEDs	Vorwärtsstrom I_F	Ausgangsspannung U_{out}	Ausgangsleistung P_{out}
1	1 A	2,35 V	2,35 W
4	1 A	9,4 V	9,4 W
8	1 A	18,8 V	18,8 W

Nachdem die Parameter für die gewünschte Schaltung berechnet wurden, überprüfen Sie ob der Betriebsbereich der EL2596 eingehalten wird. Der Betriebsbereich wird durch drei Parameter begrenzt:

- der maximale kontinuierliche Ausgangsstrom, der durch interne Komponenten begrenzt wird
- die maximale Ausgangsspannung der Klemme, die 28,3 V (Dauerlicht) bzw. 26,8 V (Pulsbetrieb) bei einer maximalen Versorgungsspannung von 28,8 V beträgt
- die maximale Ausgangsleistung von 14,4 W, die mit der internen Verlustleistung korreliert (die interne Verlustleistung kann aus den Infodaten ausgelesen werden CoE-Index 0xF900:13 [► 226])

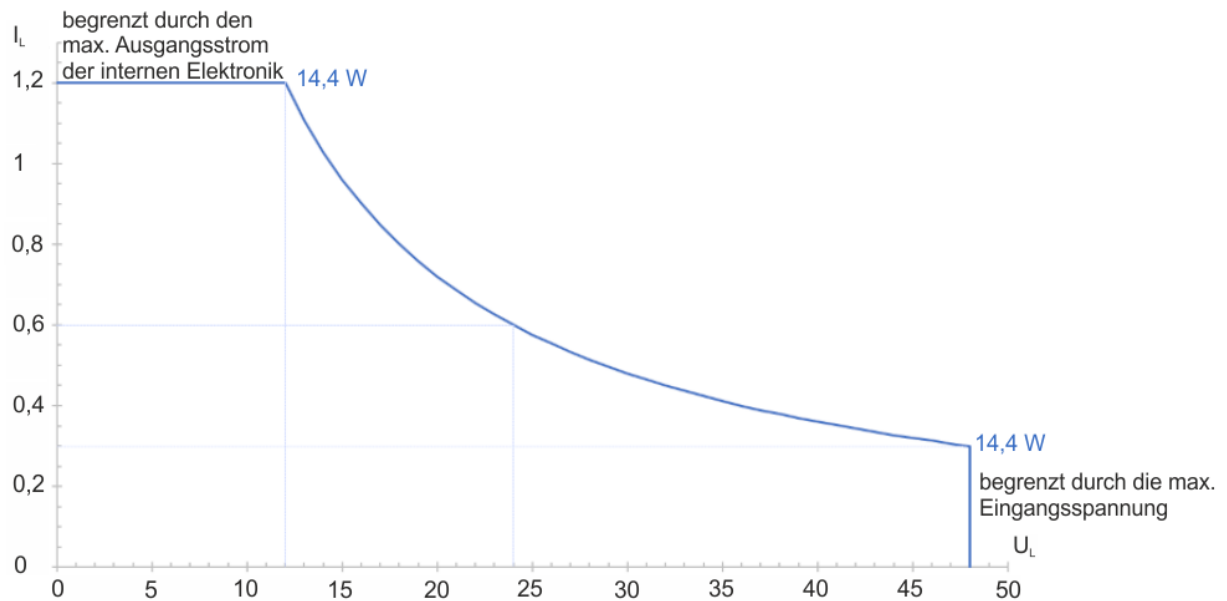


Abb. 182: Betriebsbereich EL2596 im „Current control“ Betriebsmodus

Wie der Abbildung zu entnehmen ist liegen die Parameter für eine und vier LEDs innerhalb des zulässigen Betriebsbereichs der EL2596. Mit acht LEDs wird die maximal zulässige Ausgangsleistung der EL2596 überschritten, die Schaltung ist somit nicht zulässig. Eine Parallelschaltung mehrerer EL2596 zum Zweck der Leistungserhöhung ist aufgrund der internen Schaltung in der EL2596 nicht zulässig.

Die Ausgangsleistung kann reduziert werden, indem der Ausgangsstrom gesenkt wird, bis der zulässige Betriebsbereich der EL2596 eingehalten wird.

5.5 Automatische Ermittlung der Ausgangsspannung und Ausgabe der Kennlinie



Verfügbar ab FW04

Die in diesem Kapitel beschriebene Funktion zur automatischen Ermittlung der Ausgangsspannung und Ausgabe der Kennlinie ist erst ab FW04 nutzbar.

Mit der EL2596 ist es ab der Firmware 04 möglich, die Ausgangsspannung bei eingestelltem Sollstrom automatisch zu ermitteln und ins CoE entweder temporär oder dauerhaft zu speichern. Allgemein wird eine automatische Ermittlung der Ausgangsspannung empfohlen, da so die Verluste in der Klemme minimiert werden. Die im Datenblatt angegebene Vorwärtsspannung wird in der Realität durch Fertigungstoleranzen beeinflusst, sodass nur über die automatische Ermittlung oder eine andere Messung die optimale Vorwärtsspannung ermittelt werden kann.

Außerdem ist es möglich die Kennlinie einer angeschlossenen LED bis zu einem vorgegebenen Sollstrom aufzunehmen und die Werte als CSV Datei oder als Kurve in HTML abzuspeichern.

Die verschiedenen Möglichkeiten, sowie die Vorgehensweisen werden im Folgenden beschrieben. Alle Möglichkeiten müssen im Betriebsmodus „Current Control“ durchgeführt werden.

5.5.1 Speichern der Ausgangsspannung im Betrieb

Eine Möglichkeit zur Ermittlung und Speicherung der Ausgangsspannung im CoE-Index 0x8004:04 bei vorgegebenem Sollstrom ist die Ermittlung im laufenden Betrieb. Bei dieser Methode ist die LED im „Current Control“ Modus eingeschaltet mit vorgegebenem Sollstrom und die Ausgangsspannung wird ermittelt und im CoE-Index 0x8000:04 [► 222] „Output voltage“ abgespeichert.

Da die LED für diese Methode eingeschaltet werden muss, um dann manuell ein Kommando zu setzen, welches den Spannungswert speichert, ist diese Methode relativ langsam und eignet sich nicht, wenn die LED mit Strömen größer dem Nennstrom im Betrieb überblitzt werden soll. Es wird empfohlen diese Methode einzusetzen, wenn die LED später im Dauerlichtbetrieb mit Strömen \geq dem Nennstrom betrieben wird.

Das Vorgehen wird im Folgenden beschrieben:

1. Einstellen des Betriebsmodus im CoE -Index 0x8004:01 [► 224] „Led operation mode“ auf „Current Control“

The screenshot shows the Beckhoff software interface with the 'CoE - Online' tab selected. The main window displays a table of CoE objects. The object 8004:01 'Led operation mode' is highlighted with a red box. A 'Set Value Dialog' window is open, showing the 'Enum' dropdown menu with 'Current control' selected and highlighted with a red box.

Index	Name	Flags	Value	Unit
1C00:0	Sync manager type	RO	> 4 <	
1C12:0	RxPDO assign	RW	> 1 <	
1C13:0	TxPDO assign	RW	> 1 <	
1C32:0	SM output parameter	RO	> 32 <	
1C33:0	SM input parameter	RO	> 32 <	
6000:0	DOX Inputs Ch.1	RO	> 18 <	
7000:0	DOX Outputs Ch.1	RO	> 23 <	
8000:0	DOX Settings Ch.1	RW	> 22 <	
8001:0	DOX Controller Settings Ch.1	RW	> 3 <	
8002:0	DOX Features Ch.1	RW	> 49 <	
8004:0	DOX enh. Features	RW	> 6 <	
8004:01	Led operation mode	RW	Current control (0)	
8004:02	Trigger output mode	RW	Synchron (0)	
8004:03	Trigger in level	RW	High (1)	
8004:04	PWM frequency	RW	0x041A (1050)	
8004:05	Trigger out pulse length	RW	0x000003E8 (1000)	
8004:06	Trigger out delay	RW	0x00000000 (0)	
800F:0	DOX Vendor data	RW	> 10 <	
9000:0	DOX Info data Ch.1	RO	> 18 <	

Abb. 183: CoE Objekt 0x8004:01 „Current Control“

2. Einstellen der Predefined PDOs im PDO Tab auf „Current control (with info data)“

General EtherCAT DC Process Data Plc Startup CoE - Online Diag History Online

Sync Manager:

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

PDO List:

Index	Size	Name	Flags	SM	SU
0x1A00	2.0	DOX Status	F	0	0
0x1A01	4.0	DOX Synchron info data	F	0	0
0x1600	2.0	DOX Control	F	0	0
0x1601	2.0	DOX Current	F	0	0
0x1602	4.0	DOX Impulse length	F	0	0
0x1603	4.0	DOX Trigger delay	F	0	0
0x1604	2.0	DOX PWM duty	F	0	0
0x1605	2.0	DOX Voltage	F	0	0

PDO Assignment (0x1C12):

0x1600
 0x1601
 0x1602
 0x1603
 0x1604
 0x1605
 0x1606

Download

PDO Assignment
 PDO Configuration

PDO Content (0x1A00):

Index	Size	Offs	Name	Type	Default (r)
0x6000:01	0.1	0.0	Status__Ready to activate	BIT	
0x6000:02	0.1	0.1	Status__Output active	BIT	
---	0.1	0.2	---		
0x6000:04	0.3	0.3	Status__Switching operation cou...	BIT3	
0x6000:07	0.1	0.6	Status__Warning	BIT	

Predefined PDO Assignment: (none)

Predefined PDO Assignment: (none)

Predefined PDO Assignment: 'Standard digital output'

Predefined PDO Assignment: 'Standard digital output with info data'

Predefined PDO Assignment: 'External trigger input'

Predefined PDO Assignment: 'External trigger input with info data'

Predefined PDO Assignment: 'DC digital output'

Predefined PDO Assignment: 'DC digital output with info data'

Predefined PDO Assignment: 'Current control'

Predefined PDO Assignment: 'Current control with Info Data'

Predefined PDO Assignment: 'PWM'

Predefined PDO Assignment: 'PWM with info data'

Predefined PDO Assignment: 'PWM with current'

Predefined PDO Assignment: 'PWM with current and info data'

Predefined PDO Assignment: 'Voltage control'

Predefined PDO Assignment: 'Voltage control with info data'

Abb. 184: Auswahl Predefined PDO „Current Control (with info data)“

- Vorgeben des Sollstroms in den Prozessdaten unter „DOX Current“ → „Output Current“
- Freigeben des LED Ausgangs über „DOX Control“ → „Control“ → „Enable“
- Einschalten des LED Ausgangs über „DOX Control“ → „Control“ → „Output“
- Vorgeben des Kommandos 0x0501 zum Abspeichern der Ausgangsspannung im CoE-Index 0xFB00:01 [▶ 227] „Request“. Die gespeicherte Spannung ist anschließend im CoE-Index 0x8000:04 [▶ 222] „Output voltage“ eingetragen.

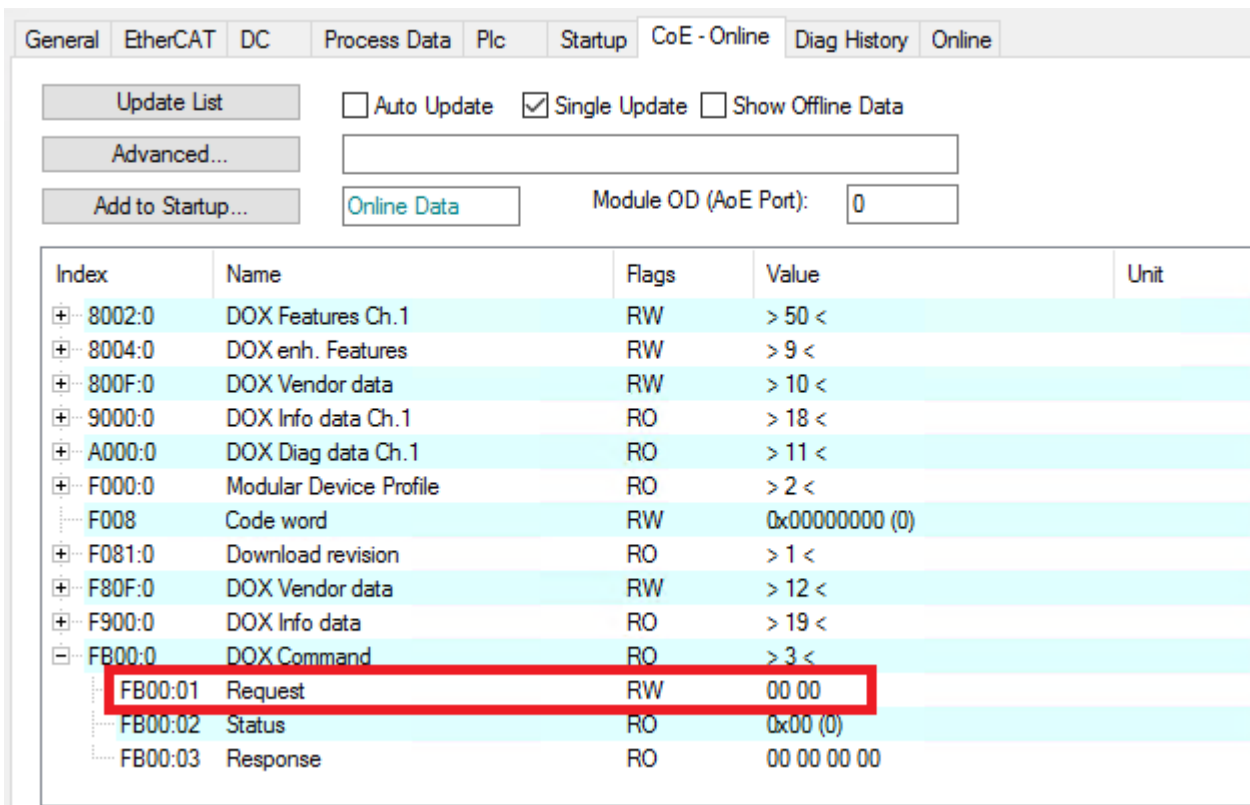


Abb. 185: Eintragen des Kommandos für die Speicherung der Ausgangsspannung

5.5.2 Speichern der Ausgangsspannung temporär oder im EEPROM

Eine andere Möglichkeit zur Ermittlung und Speicherung der Ausgangsspannung im CoE-Index 0x8000:04 [▶ 222] (temporär oder permanent) bei vorgegebenem Sollstrom ist die automatische Ermittlung. Bei dieser Methode ist die LED mit vorgegebenem Sollstrom eingeschaltet und die Ausgangsspannung wird ermittelt und im CoE -Index 0x8000:04 [▶ 222] „Output voltage“ abgespeichert.

Wird ein „TeachIn“ über die in diesem Kapitel beschriebenen Kommandos durchgeführt, so wird die Klemme für einen kurzen Schaltvorgang bis zum Erreichen des Sollstroms automatisch im „Current control“ Modus betrieben. Das ist unabhängig von der eigentlich eingestellten Betriebsart, die danach wieder aktiviert wird. Daraus folgt dann ein kurzes Aufblitzen der LED. Je nach Kommando wird der Wert dann permanent im EEPROM oder nur temporär bis zum nächsten Hochlauf gespeichert. Beim Speichern des Spannungswerts im EEPROM muss berücksichtigt werden, dass nur begrenzt Schreibzugriffe auf EEPROM Speicherzellen durchgeführt werden können.

Nach der Einstellung des Sollstroms, dem Absetzen des Kommandos und einer steigenden Flanke am Output-Bit der EL2596 wird eine Ermittlung der Ausgangsspannung durchgeführt. Da die LED für diese Methode nicht dauerhaft eingeschaltet werden muss und die Ermittlung nach Absetzen des Kommandos automatisch abläuft, ist diese Methode schnell. Sie eignet sich auch, wenn die LED mit Strömen größer dem Nennstrom im Betrieb überblitzt werden soll. Bei der Ermittlung wird bis zum vorgegebenen Sollstrom geregelt, weshalb die LED kurzzeitig aufblitzt. Diese Methode kann also verwendet werden, wenn die LED später in einem pulsierenden Modus mit Überblitzen bei einem Strom \geq dem Nennstrom betrieben wird.

Vor allem in den stromgeregelten Pulsbetriebsmodi wird die Verwendung der automatischen Ermittlung der Ausgangsspannung empfohlen, da möglicherweise für die Erzeugung von hohe Strompulse am Ausgang eine hohe Vorspannung benötigen, um steile Flanken zu erzeugen. Diese können höher sein als im Datenblatt der LED angegebene Spannungen.

HINWEIS

TeachIn im pulsenden Modus bei Betriebstemperatur

Die automatische Ermittlung der Ausgangsspannung sollte für alle pulsenden Modi unter Betriebsbedingungen erfolgen. Vor allem die Umgebungstemperatur bei dem TeachIn ist entscheidend und sollte der Betriebstemperatur entsprechen.

Ursache dafür ist der sinkende Durchlasswiderstand der LED. Sinkt der Widerstand durch steigende Temperaturen bei konstantem Strom am LED Ausgang der EL2596, fällt über die LED weniger Spannung ab als im kalten Zustand. Die Spannungsdifferenz zwischen eingestellter Ausgangsspannung und Spannungsabfall über die LED fällt dann intern in der Klemme ab, wodurch sich die Klemme erwärmt. Das kann bis zum Abschalten des Ausgangs aufgrund von Übertemperatur führen.

Wird der TeachIn bei Betriebstemperatur gemacht, können interne Verluste vermieden werden.

Zur optimalen Parametrierung wird daher empfohlen zwei TeachIns durchzuführen. Den ersten im kalten Zustand, um die LED zunächst zu Betreiben und in Betriebsbedingungen zu versetzen. Der zweite TeachIn kann dann unter den erreichten Betriebsbedingungen durchgeführt werden.

Die in diesem Kapitel beschriebene Funktion kann in jedem stromgeregelten Betriebsmodus außer „Current Sink PWM“ genutzt werden („Current Control“, „Current Control Timestamp pulse“, „Current Control PLC pulse“, „Current Control Trigger pulse“).

Das Vorgehen wird im Folgenden beschrieben:

1. Vorgeben der maximalen Ausgangsspannung im CoE-Index [0x8000:04](#) [▶ 222] „Output voltage“ (vor allem wenn Überblitzen gewünscht ist sollte dieser Wert größer sein, als die Nennspannung)
2. Vorgeben des Sollstroms in den Prozessdaten unter „DOX Current“ → „Output Current“
3. Vorgeben des Kommandos zum Abspeichern der Ausgangsspannung im CoE-Index [0xFB00:01](#) [▶ 227] „Request“
 - 0x0502: permanente Speicherung des Werts im EEPROM
 - 0x0503: temporäre Speicherung des Werts

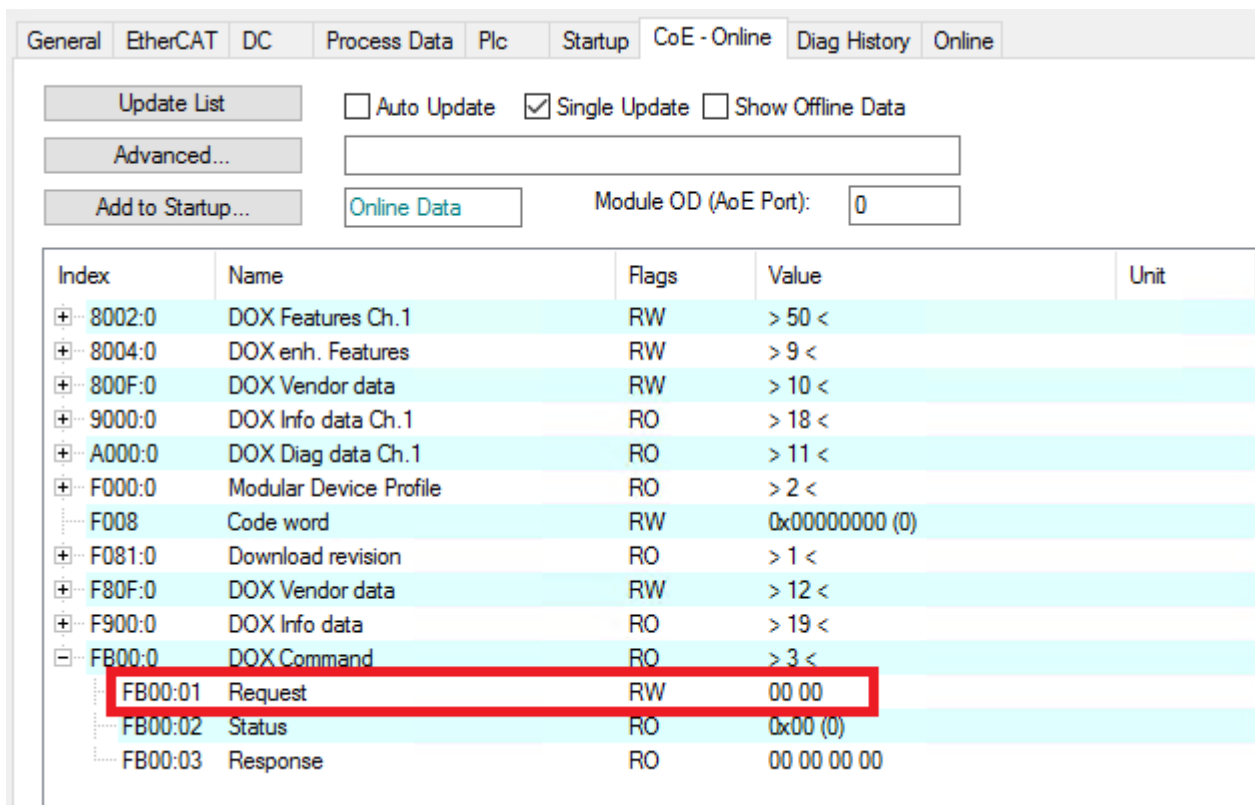


Abb. 186: Eintragen des Kommandos für die Speicherung der Ausgangsspannung

- Anlegen einer steigenden Flanke am „DOX Control“ → „Control“ → „Output“ (das Freigabebit „DOX Control“ → „Control“ → „Enable“ muss 0 bleiben). Daraufhin wird der Ausgang bis zum Sollstrom hochgeregelt und bei Erreichen des Sollstroms abgeschaltet und dann die Ausgangsspannung gespeichert.
- Nach erfolgreicher Ermittlung ist der Status des Kommandos im CoE-Index [0xFB00:02](#) [▶ 227] „Status“ auf 0xFF und „DOX Control“ → „Control“ → „Switching operation counter“ ist inkrementiert. Die gespeicherte Spannung ist anschließend im CoE-Index [0x8000:04](#) [▶ 222] „Output voltage“ eingetragen.

FB00:0	DOX Command	RO	> 3 <
FB00:01	Request	RW	03 05
FB00:02	Status	RO	0xFF (255)
FB00:03	Response	RO	00 00 00 00

Abb. 187: Kommando Status bei erfolgreicher Speicherung der Ausgangsspannung

5.5.3 Speicherung der Kennlinie der LED als CSV Datei

Mit der EL2596 ist es auch möglich die Kennlinie einer angeschlossenen LED zu ermitteln. Über das EtherCAT Mailboxprotokoll FoE (File access over EtherCAT) kann die Kennlinie dann als CSV Datei (Trennzeichen: Semikolon, Leerzeichen) abgespeichert werden. Ein Upload der LED-Kennlinie steht zu Verfügung, wenn ein „TeachIn“, wie in den vorherigen beiden Kapiteln [Speichern der Ausgangsspannung im Betrieb](#) [▶ 170] und [Speichern der Ausgangsspannung temporär oder im EEPROM](#) [▶ 173] beschrieben durchgeführt wurde (Punkt 1 - 6 können dann übersprungen werden). Alternativ kann der gesamte, unten beschriebene Weg durchgeführt werden, um die Kennlinie zu speichern.

Das Vorgehen wird im Folgenden beschrieben:

- Einstellen des Betriebsmodus im CoE-Index [0x8004:01](#) [▶ 224] „Led operation mode“ auf „Current Control“

The screenshot shows the 'CoE - Online' tab in the software. The 'Index' table lists various CoE objects. The entry '8004:01 Led operation mode' is highlighted with a red box. A 'Set Value Dialog' window is open over this entry, with the 'Enum' dropdown menu set to 'Current control'.

Index	Name	Flags	Value	Unit
1C00:0	Sync manager type	RO	> 4 <	
1C12:0	RxPDO assign	RW	> 1 <	
1C13:0	TxPDO assign	RW	> 1 <	
1C32:0	SM output parameter	RO	> 32 <	
1C33:0	SM input parameter	RO	> 32 <	
6000:0	DOX Inputs Ch.1	RO	> 18 <	
7000:0	DOX Outputs Ch.1	RO	> 23 <	
8000:0	DOX Settings Ch.1	RW	> 22 <	
8001:0	DOX Controller Settings Ch.1	RW	> 3 <	
8002:0	DOX Features Ch.1	RW	> 49 <	
8004:0	DOX.enh. Features	RW	> 6 <	
8004:01	Led operation mode	RW	Current control (0)	
8004:02	Trigger output mode	RW	Synchron (0)	
8004:03	Trigger in level	RW	High (1)	
8004:04	PWM frequency	RW	0x041A (1050)	
8004:05	Trigger out pulse length	RW	0x000003E8 (1000)	
8004:06	Trigger out delay	RW	0x00000000 (0)	
800F:0	DOX Vendor data	RW	> 10 <	
9000:0	DOX Info data Ch.1	RO	> 18 <	

Abb. 188: CoE Objekt 0x8004:01 „Current Control“

- Einstellen der Predefined PDOs im PDO Tab auf „Current control (with info data)“

General EtherCAT DC Process Data Plc Startup CoE - Online Diag History Online

Sync Manager:

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

PDO List:

Index	Size	Name	Flags	SM	SU
0x1A00	2.0	DOX Status	F	0	0
0x1A01	4.0	DOX Synchron info data	F	0	0
0x1600	2.0	DOX Control	F	0	0
0x1601	2.0	DOX Current	F	0	0
0x1602	4.0	DOX Impulse length	F	0	0
0x1603	4.0	DOX Trigger delay	F	0	0
0x1604	2.0	DOX PWM duty	F	0	0
0x1605	2.0	DOX Voltage	F	0	0

PDO Assignment (0x1C12):

0x1600
 0x1601
 0x1602
 0x1603
 0x1604
 0x1605
 0x1606

Download

PDO Assignment
 PDO Configuration

PDO Content (0x1A00):

Index	Size	Offs	Name	Type	Default (r)
0x6000:01	0.1	0.0	Status__Ready to activate	BIT	
0x6000:02	0.1	0.1	Status__Output active	BIT	
---	0.1	0.2	---		
0x6000:04	0.3	0.3	Status__Switching operation cou...	BIT3	
0x6000:07	0.1	0.6	Status__Warning	BIT	

Predefined PDO Assignment: (none)

Predefined PDO Assignment: (none)

Predefined PDO Assignment: 'Standard digital output'

Predefined PDO Assignment: 'Standard digital output with info data'

Predefined PDO Assignment: 'External trigger input'

Predefined PDO Assignment: 'External trigger input with info data'

Predefined PDO Assignment: 'DC digital output'

Predefined PDO Assignment: 'DC digital output with info data'

Predefined PDO Assignment: 'Current control'

Predefined PDO Assignment: 'Current control with Info Data'

Predefined PDO Assignment: 'PWM'

Predefined PDO Assignment: 'PWM with info data'

Predefined PDO Assignment: 'PWM with current'

Predefined PDO Assignment: 'PWM with current and info data'

Predefined PDO Assignment: 'Voltage control'

Predefined PDO Assignment: 'Voltage control with info data'

Abb. 189: Auswahl Predefined PDO „Current Control (with info data)“

- Vorgeben des Sollstroms in den Prozessdaten unter „DOX Current“ → „Output Current“
- Freigeben des LED Ausgangs über „DOX Control“ → „Control“ → „Enable“
- Einschalten des LED Ausgangs über „DOX Control“ → „Control“ → „Output“
- Ausschalten des LED Ausgangs über „DOX Control“ → „Control“ → „Output“
- Upload starten über FoE Upload im Kartenreiter Online der EL2596

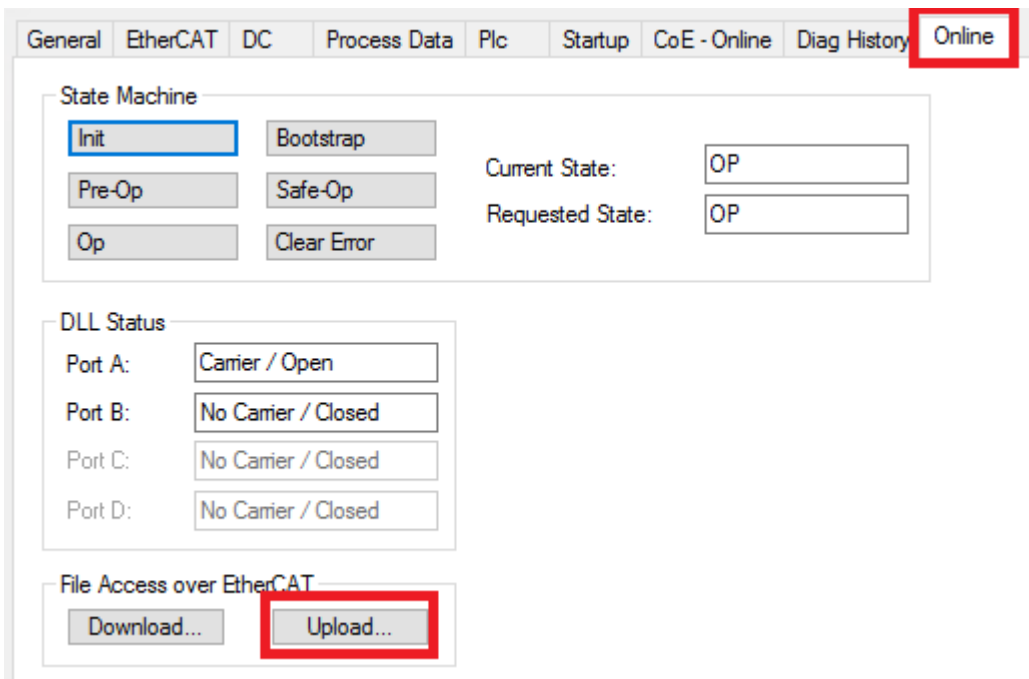


Abb. 190: Upload über FoE

8. Benennung der Datei mit „ledcsv.csv“ und speichern

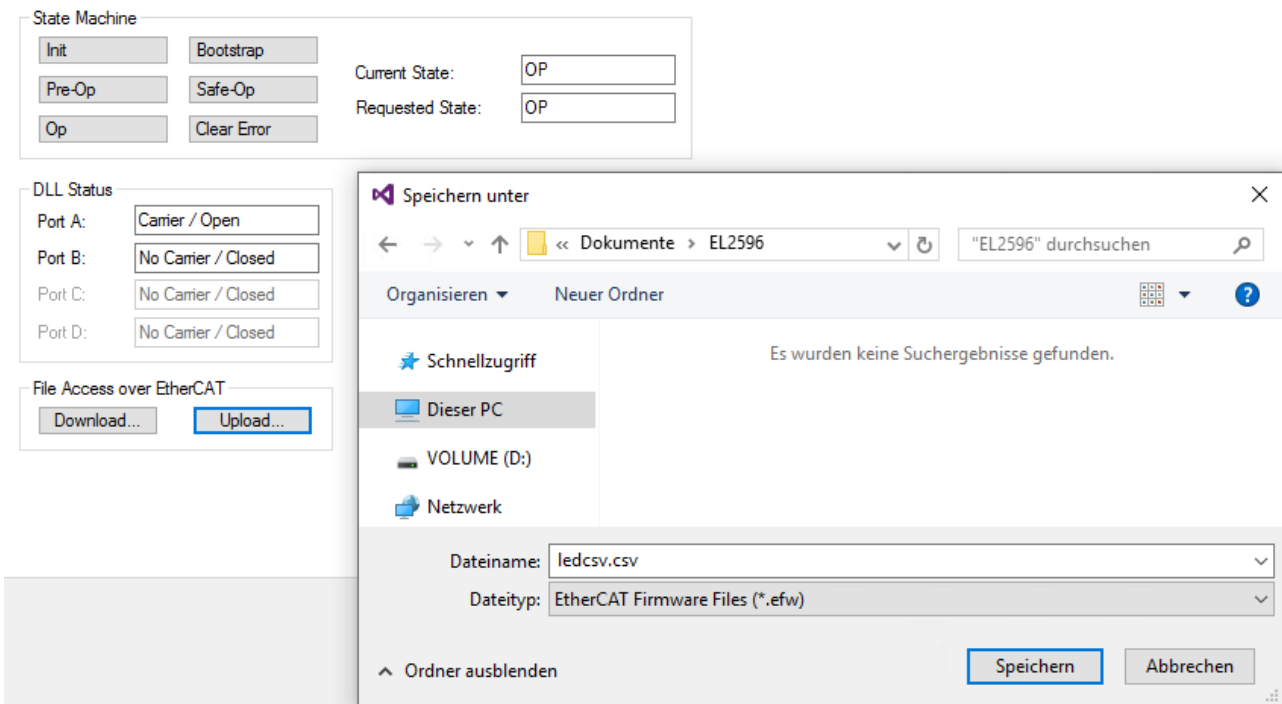


Abb. 191: Erstellen der Datei „ledcsv.csv“

9. Im sich öffnenden Fenster den FoE Namen „ledcsv“ eingeben

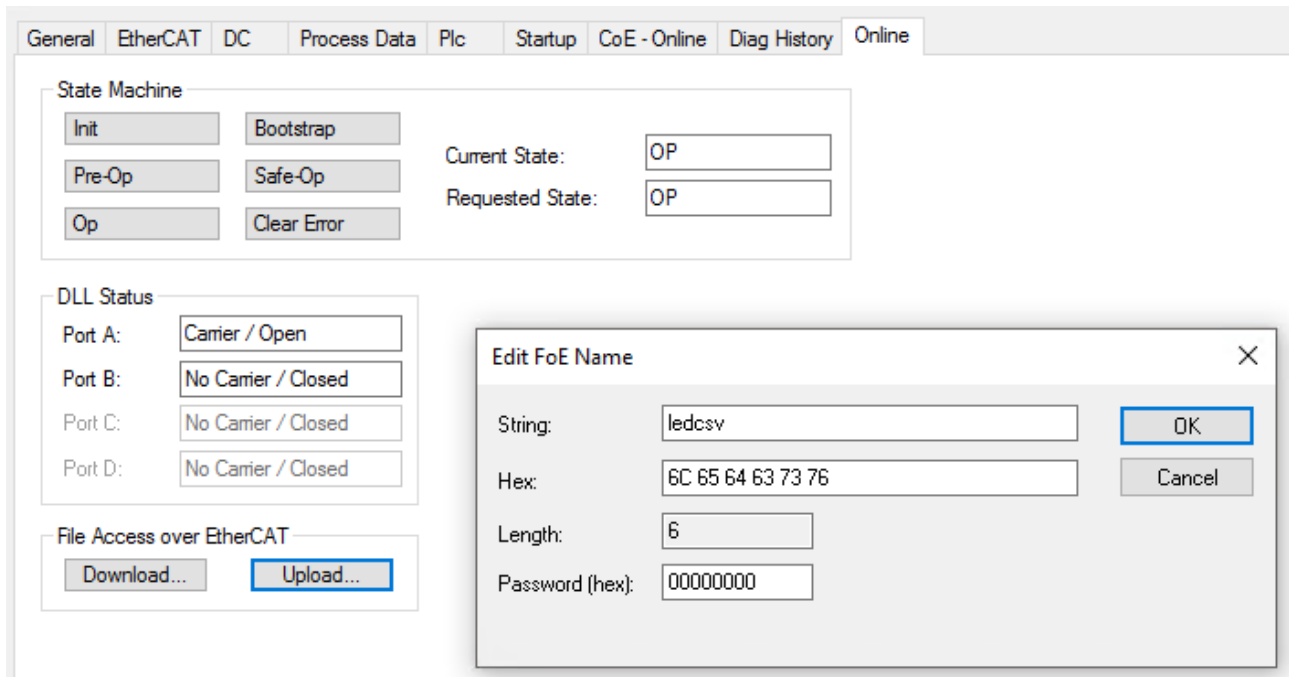


Abb. 192: Hochladen der „ledcsv“ Datei

- Die CSV Datei ist dann unter dem ausgewählten Pfad gespeichert und kann mit einem beliebigen Editor geöffnet werden. In der ersten Spalte ist die Vorwärtsspannung in 0,01 V gezeigt. Die zweite Spalte zeigt den Vorwärtsstrom in mA.

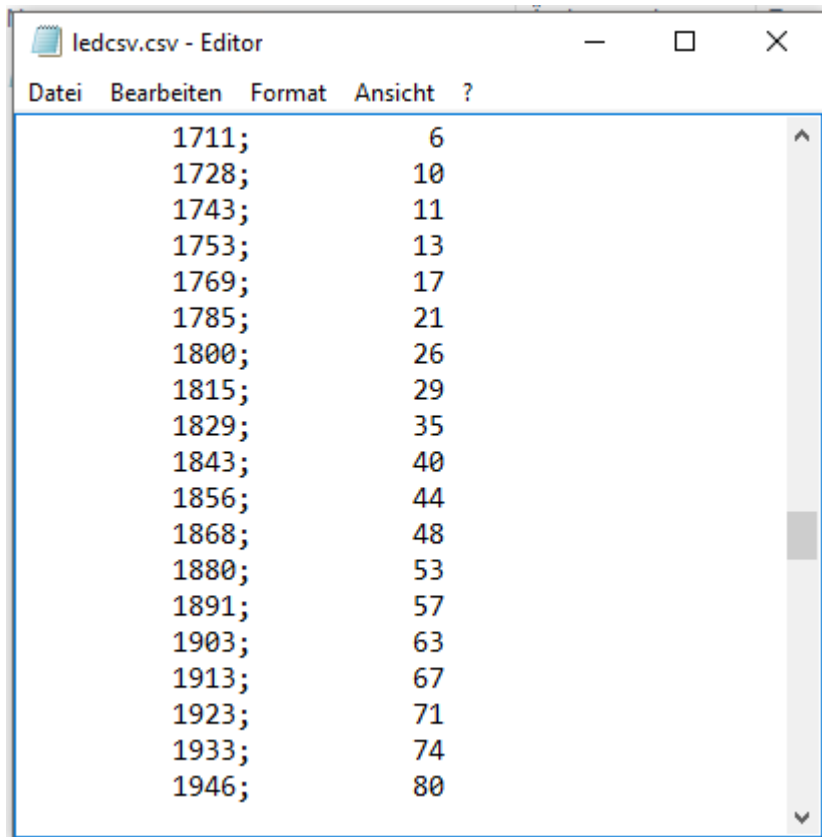


Abb. 193: ledcsv.csv Datei im Editor

5.5.4 Speicherung der Kennlinie der LED als HTML Plot

Mit der EL2596 ist es auch möglich die Kennlinie einer angeschlossenen LED zu ermitteln. Über das EtherCAT Mailboxprotokoll FoE (File access over EtherCAT) kann die Kennlinie dann im HTML Format abgespeichert werden. Ein Upload der LED-Kennlinie steht zu Verfügung, wenn ein „TeachIn“, wie in den vorherigen beiden Kapiteln Speichern der Ausgangsspannung im Betrieb [▶ 170] und Speichern der Ausgangsspannung temporär oder im EEPROM [▶ 173] beschrieben durchgeführt wurde (Punkt 1 - 6 können dann übersprungen werden). Alternativ kann der gesamte, unten beschriebene Weg durchgeführt werden, um die Kennlinie zu speichern.

Das Vorgehen wird im Folgenden beschrieben:

1. Einstellen des Betriebsmodus im CoE-Index 0x8004:01 [▶ 224] „Led operation mode“ auf „Current Control“

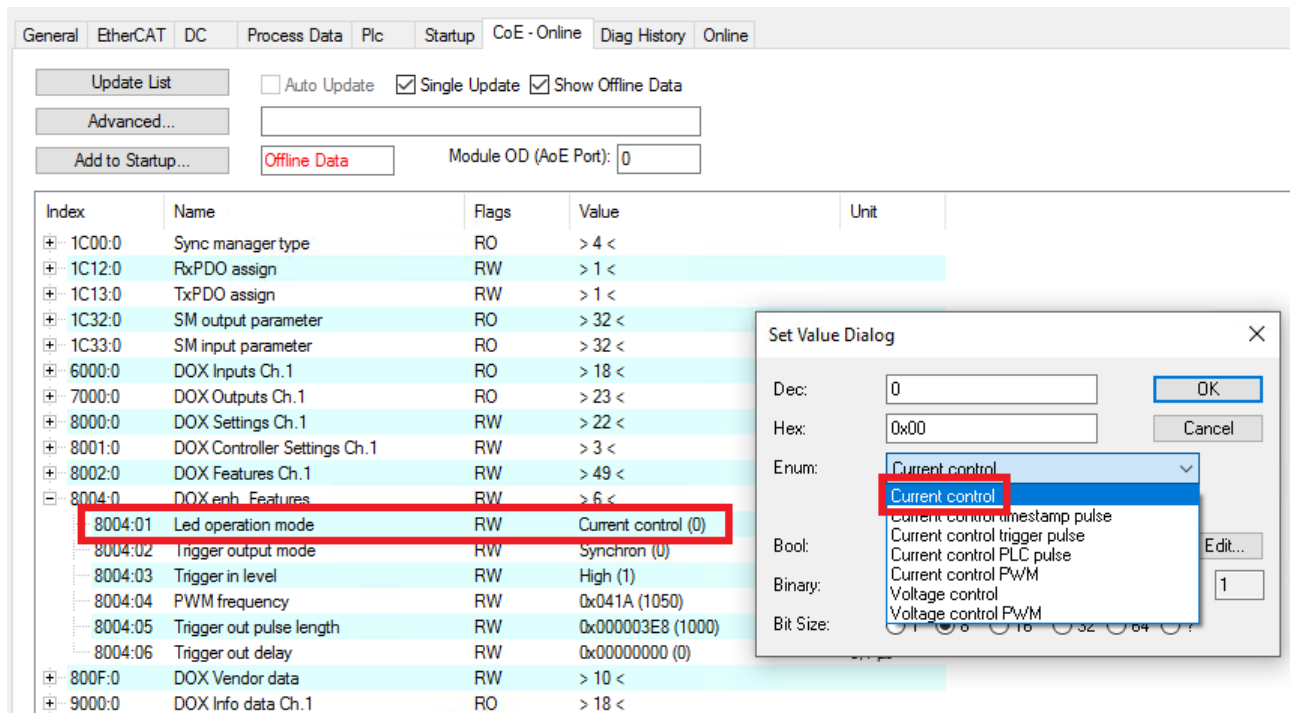


Abb. 194: CoE-Index 0x8004:01 „Current Control“

2. Einstellen der Predefined PDOs im PDO Tab auf „Current control (with info data)“

General EtherCAT DC Process Data Plc Startup CoE - Online Diag History Online

Sync Manager:

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

PDO List:

Index	Size	Name	Flags	SM	SU
0x1A00	2.0	DOX Status	F	0	0
0x1A01	4.0	DOX Synchron info data	F	0	0
0x1600	2.0	DOX Control	F	0	0
0x1601	2.0	DOX Current	F	0	0
0x1602	4.0	DOX Impulse length	F	0	0
0x1603	4.0	DOX Trigger delay	F	0	0
0x1604	2.0	DOX PWM duty	F	0	0
0x1605	2.0	DOX Voltage	F	0	0

PDO Assignment (0x1C12):

Download

PDO Assignment

PDO Configuration

PDO Content (0x1A00):

Index	Size	Offs	Name	Type	Default (r)
0x6000:01	0.1	0.0	Status__Ready to activate	BIT	
0x6000:02	0.1	0.1	Status__Output active	BIT	
---	0.1	0.2	---		
0x6000:04	0.3	0.3	Status__Switching operation cou...	BIT3	
0x6000:07	0.1	0.6	Status__Warning	BIT	

Predefined PDO Assignment: (none)

Predefined PDO Assignment: (none)

Predefined PDO Assignment: 'Standard digital output'

Predefined PDO Assignment: 'Standard digital output with info data'

Predefined PDO Assignment: 'External trigger input'

Predefined PDO Assignment: 'External trigger input with info data'

Predefined PDO Assignment: 'DC digital output'

Predefined PDO Assignment: 'DC digital output with info data'

Predefined PDO Assignment: 'Current control'

Predefined PDO Assignment: 'Current control with Info Data'

Predefined PDO Assignment: 'PWM'

Predefined PDO Assignment: 'PWM with info data'

Predefined PDO Assignment: 'PWM with current'

Predefined PDO Assignment: 'PWM with current and info data'

Predefined PDO Assignment: 'Voltage control'

Predefined PDO Assignment: 'Voltage control with info data'

Abb. 195: Auswahl Predefined PDO „Current Control (with info data)“

3. Vorgeben des Sollstroms in den Prozessdaten unter „DOX Current“ → „Output Current“
4. Freigeben des LED Ausgangs über „DOX Control“ → „Control“ → „Enable“
5. Einschalten des LED Ausgangs über „DOX Control“ → „Control“ → „Output“
6. Ausschalten des LED Ausgangs über „DOX Control“ → „Control“ → „Output“
7. Upload starten über FoE Upload im Kartenreiter Online der EL2596

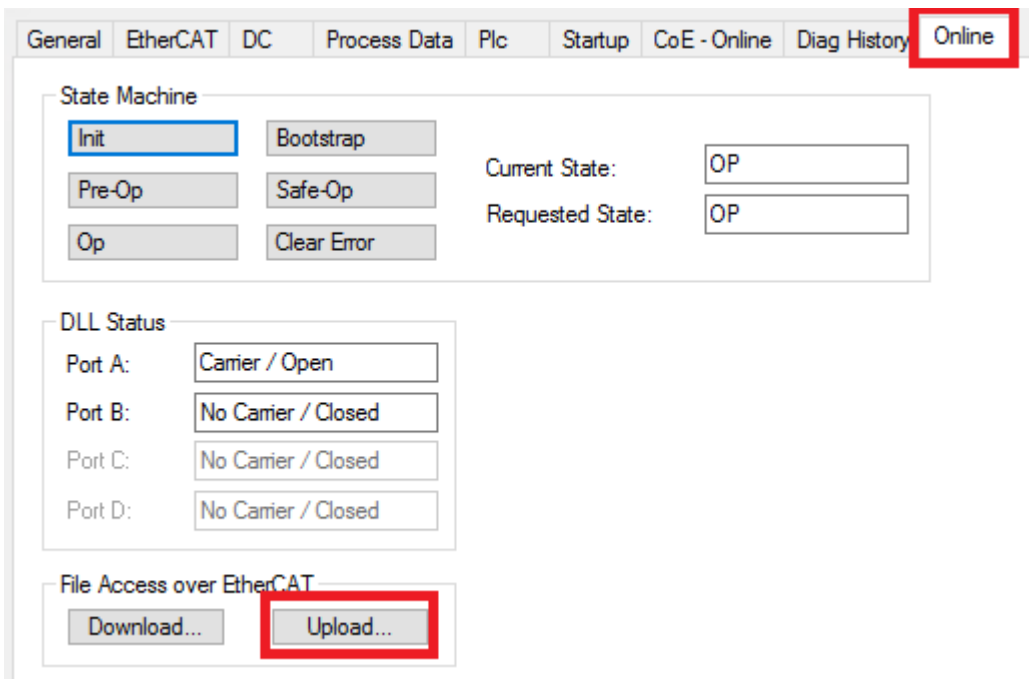


Abb. 196: Upload über FoE

8. Benennung der Datei mit „ledcc.html“ und speichern

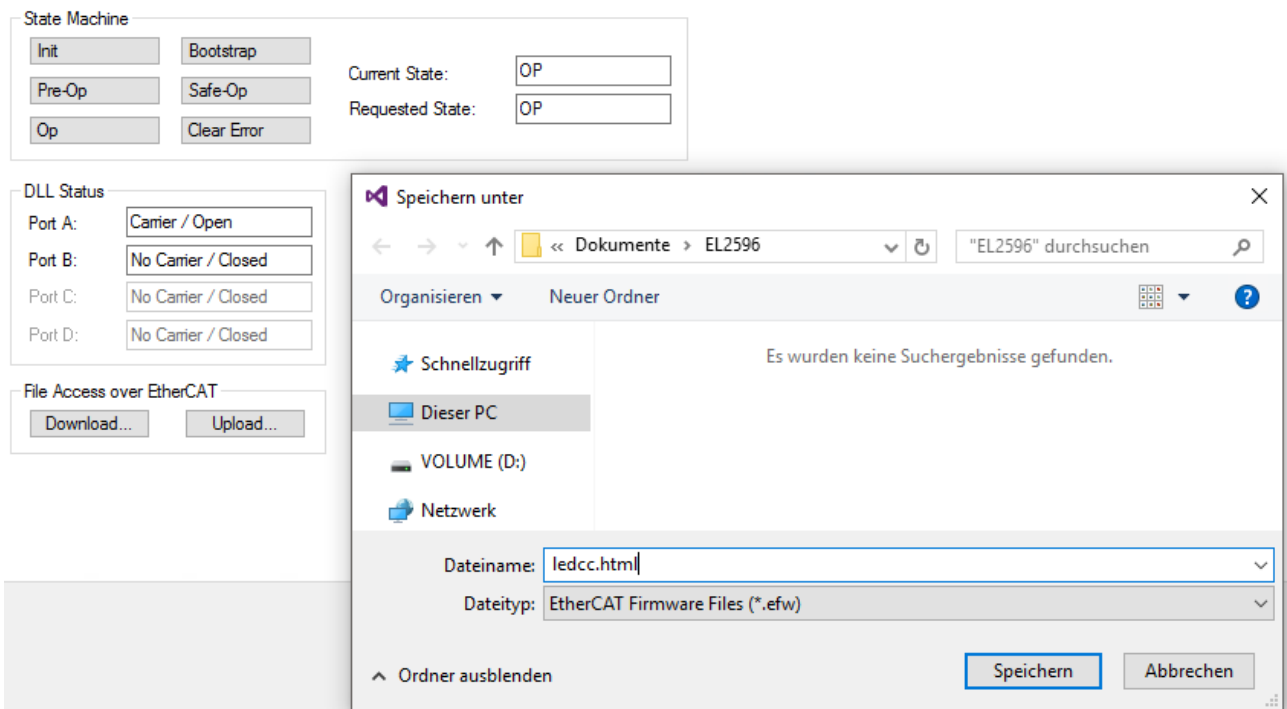


Abb. 197: Erstellen der Datei „ledcc.html“

9. Im sich öffnenden Fenster den FoE Namen „ledcc“ eingeben

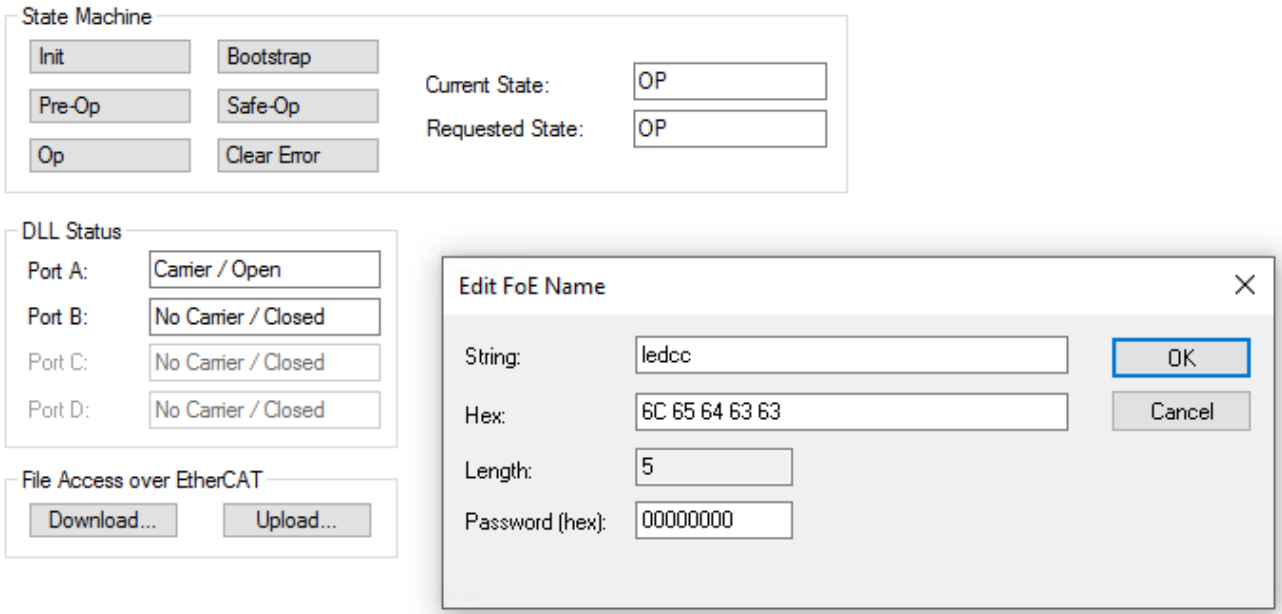


Abb. 198: Hochladen der „ledcc“ Datei

10. Die HTML Datei ist dann unter dem ausgewählten Pfad gespeichert und kann im Browser geöffnet werden. Auf der X-Achse ist die Vorwärtsspannung in 0,01 V gezeigt. Die Y-Achse zeigt den Vorwärtsstrom in mA.

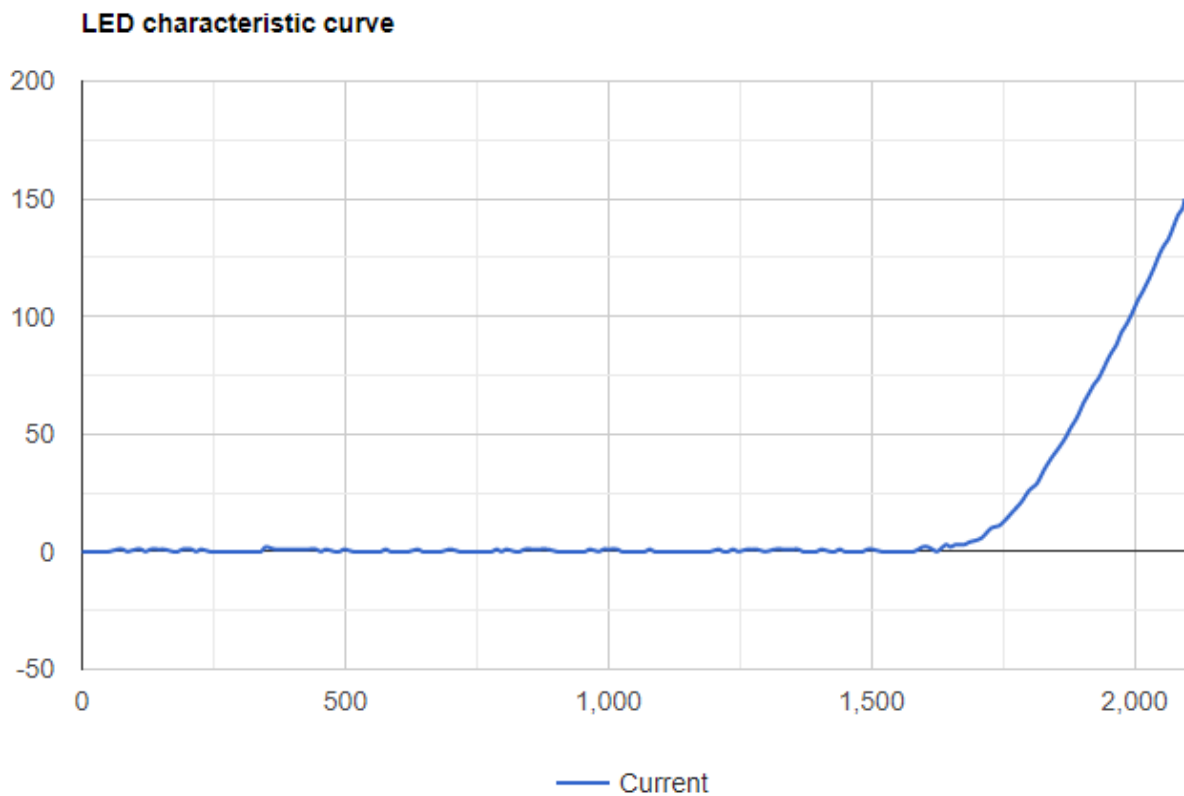


Abb. 199: ledcc.html Datei im Browser

5.6 Verwendung des Trigger-Eingangs

Ab FW04 hat der Trigger-Eingang der EL2596 zwei Funktionen. In der standardmäßigen Funktion, die ab FW01 verfügbar ist, wird der Trigger-Eingang im „Current Control Trigger input“ genutzt, um bei einer Flanke am Trigger-Eingang einen Puls mit vorgegebener Pulsdauer, Strom und Verzögerung auszugeben. In einer weiteren Betriebsart des Trigger-Eingangs kann er als Freigabe der Hardware genutzt werden. Bei einem vorgebbaren Signal (High/Low) am Trigger-Eingang ist die Hardware der EL2596 dann aktiviert und es können Ausgaben getätigt werden.

5.6.1 Trigger input

Standardmäßig ist der Triggereingang im Modus „Trigger input“ voreingestellt. In dieser Einstellung hat ein Signal am Triggereingang nur im Betriebsmodus „Current Control Trigger input“ eine Funktion.

Bei einer Flanke am Triggereingang wird dann ein Puls am LED-Ausgang erzeugt. Die Parameter Pulsdauer, Pulsverzögerung und Ausgangsstrom müssen vorgegeben werden. Die Schritt-für-Schritt Beschreibung der Inbetriebnahme ist in [Current control trigger pulse](#) [► 143] zu finden.

5.6.2 Hardware enable



Verfügbar ab FW04

Die in diesem Kapitel beschriebene Funktion zur Nutzung des Flash-Signals einer Kamera ist erst ab FW04 nutzbar.

Der Trigger-Eingang hat auch eine Enable Funktion für die Hardware. Liegt am Trigger-Eingang ein vorgegebenes Signal an (TRUE oder FALSE), ist die Hardware der EL2596 aktiviert und es können Ausgaben getätigt werden. Eine mögliche Anwendung sind die „Flash-Signale“ einiger Kameras.

Einige Kameratypen haben standardmäßig ein Ausgangssignal, das für die benötigte Belichtungszeit auf TRUE gesetzt wird. Dieses Signal von der Kamera wird auch als „Flash-Signal“ bezeichnet. Soll das Flash-Signal einer Kamera als Trigger-/Enable-Eingang verwendet werden und der LED-Ausgang entsprechend so lange geschaltet sein, wie am Trigger-Eingang vom Flash-Signal der Kamera TRUE anliegt (LED-Ausgang = Flash-Signal), muss der Hardware Enable aktiviert sein.

Die Funktion „Hardware enable“ kann in allen Betriebsmodi verwendet werden. Bei der Verwendung des „Hardware enable“ im Betriebsmodus „Current control trigger input“ ist jedoch zu beachten, dass die LED dann dauerhaft betrieben wird, solange das Signal am Trigger-Eingang anliegt und nicht nur für die vorgegebene Pulsdauer mit der vorgegebenen Pulsverzögerung. Es erfolgt dadurch eine Ausgabe synchron zum Trigger-Eingang.

Neben dem LED Ausgang kann auch der Trigger-Ausgang im Trigger-Eingangsmodus „Hardware enable“ nur genutzt werden, wenn die Hardware durch ein Signal am Trigger-Eingang aktiviert ist.

Zur Aktivierung und Verwendung dieser Funktion sind folgende Einstellungen der EL2596-xxxx notwendig:

1. Anschließen des Flash-Signals an die Pins 5 (TrigIn+) und 13 (TrigIn-).
2. Auswählen des gewünschten Betriebsmodus im CoE-Index [0x8004:01](#) [► 224].
3. Auswählen des „Hardware Enable“ als Eingangsfunktion für den Trigger-Eingang im CoE-Index [0x8002:32](#) [► 223]

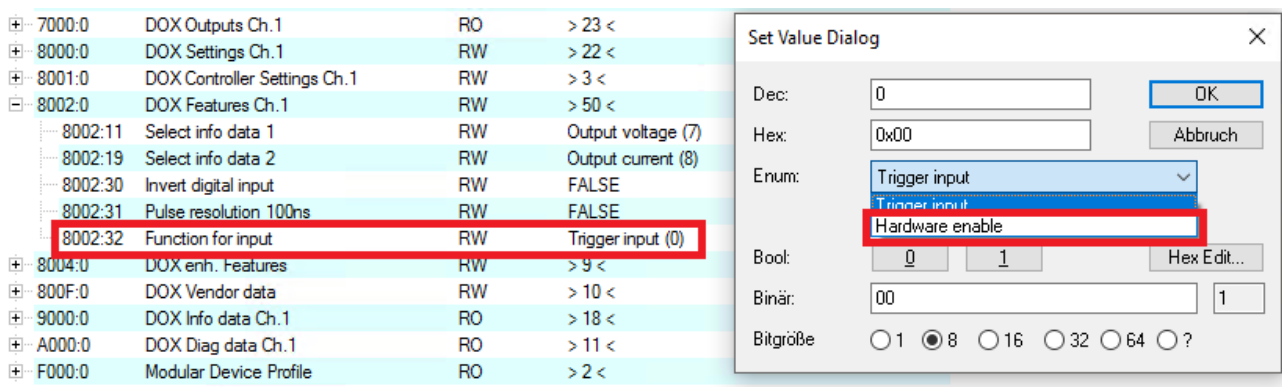


Abb. 200: Einstellen des Eingangsmodus „Hardware enable“

4. Im CoE-Index [0x8002:30](#) [[▶ 223](#)] „Invert digital input“ einstellen, ob bei einem TRUE oder FALSE Signal die Hardware aktiviert wird
 - „Invert digital input“ TRUE = Aktivierung bei FALSE am Trigger-Eingang
 - „Invert digital input“ FALSE = Aktivierung bei TRUE am Trigger-Eingang
5. Einstellen aller betriebsmodispezifischen Parameter in den PDOs wie in [Einstellen der Betriebsmodi](#) [[▶ 134](#)] beschrieben.
6. Aktivieren der Regelung unter „DOX Control“ → „Control“ das „Enable“-Bit.
7. Einschalten des LED-Ausgangs unter „DOX Control“ → „Control“ ein, indem das „Output“-Bit aktiviert wird.
8. Der LED-Ausgang bzw. der Trigger-Ausgang sind nun so lange TRUE, wie das Signal am Trigger-Eingang auf aktiv ist.

5.7 Verwendung des Trigger-Ausgangs

5.7.1 Anschluss an den Trigger-Ausgang

Die EL2596-xxxx verfügt über einen Trigger-Ausgang zum Auslösen einer Kamera. Dieser Trigger-Ausgang kann in jedem pulsierenden Modus ([Current control PLC pulse](#) [► 148], [Current control timestamp pulse](#) [► 140] und [Current control trigger pulse](#) [► 143]) eingeschaltet werden.

Die Versorgung $U_{\text{TrigOutSupply}}$ für die Trigger-Funktion zwischen 10 V und 24 V ist von außerhalb an TrigOut+ und TrigOut- anzuschließen. Der Trigger-Eingang der Kamera mit seiner erforderlichen Spannung U_1 wird angeschlossen

- an TrigOut wenn $U_1 = U_{\text{TrigOutSupply}}$ und damit direkt durchgeschaltet werden kann, oder
- an TrigExtDiv siehe Schema externer Spannungsteiler wenn $U_1 < U_{\text{TrigOutSupply}}$ (z.B. für 5 V) und deshalb heruntergeteilt werden muss

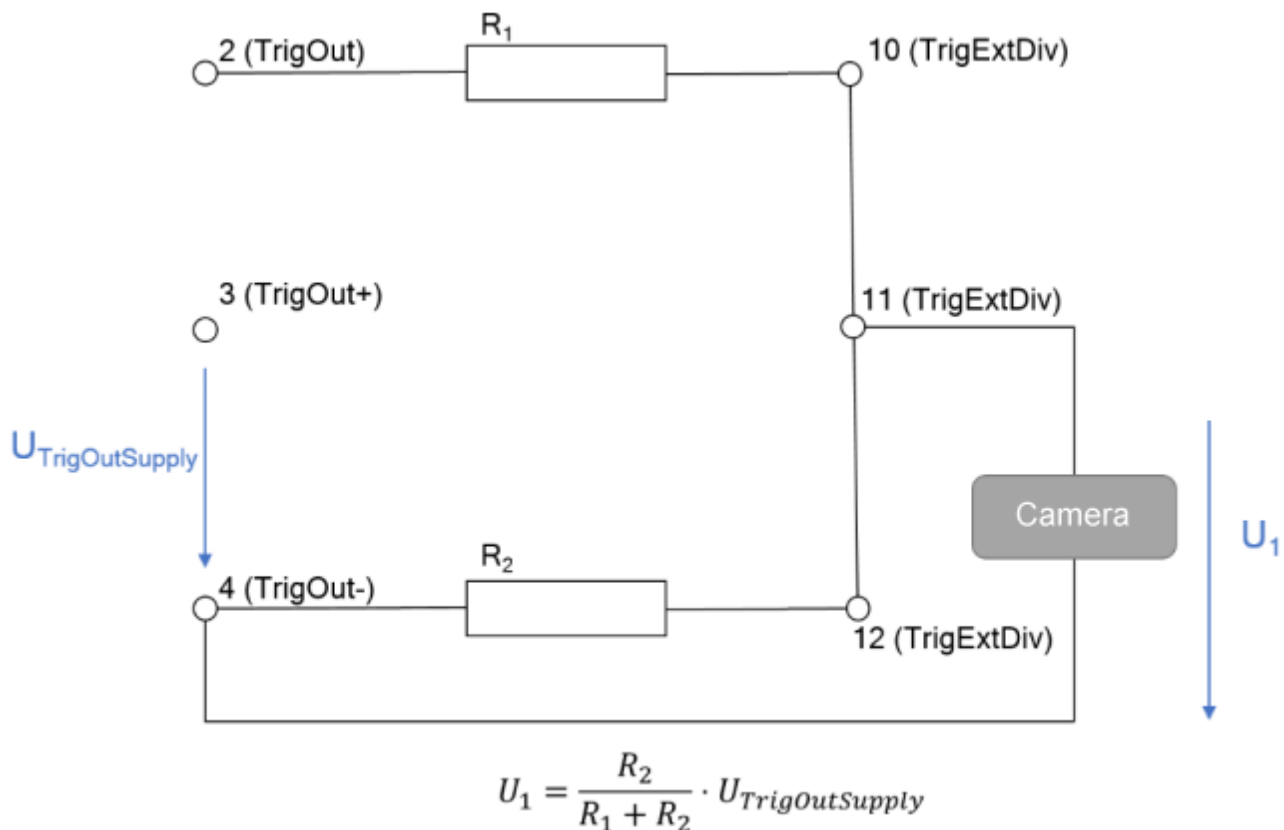


Abb. 201: Spannungsteiler für den Trigger-Ausgang

Bei der Dimensionierung der Widerstände des Spannungsteilers R_1 und R_2 sollte beachtet werden, dass $R_1 + R_2 > 2 \text{ k}\Omega$ ist. Bei geringeren Widerständen wäre die Verlustleistung an den Widerständen hoch und würde zu einer starken Erwärmung führen.

5.7.2 Inbetriebnahme des Trigger-Ausgangs

Zur Einstellung des Trigger-Ausgangs sind folgende Schritte nötig:

1. „DOX Control“ → „Control“ → „Output Trigger Enable“ auf 1 setzen

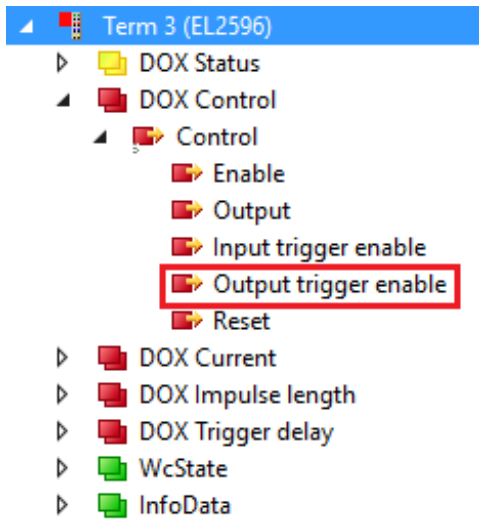


Abb. 202: Aktivieren des Ausgangstriggers

2. Auswahl des Trigger-Modus im CoE-Index 0x8004:02 [▶ 224]

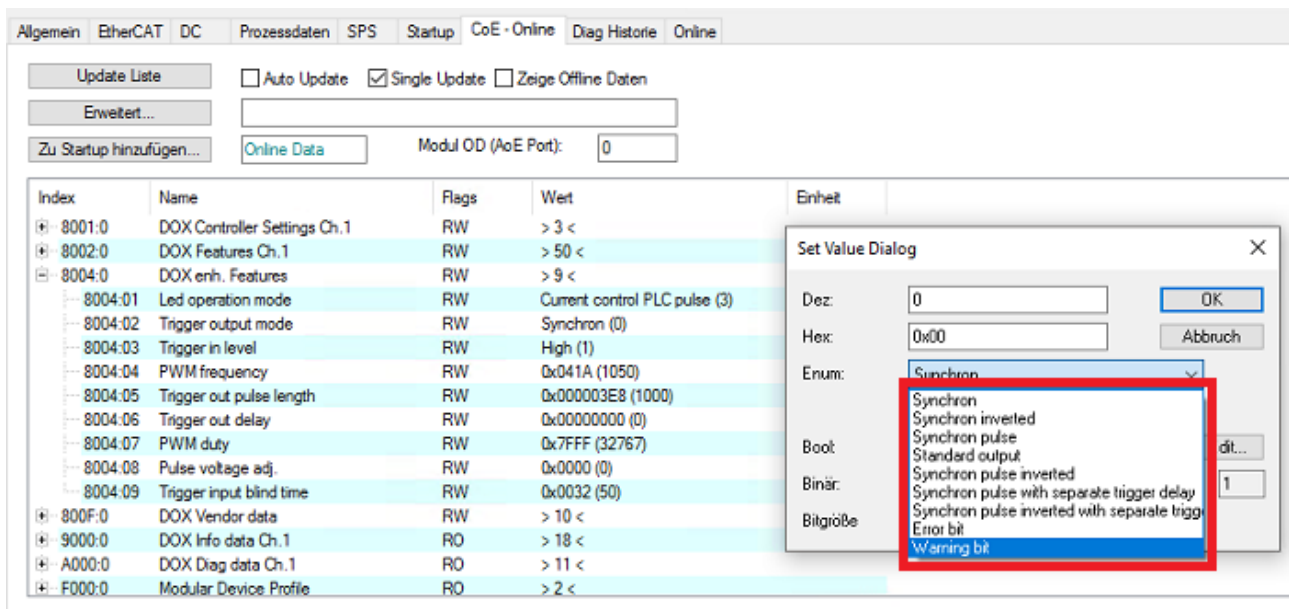


Abb. 203: Auswahl des Trigger-Modus im CoE-Index 0x8004:02

Element	Bezeichnung	Beschreibung
0	Synchron	Der Trigger-Ausgang wird ausgelöst, wenn der LED Ausgang TRUE ist.
1	Synchron inverted	Der Trigger-Ausgang wird ausgelöst, wenn der LED Ausgang FALSE ist.
2	Synchron pulse	Der Trigger-Ausgang löst aus, wenn der LED Ausgang eine steigende Flanke hat Die Pulsdauer des Trigger-Ausgang wird über Index 0x8004:05 [▶ 224] in 0,1 µs festgesetzt.
3	Standard output	Der Trigger-Ausgang kann in der SPS als digitaler Ausgang, unabhängig vom LED Ausgang, verwendet werden. Dieser Trigger-Modus ist unabhängig vom eingestellten LED Ausgangsmodus. Über das Bit „Output trigger enable“ („DOX Control“ → „Control“ → „Output trigger enable“) kann der Ausgang gesetzt werden.
4	Synchron pulse inverted	Der Trigger-Ausgang löst aus, wenn der LED Ausgang eine fallende Flanke hat. Die Pulsdauer des Trigger-Ausgang wird über Index 0x8004:05 [▶ 224] in 0,1 µs festgesetzt.
5	Synchron pulse with separate trigger delay	Wenn der LED Ausgang eine steigende Flanke hat, löst der Trigger-Ausgang mit einer vorgegebenen Verzögerung aus. Die Verzögerung für den Trigger-Ausgang wird im PDO 0x1607 in der Einheit µs angegeben. Wenn es nicht gemappt ist, muss die Verzögerung über Index 0x8004:06 [▶ 224] in 0,1 µs vorgegeben werden. Die Pulsdauer des Trigger-Ausgang wird über Index 0x8004:05 [▶ 224] in 0,1 µs festgesetzt.
6	Synchron pulse inverted with separate trigger delay	Wenn der LED Ausgang eine fallende Flanke hat, löst der Trigger-Ausgang mit einer vorgegebenen Verzögerung aus. Die Verzögerung für den Trigger-Ausgang wird im PDO 0x1607 in der Einheit µs angegeben. Wenn es nicht gemappt ist, muss die Verzögerung über Index 0x8004:06 [▶ 224] in 0,1 µs vorgegeben werden. Die Pulsdauer des Trigger-Ausgang wird über Index 0x8004:05 [▶ 224] in 0,1 µs festgesetzt.
7	Error bit	Solange ein Fehler der EL2596 vorliegt (Versorgungs-/Ausgangsspannung außerhalb der in den Indizes 0x8000:12 , 0x8000:14 , 0x8000:16 [▶ 222] vorgegebenen Werts, Übertemperatur, Drahtbruch, ...) ist der Trigger-Ausgang TRUE
8	Warning bit	Solange eine Warnung der EL2596 vorliegt (Versorgungs-/Ausgangsspannung außerhalb der in den Indizes 0x8000:11 , 0x8000:13 , 0x8000:15 [▶ 222] vorgegebenen Werts, Übertemperatur, ...) ist der Trigger-Ausgang TRUE

Das Timing-Verhalten der Trigger-Modi 0, 1, 2, 4, 5 und 6 mit dem Output-Bit und dem Trigger-Ausgang ist in der folgenden Abbildung dargestellt.

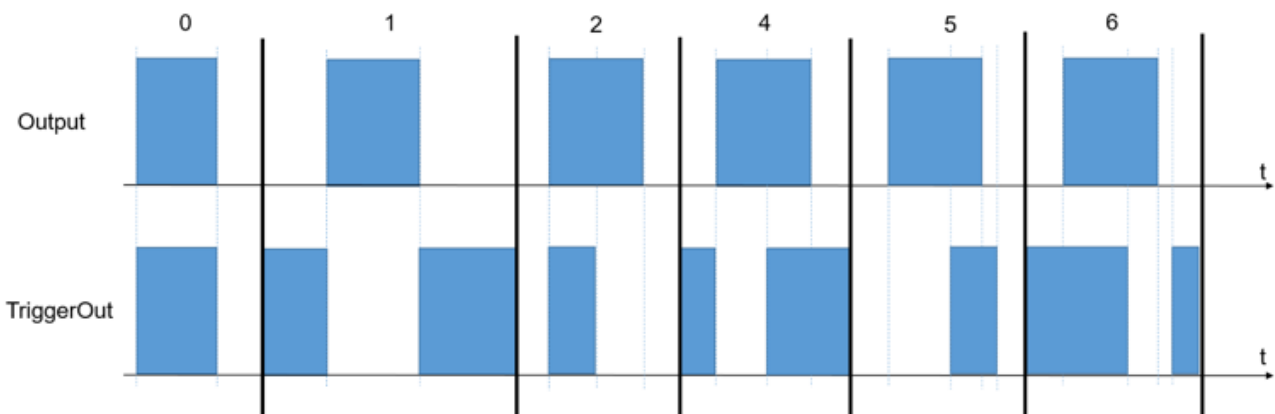


Abb. 204: Timing am Trigger-Ausgang

Die EL2596 verfügt bei dem Trigger-Ausgang zusätzlich zu den PDO-Werten für die Verzögerung und die Impulslänge über eine spezifische Verzögerung und eine spezifische Impulslänge für den Trigger-Ausgang. Diese spezifischen Werte in den CoE-Indizes (0x8004:05 [▶ 224] „Trigger out pulse length“, 0x8004:06 [▶ 224] „Trigger out delay“) können nur verwendet werden, wenn im CoE-Index 0x8004:02 [▶ 224] „Trigger output mode“ „Synchron pulse with separate trigger delay“ (5) oder „Synchron pulse inverted with separate trigger delay“ (5) aktiviert ist. Bei allen anderen eingestellten Trigger-Modi im CoE-Index 0x8004:02 [▶ 224] werden die Werte aus den PDOs „Output length“ und „Trigger delay“ verwendet bzw. der Verzögerungswert aus dem CoE-Index 0x8000:0B [▶ 222] verwendet, die auch für den LED Ausgang gültig sind. Für den LED Ausgang werden in jedem Fall die Werte aus den PDOs bzw. der Verzögerungswert aus dem CoE-Index 0x8000:0B [▶ 222] verwendet.

5.7.3 Verwendung des Trigger-Ausgangs mit dem Trigger-Eingang

5.7.3.1 Hinweise zur Inbetriebnahme

Der Trigger-Ausgang kann als Reaktion auf den Trigger-Eingang verwendet werden. Eine Flanke am Trigger-Eingang kann so einen Puls am Trigger-Ausgang erzeugen. Genutzt werden kann diese Funktion in der Betriebsart „Current control trigger pulse“. Um ein reproduzierbares Verhalten am Trigger- und/oder LED Ausgang über ein Signal am Trigger-Eingang zu erzeugen, sollte das Signal am Trigger-Eingang eine steile Flanke haben.

Wenn der LED Ausgang und der Trigger-Ausgang verwendet werden sollen kann jeder Trigger-Modus, außer dem Modus „Standard output“, ausgewählt werden. Soll nur der Trigger-Ausgang als Reaktion auf den Trigger-Eingang verwendet werden, können nur die Trigger-Modi „Synchron“, „Synchron inverted“, „Synchron pulse with separate trigger delay“ und „synchron pulse inverted with separate trigger delay“ verwendet werden. Bei „Synchron“ bzw. „Synchron inverted“ werden die Pulslänge und die Verzögerung des Pulses in Bezug auf den Trigger-Eingang über die PDOs vorgegeben. Bei den Trigger-Modi „Synchron pulse with separate trigger delay“ und „synchron pulse inverted with separate trigger delay“ werden die Werte für die Pulslänge und die Verzögerung des Pulses am Trigger-Ausgang vorgegeben.

Die Delay-Zeiten können über das CoE Interface oder in den PDOs vorgegeben werden. Die Delay-Zeiten werden dann addiert.

● Möglich ab FW03



Die in diesem Kapitel beschriebene Funktion der Verwendung des Trigger-Ausgangs als Reaktion auf den Trigger-Eingang kann erst ab der FW03 verwendet werden.

Bei der Verwendung eines externen Triggers ist zu beachten, dass, basierend auf internen Verzögerungen der Klemme, die minimale Verzögerung zwischen Trigger-Eingang und Signalausgang ca. 2 µs beträgt. Der Offset von 2 µs muss auch bei allen eingestellten Verzögerungswerten (unabhängig ob eingestellt über PDO oder CoE) beachtet werden. Die sich ergebende Verzögerung beträgt immer

$$\text{Reale Verzögerung} = \text{Eingestellte Verzögerung} + \text{Offset}$$

Wenn der Trigger-Ausgang als Reaktion auf den Trigger-Eingang verwendet wird muss beachtet werden, dass das Signal am Trigger-Ausgang einen Jitter von $<\pm 1 \mu\text{s}$ aufweist.

5.7.3.2 Inbetriebnahme

1. Eingangsspannung in Index 0x8000:03 [▶ 222] „Supply voltage“ in der Einheit 0,01 V
2. Betriebsart im CoE-Verzeichnis in Index 0x8004:01 [▶ 224] auf „Current Control trigger pulse“

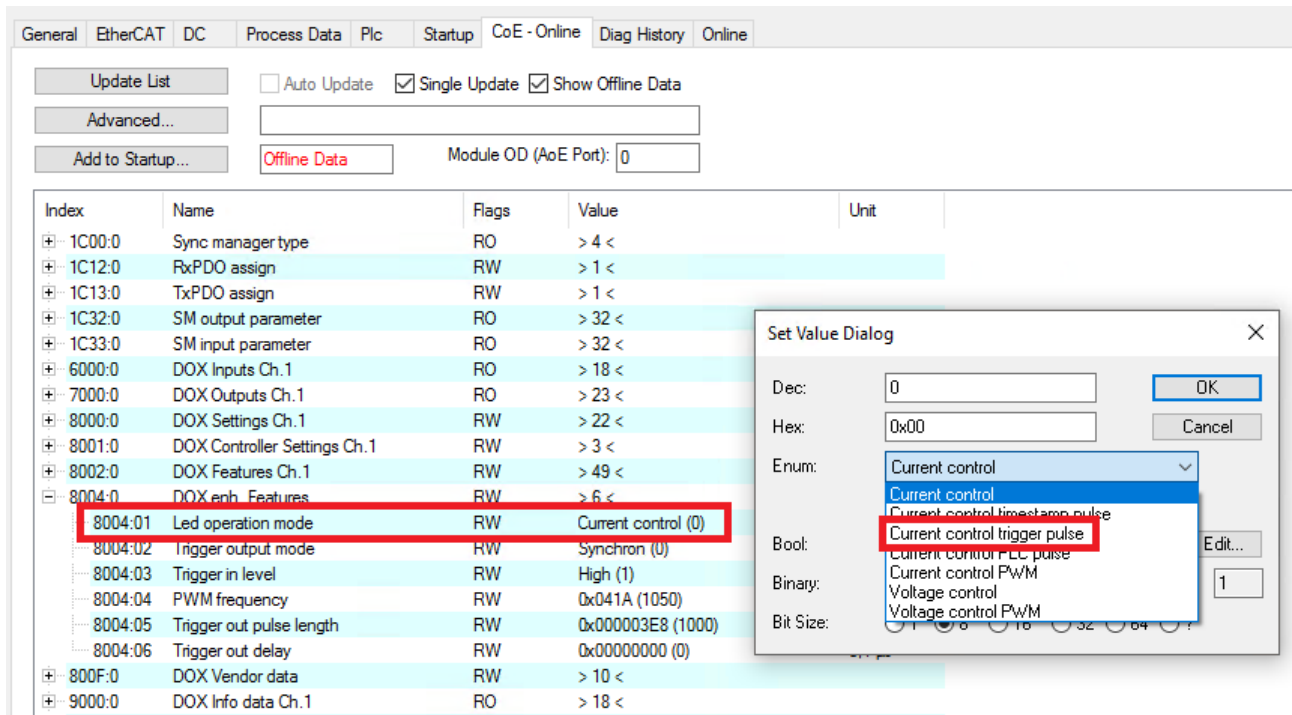


Abb. 205: Einstellung Betriebsmodus „Current control trigger pulse“

3. Predefined PDO Assignments auf „External trigger input (with info data)“

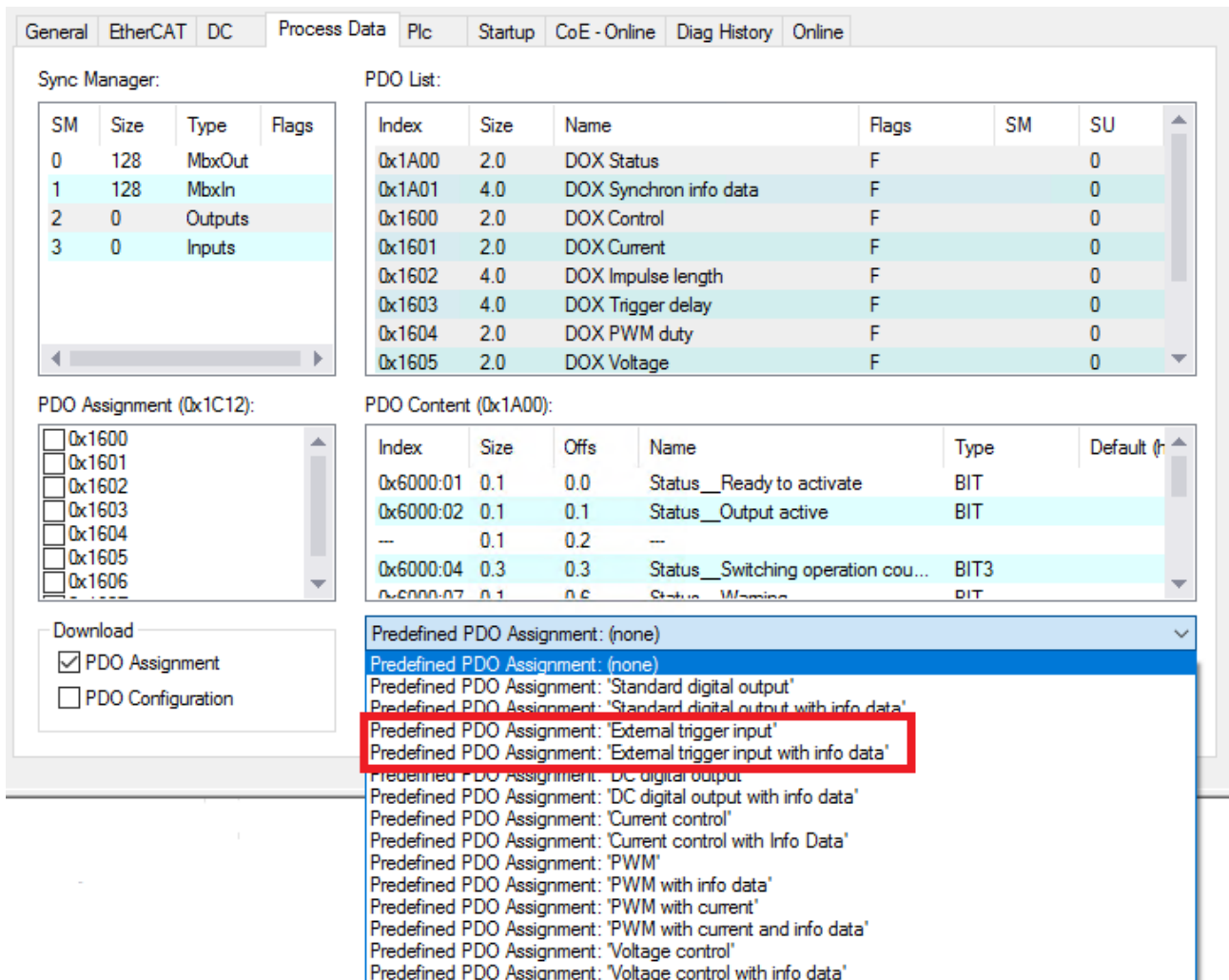


Abb. 206: Einstellung PDO „External trigger pulse (with info data)“

4. Einstellen der Parameter für den LED-Ausgang (falls verwendet):

- Vorgabe des Ausgangsstroms über „DOX Current“ → „Output current“ in der Einheit mA
- Vorgabe der Impulslänge über „DOX Impulse length“ → „Impulse length“ in der Einheit μs . Die Auflösung der Zeitangabe kann über CoE-Index [0x8002:31 \[► 223\]](#) „Pulse resolution 100 ns“ von 1 μs auf 100 ns reduziert werden.
- Vorgabe der Impulsverzögerung über „DOX Trigger delay“ → „Trigger delay“ in der Einheit μs . Die Auflösung der Zeitangabe kann über CoE-Index [0x8002:31 \[► 223\]](#) „Pulse resolution 100 ns“ von 1 μs auf 100 ns reduziert werden. Alternativ kann die Verzögerung fest vorgegeben werden in dem CoE-Index [0x8000:0B](#) in der Einheit 0,1 μs

5. Auswahl des Trigger-Modus für den Trigger-Ausgang in CoE-Index [0x8004:02 \[► 224\]](#)

- Wenn der LED Ausgang und der Trigger-Ausgang verwendet werden sollen kann jeder Trigger-Modus, außer dem Modus „Standard output“, ausgewählt werden.
- Soll nur der Trigger-Ausgang als Reaktion auf den Trigger-Eingang verwendet werden, können nur die Trigger-Modi „Synchron“, „Synchron inverted“, „Synchron pulse with separate trigger delay“ und „Synchron pulse inverted with separate trigger delay“ verwendet werden.

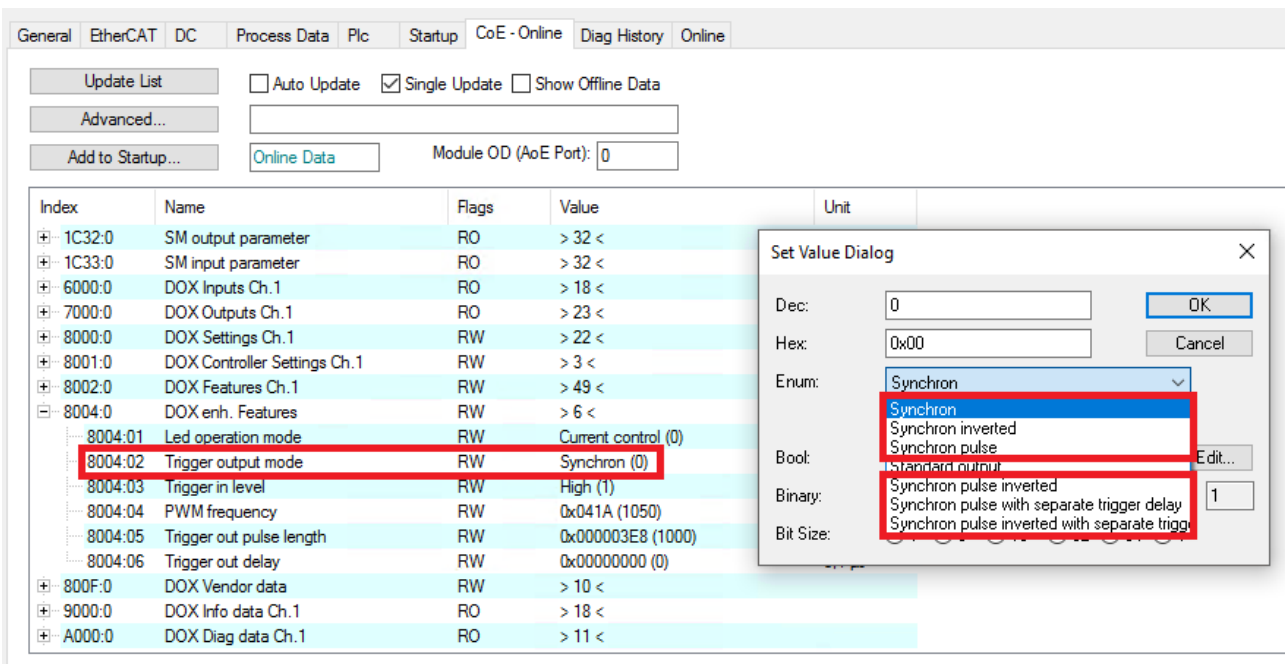


Abb. 207: Einstellung Trigger-Modus

6. Einstellen der spezifischen Einstellungen für den Trigger-Modus

Trigger-Modus	Beschreibung	Einstellungen
Synchron	Trigger-Ausgang TRUE, wenn LED-Ausgang TRUE	Für Verzögerung und Pulslänge werden die PDO Werte für den LED-Ausgang übernommen
Synchron inverted	Trigger-Ausgang TRUE, wenn LED-Ausgang FALSE	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Pulslänge: „DOX Impulse length“ → „Impulse length“ [µs] ◦ Verzögerung: „DOX Trigger delay“ → „Trigger delay“ [µs] oder CoE-Index <u>0x8000:0B</u> [▶ 222] in [0,1 µs]
Synchron pulse	Trigger-Ausgang hat gleichzeitig eine steigende Flanke wie der LED-Ausgang	Für die Verzögerung wird der PDO Wert für den LED-Ausgang übernommen <ul style="list-style-type: none"> ◦ Verzögerung: „DOX Trigger delay“ → „Trigger delay“ [µs] oder CoE Index <u>0x8000:0B</u> [▶ 222] in [0,1 µs]
Synchron pulse inverted	Trigger-Ausgang hat eine fallende Flanke, wenn der LED-Ausgang eine steigende Flanke hat	Die separate Pulslänge für den Trigger-Ausgang wird im CoE eingestellt <ul style="list-style-type: none"> ◦ Pulslänge: <u>0x8004:05</u> [▶ 224] „Trigger out pulse length“ [0,1 µs]
Synchron pulse with separate trigger delay	Trigger-Ausgang hat eine steigende Flanke mit einer vorgegebenen Verzögerung, wenn der LED-Ausgang eine steigende Flanke hat	Die separate Verzögerung und Pulslänge für den Trigger-Ausgang werden im CoE eingestellt <ul style="list-style-type: none"> ◦ Verzögerung: <u>0x8004:06</u> [▶ 224] „Trigger out delay“ [0,1 µs] oder PDO <u>0x1607</u> [µs] „Trigger out delay“ was zusätzlich gemappt werden muss ◦ Pulslänge: <u>0x8004:05</u> [▶ 224] „Trigger out pulse length“ [0,1 µs]
Synchron pulse inverted with separate trigger delay	Trigger-Ausgang hat eine fallende Flanke mit einer vorgegebenen Verzögerung, wenn der LED-Ausgang eine steigende Flanke hat	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Pulslänge: <u>0x8004:05</u> [▶ 224] „Trigger out pulse length“ [0,1 µs]

- Einstellen in CoE-Index 0x8002:30 [▶ 223], ob der LED Puls durch eine steigende oder fallende Flanke am Trigger-Eingang erzeugt werden soll.
- Einstellen im CoE-Index 0x8004:03 [▶ 224], bei welchem Level am Trigger-Eingang der LED Ausgang geschaltet werden sollte (high ≥ 10 V, low ≥ 5 V).

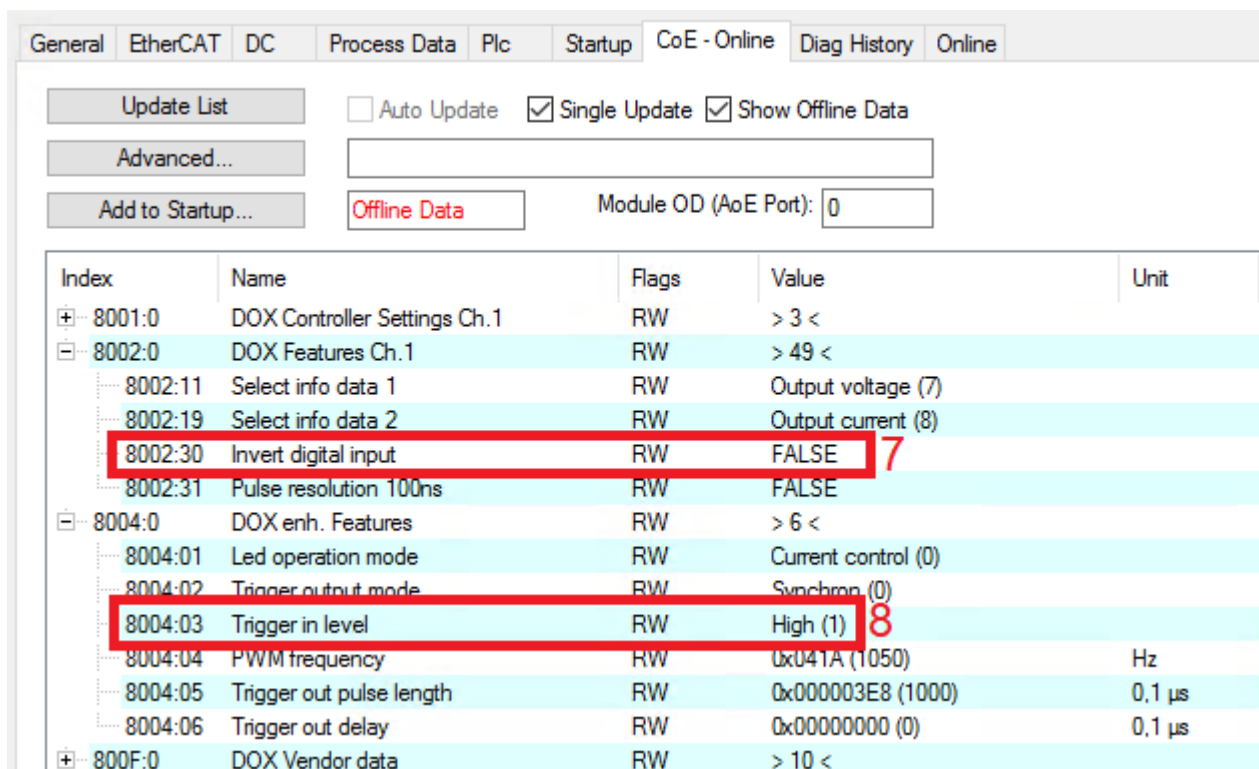


Abb. 208: Einstellungen in den CoE Objekten für die Kombination aus Trigger-Eingang und -Ausgang

9. Anschließen des Trigger-Signals an die Anschlüsse TrigIn+ (5) und TrigIn- (13)
10. Aktivieren des Trigger-Eingangs unter „DOX Control“ → „Control“ → „Input Trigger Enable“
11. Anschließen des anzusteuernenden Geräts (z. B. Kamera) an den Trigger-Ausgang TrigOut (2)
 - Das externe Gerät, welches über den Trigger-Ausgang angesteuert werden soll kann über TrigOut+ (3) und TrigOut- (4) versorgt werden.
 - Zur Reduzierung der Versorgungsspannung für das verwendete Gerät kann an die TrigExtDiv-Kontakte (10, 11, 12) ein externer Spannungsteiler angeschlossen werden (siehe [Anschluss an den Trigger-Ausgang \[► 185\]](#)).
12. Aktivieren des Trigger-Ausgangs unter „DOX Control“ → „Control“ → „Output Trigger Enable“
13. Prüfen, ob unter „DOX Status“ → „Status“ das „Ready to activate“-Bit 1 ist.
14. Aktivieren der Regelung unter „DOX Control“ → „Control“ „Enable“-Bit.
15. Einschalten des Ausgangs unter „DOX Control“ → „Control“ ein, indem Sie das „Output“-Bit aktivieren

5.7.3.3 Zeitverhalten

Der Trigger-Ausgang kann auch in Kombination mit dem Trigger-Eingang verwendet werden. Ein Signal am Trigger-Eingang kann dann sowohl den LED-Ausgang, als auch den Trigger-Ausgang aktivieren. Es gibt dabei verschiedene Möglichkeiten, wie Trigger-Eingangs (TriggerIn), LED Ausgang (LED Out) und Trigger-Ausgang (TriggerOut) miteinander kombiniert werden. Vier Möglichkeiten des zeitlichen Verhaltens sind in der folgenden Abbildung dargestellt. Die verschiedenen Möglichkeiten sind nachfolgend beschrieben.

Das TriggerIn Signal kann neben einer Flanke am Trigger-Eingang auch einem Signal aus der PLC (PLC Pulse) oder vorgegebenen Startzeit der Distributed Clocks (DC Pulse) entsprechen.

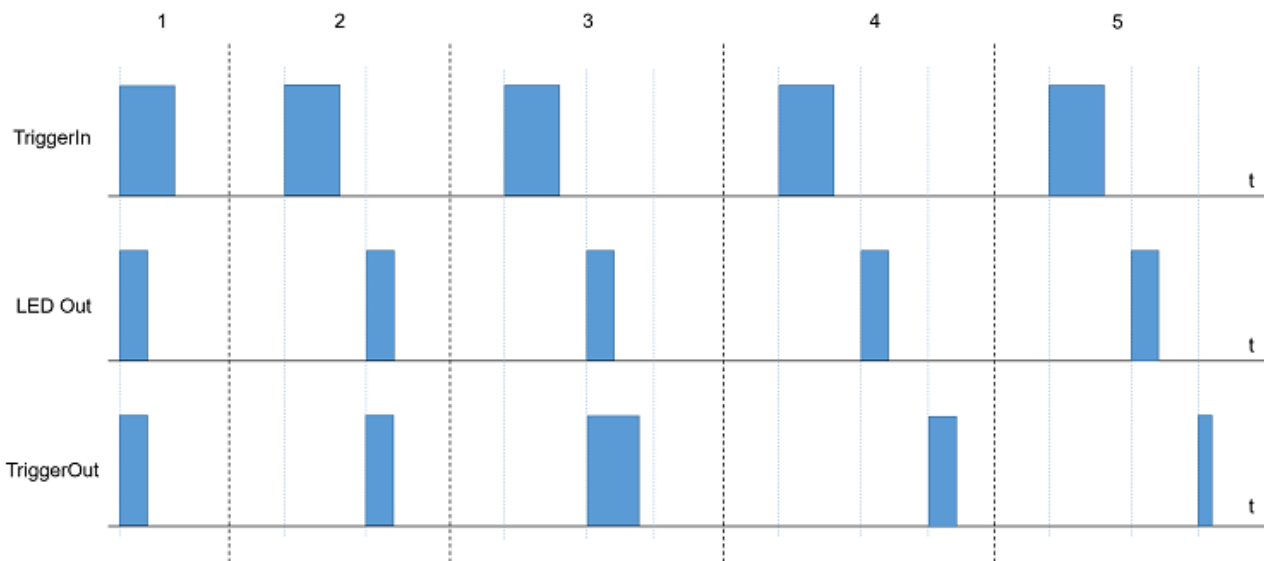


Abb. 209: Zeitverhalten bei der Kombination von Trigger-Eingang und Trigger-Ausgang

1. Bei einer steigenden Flanke am Trigger-Eingang schalten der LED Ausgang und der Trigger-Ausgang synchron zum Trigger-Eingang. Beide Ausgänge haben dieselbe Pulslänge.
2. Der LED Ausgang und der Trigger-Ausgang haben eine einheitliche Verzögerung zur steigenden Flanke am Trigger-Eingang. Beide Ausgänge (LED Out, TriggerOut) schalten synchron mit derselben Pulslänge.
3. Der LED Ausgang und der Trigger-Ausgang haben eine einheitliche Verzögerung zur steigenden Flanke am Trigger-Eingang. Beide Ausgänge (LED Out, TriggerOut) schalten synchron mit unterschiedlichen Pulslängen.
4. Der LED Ausgang und der Trigger-Ausgang haben Verzögerungen zur steigenden Flanke am Trigger-Eingang. Die Verzögerungen sind jedoch für beide Ausgänge unterschiedlich parametrisiert, sodass die Ausgänge nicht synchron schalten. Beide Ausgänge haben dieselbe Pulslänge.
5. Der LED Ausgang und der Trigger-Ausgang haben Verzögerungen zur steigenden Flanke am Trigger-Eingang. Die Verzögerungen sind jedoch für beide Ausgänge unterschiedlich parametrisiert, sodass die Ausgänge nicht synchron schalten. Die Ausgänge haben unterschiedliche Pulslängen.

Bei der Parametrierung ist es also möglich die unterschiedlichen Verzögerungen für den LED Ausgang, sowie den Trigger-Ausgang zu setzen, als auch die Pulslänge der beiden Ausgangssignale unabhängig voneinander einzustellen.

Dabei ist jedoch zu beachten, dass es die Verzögerung zwischen Trigger-Eingang und Trigger-Ausgang bedingt durch interne Faktoren in der Klemme nicht Null sein kann. Zwischen Trigger-Eingang und Trigger-Ausgang gibt es immer eine Verzögerung von circa 2 μs . Diese Grundverzögerung von 2 μs wirkt als Offset auf das eingestellte Delay. Der Offset von 2 μs muss also auch bei allen eingestellten Verzögerungswerten (unabhängig ob eingestellt über PDO oder CoE) beachtet werden. Die sich ergebende Verzögerung beträgt immer

$$\text{Reale Verzögerung} = \text{Eingestellte Verzögerung} + \text{Offset}$$

Die beschriebene Grundverzögerung ist in der folgenden Abbildung sichtbar. Außerdem hat die Ausgabe am Trigger-Ausgang einen Jitter von ± 500 ns, wobei das Maximum von +500 ns nur selten auftritt.

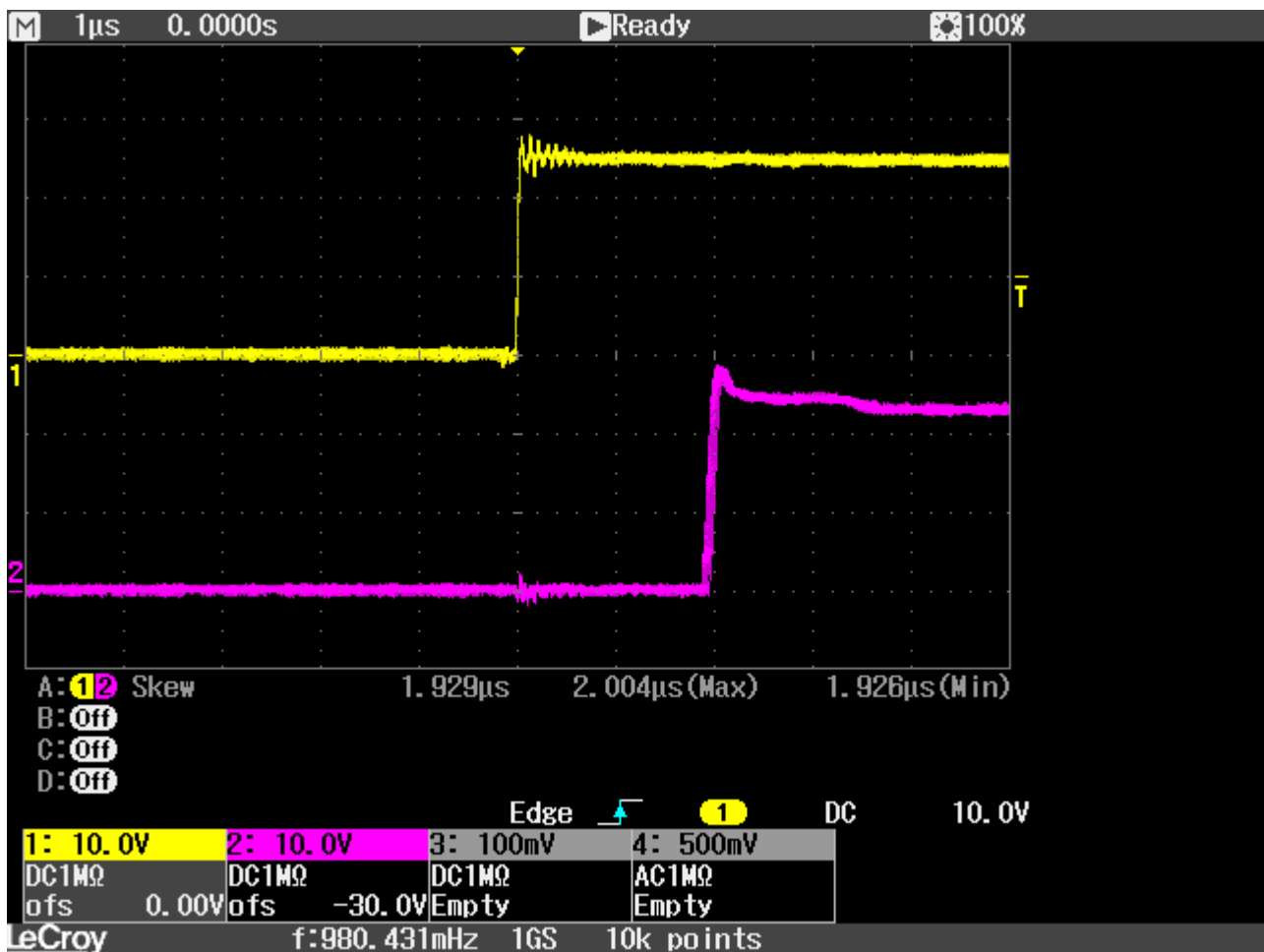


Abb. 210: Grundverzögerung zwischen Trigger-Eingang und Trigger-Ausgang

Das gelbe Signal (Channel 1) zeigt den Eingangstrigger. Dieses Signal wird von einer EL2202 erzeugt. Um ein zuverlässiges, reproduzierbares Verhalten am Trigger-Ausgang zu erlangen ist es zwingend notwendig am Trigger-Eingang ein Signal mit steilen Flanken zu verwenden. Das lila Signal (Channel 2) zeigt den Trigger-Ausgang. Der Trigger-Ausgang wird so parametrierung, dass das eingestellte Delay des Trigger-Ausgangs Null beträgt. Durch die vorherig beschriebene Grundverzögerung stellt sich eine Verzögerung im Bereich von 1,9 μs bis 2,0 μs ein.

Im Folgenden wird das Vorgehen zur Inbetriebnahme beschrieben:

1. Grenzstrom in Index [0x8000:02](#) [[▶ 222](#)] „Target current“ in der Einheit mA
2. Eingangsspannung in Index [0x8000:03](#) [[▶ 222](#)] „Supply voltage“ in der Einheit 0,01 V
3. Gewünschte Ausgangsspannung in Index [0x8000:04](#) [[▶ 222](#)] „Output voltage“ in der Einheit 0,01 V
4. Betriebsart im CoE-Verzeichnis in Index [0x8004:01](#) [[▶ 224](#)] auf „Current Control trigger pulse“

5. Predefined PDO Assignments auf „External trigger input (with info data)“
6. Impulslänge des LED Ausgangs (und des Trigger-Ausgangs) über „DOX Impulse length“ → „Impulse length“ in der Einheit μs vorgeben. Die Auflösung der Zeitangabe kann über CoE-Index [0x8002:31](#) [[▶ 223](#)] *Pulse resolution 100 ns* von 1 μs auf 100 ns reduziert werden.
7. Soll eine eigene Pulslänge für den Trigger-Ausgang vorgegeben werden, muss im CoE-Index [0x8004:20](#) [[▶ 224](#)] „Trigger output mode“ „Synchron pulse with separate trigger delay“ (5) oder „Synchron pulse inverted with separate trigger delay“ (6) aktiviert werden.
8. Nur wenn 7. ausgeführt wurde: Eine separate Impulslänge für den Trigger-Ausgang kann dann über das CoE-Index [0x8004:05](#) [[▶ 224](#)] „Trigger out impulse length“ vorgegeben werden.
9. Angeben der Verzögerung des LED Ausgangs (und des Ausgangstriggers) zum Trigger-Signal über „DOX Trigger delay“ → „Trigger delay“ in der Einheit μs . Die Auflösung der Zeitangabe kann über CoE-Index [0x8002:31](#) [[▶ 223](#)] *Pulse resolution 100 ns* von 1 μs auf 100 ns reduziert werden. Alternativ kann die Verzögerung fest vorgegeben werden in CoE-Index [0x8000:0B](#) [[▶ 222](#)] in der Einheit 0,1 μs .
10. Nur wenn eine Verzögerung für den Trigger-Ausgang vorgegeben werden soll und 7. ausgeführt wurde: Eine separate Verzögerung für den Trigger-Ausgang kann dann über CoE-Index [0x8004:06](#) [[▶ 224](#)] „Trigger out delay“ oder über PDO 0x1607 „Trigger out delay“ vorgegeben werden.
11. In CoE-Index [0x8002:30](#) [[▶ 223](#)] angeben, ob der LED Puls durch eine steigende oder fallende Flanke am Trigger-Eingang erzeugt werden soll
12. In CoE-Index [0x8004:03](#) [[▶ 224](#)] vorgeben, bei welchem Level am Trigger-Eingang der LED-Ausgang geschaltet werden sollte (high $\geq 10\text{ V}$, low $\geq 5\text{ V}$)
13. Anschließen des Trigger-Signals an die Anschlüsse TrigIn+ (5) und TrigIn- (13)
14. Aktivieren des Trigger-Eingangs unter „DOX Control“ → „Control“ → „Input Trigger Enable“
15. Anschließen des anzusteuernenden Geräts (z. B. Kamera) an den Trigger-Ausgang TrigOut (2). Das externe Gerät, was über den Trigger-Ausgang angesteuert werden soll kann über TrigOut+ (3) und TrigOut- (4) versorgt werden. Zur Reduzierung der Versorgungsspannung für das verwendete Gerät kann an die TrigExtDiv-Kontakte (10, 11, 12) ein [externer Spannungsteiler](#) [[▶ 185](#)] angeschlossen werden.
16. Aktivieren des Trigger-Ausgangs unter „DOX Control“ → „Control“ → „Output Trigger Enable“
17. Prüfen, ob unter „DOX Status“ → „Status“ das „Ready to activate“-Bit 1 ist
18. Aktivieren der Regelung unter „DOX Control“ → „Control“ „Enable“-Bit
19. Einschalten des Ausgangs unter „DOX Control“ → „Control“ ein, indem das „Output“-Bit aktiviert wird

5.8 Betrieb einer mehrfarbigen Common Anode LED

Mehrfarbige LEDs bestehen in der Regel aus mehreren einzelnen, unterschiedlich farbigen LEDs, die miteinander in einem LED-Gehäuse miteinander verschaltet sind. Dabei gibt es unterschiedliche Verschaltungsarten, die im Kapitel Grundlagen der LED-Technologie [▶ 24] unter Typische Bauformen von mehrfarbigen LEDs [▶ 34] näher beschrieben sind.

Eine häufig verwendete Art der Verschaltung von mehrfarbigen LEDs ist Common Anode (dt.: gemeinsame Anode). Die Anoden der unterschiedlich farbigen LEDs sind dabei miteinander verbunden. Jede LED hat eine eigene, nach außen geführte Kathode, über die die einzelnen unterschiedlich farbigen LEDs in der mehrfarbigen LED dann angesteuert werden können.

Mit der EL2596 können nur Common Anode LEDs angesteuert werden. Es werden außerdem so viele EL2596 benötigt, wie die LED Farben hat. Eine RGB-LED hat drei Farben (Rot, Grün, Blau), jede Farbe benötigt eine eigene EL2596 zur Ansteuerung, sodass drei EL2596 für eine RGB-LED benötigt werden.

Eine Ansteuerung ist sowohl spannungsgeregelt im Betriebsmodus „Voltage control PWM“, als auch stromgeregelt ab FW04 im Betriebsmodus „Current Sink PWM“ möglich.

Der Anschluss einer RGB-LED, der sinnbildlich auch für RGB-LED-Streifen oder mehrfarbige LEDs mit anderen/mehr Farben steht, ist in der folgenden Abbildung gezeigt.

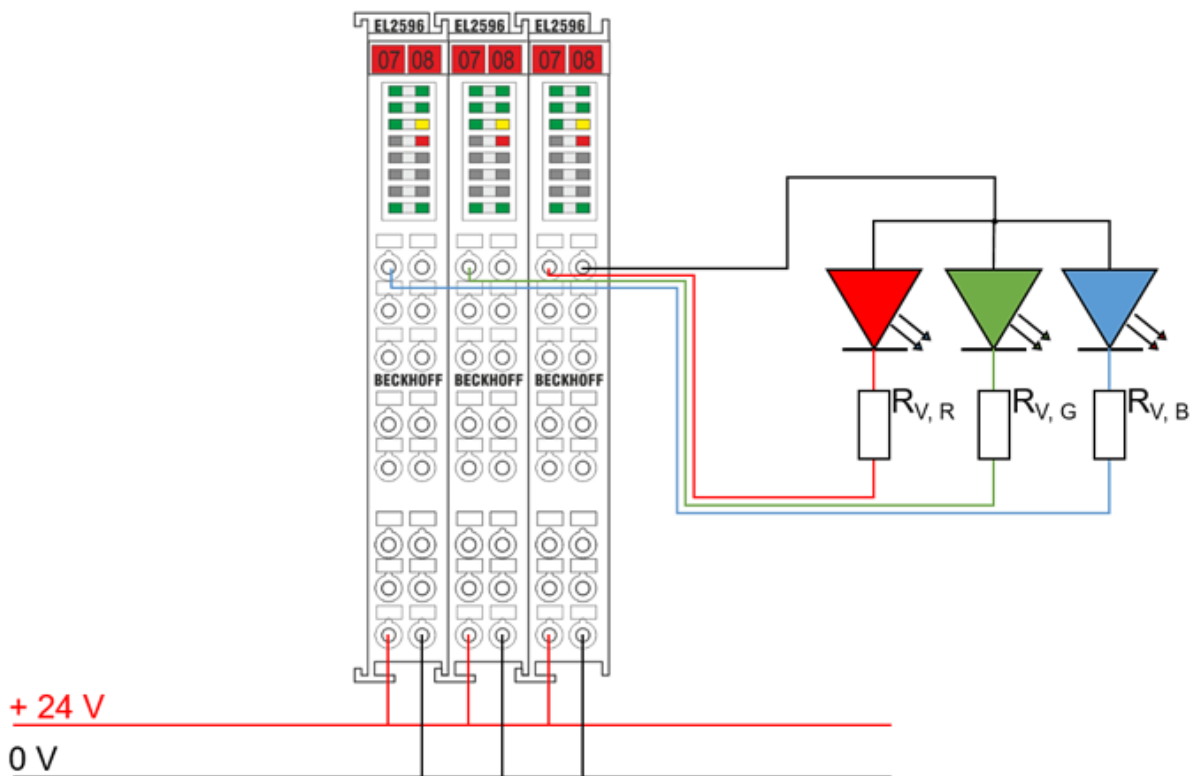


Abb. 211: Common Anode RGB-LED an drei EL2596

i Betrieb von mehrfarbigen Common Anode LEDs im Spannungsbetrieb

Soll eine mehrfarbige Common Anode LED bzw. LED Streife spannungsgeregelt angesteuert werden kann auch die EL2564 verwendet werden. Dabei handelt es sich um eine 4-Kanal-LED-Ausgangsklemme mit flexibler Ausgangsspannung zwischen 5...48 V DC.

5.8.1 Spannungsgeregelter Modus

Im spannungsgeregelten Modus müssen mehrfarbige LEDs immer mit einem Vorwiderstand eingesetzt werden, um die LEDs vor der Zerstörung zu schützen. Die Inbetriebnahme und Ansteuerung einer mehrfarbigen Common Anode LED im spannungsgeregelten Modus ist im Folgenden beschrieben. Wenn nicht anders vermerkt, muss der beschriebene Schritt für alle EL2596 mit der mehrfarbigen Common Anode LED vorgenommen werden.

1. Nenn-/Grenzstrom der LED in Index [0x8000:02](#) [[▶ 222](#)] „Target current“ in der Einheit mA.
2. Eingangsspannung in Index [0x8000:03](#) [[▶ 222](#)] „Supply voltage“ in der Einheit 0,01 V.
3. Gewünschte Ausgangsspannung in Index [0x8000:04](#) [[▶ 222](#)] „Output voltage“ in der Einheit 0,01 V.
Dieser Wert muss bei allen EL2596 die mit der mehrfarbigen Common Anode LED betrieben werden identisch sein.
4. Betriebsart im CoE-Verzeichnis in Index [0x8004:01](#) [[▶ 224](#)] auf „Voltage Control PWM“

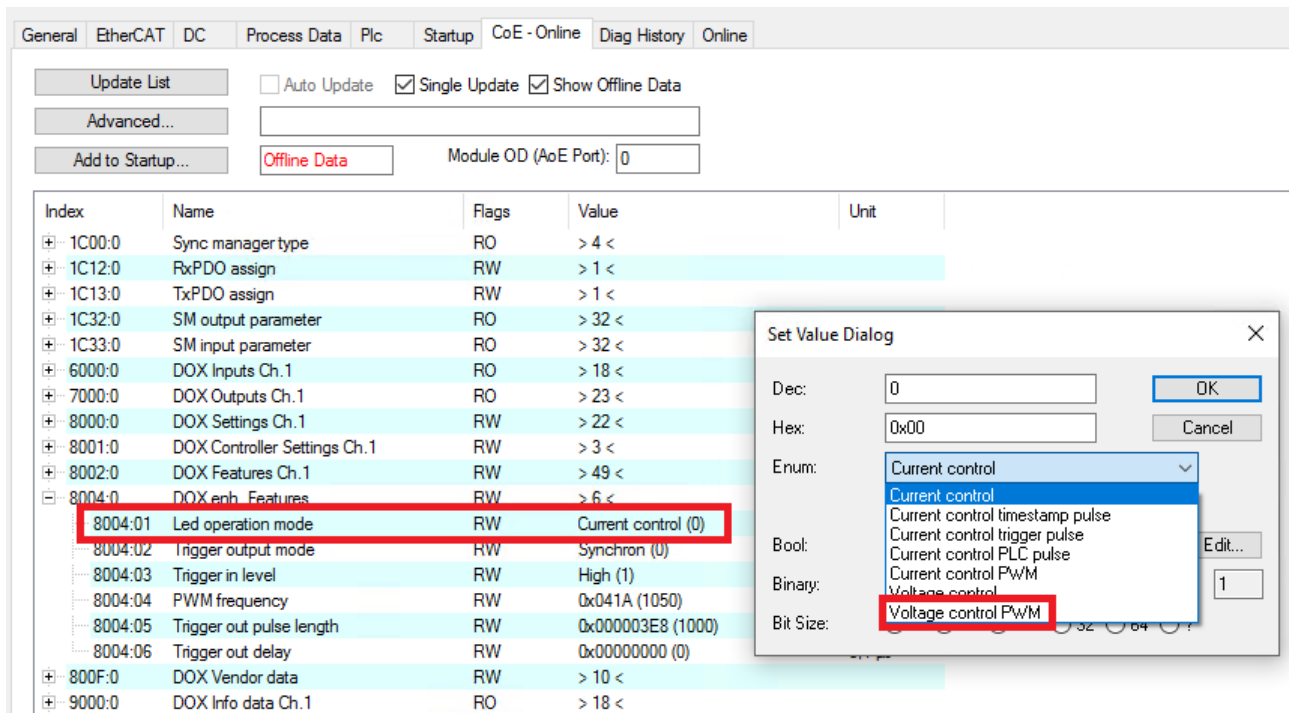


Abb. 212: Einstellung Betriebsmodus „Voltage control PWM“

5. Predefined PDO Assignments auf „PWM (with info data)“ einstellen

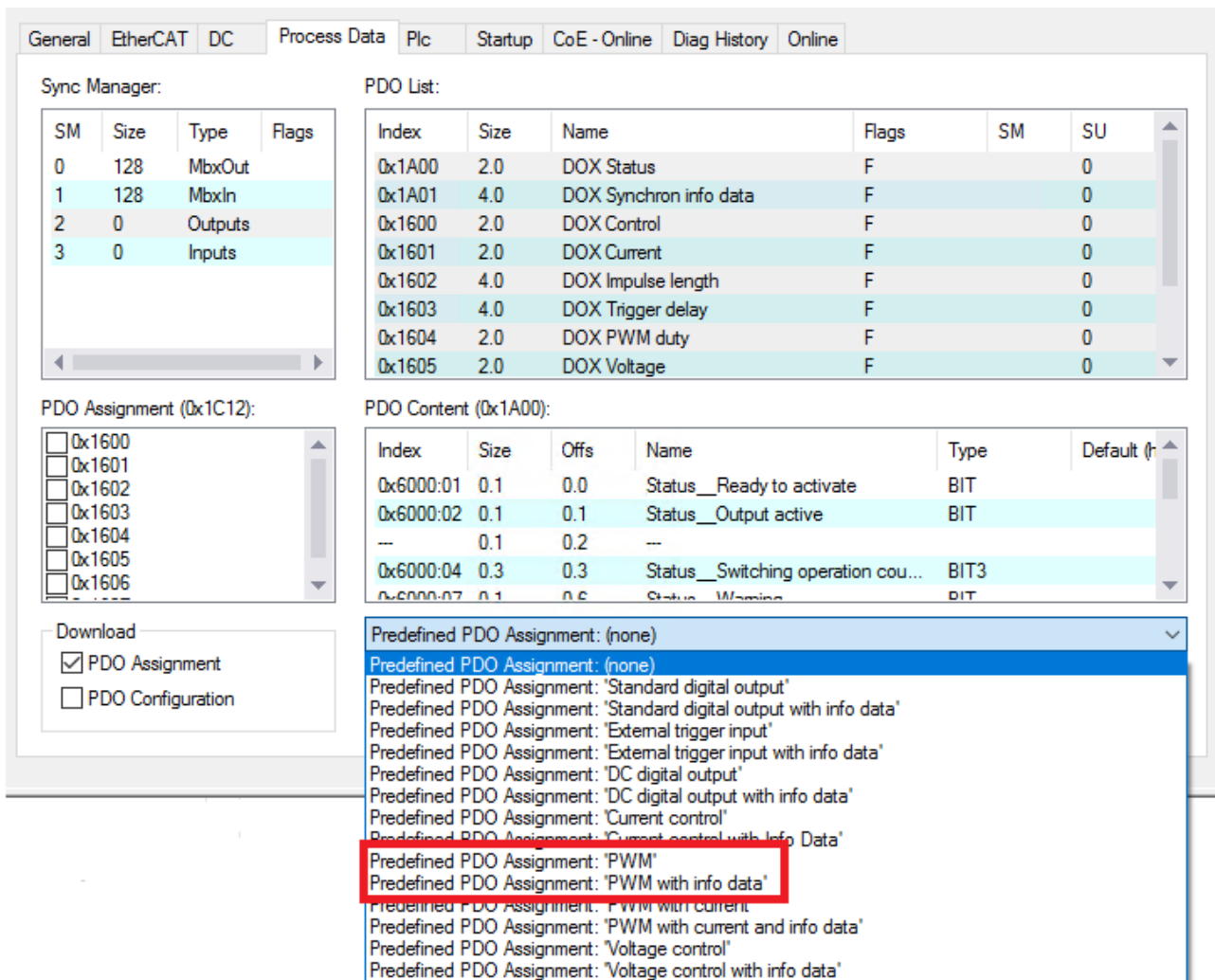


Abb. 213: Einstellung PDO „PWM (with info data)“

6. Für jede Farbe (jede EL2596) kann dann der PWM duty cycle unter „DOX PWM duty“ → „PWM duty“ angegeben werden. Je höher der angegebene duty cycle, umso heller die Farbe. Die sichtbare emittierte Farbe ergibt sich aus der Mischung der Farben in der mehrfarbigen LED.
7. Prüfen Sie, ob unter „DOX Status“ → „Status“ das „Ready to activate“-Bit 1 ist.
8. Aktivieren der Regelung unter „DOX Control“ → „Control“ das „Enable“-Bit.
9. Einschalten des LED-Ausgangs unter „DOX Control“ → „Control“ ein, indem das „Output“-Bit aktiviert wird.

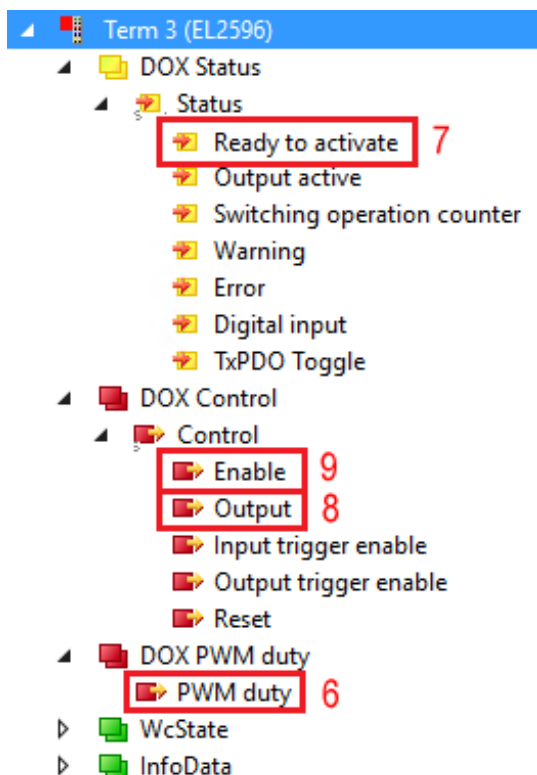


Abb. 214: Aktivieren des Ausgangs im Betriebsmodus „Voltage control PWM“

5.8.2 Stromgeregelter Modus

Auch ein stromgeregelter Betrieb von mehrfarbigen Common Anode LEDs ist ab der FW04 mit der EL2596 möglich. Hierbei können LEDs auch ohne Vorwiderstand betrieben werden. Dazu muss der Betriebsmodus „Current Sink PWM“ verwendet werden. Die Inbetriebnahme ist im Kapitel [Current Sink PWM](#) [▶ 163] Schritt-für-Schritt beschrieben.

Der Anschluss in diesem Modus ist wie oben abgebildet möglich. Dann sollte die Farbe, die die höchste Spannung benötigt auch die Spannung für die anderen Farben liefern. An der Klemme, an der die Kathode der LED mit der höchsten Spannung angeschlossen ist, ist also auch die Anode an LED+ (9) angeschlossen. Diese Klemme darf dann **nicht** im „Current Sink PWM“-Modus sein, sondern im „Current Control“ oder „Current Control PWM“. Die anderen LED Farben werden dann an je einen LED- (1) einer EL2596 angeschlossen, die im „Current Sink PWM“-Modus betrieben wird. Alternativ kann die Anode über eine externe Versorgung angeschlossen werden, dann werden alle EL2596 im „Current Sink PWM“-Modus betrieben.

5.9 Prozessdaten

Die Prozessdatenübersicht listet die detaillierte PDO-Auswahl auf. Für den Betrieb unter TwinCAT sind diese Angaben üblicherweise nicht nötig, da sie von der Konfigurationsoberfläche über die Prozessdatenvorauswahl einfach konfiguriert werden kann.

5.9.1 Prozessdatenübersicht

Die manuelle Prozessdatenzuordnung ist erforderlich bei TwinCAT bis Version 2.10.

Sync Manager (SM)

Der Umfang der angebotenen Prozessdaten kann über den Reiter „Prozessdaten“ verändert werden (siehe Abb. *Karteireiter Prozessdaten SM2, EL2596 (default)*).

Dem Output-SyncManager 2 können die PDOs aus dem Bereich 0x160n (0x1600 bis 0x1604) zugeordnet werden, s. Abb. *Karteireiter Prozessdaten SM2, EL2596 (default)*.

Dem Input-Sync Manager 3 die PDOs aus dem Bereich 0x1A0n (0x1A00 bis 0x1A02). S. Abb. *Karteireiter Prozessdaten SM3, EL2596 (default)*.

Nicht alle Kombinationen sind technisch sinnvoll.

Sync Manager:

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

PDO List:

Index	Size	Name	Flags	SM	SU
0x1A00	2.0	DOX Status	F	3	0
0x1A01	4.0	DOX Synchron info data	F		0
0x1600	2.0	DOX Control	F	2	0
0x1601	2.0	DOX Current	F		0
0x1602	4.0	DOX Impulse length	F		0
0x1603	4.0	DOX Trigger delay	F		0
0x1604	2.0	DOX PWM duty	F		0
0x1605	2.0	DOX Voltage	F		0
0x1606	8.0	DOX DC start time	F		0
0x1607	4.0	DOX Trigger out delay	F		0

PDO Assignment (0x1C12):

- 0x1600
- 0x1601
- 0x1602
- 0x1603
- 0x1604
- 0x1605
- 0x1606
- 0x1607

Download

PDO Assignment

PDO Configuration

PDO Content (0x1A00):

Index	Size	Offs	Name	Type	Default (hex)
0x6000:01	0.1	0.0	Status__Ready to activate	BIT	
0x6000:02	0.1	0.1	Status__Output active	BIT	
---	0.1	0.2	---		
0x6000:04	0.3	0.3	Status__Switching operation cou...	BIT3	
0x6000:07	0.1	0.6	Status__Warning	BIT	
0x6000:08	0.1	0.7	Status__Error	BIT	
---	0.3	1.0	---		
0x6000:0C	0.1	1.3	Status__Digital input	BIT	
---	0.3	1.4	---		

Predefined PDO Assignment: 'Standard digital output'

Load PDO info from device

Sync Unit Assignment...

Abb. 215: Karteireiter Prozessdaten SM2, EL2596 (default)

Sync Manager:

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

PDO List:

Index	Size	Name	Flags	SM	SU
0x1A00	2.0	DOX Status	F	3	0
0x1A01	4.0	DOX Synchron info data	F		0
0x1600	2.0	DOX Control	F	2	0
0x1601	2.0	DOX Current	F		0
0x1602	4.0	DOX Impulse length	F		0
0x1603	4.0	DOX Trigger delay	F		0
0x1604	2.0	DOX PWM duty	F		0
0x1605	2.0	DOX Voltage	F		0
0x1606	8.0	DOX DC start time	F		0
0x1607	4.0	DOX Trigger out delay	F		0

PDO Assignment (0x1C13):

0x1A00
 0x1A01

PDO Content (0x1A00):

Index	Size	Offs	Name	Type	Default (hex)
0x6000:01	0.1	0.0	Status__Ready to activate	BIT	
0x6000:02	0.1	0.1	Status__Output active	BIT	
--	0.1	0.2	--		
0x6000:04	0.3	0.3	Status__Switching operation cou...	BIT3	
0x6000:07	0.1	0.6	Status__Warning	BIT	
0x6000:08	0.1	0.7	Status__Error	BIT	
--	0.3	1.0	--		
0x6000:0C	0.1	1.3	Status__Digital input	BIT	
--	0.3	1.4	--		

Download

PDO Assignment
 PDO Configuration

Predefined PDO Assignment: 'Standard digital output'

Load PDO info from device

Sync Unit Assignment...

Abb. 216: Karteireiter Prozessdaten SM3, EL2596 (default)

Manuelle PDO-Zuordnung

Zur Konfiguration der Prozessdaten markieren Sie im oberen linken Feld „Sync Manager“ (siehe Abb. *Karteireiter Prozessdaten SM3, EL2596 (default)*) den gewünschten Sync Manager (editierbar sind hier SM 2 + 3). Im Feld darunter „PDO Zuordnung“ können dann die diesem Sync Manager zugeordneten Prozessdaten an- oder abschaltet werden. Ein Neustart des EtherCAT-Systems oder Neuladen der Konfiguration im Config-Modus (F4) bewirkt einen Neustart der EtherCAT-Kommunikation und die Prozessdaten werden von der Klemme übertragen.

SM2, PDO-Zuordnung 0x1C12				
Index	Index ausgeschlossener PDOs	Größe (Byte.Bit)	Name	PDO Inhalt Index - Name
0x1600 (default)	-	2.0	DOX Control	0x7000:01 - Enable 0x7000:02 - Output 0x7000:04 - Input trigger enable 0x7000:05 - Input trigger enable 0x7000:08 - Reset
0x1601	0x1605	2.0	DOX Current	0x7000:11 - Output current
0x1602	-	4.0	DOX Impulse length	0x7000:12 - Impulse length
0x1603	-	4.0	DOX Trigger delay	0x7000:13 - Trigger delay
0x1604	-	2.0	DOX PWM duty	0x7000:14 - PWM duty
0x1605	0x1601	2.0	DOX Voltage	0x7000:15 - Output voltage
0x1606	-	8.0	DOX DC start time ausschließlich in Verbindung mit DC-Betriebsart möglich!	0x7000:16 - DC Start time
0x1607	-	2.0	DOX Trigger out delay	0x7000:17 - Trigger out delay

SM3, PDO-Zuordnung 0x1C13				
Index	Index ausgeschlossener PDOs	Größe (Byte.Bit)	Name	PDO Inhalt Index - Name
0x1A00 (default)	-	2.0	DOX Status	0x6000:01 - Ready to activate 0x6000:02 - Output active 0x6000:04 - Switching operation counter 0x6000:07 - Warning 0x6000:08 - Error 0x6000:0C - Digital input 0x6000:10 - TxPDO Toggle
0x1A01	-	4.0	DOX Synchron info data	0x6000:11 - Info data 1 0x6000:12 - Info data 2

5.9.2 Prozessdatenvorauswahl

Ein EtherCAT Gerät bietet üblicherweise mehrere verschiedene Prozessdatenobjekte (PDO) für Input- und Outputdaten an, die im System Manager konfiguriert d. h. zur zyklischen Übertragung aktiviert oder deaktiviert werden können. Die entsprechende Übersicht siehe weiter unten. Dabei ist auf Kompatibilität von In- und Output-PDO zu achten.

Ab TwinCAT 2.11 können bei den lt. ESI/XML-Beschreibung dafür vorgesehenen EtherCAT-Geräten die Prozessdaten für Input und Output gleichzeitig durch entsprechende vordefinierte Sätze aktiviert werden, „Predefined PDO“.

Die EL2596 verfügt im Tab „Prozessdaten“



Abb. 217: Reiter „Prozessdaten“

über folgende „Predefined PDO“ Sätze:

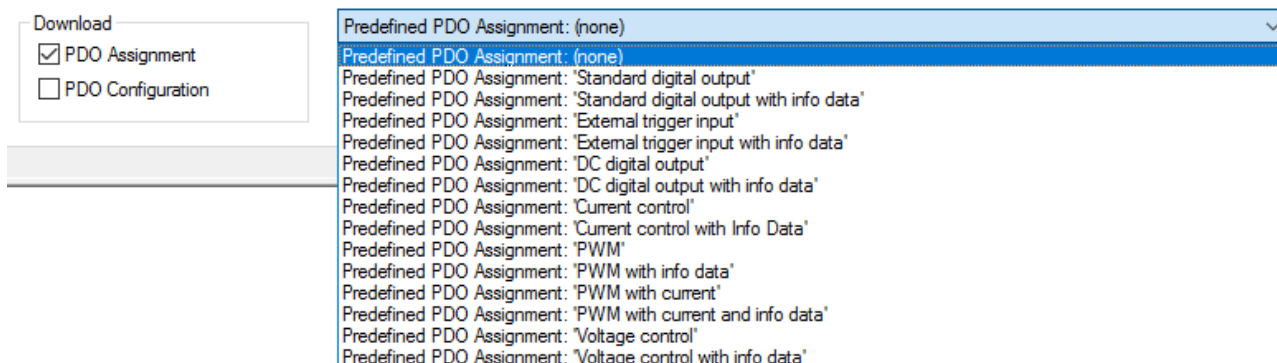


Abb. 218: TwinCAT System Manager mit der PDO-Auswahl

Im Einzelnen setzen sich die Sätze wie folgt zusammen:

Betriebsart	Name	SM2, PDO-Zuordnung	SM3, PDO-Zuordnung
Stromgeregelter Ausgang	Standard digital output (default Einstellung)	0x1600	0x1A00
	Standard digital output with info data	0x1600	0x1A00 0x1A01
	External trigger input	0x1600 0x1601 0x1602 0x1603	0x1A00
	External trigger input with info data	0x1600 0x1601 0x1602 0x1603	0x1A00 0x1A01
	DC digital output	0x1600 0x1601 0x1602 0x1606	0x1A00
	DC digital output with info data	0x1600 0x1601 0x1602 0x1606	0x1A00 0x1A01
	Current Control	0x1600 0x1601	0x1A00
	Current Control with info data	0x1600 0x1601	0x1A00 0x1A01
	PWM with current	0x1600 0x1601 0x1604	0x1A00
	PWM with current and info data	0x1600 0x1601 0x1604	0x1A00 0x1A01
Spannungsgeregelter Ausgang	Voltage control	0x1600 0x1605	0x1A00
	Voltage control with info data	0x1600 0x1601	0x1A00 0x1A01
	PWM	0x1600 0x1604	0x1A00
	PWM with info data	0x1600 0x1604	0x1A00 0x1A01

5.9.3 Erläuterung der Prozessdaten

Standard digital output (default)

Mit dieser Standard-PDO-Zuordnung können die Ausgänge direkt beschrieben, d. h. die angeschlossenen Aktoren direkt frame-getriggert geschaltet werden.

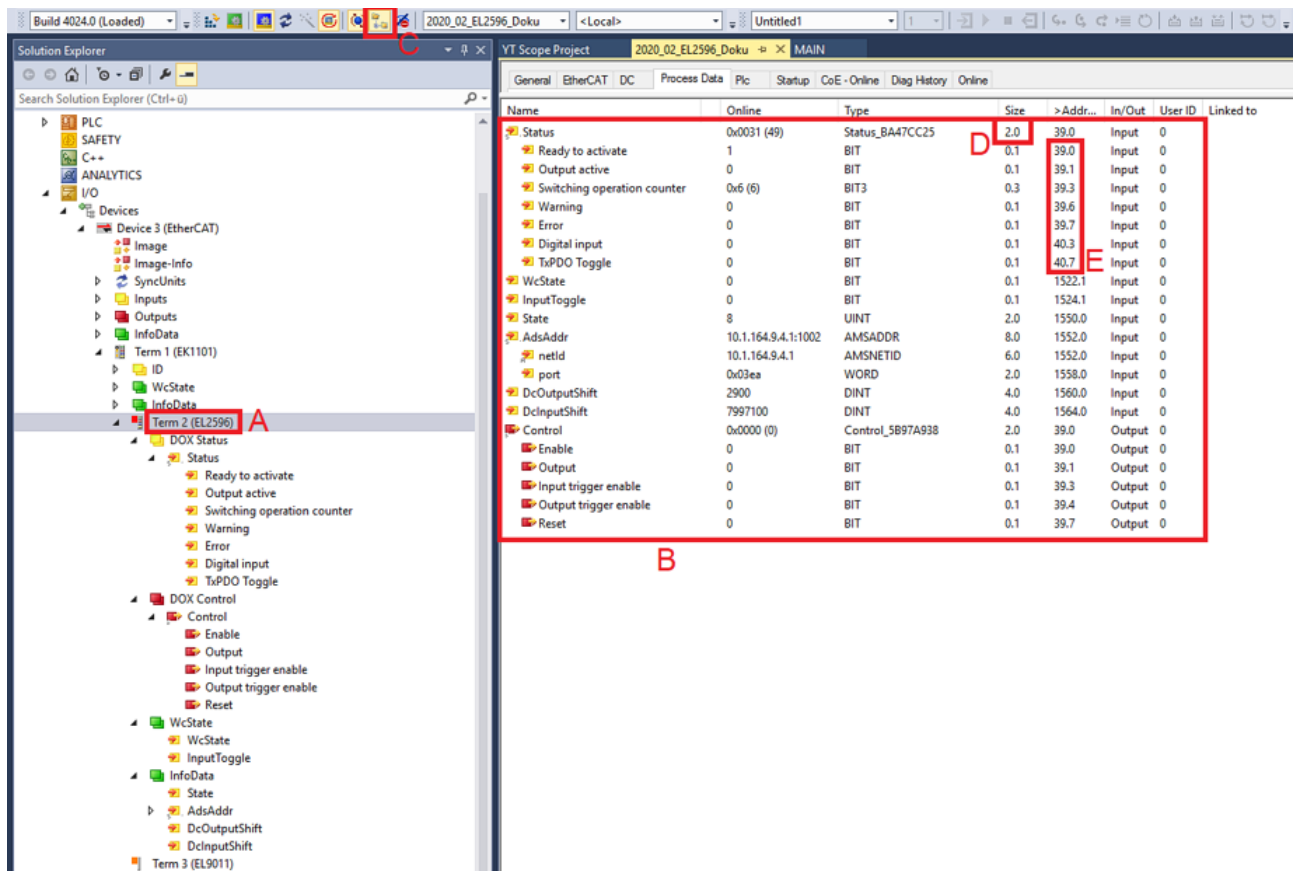


Abb. 219: Standard Prozessabbild EL2596

Die EL2596 (A) verfügt über Ein- und Ausgangsvariablen. Diese sind im Baum aufklappbar sichtbar (A). Sie werden auch in der Detailansicht (B) dargestellt, wenn die entsprechende Anzeigefunktion (C) aktiviert ist.

Die Bitbedeutung d. h. Offsetposition kann dann auch unter Berücksichtigung der Variablengröße (D) der Speicherbelegungsanzeige (E) entnommen werden.

Es kann sowohl der Sammelname z. B. *Status* wie auch die einzelne Bitvariable wie z. B. *Output active* verlinkt werden, aber nicht beide zugleich.

Eingangsdaten			
Sammelname	Name	Beschreibung / Funktion	Bitposition [0..15]
Status	Ready to activate	Die Klemme signalisiert hier ihre Betriebsbereitschaft. Dieses Bit ist 0, wenn ein Fehler vorliegt. Zur Diagnose siehe EL2596-xxxx spezifische Diagnose (▶ 209)	0
	Output active	Der Ausgang ist aktiv geschaltet.	1
	Switching operation counter		3
	Warning	Es ist ein Warnung aufgetreten -> „Diag data“ (Index 0xA000) auswerten.	6
	Error	Es ist ein Fehler aufgetreten und der Ausgangstreiber ist deaktiviert -> „Diag data“ (Index 0xA000) auswerten.	7
	Digital input	Der Status vom digitalen Eingang wird hier zurückgegeben.	11
	TxPDO Toggle	Wechselt bei jedem Prozessdatenaustausch seinen Zustand.	15
WcState		Sollwert im Betrieb: 0 Jedes Datagramm der EL2596 zeigt hier seinen Bearbeitungszustand an. Dadurch kann die EL2596 auf korrekte Prozessdatenkommunikation überwacht werden.	
InputToggle			
State		Sollwert im Betrieb: 8 Zustandsanzeige der „EtherCAT State Machine“	
AdsAddr		AMS-Adresse des zuständigen EtherCAT-Masters im Format „0.0.0.0.0.0“. Außerdem die für diesen Slave gültige Portnummer. Wird für azyklische Zugriffe zur Laufzeit auf das CoE benötigt.	

Ausgangsdaten			
Sammelname	Name	Beschreibung / Funktion	Bitposition [0..15]
Control	Enable	Regelung aktivieren	0
	Output	Ausgang aktiv schalten	1
	Input trigger enable	Aktivieren des digitalen Eingangs als Trigger Eingang	3
	Output trigger enable	Aktivieren des digitalen Ausgangs als Trigger Ausgang	
	Reset	Rücksetzen eines Fehlers	7

Standard digital output with InfoData

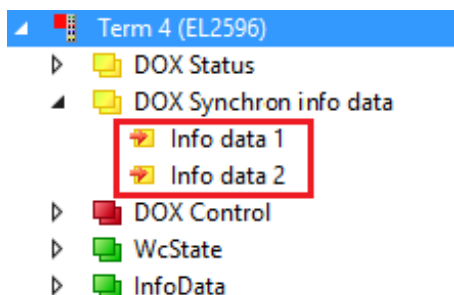


Abb. 220: Zusätzliche Informationsdaten

Für genauere Informationen über den Zustand der Aktoren bzw. der Treiberstufe können pro Kanal zwei weitere zyklische Datenworte eingeblendet werden. Die jeweilige Auswahl ist über den entsprechenden Index [0x8002:11 \[▶ 223\]](#) bzw. [0x8002:19 \[▶ 223\]](#) im CoE zu konfigurieren. Wählbar sind unter anderen z. B. die Innentemperatur der Klemme oder der aktuelle Strom durch den angeschlossenen Aktor.

Eingangsdaten	
Name	Beschreibung / Funktion
Info data 1	Zusätzliche Kanal-Informationen, Festlegung in 0x8002:11
Info data 2	Zusätzliche Kanal-Informationen, Festlegung in 0x8002:19

External trigger input

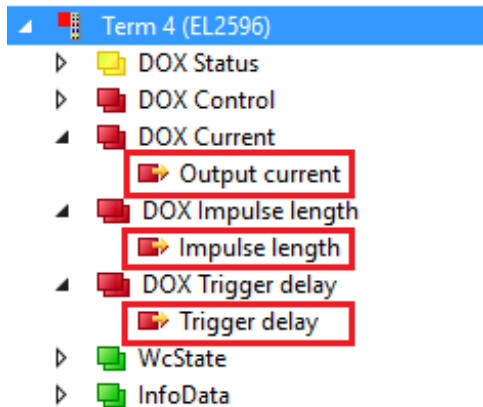


Abb. 221: Zusätzliche Prozessdaten beim „External trigger input“ -Betrieb

Zusätzlich zu den Variablen des „Standard digital output“-Betriebs gibt es noch die folgenden Variablen:

Ausgangsdaten	
Name	Beschreibung / Funktion
Output current	Angabe des Sollstroms für die Stromregelung in der Einheit mA
Impulse length	Gibt die Länge der Ausgangsimpulse vor. Die Einheit ist 1 µs. Die Auflösung der Zeitangabe kann über CoE-Index 0x8002:31 [▶ 223] <i>Pulse resolution 100 ns</i> von 1 µs auf 100 ns reduziert werden.
Trigger delay	Bestimmt die Länge der Verzögerung vom Zeitpunkt des digitalen Eingangs bis zum Schalten des Ausgangs. Die Einheit ist 1 µs. Die Auflösung der Zeitangabe kann über CoE-Index 0x8002:31 [▶ 223] <i>Pulse resolution 100 ns</i> von 1 µs auf 100 ns reduziert werden.

External trigger input with InfoData

Wie bei den Standard-Daten können auch im „External trigger input“-Betrieb zusätzliche Informationsdaten eingeblendet werden. Siehe oben.

DC Digital output

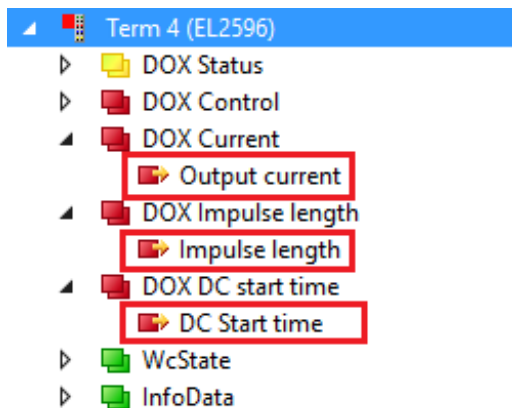


Abb. 222: Zusätzliche Prozessdaten bei Distributed-Clocks-Betrieb

Bei Distributed-Clocks-Betrieb arbeitet die EL2596 nach Zeitstempelauftrag. Entsprechend ist das Prozessabbild, wie in Abbildung *Zusätzliche Prozessdaten bei Distributed-Clocks-Betrieb* aufgebaut.

Ausgangsdaten	
Name	Beschreibung / Funktion
Output current	Angabe des Sollstroms für die Stromregelung in der Einheit mA
Impulse length	Gibt die Länge der Ausgangsimpulse vor. Die Einheit ist 1 μ s. Die Auflösung der Zeitangabe kann über das CoE Objekt 0x8002:31 223 <i>Pulse resolution</i> 100 ns von 1 μ s auf 100 ns reduziert werden.
DC Start time	64 Bit Wert des nächsten gewünschten Schalterereignisses. Die Daten der DC-Zeit: <ul style="list-style-type: none"> • Startzeitpunkt 1.1.2000 • Auflösung 1 Bit = 1 ns

DC Digital output with InfoData

Wie beiden Standard-Daten können auch im „DC Digital output“-Betrieb zusätzliche Informationsdaten eingeblendet werden. Siehe oben.

Current control

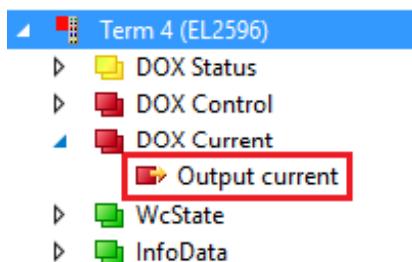


Abb. 223: Zusätzliche Prozessdaten beim „Current control“ -Betrieb

Zusätzlich zu den Variablen des „Standard digital output“-Betriebs gibt es noch die folgenden Variablen:

Ausgangsdaten	
Name	Beschreibung / Funktion
Output current	Angabe des Sollstroms für die Stromregelung in der Einheit mA

Current control with InfoData

Wie bei den Standard-Daten können auch im „Current control“-Betrieb zusätzliche Informationsdaten eingeblendet werden. Siehe oben.

PWM

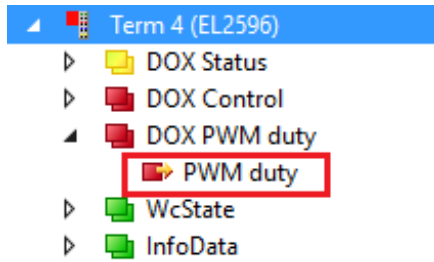


Abb. 224: Zusätzliche Prozessdaten beim „PWM“ -Betrieb

Zusätzlich zu den Variablen des „Standard digital output“-Betriebs gibt es noch die folgenden Variablen:

Ausgangsdaten	
Name	Beschreibung / Funktion
PWM duty	Duty Cycle der Pulsweitenmodulation

PWM with InfoData

Wie bei den Standard-Daten können auch im "PWM"-Betrieb zusätzliche Informationsdaten eingeblendet werden. Siehe oben.

PWM with current

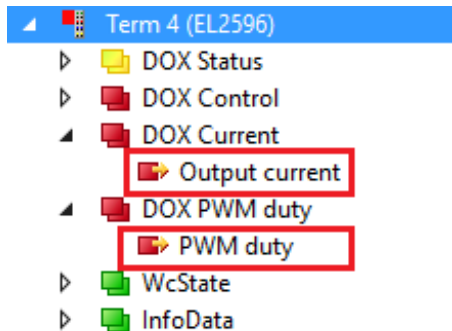


Abb. 225: Zusätzliche Prozessdaten beim „PWM with current“ -Betrieb

Zusätzlich zu den Variablen des „Standard digital output“-Betriebs gibt es noch die folgenden Variablen:

Ausgangsdaten	
Name	Beschreibung / Funktion
Output current	Angabe des Sollstroms für die Stromregelung in der Einheit mA
PWM duty	Duty Cycle der Pulsweitenmodulation

PWM with current and InfoData

Wie bei den Standard-Daten können auch im „PWM with current“-Betrieb zusätzliche Informationsdaten eingeblendet werden. Siehe oben.

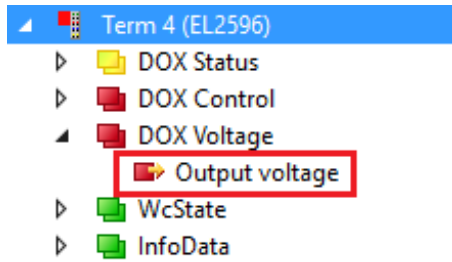
Voltage control

Abb. 226: Zusätzliche Prozessdaten beim „Voltage control“ -Betrieb

Zusätzlich zu den Variablen des „Standard digital output“-Betriebs gibt es noch die folgenden Variablen:

Ausgangsdaten	
Name	Beschreibung / Funktion
Output voltage	Angabe der Sollspannung für die Spannungsregelung in der Einheit 0,01 V

Voltage control with current and InfoData

Wie bei den Standard-Daten können auch im „Voltage control“-Betrieb zusätzliche Informationsdaten eingeblendet werden. Siehe oben.

5.10 EL2596-xxxx spezifische Diagnose

5.10.1 Diagnose mit den Info Daten

Bei allen Predefined PDOs können Info Daten über die Auswahl „... with info data“ zu den Standard PDOs dazu gemappt werden.

General EtherCAT DC Process Data Plc Startup CoE - Online Diag History Online

Sync Manager:

SM	Size	Type	Flags
0	128	MbxOut	
1	128	MbxIn	
2	4	Outputs	
3	6	Inputs	

PDO List:

Index	Size	Name	Flags	SM	SU
0x1A00	2.0	DOX Status	F	3	0
0x1A01	4.0	DOX Synchron info data	F	3	0
0x1600	2.0	DOX Control	F	2	0
0x1601	2.0	DOX Current	F		0
0x1602	4.0	DOX Impulse length	F		0
0x1603	4.0	DOX Trigger delay	F		0
0x1604	2.0	DOX PWM duty	F		0
0x1605	2.0	DOX Voltage	F	2	0
0x1606	8.0	DOX DC start time	F		0

PDO Assignment (0x1C12):

- 0x1600
- 0x1601 (excluded by 0x1605)
- 0x1602
- 0x1603
- 0x1604
- 0x1605
- 0x1606
- 0x1607

Download

- PDO Assignment
- PDO Configuration

PDO Content (0x1601):

Index	Size	Offs	Name	Type	Default (hex)
0x7000:11	2.0	0.0	Output current	UINT	
		2.0			

Predefined PDO Assignment: (none)

- Predefined PDO Assignment: (none)
- Predefined PDO Assignment: 'Standard digital output'
- Predefined PDO Assignment: 'Standard digital output with info data'
- Predefined PDO Assignment: 'External trigger input'
- Predefined PDO Assignment: 'External trigger input with info data'
- Predefined PDO Assignment: 'DC digital output'
- Predefined PDO Assignment: 'DC digital output with info data'
- Predefined PDO Assignment: 'Current control'
- Predefined PDO Assignment: 'Current control with Info Data'
- Predefined PDO Assignment: 'PWM'
- Predefined PDO Assignment: 'PWM with info data'
- Predefined PDO Assignment: 'PWM with current'
- Predefined PDO Assignment: 'PWM with current and info data'
- Predefined PDO Assignment: 'Voltage control'
- Predefined PDO Assignment: 'Voltage control with info data'

Name Online

Abb. 227: Predefined PDOs „... with info data“

Diese Info Daten sind zwei Eingangsvariablen, die unterschiedliche interne Werte aus der Klemme anzeigen können. Welche Daten die Info Daten anzeigen kann in CoE-Index [0x8002:11 \[▶ 223\]](#) (Select info data 1) und [0x8002:19 \[▶ 223\]](#) (Select info data 2) ausgewählt werden. Dabei können verschiedene Eingangswerte (Supply voltage, Supply current), Ausgangswerte (Output voltage, Output current) oder klemmeninterne Werte (Status word, Internal temperature) ausgewählt werden.

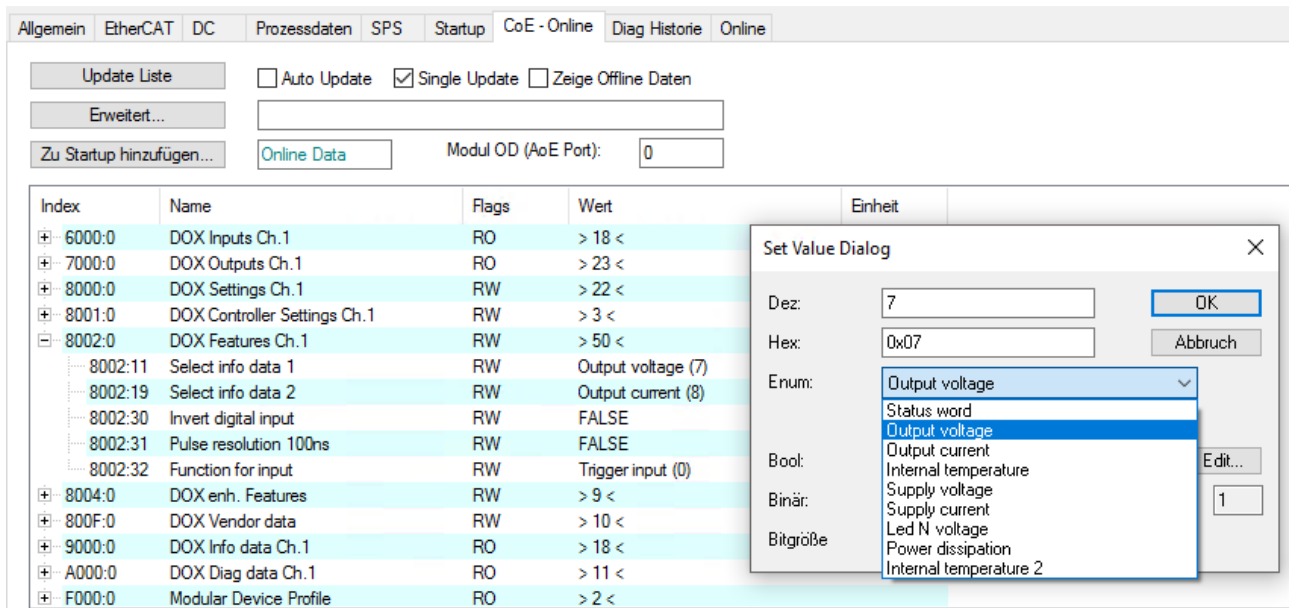


Abb. 228: CoE-Index 0x8002 „Select info data“

Die Werte aus den Info Daten können dann zur Diagnose aus der SPS verwendet werden, sodass bei verschiedenen Fällen eigene Warn- oder Fehlerhinweise aus der SPS beispielsweise in einer Visualisierung angezeigt werden. Die Werte aus den Info Daten können aber auch zur kontinuierlichen Visualisierung mit dem TwinCAT Scope aufgenommen und sichtbar gemacht werden. So kann beispielsweise der Verlauf von Ausgangsstrom und Ausgangsspannung in verschiedenen Anwendungsfällen verglichen werden.

5.10.2 Diagnose im CoE

Die EL2596 hat eine interne Diagnose. Warnungen und Fehler werden auch über die LEDs angezeigt. Die Diagnose kann in den CoE Objekten unter 0xA000 [► 225] „DOX Diag data Ch. 1“ eingesehen werden.

A000:0	DOX Diag data Ch.1	RO	> 11 <
A000:01	Saturated	RO	FALSE
A000:02	Over temperature	RO	FALSE
A000:04	Under voltage (Supply)	RO	FALSE
A000:05	Over voltage (Supply)	RO	FALSE
A000:06	Short circuit	RO	FALSE
A000:07	Open load	RO	FALSE
A000:09	Misc error	RO	FALSE
A000:0B	Over voltage (Output)	RO	FALSE

Abb. 229: Diagnose im CoE Objekt 0xA000

Für die Versorgungs- und Ausgangsspannung kann das Warnungs- und Fehlerlevel in den CoE Objekten 0x8000:11 – 0x8000:16 [► 222] angepasst werden.

Bei einem Fehler geht im „DOX Status“ das Bit 0 „Ready to activate“ auf 0. Der LED Ausgang kann dann nicht mehr gesetzt werden. Ein Fehler muss behoben und über eine steigende Flanke am „Reset“-Bit im „DOX Control“ zurückgesetzt werden. Bei einem Reset müssen die Bits „Enable“ und „Output“ unter „DOX Control“ deaktiviert sein.

Objekt	Name	Beschreibung	Korrektur
A000:01	Saturated	Zielspannung kann nicht erreicht werden	U_{in} erhöhen bzw. Sollstrom verkleinern
A000:02	Over temperature	Warnung bei 80 °C Innentemperatur Fehler bei 100 °C Innentemperatur	EL2596 muss abkühlen
A000:04	Under voltage (Supply)	Unterversorgung	U_{in} erhöhen
A000:05	Over voltage (Supply)	Überspannung	U_{in} verkleinern
A000:06	Short circuit	Kurzschluss ist aufgetreten	Prüfen, ob die Last richtig angeschlossen und funktionsfähig ist. (wird nicht bei der Spannungsregelung erkannt)
A000:07	Open load	Drahtbruch erkannt	Prüfen, ob die Last richtig angeschlossen und funktionsfähig ist. (wird nicht bei der Spannungsregelung erkannt)
A000:09	Misc error	Interner Hardwarefehler	
A000:0B	Over voltage (Output)	Überspannung am digitalen Ausgang	Ausgangsspannung verringern

5.10.3 Diagnose - Grundlagen zu Diag Messages

Mit *DiagMessages* wird ein System der Nachrichtenübermittlung vom EtherCAT Slave an den EtherCAT Master/TwinCAT bezeichnet. Die Nachrichten werden vom Gerät im eigenen CoE unter 0x10F3 abgelegt und können von der Applikation oder dem System Manager ausgelesen werden. Für jedes im Gerät hinterlegte Ereignis (Warnung, Fehler, Statusänderung) wird eine über einen Code referenzierte Fehlermeldung ausgegeben.

Definition

Das System *DiagMessages* ist in der ETG (EtherCAT Technology Group) in der Richtlinie ETG.1020, Kap. 13 "Diagnosis Handling" definiert. Es wird benutzt, damit vordefinierte oder flexible Diagnosemitteilungen vom EtherCAT-Slave an den Master übermittelt werden können. Das Verfahren kann also nach ETG herstellerübergreifend implementiert werden. Die Unterstützung ist optional. Die Firmware kann bis zu 250 *DiagMessages* im eigenen CoE ablegen.

Jede *DiagMessage* besteht aus

- Diag Code (4 Byte)
- Flags (2 Byte; Info, Warnung oder Fehler)
- Text-ID (2 Byte; Referenz zum erklärenden Text aus der ESI/XML)
- Zeitstempel (8 Byte, lokale Slave-Zeit oder 64-Bit Distributed-Clock-Zeit, wenn vorhanden)
- dynamische Parameter, die von der Firmware mitgegeben werden

In der zum EtherCAT-Gerät gehörigen ESI/XML-Datei werden die *DiagMessages* in Textform erklärt: Anhand der in der *DiagMessage* enthaltenen Text-ID kann die entsprechende Klartextmeldung in den Sprachen gefunden werden, die in der ESI/XML enthalten sind. Üblicherweise sind dies bei Beckhoff-Produkten deutsch und englisch.

Der Anwender erhält durch den Eintrag *NewMessagesAvailable* Information, dass neue Meldungen vorliegen.

DiagMessages können im Gerät bestätigt werden: die letzte/neueste unbestätigte Meldung kann vom Anwender bestätigt werden.

Im CoE finden sich sowohl die Steuereinträge wie die History selbst im CoE-Objekt 0x10F3:

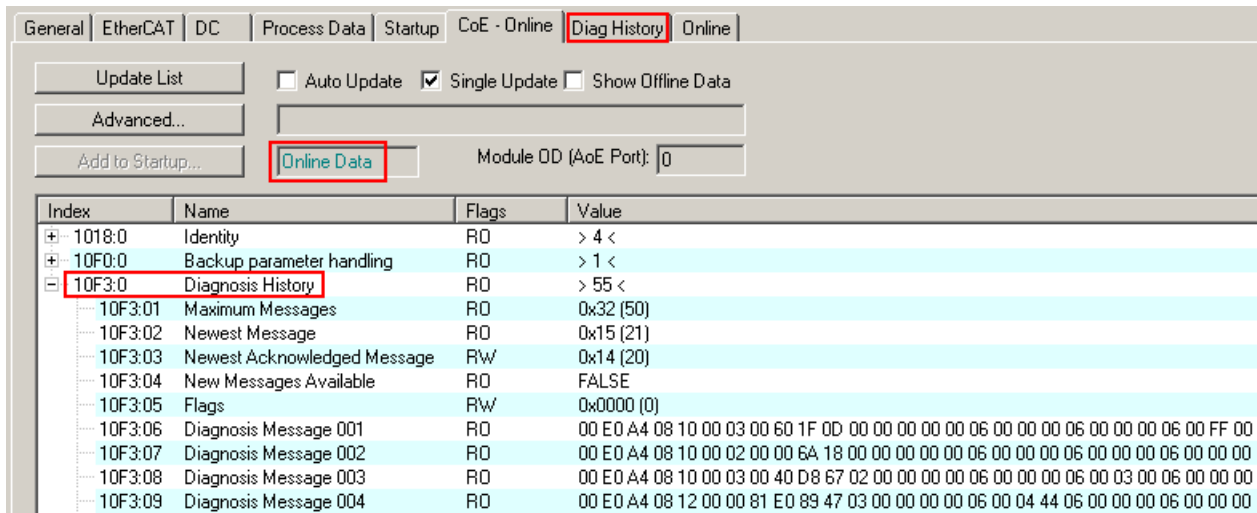


Abb. 230: DiagMessages im CoE

Unter 0x10F3:02 ist der Subindex der neuesten *DiagMessage* auslesbar.

Unterstützung zur Inbetriebnahme

Das System der *DiagMessages* ist vor allem während der Anlageninbetriebnahme einzusetzen. Zur Online-Diagnose während des späteren Dauerbetriebs sind die Diagnosewerte z. B. im StatusWord des Gerätes (wenn verfügbar) hilfreich.

Implementierung TwinCAT System Manager

Ab TwinCAT 2.11 werden *DiagMessages*, wenn vorhanden, beim Gerät in einer eigenen Oberfläche angezeigt. Auch die Bedienung (Abholung, Bestätigung) erfolgt darüber.

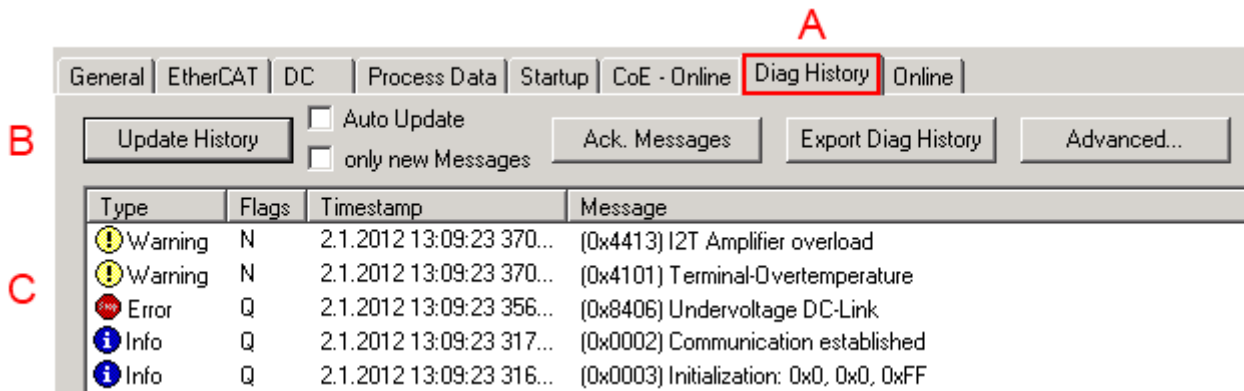


Abb. 231: Implementierung *DiagMessage*-System im TwinCAT System Manager

Im Reiter *Diag History* (A) sind die Betätigungsfelder (B) wie auch die ausgelesene *History* (C) zu sehen. Die Bestandteile der *Message*:

- Info/Warning/Error
- Acknowledge-Flag (N = unbestätigt, Q = bestätigt)
- Zeitstempel
- Text-ID
- Klartext-Meldung nach ESI/XML Angabe

Die Bedeutung der Buttons ist selbsterklärend.

DiagMessages im ADS Logger/Eventlogger

Ab TwinCAT 3.1 build 4022 werden von einer Klemme abgesetzte DiagMessages auch im TwinCAT ADS Logger gezeigt. Da nun IO-übergreifend DiagMessages an einem Ort dargestellt werden, vereinfacht dies die Inbetriebnahme. Außerdem kann die Logger-Ausgabe in eine Datei gespeichert werden – somit stehen die DiagMessages auch langfristig für Analysen zur Verfügung.

DiagMessages liegen eigentlich nur lokal im CoE 0x10F3 in der Klemme vor und können bei Bedarf manuell z. B. über die oben genannte DiagHistory ausgelesen werden.

Bei Neuentwicklungen sind die EtherCAT-Klemmen standardmäßig so eingestellt, dass sie das Vorliegen einer DiagMessage über EtherCAT als Emergency melden; der Eventlogger kann die DiagMessage dann abholen. Die Funktion wird in der Klemme über 0x10F3:05 aktiviert, deshalb haben solche Klemmen folgenden Eintrag standardmäßig in der StartUp-Liste:

General	EtherCAT	Settings	Filter	DC	Process Data	Plc	Startup	CoE - Online	Diag History	Online
---------	----------	----------	--------	----	--------------	-----	---------	--------------	--------------	--------

Transition	Protocol	Index	Data	Comment
<PS>	CoE	0x1C12 C 0	00 00	download pdo 0x1C12 index
<PS>	CoE	0x1C13 C 0	05 00 00 1A 01 1A 10 1A ...	download pdo 0x1C13 index
IP	CoE	0x10F3:05	0x0001 (1)	

Abb. 232: StartUp-Liste

Soll die Funktion ab Gerätestart deaktiviert werden weil z. B. viele Meldungen kommen oder der EventLogger nicht genutzt wird, kann der StartUp-Eintrag gelöscht oder auf 0 gesetzt werden. Der Wert kann dann bei Bedarf später aus der PLC per CoE-Zugriff wieder auf 1 gesetzt werden.

Nachrichten in die PLC einlesen

- In Vorbereitung -

Interpretation

Zeitstempel

Der Zeitstempel wird aus der lokalen Uhr der Klemme zum Zeitpunkt des Ereignisses gewonnen. Die Zeit ist üblicherweise die Distributed-Clocks-Zeit (DC) aus Register x910.

Bitte beachten: die DC-Zeit wird in der Referenzuhr gleich der lokalen IPC/TwinCAT-Zeit gesetzt, wenn EtherCAT gestartet wird. Ab diesem Moment kann die DC-Zeit gegenüber der IPC-Zeit divergieren, da die IPC-Zeit nicht nachgeregelt wird. Es können sich so nach mehreren Wochen Betrieb ohne EtherCAT Neustart größere Zeitdifferenzen entwickeln. Als Abhilfe kann die sog. Externe Synchronisierung der DC-Zeit genutzt werden, oder es wird fallweise eine manuelle Korrekturrechnung vorgenommen: die aktuelle DC-Zeit kann über den EtherCAT Master oder durch Einsicht in das Register x901 eines DC-Slaves ermittelt werden.

Aufbau der Text-ID

Der Aufbau der MessageID unterliegt keiner Standardisierung und kann herstellerepezifisch definiert werden. Bei Beckhoff EtherCAT-Geräten (EL, EP) lautet er nach **xyzz** üblicherweise:

x	y	zz
0: Systeminfo	0: System	Fehlernummer
1: Info	1: General	
2: reserved	2: Communication	
4: Warning	3: Encoder	
8: Error	4: Drive	
	5: Inputs	
	6: I/O allgemein	
	7: reserved	

Beispiel: Meldung 0x4413 --> Drive Warning Nummer 0x13

Übersicht Text-IDs

Spezifische Text-IDs sind in der Gerätedokumentation aufgeführt.

Text-ID	Typ	Ort	Text Message	Zusätzlicher Kommentar
0x0001	Information	System	No error	Kein Fehler
0x0002	Information	System	Communication established	Verbindung aufgebaut
0x0003	Information	System	Initialisation: 0x%X, 0x%X, 0x%X	allgemeine Information, Parameter je nach Ereignis. Interpretation siehe Gerätedokumentation.
0x1000	Information	System	Information: 0x%X, 0x%X, 0x%X	allgemeine Information, Parameter je nach Ereignis. Interpretation siehe Gerätedokumentation.
0x1012	Information	System	EtherCAT state change Init - PreOp	
0x1021	Information	System	EtherCAT state change PreOp - Init	
0x1024	Information	System	EtherCAT state change PreOp - Safe-Op	
0x1042	Information	System	EtherCAT state change SafeOp - PreOp	
0x1048	Information	System	EtherCAT state change SafeOp - Op	
0x1084	Information	System	EtherCAT state change Op - SafeOp	
0x1100	Information	Allgemein	Detection of operation mode completed: 0x%X, %d	Erkennung der Betriebsart beendet
0x1135	Information	Allgemein	Cycle time o.k.: %d	Zykluszeit o.k.
0x1157	Information	Allgemein	Data manually saved (Idx: 0x%X, SubIdx: 0x%X)	Daten manuell gespeichert
0x1158	Information	Allgemein	Data automatically saved (Idx: 0x%X, SubIdx: 0x%X)	Daten automatisch gespeichert
0x1159	Information	Allgemein	Data deleted (Idx: 0x%X, SubIdx: 0x%X)	Daten gelöscht
0x117F	Information	Allgemein	Information: 0x%X, 0x%X, 0x%X	Information
0x1201	Information	Kommunikation	Communication re-established	Kommunikation zur Feldseite wiederhergestellt Die Meldung tritt auf, wenn z. B. im Betrieb die Spannung der Powerkontakte entfernt und wieder angelegt wurde.
0x1300	Information	Encoder	Position set: %d, %d	Position gesetzt - StartInputhandler
0x1303	Information	Encoder	Encoder Supply ok	Encoder Netzteil OK
0x1304	Information	Encoder	Encoder initialization successfully, channel: %X	Encoder Initialisierung erfolgreich abgeschlossen
0x1305	Information	Encoder	Sent command encoder reset, channel: %X	Sende Kommando Encoder Reset
0x1400	Information	Drive	Drive is calibrated: %d, %d	Antrieb ist kalibriert
0x1401	Information	Drive	Actual drive state: 0x%X, %d	Aktueller Status des Antriebs
0x1705	Information		CPU usage returns in normal range (< 85%)	Prozessorauslastung ist wieder im normalen Bereich
0x1706	Information		Channel is not in saturation anymore	Kanal ist nicht mehr in Sättigung
0x1707	Information		Channel is not in overload anymore	Kanal ist nicht mehr überlastet
0x170A	Information		No channel range error anymore	Es liegt kein Messbereichsfehler mehr vor
0x170C	Information		Calibration data saved	Abgleichdaten wurden gespeichert
0x170D	Information		Calibration data will be applied and saved after sending the command "0x5AFE"	Abgleichdaten werden erst nach dem Senden des Kommandos „0x5AFE“ übernommen und gespeichert

Text-ID	Typ	Ort	Text Message	Zusätzlicher Kommentar
0x2000	Information	System	%s: %s	
0x2001	Information	System	%s: Network link lost	Netzwerk Verbindung verloren
0x2002	Information	System	%s: Network link detected	Netzwerk Verbindung gefunden
0x2003	Information	System	%s: no valid IP Configuration - Dhcp client started	Ungültige IP Konfiguration
0x2004	Information	System	%s: valid IP Configuration (IP: %d.%d.%d.%d) assigned by Dhcp server %d.%d.%d.%d	Gültige, vom DHCP-Server zugewiesene IP-Konfiguration
0x2005	Information	System	%s: Dhcp client timed out	Zeitüberschreitung DHCP-Client
0x2006	Information	System	%s: Duplicate IP Address detected (%d.%d.%d.%d)	Doppelte IP-Adresse gefunden
0x2007	Information	System	%s: UDP handler initialized	UDP-Handler initialisiert
0x2008	Information	System	%s: TCP handler initialized	TCP-Handler initialisiert
0x2009	Information	System	%s: No more free TCP sockets available	Keine freien TCP Sockets verfügbar

Text-ID	Typ	Ort	Text Message	Zusätzlicher Kommentar
0x4000	Warnung		Warning: 0x%X, 0x%X, 0x%X	allgemeine Warnung, Parameter je nach Ereignis. Interpretation siehe Gerätedokumentation.
0x4001	Warnung	System	Warning: 0x%X, 0x%X, 0x%X	
0x4002	Warnung	System	%s: %s Connection Open (IN:%d OUT:%d API:%dms) from %d. %d.%d.%d successful	
0x4003	Warnung	System	%s: %s Connection Close (IN:%d OUT:%d) from %d.%d.%d.%d successful	
0x4004	Warnung	System	%s: %s Connection (IN:%d OUT:%d) with %d.%d.%d.%d timed out	
0x4005	Warnung	System	%s: %s Connection Open (IN:%d OUT:%d) from %d.%d.%d.%d denied (Error: %u)	
0x4006	Warnung	System	%s: %s Connection Open (IN:%d OUT:%d) from %d.%d.%d.%d denied (Input Data Size expected: %d Byte(s) received: %d Byte(s))	
0x4007	Warnung	System	%s: %s Connection Open (IN:%d OUT:%d) from %d.%d.%d.%d denied (Output Data Size expected: %d Byte(s) received: %d Byte(s))	
0x4008	Warnung	System	%s: %s Connection Open (IN:%d OUT:%d) from %d.%d.%d.%d denied (RPI:%dms not supported -> API:%dms)	
0x4101	Warnung	Allgemein	Terminal-Overtemperature	Übertemperatur. Die Innentemperatur der Klemme überschreitet die parametrisierte Warnschwelle.
0x4102	Warnung	Allgemein	Discrepancy in the PDO-Configuration	Die ausgewählten PDOs passen nicht zur eingestellten Betriebsart. Beispiel: Antrieb arbeitet im Velocity-Mode. Das Velocity-PDO ist jedoch nicht in die PDOs gemapped.
0x417F	Warnung	Allgemein	Warning: 0x%X, 0x%X, 0x%X	
0x428D	Warnung	Allgemein	Challenge is not Random	
0x4300	Warnung	Encoder	Subincrements deactivated: %d, %d	Subinkremente deaktiviert (trotz aktivierter Konfiguration)
0x4301	Warnung	Encoder	Encoder-Warning	Allgemeiner Encoderfehler
0x4302	Warnung	Encoder	Maximum frequency of the input signal is nearly reached (channel %d)	Maximale Frequenz des Eingangssignals ist bald erreicht
0x4303	Warnung	Encoder	Limit counter value was reduced because of the PDO configuration (channel %d)	Limit-Zählergrenze wurde aufgrund der PDO-Konfiguration reduziert (Kanal %d)
0x4304	Warnung	Encoder	Reset counter value was reduced because of the PDO configuration (channel %d)	Reset-Zählergrenze wurde aufgrund der PDO-Konfiguration reduziert (Kanal %d)
0x4400	Warnung	Drive	Drive is not calibrated: %d, %d	Antrieb ist nicht kalibriert
0x4401	Warnung	Drive	Startype not supported: 0x%X, %d	Startyp wird nicht unterstützt
0x4402	Warnung	Drive	Command rejected: %d, %d	Kommando abgewiesen
0x4405	Warnung	Drive	Invalid modulo subtype: %d, %d	Modulo-Subtyp ungültig
0x4410	Warnung	Drive	Target overrun: %d, %d	Zielposition wird überfahren
0x4411	Warnung	Drive	DC-Link undervoltage (Warning)	Die Zwischenkreisspannung der Klemme unterschreitet die parametrisierte Mindestspannung. Das Aktivieren der Endstufe wird unterbunden.
0x4412	Warnung	Drive	DC-Link overvoltage (Warning)	Die Zwischenkreisspannung der Klemme überschreitet die parametrisierte Maximalspannung. Das Aktivieren der Endstufe wird unterbunden.
0x4413	Warnung	Drive	I2T-Model Amplifier overload (Warning)	<ul style="list-style-type: none"> Der Verstärker wird außerhalb der Spezifikation betrieben Das I2T-Modell des Verstärkers ist falsch parametrisiert
0x4414	Warnung	Drive	I2T-Model Motor overload (Warning)	<ul style="list-style-type: none"> Der Motor wird außerhalb der parametrisierten Nennwerte betrieben. Das I2T-Modell des Motors ist falsch parametrisiert.

Text-ID	Typ	Ort	Text Message	Zusätzlicher Kommentar
0x4415	Warnung	Drive	Speed limitation active	Die maximale Drehzahl wird durch die parametrisierten Objekte (z. B. velocity limitation, motor speed limitation) begrenzt. Die Warnung wird ausgegeben, wenn die Sollgeschwindigkeit größer ist, als eines der parametrisierten Begrenzungen.
0x4416	Warnung	Drive	Step lost detected at position: 0x%X%X	Schrittverlust erkannt
0x4417	Warnung	Drive	Motor-Overtemperature	Die Innentemperatur des Motors übersteigt die parametrisierte Warnschwelle.
0x4418	Warnung	Drive	Limit: Current	Limit: Strom wird limitiert
0x4419	Warnung	Drive	Limit: Amplifier I2T-model exceeds 100%	Die Schwellwerte für den maximalen Strom wurden überschritten.
0x441A	Warnung	Drive	Limit: Motor I2T-model exceeds 100%	Limit: Motor I2T-Modell übersteigt 100%
0x441B	Warnung	Drive	Limit: Velocity limitation	Die Schwellwerte für die maximale Drehzahl wurden überschritten.
0x441C	Warnung	Drive	STO while the axis was enabled	Es wurde versucht die Achse zu aktivieren, obwohl die Spannung am STO-Eingang nicht anliegt.
0x4600	Warnung	Allgemein IO	Wrong supply voltage range	Versorgungsspannung im falschen Bereich
0x4610	Warnung	Allgemein IO	Wrong output voltage range	Ausgangsspannung im falschen Bereich
0x4705	Warnung		Processor usage at %d %	Prozessorauslastung bei %d %
0x470A	Warnung		EtherCAT Frame missed (change Settings or DC Operation Mode or Sync0 Shift Time)	EtherCAT Frame verpasst (Einstellungen, DC Operation Mode oder Sync0 Shift Time ändern)

Text-ID	Typ	Ort	Text Message	Zusätzlicher Kommentar
0x8000	Fehler	System	%s: %s	
0x8001	Fehler	System	Error: 0x%X, 0x%X, 0x%X	allgemeiner Fehler, Parameter je nach Ereignis. Interpretation siehe Gerätedokumentation.
0x8002	Fehler	System	Communication aborted	Kommunikation abgebrochen
0x8003	Fehler	System	Configuration error: 0x%X, 0x%X, 0x%X	allgemeine, Parameter je nach Ereignis. Interpretation siehe Gerätedokumentation.
0x8004	Fehler	System	%s: Unsuccessful FwdOpen-Response received from %d.%d.%d.%d (%s) (Error: %u)	
0x8005	Fehler	System	%s: FwdClose-Request sent to %d.%d.%d.%d (%s)	
0x8006	Fehler	System	%s: Unsuccessful FwdClose-Response received from %d.%d.%d.%d (%s) (Error: %u)	
0x8007	Fehler	System	%s: Connection with %d.%d.%d.%d (%s) closed	
0x8100	Fehler	Allgemein	Status word set: 0x%X, %d	Fehlerbit im Statuswort gesetzt
0x8101	Fehler	Allgemein	Operation mode incompatible to PDO interface: 0x%X, %d	Betriebsart inkompatibel zum PDO-Interface
0x8102	Fehler	Allgemein	Invalid combination of Inputs and Outputs PDOs	Ungültige Kombination von In- und Output PDOs
0x8103	Fehler	Allgemein	No variable linkage	Keine Variablen verknüpft
0x8104	Fehler	Allgemein	Terminal-Overtemperature	Die Innentemperatur der Klemme überschreitet die parametrisierte Fehlerschwelle. Das Aktivieren der Klemme wird unterbunden.
0x8105	Fehler	Allgemein	PD-Watchdog	Die Kommunikation zwischen Feldbus und Endstufe wird durch einen Watchdog abgesichert. Sollte die Feldbuskommunikation abbrechen, wird die Achse automatisch gestoppt. <ul style="list-style-type: none"> Die EtherCAT-Verbindung wurde im Betrieb unterbrochen Der Master wurde im Betrieb in den Config-Mode geschaltet
0x8135	Fehler	Allgemein	Cycletime has to be a multiple of 125 µs	Die IO- oder NC-Zykluszeit ist nicht ganzzahlig durch 125µs teilbar.
0x8136	Fehler	Allgemein	Configuration error: invalid sampling rate	Konfigurationsfehler: Ungültige Samplingrate
0x8137	Fehler	Allgemein	Elektronisches Typenschild: CRC-Fehler	Inhalt des Speicher des externen Typenschildes nicht gültig.
0x8140	Fehler	Allgemein	Sync Error	Echtzeitverletzung
0x8141	Fehler	Allgemein	Sync%X Interrupt lost	Sync%X Interrupt fehlt
0x8142	Fehler	Allgemein	Sync Interrupt asynchronous	Sync Interrupt asynchron
0x8143	Fehler	Allgemein	Jitter too big	Jitter Grenzwertüberschreitung
0x817F	Fehler	Allgemein	Error: 0x%X, 0x%X, 0x%X	
0x8200	Fehler	Kommunikation	Write access error: %d, %d	Fehler beim Schreiben
0x8201	Fehler	Kommunikation	No communication to field-side (Auxiliary voltage missing)	<ul style="list-style-type: none"> Es ist keine Spannung an den Powerkontakten angelegt Ein Firmware Update ist fehlgeschlagen
0x8281	Fehler	Kommunikation	Ownership failed: %X	
0x8282	Fehler	Kommunikation	To many Keys founded	
0x8283	Fehler	Kommunikation	Key Creation failed: %X	
0x8284	Fehler	Kommunikation	Key loading failed	
0x8285	Fehler	Kommunikation	Reading Public Key failed: %X	
0x8286	Fehler	Kommunikation	Reading Public EK failed: %X	
0x8287	Fehler	Kommunikation	Reading PCR Value failed: %X	
0x8288	Fehler	Kommunikation	Reading Certificate EK failed: %X	
0x8289	Fehler	Kommunikation	Challenge could not be hashed: %X	
0x828A	Fehler	Kommunikation	Tickstamp Process failed	
0x828B	Fehler	Kommunikation	PCR Process failed: %X	
0x828C	Fehler	Kommunikation	Quote Process failed: %X	
0x82FF	Fehler	Kommunikation	Bootmode not activated	Bootmode nicht aktiviert
0x8300	Fehler	Encoder	Set position error: 0x%X, %d	Fehler beim Setzen der Position

Text-ID	Typ	Ort	Text Message	Zusätzlicher Kommentar
0x8301	Fehler	Encoder	Encoder increments not configured: 0x%X, %d	Enkoderinkremente nicht konfiguriert
0x8302	Fehler	Encoder	Encoder-Error	Die Amplitude des Resolvers ist zu klein.
0x8303	Fehler	Encoder	Encoder power missing (channel %d)	Encoderspannung nicht vorhanden (Kanal %d)
0x8304	Fehler	Encoder	Encoder communication error, channel: %X	Encoder Kommunikationsfehler
0x8305	Fehler	Encoder	EnDat2.2 is not supported, channel: %X	EnDat2.2 wird nicht unterstützt
0x8306	Fehler	Encoder	Delay time, tolerance limit exceeded, 0x%X, channel: %X	Laufzeitmessung, Toleranz überschritten
0x8307	Fehler	Encoder	Delay time, maximum value exceeded, 0x%X, channel: %X	Laufzeitmessung, Maximalwert überschritten
0x8308	Fehler	Encoder	Unsupported ordering designation, 0x%X, channel: %X (only 02 and 22 is supported)	Falsche EnDat Bestellbezeichnung
0x8309	Fehler	Encoder	Encoder CRC error, channel: %X	Encoder CRC Fehler
0x830A	Fehler	Encoder	Temperature %X could not be read, channel: %X	Temperatur kann nicht gelesen werden
0x830C	Fehler	Encoder	Encoder Single-Cycle-Data Error, channel. %X	CRC Fehler festgestellt. Überprüfen Sie den Übertragungsweg und das CRC Polynom
0x830D	Fehler	Encoder	Encoder Watchdog Error, channel. %X	Der Sensor hat nicht innerhalb einer vordefinierten Zeitspanne geantwortet
0x8310	Fehler	Encoder	Initialisation error	Initialisierungsfehler
0x8311	Fehler	Encoder	Maximum frequency of the input signal is exceeded (channel %d)	Maximale Frequenz des Eingangssignals ist überschritten (Kanal %d)
0x8312	Fehler	Encoder	Encoder plausibility error (channel %d)	Encoder Plausibilitätsfehler (Kanal %d)
0x8313	Fehler	Encoder	Configuration error (channel %d)	Konfigurationsfehler (Kanal %d)
0x8314	Fehler	Encoder	Synchronisation error	Synchronisierungsfehler
0x8315	Fehler	Encoder	Error status input (channel %d)	Fehler Status-Eingang (Kanal %d)
0x8400	Fehler	Drive	Incorrect drive configuration: 0x%X, %d	Antrieb fehlerhaft konfiguriert
0x8401	Fehler	Drive	Limiting of calibration velocity: %d, %d	Begrenzung der Kalibrier-Geschwindigkeit
0x8402	Fehler	Drive	Emergency stop activated: 0x%X, %d	Emergency-Stop aktiviert
0x8403	Fehler	Drive	ADC Error	Fehler bei Strommessung im ADC
0x8404	Fehler	Drive	Overcurrent	Überstrom Phase U, V, oder W
0x8405	Fehler	Drive	Invalid modulo position: %d	Modulo-Position ungültig
0x8406	Fehler	Drive	DC-Link undervoltage (Error)	Die Zwischenkreisspannung der Klemme unterschreitet die parametrisierte Mindestspannung. Das Aktivieren der Endstufe wird unterbunden.
0x8407	Fehler	Drive	DC-Link overvoltage (Error)	Die Zwischenkreisspannung der Klemme überschreitet die parametrisierte Maximalspannung. Das Aktivieren der Endstufe wird unterbunden.
0x8408	Fehler	Drive	I2T-Model Amplifier overload (Error)	<ul style="list-style-type: none"> • Der Verstärker wird außerhalb der Spezifikation betrieben • Das I2T-Modell des Verstärkers ist falsch parametrisiert
0x8409	Fehler	Drive	I2T-Model motor overload (Error)	<ul style="list-style-type: none"> • Der Motor wird außerhalb der parametrisierten Nennwerte betrieben. • Das I2T-Modell des Motors ist falsch parametrisiert.
0x840A	Fehler	Drive	Overall current threshold exceeded	Summenstrom überschritten
0x8415	Fehler	Drive	Invalid modulo factor: %d	Modulo-Faktor ungültig
0x8416	Fehler	Drive	Motor-Overtemperature	Die Innentemperatur des Motors übersteigt die parametrisierte Fehlerschwelle. Der Motor bleibt sofort stehen. Das Aktivieren der Endstufe wird unterbunden.
0x8417	Fehler	Drive	Maximum rotating field velocity exceeded	Drehfeldgeschwindigkeit übersteigt den von Dual Use (EU 1382/2014) vorgeschriebenen Wert.
0x841C	Fehler	Drive	STO while the axis was enabled	Es wurde versucht die Achse zu aktivieren, obwohl die Spannung am STO-Eingang nicht anliegt.
0x8550	Fehler	Inputs	Zero crossing phase %X missing	Nulldurchgang Phase %X fehlt
0x8551	Fehler	Inputs	Phase sequence Error	Drehrichtung Falsch

Text-ID	Typ	Ort	Text Message	Zusätzlicher Kommentar
0x8552	Fehler	Inputs	Overcurrent phase %X	Überstrom Phase %X
0x8553	Fehler	Inputs	Overcurrent neutral wire	Überstrom Neutralleiter
0x8581	Fehler	Inputs	Wire broken Ch %D	Leitungsbruch Ch %d
0x8600	Fehler	Allgemein IO	Wrong supply voltage range	Versorgungsspannung im falschen Bereich
0x8601	Fehler	Allgemein IO	Supply voltage to low	Versorgungsspannung zu klein
0x8602	Fehler	Allgemein IO	Supply voltage to high	Versorgungsspannung zu groß
0x8603	Fehler	Allgemein IO	Over current of supply voltage	Überstrom der Versorgungsspannung
0x8610	Fehler	Allgemein IO	Wrong output voltage range	Ausgangsspannung im falschen Bereich
0x8611	Fehler	Allgemein IO	Output voltage to low	Ausgangsspannung zu klein
0x8612	Fehler	Allgemein IO	Output voltage to high	Ausgangsspannung zu groß
0x8613	Fehler	Allgemein IO	Over current of output voltage	Überstrom der Ausgangsspannung
0x8700	Fehler		Channel/Interface not calibrated	Kanal/Interface nicht abgeglichen
0x8701	Fehler		Operating time was manipulated	Betriebslaufzeit wurde manipuliert
0x8702	Fehler		Oversampling setting is not possible	Oversampling Einstellung nicht möglich
0x8703	Fehler		No slave controller found	Kein Slave Controller gefunden
0x8704	Fehler		Slave controller is not in Bootstrap	Slave Controller ist nicht im Bootstrap
0x8705	Fehler		Processor usage to high (>= 100%)	Prozessorauslastung zu hoch (>= 100%)
0x8706	Fehler		Channel in saturation	Kanal in Sättigung
0x8707	Fehler		Channel overload	Kanalüberlastung
0x8708	Fehler		Overloadtime was manipulated	Überlastzeit wurde manipuliert
0x8709	Fehler		Saturationtime was manipulated	Sättigungszeit wurde manipuliert
0x870A	Fehler		Channel range error	Messbereichsfehler des Kanals
0x870B	Fehler		no ADC clock	Kein ADC Takt vorhanden
0xFFFF	Information		Debug: 0x%X, 0x%X, 0x%X	Debug: 0x%X, 0x%X, 0x%X

5.11 Objektbeschreibung und Parametrierung

i EtherCAT ESI Device Description (XML)

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.

i Parametrierung über das CoE-Verzeichnis (CAN over EtherCAT)

Die Parametrierung des EtherCAT-Gerätes wird über den [CoE-Online Reiter \[▶ 89\]](#) (mit Doppelklick auf das entsprechende Objekt) bzw. über den [Prozessdatenreiter \[▶ 86\]](#) (Zuordnung der PDOs) vorgenommen. Beachten Sie bei Verwendung/Manipulation der CoE-Parameter die allgemeinen [CoE-Hinweise \[▶ 43\]](#):

- StartUp-Liste führen für den Austauschfall
- Unterscheidung zwischen Online/Offline Dictionary, Vorhandensein aktueller XML-Beschreibung
- „CoE-Reload [▶ 267]“ zum Zurücksetzen der Veränderungen

5.11.1 Profilspezifische Objekte

Index 6000 DOX Inputs Ch.1

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
6000:0	DOX Inputs Ch.1	Max. Subindex	UINT8	RO	0x12 (18 _{dez})
6000:01	Ready to activate	Treiberstufe ist bereit zur Aktivierung	BOOLEAN	RO	0x00 (0 _{dez})
6000:02	Output active	Ausgang ist Aktiviert	BOOLEAN	RO	0x00 (0 _{dez})
6000:07	Warning	eine Warnung ist aufgetreten (siehe Index 0xA000)	BOOLEAN	RO	0x00 (0 _{dez})
6000:08	Error	ein Fehler ist aufgetreten (siehe Index 0xA000)	BOOLEAN	RO	0x00 (0 _{dez})
6000:0C	Digital input	digitaler Eingang	BOOLEAN	RO	0x00 (0 _{dez})
6000:10	TxPDO Toggle	Toggle Bit	BOOLEAN	RO	0x00 (0 _{dez})
6000:11	Info data 1	synchrone Informationen (Auswahl über Subindex 0x8001:11)	UINT16	RO	0x0000 (0 _{dez})
6000:12	Info data 2	synchrone Informationen (Auswahl über Subindex 0x8001:19)	UINT16	RO	0x0000 (0 _{dez})

Index 7000 DOX Outputs Ch.1

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
7000:0	DOX Outputs Ch.1	Max. Subindex	UINT8	RO	0x17 (23 _{dez})
7000:01	Enable	Aktiviert den buck Regler für die Erzeugung der Ausgangsspannung.	BOOLEAN	RO	0x00 (0 _{dez})
7000:02	Output	Aktiviert den Ausgang.	BOOLEAN	RO	0x00 (0 _{dez})
7000:04	Input trigger enable	Mit diesem Bit wird der Trigger-Eingang freigegeben.	BOOLEAN	RO	0x00 (0 _{dez})
7000:05	Output trigger enable	Mit diesem Bit wird der Trigger-Ausgang freigegeben bzw. geschaltet.	BOOLEAN	RO	0x00 (0 _{dez})
7000:08	Reset	Mit steigender Flanke im Reset-Bit wird nach einem Error bzw. wenn das Ready-Bit im Status nicht gesetzt ist die Ausgangsstufe zurückgesetzt bzw. wieder in Betrieb genommen.	BOOLEAN	RO	0x00 (0 _{dez})
7000:11	Output current	Vorgabe des Sollstroms in mA.	UINT16	RO	0x0000 (0 _{dez})
7000:12	Impulse length	Vorgabe der Pulsdauer in µs.	UINT32	RO	0x00000000 (0 _{dez})
7000:13	Trigger delay	Vorgabe der Verzögerungszeit des Trigger-Eingangs in µs.	UINT32	RO	0x00000000 (0 _{dez})
7000:14	PWM duty	Vorgabe des Duty cycles (32767=100%).	UINT16	RO	0x0000 (0 _{dez})
7000:15	Output voltage	Vorgabe der Ausgangsspannung in 0.01 V.	UINT16	RO	0x0000 (0 _{dez})
7000:16	DC Start time	Timestamp für die Startzeit im DC-Betrieb.	UINT64	RO	0x0000000000000000 (0 _{dez})
7000:17	Tigger out delay	Vorgabe der Verzögerungszeit des Trigger-Ausgangs in µs.	UINT32	RO	0x00000000 (0 _{dez})

Index 8000 DOX Settings Ch.1

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
8000:0	DOX Settings Ch.1	Max. Subindex	UINT8	RO	0x16 (22 _{dez})
8000:02	Target current	Nennstrom bzw. maximale Stromstärke wenn PDO 0x1601 gemappt wird. Dann ist dies die maximal über 0x1601 einstellbare Stromstärke. Einstellbare Werte: 0.. 3000 (0...3 A)	UINT16	RW	0x01F4 (500 _{dez})
8000:03	Supply voltage	Einstellung der Eingangsspannung für die Überwachung im Betrieb. Einstellbare Werte EL2596: 2000..2880 (20...28,8 V) EL2596-0010: 2000..5760 (20...57,6 V)	UINT16	RW	0x0960 (2400 _{dez})
8000:04	Output voltage	Einstellung der LED-Nennspannung bzw. Ausgangsspannung. Verwendung hängt von der eingestellten Betriebsart ab. Im Pulsbetrieb (OPV) wird auf die eingestellte Spannung und einem zusätzlichen Spannungshub geregelt. Im „Current Control“-Betrieb ist diese die Nennspannung des LED Ausgangs. Einstellbare Werte EL2596: 0..2780 (0...27,8 V) EL2596-0010: 0..4800 (0...48,0 V)	UINT16	RW	0x04B0 (1200 _{dez})
8000:0B	Trigger delay (switch on)	Verzögerung des Trigger-Eingangs in 100 ns. Einstellbare Werte: 0.. 100 000 000 (0...10 s)	UINT32	RW	0x00000000 (0 _{dez})
8000:11	Warning level (supply voltage)	Mit diesem Eintrag wird prozentual der Warning Level der Eingangsspannung eingestellt. Wenn die Eingangsspannung den Warnwert unterschreitet, wird eine Meldung ausgegeben. Einstellbare Werte: 0..100 %	UINT8	RW	0x05 (5 _{dez})
8000:12	Error level (supply voltage)	Mit diesem Eintrag wird prozentual der Error Level der Eingangsspannung eingestellt. Wenn die Eingangsspannung den Fehlerwert unterschreitet, wird ein Fehler ausgegeben. Einstellbare Werte: 0..100 %	UINT8	RW	0x14 (20 _{dez})
8000:13	Positive warning level (output voltage)	Mit diesem Eintrag wird prozentual der positive Warning Level der Ausgangsspannung eingestellt. Einstellbare Werte: 0..100 %	UINT8	RW	0x05 (5 _{dez})
8000:14	Positive error level (output voltage)	Mit diesem Eintrag wird prozentual der positive Error Level der Ausgangsspannung eingestellt. (dient zur Erkennung eines Drahtbruchs) Einstellbare Werte: 0..100 %	UINT8	RW	0x14 (20 _{dez})
8000:15	Negative warning level (output voltage)	Mit diesem Eintrag wird das negative Warning Level für die Erkennung eines Kurzschlusses festgelegt. Einstellbare Werte: 0..100 %	UINT8	RW	0x05 (5 _{dez})
8000:16	Negative error level (output voltage)	Mit diesem Eintrag wird das negative Error Level für die Erkennung eines Kurzschlusses festgelegt. Einstellbare Werte: 0..100 %	UINT8	RW	0x0A (10 _{dez})

Index 8001 DOX Controller Settings Ch.1

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
8001:0	DOX Controller Settings Ch.1	Max. Subindex	UINT8	RO	0x03 (3 _{dez})
8001:01	Kp factor (curr.)	P-Regelparameter sollte nur in Ausnahmefällen angepasst werden	UINT16	RW	0x0064 (100 _{dez})
8001:02	Ki factor (curr.)	I-Regelparameter sollte nur in Ausnahmefällen angepasst werden.	UINT16	RW	0x0000 (0 _{dez})
8001:03	Kd factor (curr.)	D-Regelparameter sollte nur in Ausnahmefällen angepasst werden.	UINT16	RW	0x0014 (20 _{dez})

Index 8002 DOX Features Ch.1

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default	
8002:0	DOX Features Ch.1	Max. Subindex	UINT8	RO	0x35 (50 _{dez})	
8002:11	Select info data 1	erlaubte Werte:	UINT8	RW	0x07 (7 _{dez})	
		0				Status word
		7				Output voltage
		8				Output current
		101				Internal temperature (am Prozessor)
		104				Supply voltage
		105				Supply current
		106				LED N voltage
		107				Power dissipation
108	Internal temperature 2 (am LED Treiber)					
8002:19	Select info data 2	erlaubte Werte:	UINT8	RW	0x08 (8 _{dez})	
		0				Status word
		7				Output voltage
		8				Output current
		101				Internal temperature (am Prozessor)
		104				Supply voltage
		105				Supply current
		106				LED N voltage
		107				Power dissipation
108	Internal temperature 2 (am LED Treiber)					
8002:30	Invert digital input	Aktiviert die Invertierung des digitalen Eingangs	BOOLEAN	RW	0x00 (0 _{dez})	
8002:31	Pulse resolution 100ns	Die Auflösung der PDO- Pulse und Delay Zeitvorgaben in 0x1602, 0x1603 und 0x1607 beträgt bei FALSE 1µs und bei TRUE 100 ns.	BOOLEAN	RW	0x00 (0 _{dez})	
8002:32	Function for input	erlaubte Werte:	BIT4	RW	0x00 (0 _{dez})	
		0				Trigger input
		1				Hardware enable

Index 8004 DOX enh. Features

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
8004:0	DOX enh. Features	Max. Subindex	UINT8	RO	0x09 (9 _{dez})
8004:01	LED operation mode	erlaubte Werte: 0 Current control 1 Current control timestamp pulse 2 Current control trigger pulse 3 Current control PLC pulse 4 Current control PWM 5 Voltage control 6 Voltage control PWM 7 Current sink PWM	UINT8	RW	0x00 (0 _{dez})
8004:02	Trigger output mode	erlaubte Werte: 0 Synchron 1 Synchron inverted 2 Synchron pulse 3 Standard output 4 Synchron pulse inverted 5 Synchron pulse with separate trigger delay 6 Synchron pulse inverted with separate trigger delay 7 Error bit 8 Warning bit	BIT4	RW	0x00 (0 _{dez})
8004:03	Trigger in level	erlaubte Werte: 0 Low 1 High	BIT4	RW	0x01 (1 _{dez})
8004:04	PWM frequency	Frequenzvorgabe im PWM Betrieb. Einstellbare Werte: 1..10000 Hz	UINT16	RW	0x041A (1050 _{dez})
8004:05	Trigger out pulse length	Pulsbreite wenn die Betriebsart im Trigger output mode eingestellt ist. Auflösung 100 ns Einstellbare Werte: 100.. 100 000 000 (10 µs... 10 s)	UINT32	RW	0x000003E8 (1000 _{dez})
8004:06	Trigger out delay	Delay des Trigger-Ausgangs in 100 ns wenn dieser über Trigger output mode (0x8004:02) als Ausgang mit separater Delay-Zeit konfiguriert wird und diese nicht als PDO gemappt wird. Einstellbare Werte: 0.. 100 000 000 (0... 10 s)	UINT32	RW	0x00000000 (0 _{dez})
8004:07	PWM duty	Vorgabe des Duty Cycles wenn nicht in PDO gemappt. Einstellbare Werte: 0..32767	UINT16	RW	0x7FFF (32767 _{dez})
8004:08	Pulse voltage adj.	Zusätzliche Spannungserhöhung zur Formgebung des Ausgangstroms im Pulsbetrieb. Angedacht z. B. für die Inbetriebnahme einer LED über das TeachIn Kommando. Mit diesem Kommando wird automatisch die für den Sollstrom notwendige Spannung, die von LED zu LED auch bei gleicher Baureihe unterschiedlich sein kann, ermittelt und gespeichert. Der Wert wird auf die notwendige automatische Spannungserhöhung von 2..3 V addiert. Einstellbare Werte: 0..500 (0..5 V)	UINT16	RW	0x0000 (0 _{dez})
8004:09	Trigger input blind time	Inaktive Zeit des Trigger-Eingang vom Trigger-Startzeitpunkt bis zum Ende der Pulsausgabe plus „Trigger input blind time“ [µs] Einstellbare Werte: 20..65535 µs	UINT16	RW	0x32 (50 _{dez})

Index 800F DOX Vendor data

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
800F:0	DOX Vendor data	Max. Subindex	UINT8	RO	0x0A (10 _{dez})
800F:01	Offset (output voltage)	Herstellerspezifischer Abgleichparameter	INT16	RW	0x0000 (0 _{dez})
800F:02	Gain (output voltage)	Herstellerspezifischer Abgleichparameter	UINT16	RW	0x433F (17215 _{dez})
800F:03	Offset (output current)	Herstellerspezifischer Abgleichparameter	INT16	RW	0x0000 (0 _{dez})
800F:04	Gain (output current)	Herstellerspezifischer Abgleichparameter	UINT16	RW	0x2E18 (11800 _{dez})
800F:05	Offset (pulse current)	Herstellerspezifischer Abgleichparameter	INT16	RW	0x0168 (360 _{dez})
800F:06	Gain (pulse current)	Herstellerspezifischer Abgleichparameter	UINT16	RW	0x3CE3 (15587 _{dez})
800F:07	Offset (supply voltage)	Herstellerspezifischer Abgleichparameter	INT16	RW	0x0000 (0 _{dez})
800F:08	Gain (supply voltage)	Herstellerspezifischer Abgleichparameter	UINT16	RW	0x4000 (16384 _{dez})
800F:09	Offset (supply current)	Herstellerspezifischer Abgleichparameter	INT16	RW	0x0000 (0 _{dez})
800F:0A	Gain (supply current)	Herstellerspezifischer Abgleichparameter	UINT16	RW	0x4000 (16384 _{dez})

Index 9000 DOX Info data Ch.1

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
9000:0	DOX Info data Ch.1	Max. Subindex	UINT8	RO	0x12 (18 _{dez})
9000:01	Status word	Hier ist das DOX Diag data 0xA000 als word vorhanden.	UINT16	RO	0x0000 (0 _{dez})
9000:08	Output voltage	Die aktuelle Ausgangsspannung in 0.01 V.	UINT16	RO	0x0000 (0 _{dez})
9000:09	Output current	Der aktuelle Ausgangsstrom in mA.	UINT16	RO	0x0000 (0 _{dez})
9000:11	Operating hour counter	Betriebsstundenzähler des LED Ausgangs in Minuten.	UINT32	RO	0x00000000 (0 _{dez})
9000:12	Switching operation counter	Zähler für die Schaltvorgänge des LED Ausgangs.	UINT32	RO	0x00000000 (0 _{dez})

Index A000 DOX Diag data Ch.1

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
A000:0	DOX Diag data Ch.1	Max. Subindex	UINT8	RO	0x0B (11 _{dez})
A000:01	Saturated	Der Regler befindet sich in der Sättigung eine weitere Strom/Spannungserhöhung ist nicht möglich.	BOOLEAN	RO	0x00 (0 _{dez})
A000:02	Over temperature	Ein Temperaturfehler ist aufgetreten.	BOOLEAN	RO	0x00 (0 _{dez})
A000:04	Under voltage (Supply)	Die Eingangsspannung ist zu klein.	BOOLEAN	RO	0x00 (0 _{dez})
A000:05	Over voltage (Supply)	Die Eingangsspannung ist zu groß.	BOOLEAN	RO	0x00 (0 _{dez})
A000:06	Short circuit	Ein Kurzschluss wurde detektiert.	BOOLEAN	RO	0x00 (0 _{dez})
A000:07	Open load	Ein Drahtbruch wurde detektiert.	BOOLEAN	RO	0x00 (0 _{dez})
A000:09	Misc error	Internal error	BOOLEAN	RO	0x00 (0 _{dez})
A000:0B	Over voltage (Output)	Die notwendige Spannung für den LED Ausgang zum Betrieb mit dem Sollstrom ist zu Hoch.	BOOLEAN	RO	0x00 (0 _{dez})

Index F000 Modular device profile

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
F000:0	Modular device profile	Allgemeine Informationen des Modular Device Profiles	UINT8	RO	0x02 (2 _{dez})
F000:01	Module index distance	Indexabstand der Objekte der einzelnen Kanäle	UINT16	RO	0x0010 (16 _{dez})
F000:02	Maximum number of modules	Anzahl der Kanäle	UINT16	RO	0x0001 (1 _{dez})

Index F008 Code word

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
F008:0	Code word	reserviert	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	Revision number	Der Subindex 0xF081:01 (Download revision) beschreibt die Revision der Klemme / des Moduls.	UINT32	RW	0x00000000 (0 _{dez})

Index F80F DOX Vendor data

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
F80F:0	DOX Vendor data	Max. Subindex	UINT8	RO	0x0C (12 _{dez})
F80F:01	PWM Frequency Buck	Frequenz mit der der FET Halbbrücke angesteuert wird.	UINT32	RW	0x0001D4C0 (120000 _{dez})
F80F:02	Deadtime	Totzeit der beiden Buck-FETs	UINT16	RW	0x0014 (20 _{dez})
F80F:04	Warning temperature	Bei Erreichen der Temperatur wird ein Warning über Leds und Statusbyte angezeigt. Die HW bleibt aktiv.	INT8	RW	0x50 (80 _{dez})
F80F:05	Switch off temperature	Bei Erreichen der Temperatur wird ein Error über Leds und Statusbyte angezeigt. Die HW wird deaktiviert.	INT8	RW	0x64 (100 _{dez})
F80F:07	SYNC 0 shift time		INT16	RW	0x0000 (0 _{dez})
F80F:0B	Current filter	Anzahl der Werte über die der Ausgangsstrom gefiltert wird.	UINT16	RW	0x000A (10 _{dez})
F80F:0C	Voltage filter	Anzahl der Werte über die die Ausgangsspannung gefiltert wird.	UINT16	RW	0x0014 (20 _{dez})

Index F900 DOX Info data

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
F900:0	DOX Info data	Max. Subindex	UINT8	RO	0x13 (19 _{dez})
F900:02	Internal temperature	Interne Klemmen-Temperatur in °C (am Prozessor)	INT8	RO	0x00 (0 _{dez})
F900:03	Internal temperature 2	Interne Klemmen-Temperatur in °C (am LED Treiber)	INT8	RO	0x00 (0 _{dez})
F900:05	Supply voltage	Versorgungsspannung	UINT16	RO	0x0000 (0 _{dez})
F900:06	Supply current	Versorgungsstrom	UINT16	RO	0x0000 (0 _{dez})
F900:07	Buck CC Unit	Auflösung des Buck Timers	UINT16	RO	0x0000 (0 _{dez})
F900:08	Temp1 Raw Value	Rohwert MC Temperaturmessung	UINT16	RO	0x0000 (0 _{dez})
F900:09	Temp2 Raw Value	Rohwert MC Temperaturmessung	UINT16	RO	0x0000 (0 _{dez})
F900:0A	Voltage Raw Value	Rohwert der MC Versorgungsspannungsmessung.	UINT16	RO	0x0000 (0 _{dez})
F900:0B	Current Raw Value	Rohwert der MC Versorgungsstrommessung.	UINT16	RO	0x0000 (0 _{dez})
F900:0C	MC temperature	Interne Temperatur des STM32	INT16	RO	0x0000 (0 _{dez})
F900:0D	MC referenz	Interne Referenzspannung des STM32	UINT16	RO	0x0000 (0 _{dez})
F900:0E	U buck raw	ungefilterter Rohwert der Ausgangsspannungsmessung	UINT32	RO	0x00000000 (0 _{dez})
F900:0F	I led raw	ungefilterter Rohwert der Strommessung	UINT32	RO	0x00000000 (0 _{dez})
F900:10	DAC raw	ungefilterter Rohwert der Strommessung	UINT16	RO	0x0000 (0 _{dez})
F900:11	U Led N raw	ungefilterter Rohwert der Ausgangsspannungsmessung	UINT32	RO	0x00000000 (0 _{dez})
F900:12	Led N voltage	Spannung am LED- Ausgang der Klemme die im Puls/ PWM Betrieb abfällt. Eine hohe Spannung führt zu entsprechender Verlustleistung in der Klemme. Über einen TeachIn kann dieser Wert optimiert werden. Der Messbereich ist 0 bis ca. 4 V	UINT16	RO	0x0000 (0 _{dez})
F900:13	Power dissipation	Verlustleistung des Buck Reglers	UINT16	RO	0x0000 (0 _{dez})

Index FB00 DOX Command

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
FB00:0	DOX Command	Über DOX Command können klemmenspezifische Kommandos durchgeführt werden.	UINT8	RO	0x03 (3 _{dez})
FB00:01	Request	<ul style="list-style-type: none"> • Kommandos: • 0x0001: Abspeichern des Betriebsstundenzählers • 0x0002: Löschen des Betriebsstundenzählers • 0x0501: die ermittelte Ausgangsspannung bei Sollstrom wird gespeichert (im „Current Control“-Modus) • 0x0502: Teachin einer LED durchführen mit Speichern der Spannung im EEPROM (in 8000:04) • 0x0503: Teachin einer LED durchführen ohne die Spannung im EEPROM zu speichern, also temporär 	OCTET-STRING[2]	RW	{0}
FB00:02	Status		UINT8	RO	0x00 (0 _{dez})
FB00:03	Response		OCTET-STRING[4]	RO	{0}

5.11.2 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	0x00D21389 (13767561 _{dez})

Index 1008 Device name

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
1008:0	Device name	Geräte-Name des EtherCAT-Slave	STRING	RO	EL2596

Index 1009 Hardware version

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

Index 100A Software version

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

Index 100B Bootloader version

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
100B:0	Bootloader version	Bootloader Version des EtherCAT-Slaves	STRING	RO	N/A

Index 1011 Restore default parameters

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
1011:0	Restore default parameters ▶ 267	Herstellen der Default-Einstellungen	UINT8	RO	0x01 (1 _{dez})
1011:01	SubIndex 001	Wenn Sie dieses Objekt im Set Value Dialog auf „0x64616F6C“ setzen, werden alle Backup Objekte wieder in den Auslieferungszustand gesetzt.	UINT32	RW	0x00000000 (0 _{dez})

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	0x0A233052 (170078290 _{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 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	Max. Subindex	UINT8	RO	0x37 (55 _{dez})
10F3:01	Maximum Messages	Maximale Anzahl der gespeicherten Nachrichten Es können maximal 50 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[28]	RO	{0}
...	OCTET-STRING[28]	RO	{0}
10F3:23	Diagnosis Message 030	Nachricht 30	OCTET-STRING[28]	RO	{0}

Index 10F8 Actual Time Stamp

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
10F8:0	Actual Time Stamp	Timestamp	UINT64	RO	

Index 1401 DOX RxPDO-Par Current

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
1401:0	DOX RxPDO-Par Current	PDO Parameter RxPDO 2	UINT64	RO	0x06 (6 _{dez})
1401:06	Exclude RxPDOs	Hier sind die RxPDOs (Index der RxPDO Mapping Objekte) angegeben, die nicht zusammen mit RxPDO 2 übertragen werden dürfen	OCTET-STRING[2]	RO	05 16

Index 1405 DOX RxPDO-Par Voltage

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
1405:0	DOX RxPDO-Par Voltage	PDO Parameter RxPDO 6	UINT64	RO	0x06 (6 _{dez})
1405:06	Exclude RxPDOs	Hier sind die RxPDOs (Index der RxPDO Mapping Objekte) angegeben, die nicht zusammen mit RxPDO 6 übertragen werden dürfen	OCTET-STRING[2]	RO	01 16

Index 1600 DOX RxPDO-Map Control

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
1600:0	DOX RxPDO-Map Control	PDO Mapping RxPDO 1	UINT8	RO	0x08 (8 _{dez})
1600:01	SubIndex 001	1. PDO Mapping entry (object 0x7000 (DOX Outputs Ch.1), entry 0x01 (Enable))	UINT32	RO	0x7000:01, 1
1600:02	SubIndex 002	2. PDO Mapping entry (object 0x7000 (DOX Outputs Ch.1), entry 0x02 (Output))	UINT32	RO	0x7000:02, 1
1600:03	SubIndex 003	3. PDO Mapping entry (1 bits align)	UINT32	RO	0x0000:00, 1
1600:04	SubIndex 004	4. PDO Mapping entry (object 0x7000 (DOX Outputs Ch.1), entry 0x04 (Input trigger enable))	UINT32	RO	0x7000:04, 1
1600:05	SubIndex 005	5. PDO Mapping entry (object 0x7000 (DOX Outputs Ch.1), entry 0x05 (Output trigger enable))	UINT32	RO	0x7000:05, 1
1600:06	SubIndex 006	6. PDO Mapping entry (2 bits align)	UINT32	RO	0x0000:00, 2
1600:07	SubIndex 007	7. PDO Mapping entry (object 0x7000 (DOX Outputs Ch.1), entry 0x08 (Reset))	UINT32	RO	0x7000:08, 1
1600:08	SubIndex 008	8. PDO Mapping entry (8 bits align)	UINT32	RO	0x0000:00, 8

Index 1601 DOX RxPDO-Map Current

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
1601:0	DOX RxPDO-Map Current	PDO Mapping RxPDO 2	UINT8	RO	0x01 (1 _{dez})
1601:01	SubIndex 001	1. PDO Mapping entry (object 0x7000 (DOX Outputs Ch.1), entry 0x11 (Output current))	UINT32	RO	0x7000:11, 16

Index 1602 DOX RxPDO-Map Impulse length

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
1602:0	DOX RxPDO-Map Impulse length	PDO Mapping RxPDO 3	UINT8	RO	0x01 (1 _{dez})
1602:01	SubIndex 001	1. PDO Mapping entry (object 0x7000 (DOX Outputs Ch.1), entry 0x12 (Impulse length))	UINT32	RO	0x7000:12, 32

Index 1603 DOX RxPDO-Map Trigger delay

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
1603:0	DOX RxPDO-Map Trigger delay	PDO Mapping RxPDO 4	UINT8	RO	0x01 (1 _{dez})
1603:01	SubIndex 001	1. PDO Mapping entry (object 0x7000 (DOX Outputs Ch.1), entry 0x13 (Trigger delay))	UINT32	RO	0x7000:13, 32

Index 1604 DOX RxPDO-Map PWM duty

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
1604:0	DOX RxPDO-Map PWM duty	PDO Mapping RxPDO 5	UINT8	RO	0x01 (1 _{dez})
1604:01	SubIndex 001	1. PDO Mapping entry (object 0x7000 (DOX Outputs Ch.1), entry 0x14 (PWM duty))	UINT32	RO	0x7000:14, 16

Index 1605 DOX RxPDO-Map Voltage

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
1605:0	DOX RxPDO-Map Voltage	PDO Mapping RxPDO 6	UINT8	RO	0x01 (1 _{dez})
1605:01	SubIndex 001	1. PDO Mapping entry (object 0x7000 (DOX Outputs Ch.1), entry 0x15 (Output voltage))	UINT32	RO	0x7000:15, 16

Index 1606 DOX RxPDO-Map DC start time

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
1606:0	DOX RxPDO-Map DC start time	PDO Mapping RxPDO 7	UINT8	RO	0x01 (1 _{dez})
1606:01	SubIndex 001	1. PDO Mapping entry (object 0x7000 (DOX Outputs Ch.1), entry 0x16 (DC Start time))	UINT32	RO	0x7000:16, 64

Index 1607 DOX RxPDO-Map Trigger out delay

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
1607:0	DOX RxPDO-Map Trigger out delay	PDO Mapping RxPDO 8	UINT8	RO	0x01 (1 _{dez})
1607:01	SubIndex 001	1. PDO Mapping entry (object 0x7000 (DOX Outputs Ch.1), entry 0x17 (Trigger out delay))	UINT32	RO	0x7000:17, 16

Index 1A00 DOX TxPDO-Map Status

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
1A00:0	DOX TxPDO-Map Status	PDO Mapping TxPDO 1	UINT8	RO	0x0A (10 _{dez})
1A00:01	SubIndex 001	1. PDO Mapping entry (object 0x6000 (DOX Inputs Ch.1), entry 0x01 (Ready to activate))	UINT32	RO	0x6000:01, 1
1A00:02	SubIndex 002	2. PDO Mapping entry (object 0x6000 (DOX Inputs Ch.1), entry 0x02 (Output active))	UINT32	RO	0x6000:02, 1
1A00:03	SubIndex 003	3. PDO Mapping entry (1 bits align)	UINT32	RO	0x0000:00, 1
1A00:04	SubIndex 004	4. PDO Mapping entry (object 0x6000 (DOX Inputs Ch.1), entry 0x04 (Switching operation counter))	UINT32	RO	0x6000:04, 3
1A00:05	SubIndex 005	5. PDO Mapping entry (object 0x6000 (DOX Inputs Ch.1), entry 0x07 (Warning))	UINT32	RO	0x6000:07, 1
1A00:06	SubIndex 006	6. PDO Mapping entry (object 0x6000 (DOX Inputs Ch.1), entry 0x08 (Error))	UINT32	RO	0x6000:08, 1
1A00:07	SubIndex 007	7. PDO Mapping entry (3 bits align)	UINT32	RO	0x0000:00, 3
1A00:08	SubIndex 008	8. PDO Mapping entry (object 0x6000 (DOX Inputs Ch.1), entry 0x0C (Digital input))	UINT32	RO	0x6000:0C, 1
1A00:09	SubIndex 009	9. PDO Mapping entry (3 bits align)	UINT32	RO	0x0000:00, 3
1A00:0A	SubIndex 010	10. PDO Mapping entry (object 0x6000 (DOX Inputs Ch.1), entry 0x10 (TxPDO Toggle))	UINT32	RO	0x6000:10, 1

Index 1A01 DOX TxPDO-Map Synchron info data

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
1A01:0	DOX TxPDO-Map Synchron info data	PDO Mapping TxPDO 2	UINT8	RO	0x02 (2 _{dez})
1A01:01	SubIndex 001	1. PDO Mapping entry (object 0x6000 (DOX Inputs Ch.1), entry 0x11 (Info data 1))	UINT32	RO	0x6000:11, 16
1A01:02	SubIndex 002	2. PDO Mapping entry (object 0x6000 (DOX Inputs Ch.1), entry 0x12 (Info data 2))	UINT32	RO	0x6000:12, 16

Index 1C00 Sync manager type

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

Index 1C12 RxPDO assign

Index (hex)	Name	Bedeutung	Data type	Flags	Default
1C12:0	RxPDO assign	PDO Assign Outputs	UINT8	RW	0x01 (1 _{dez})
1C12:01	Subindex 001	1. zugeordnete RxPDO (enthält den Index des zugehörigen RxPDO Mapping Objekts)	UINT16	RW	0x1600 (5632 _{dez})
1C12:02	Subindex 002	2. zugeordnete RxPDO (enthält den Index des zugehörigen RxPDO Mapping Objekts)	UINT16	RW	0x0000 (0 _{dez})
1C12:03	Subindex 003	3. zugeordnete RxPDO (enthält den Index des zugehörigen RxPDO Mapping Objekts)	UINT16	RW	0x0000 (0 _{dez})
1C12:04	Subindex 004	4. zugeordnete RxPDO (enthält den Index des zugehörigen RxPDO Mapping Objekts)	UINT16	RW	0x0000 (0 _{dez})
1C12:05	Subindex 005	5. zugeordnete RxPDO (enthält den Index des zugehörigen RxPDO Mapping Objekts)	UINT16	RW	0x0000 (0 _{dez})
1C12:06	Subindex 006	6. zugeordnete RxPDO (enthält den Index des zugehörigen RxPDO Mapping Objekts)	UINT16	RW	0x0000 (0 _{dez})
1C12:07	Subindex 007	7. 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	0x01 (1 _{dez})
1C13:01	Subindex 001	1. zugeordnete TxPDO (enthält den Index des zugehörigen TxPDO Mapping Objekts)	UINT16	RW	0x1A00 (6656 _{dez})
1C13:02	Subindex 002	2. zugeordnete TxPDO (enthält den Index des zugehörigen TxPDO Mapping Objekts)	UINT16	RW	0x0000 (0 _{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	0x000186A0 (100000 _{dez})
1C32:06	Calc and copy time	Minimale Zeit zwischen SYNC0 und SYNC1 Event (in ns, nur DC-Mode)	UINT32	RO	0x00000000 (0 _{dez})
1C32:07	Minimum delay time		UINT32	RO	0x00000000 (0 _{dez})
1C32:08	Get Cycle Time	<ul style="list-style-type: none"> • 0: Messung der lokalen Zykluszeit wird gestoppt • 1: Messung der lokalen Zykluszeit wird gestartet <p>Die Entries 0x1C32:03 [▶ 232], 0x1C32:05 [▶ 232], 0x1C32:06 [▶ 232], 0x1C32:09 [▶ 232], 0x1C33:03, 0x1C33:06 [▶ 232], 0x1C33:09 werden mit den maximal gemessenen Werten aktualisiert. Wenn erneut gemessen wird, werden die Messwerte zurückgesetzt</p>	UINT16	RW	0x0000 (0 _{dez})
1C32:09	Maximum delay time	Zeit zwischen SYNC1 Event und Ausgabe der Outputs (in ns, nur DC-Mode)	UINT32	RO	0x00000000 (0 _{dez})
1C32:0B	SM event missed counter	Anzahl der ausgefallenen SM-Events im OPERATIONAL (nur im DC Mode)	UINT16	RO	0x0000 (0 _{dez})
1C32:0C	Cycle exceeded counter	Anzahl der Zykluszeitverletzungen im OPERATIONAL (Zyklus wurde nicht rechtzeitig fertig bzw. der nächste Zyklus kam zu früh)	UINT16	RO	0x0000 (0 _{dez})
1C32:0D	Shift too short counter	Anzahl der zu kurzen Abstände zwischen SYNC0 und SYNC1 Event (nur im DC Mode)	UINT16	RO	0x0000 (0 _{dez})
1C32:20	Sync error	Im letzten Zyklus war die Synchronisierung nicht korrekt (Ausgänge wurden zu spät ausgegeben, nur im DC Mode)	BOOLEAN	RO	0x00 (0 _{dez})

Index 1C33 SM input parameter

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
1C33:0	SM input parameter	Synchronisierungsparameter der Inputs	UINT8	RO	0x20 (32 _{dez})
1C33:01	Sync mode	Aktuelle Synchronisierungsbetriebsart: <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 0x1C32:02	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 0x1C32:08 oder 0x1C33:08 [► 233]) 	UINT16	RO	0x0002 (2 _{dez})
1C33:05	Minimum cycle time	wie 0x1C32:05	UINT32	RO	0x000186A0 (100000 _{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})
1C33:08	Command	wie 0x1C32:08	UINT16	RW	0x0000 (0 _{dez})
1C33:09	Maximum delay time	Zeit zwischen SYNC1-Event und Einlesen der Eingänge (in ns, nur DC-Mode)	UINT32	RO	0x00000000 (0 _{dez})
1C33:0B	SM event missed counter	wie 0x1C32:11	UINT16	RO	0x0000 (0 _{dez})
1C33:0C	Cycle exceeded counter	wie 0x1C32:12	UINT16	RO	0x0000 (0 _{dez})
1C33:0D	Shift too short counter	wie 0x1C32:13	UINT16	RO	0x0000 (0 _{dez})
1C33:20	Sync error	wie 0x1C32:32	BOOLEAN	RO	0x00 (0 _{dez})

5.12 Beispielprogramme

• Verwendung der Beispielprogramme

i Dieses Dokument enthält exemplarische Anwendungen unserer Produkte für bestimmte Einsatzbereiche. Die hier dargestellten Anwendungshinweise beruhen auf den typischen Eigenschaften unserer Produkte und haben ausschließlich Beispielcharakter. Die mit diesem Dokument vermittelten Hinweise beziehen sich ausdrücklich nicht auf spezifische Anwendungsfälle, daher liegt es in der Verantwortung des Anwenders zu prüfen und zu entscheiden, ob das Produkt für den Einsatz in einem bestimmten Anwendungsbereich geeignet ist. Wir übernehmen keine Gewährleistung, dass der in diesem Dokument enthaltene Quellcode vollständig und richtig ist. Wir behalten uns jederzeit eine Änderung der Inhalte dieses Dokuments vor und übernehmen keine Haftung für Irrtümer und fehlenden Angaben.

Vorbereitungen zum Starten des Beispielprogramms (tnzip-Datei/TwinCAT 3)

- Nach Klick auf den Download-Button speichern Sie das Zip-Archiv lokal auf ihrer Festplatte und entpacken die *.tnzip-Archivdatei in einem temporären Ordner.

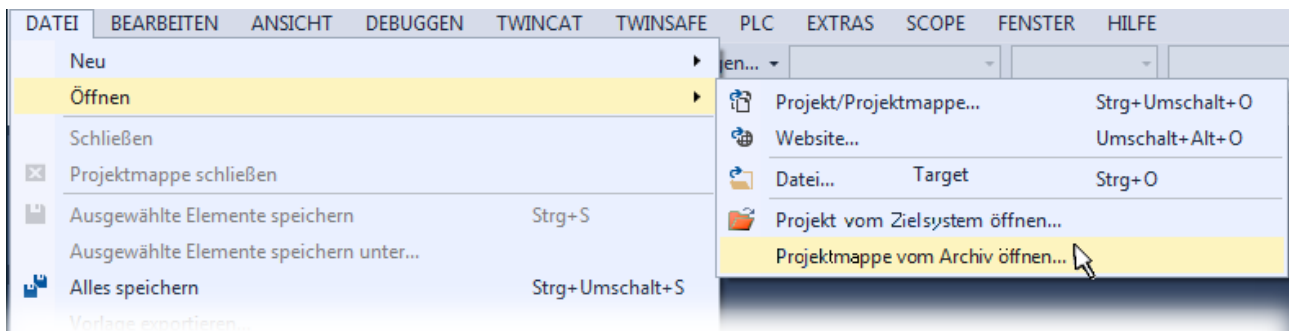


Abb. 233: Öffnen des *.tnzip-Archives

- Wählen Sie die zuvor entpackte .tnzip-Datei (Beispielprogramm) aus.
- Ein weiteres Auswahlfenster öffnet sich: wählen nun Sie das Zielverzeichnis, wo das Projekt gespeichert werden soll.
- Die generelle Vorgehensweise für die Inbetriebnahme der PLC bzw. dem Start des Programms kann u. a. den Klemmen-Dokumentationen oder der EtherCAT-Systemdokumentation entnommen werden.
- Das EtherCAT-Gerät im Beispiel ist in der Regel. zuvor ihrem vorliegenden System bekannt zu machen. Verwenden Sie nach Auswahl des EtherCAT-Gerätes im „Projektmappen-Explorer“ rechtsseitig den Karteireiter „Adapter“ und Klicken „Suchen...“:

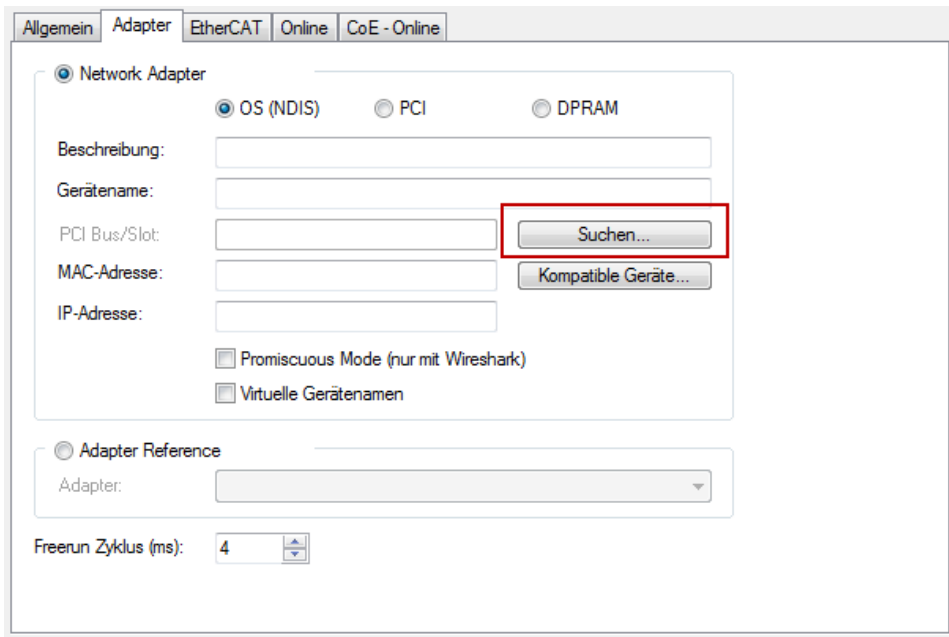
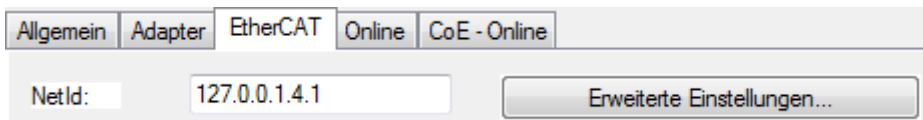


Abb. 234: Suche der bestehenden HW-Konfiguration zur bestehenden EtherCAT-Konfiguration

- Überprüfen der NetId: der Karteireiter „EtherCAT“ des EtherCAT-Gerätes zeigt die konfigurierte NetId:



Diese muss mit den ersten vier Zahlenwerten mit der Projekt-NetId des Zielsystems übereinstimmen. Die NetId des Projektes kann oben in einem Textfeld der TwinCAT-Umgebung eingesehen werden. Ein pull-down Menü kann durch einen Klick rechts im Textfeld geöffnet werden; dort ist zu jedem Rechnernamen eines Zielsystems die NetId in Klammern angegeben.

- Ändern der NetId: mit einem Rechtsklick auf „Gerät EtherCAT“ im Projektmappen-Explorer öffnet sich das Kontextmenü, in dem „Ändern der NetId“ auszuwählen ist. Die ersten vier Zahlen der NetId des Projektes sind einzutragen. die beiden letzten Werte sind in der Regel 4.1.

Beispiel:

- NetId des Projektes: myComputer (123.45.67.89.1.1)
- Eintrag per „Change NetId...“: 123.45.67.89.4.1

5.12.1 Beispielprogramm 1 - Kurzschlusserkennung (Stromgeregelt)

HINWEIS

Kurzschlusserkennung im Betriebsmodus „Current Control“

- Ein Kurzschluss im Betriebsmodus „Current Control“ wird erkannt, wenn der Strom größer wird als der im CoE `0x8000:02` [▶ 222] vorgegebene Maximalstrom bei einer Ausgangsspannung, die kleiner als die untere Fehlergrenze für die Ausgangsspannung ist

- $I > 0x8000:02$ [▶ 222] und $U < (0x8000:04$ [▶ 222] * $0x8000:16$ [▶ 222]/100))



<https://infosys.beckhoff.com/content/1031/el2596/Resources/8397411083.zip>

Programmbeschreibung und Funktion

Die EL2596 kann, neben dem klassischen Einsatz zur Ansteuerung von LEDs, auch für den Test von elektrischen Kontakten und andere Sonderanwendungen verwendet werden. Der stromgeregelt LED-Ausgang kann Kurzschlüsse oder allgemein Stromveränderungen innerhalb weniger Millisekunden

detektieren, als Fehlermeldung ausgeben und ggf. abschalten. Der zu testende Prüfling, zum Beispiel ein elektrischer Kontakt, muss dazu potentialfrei an den LED Ausgang (Anschluss 1 und 9) angeschlossen werden.

In diesem Beispiel wird eine Vorrichtung an die EL2596-0000 (FW03) angeschlossen, die im Normalzustand nach Aktivieren des Ausgangs zu einem Ruhestrom von ca. 100 mA führt. Tritt darüber hinaus ein Kurzschluss auf wird eine Fehlermeldung generiert und der LED-Ausgang der EL2596 schaltet nach kurzer Zeit ab.

Der Strom/Spannungsverlauf während des Kurzschlusses ist in der folgenden Scopeaufnahme zu sehen. Die Werte „Output-Current“ und „Output-Voltage“ werden aus den Info-Daten der Klemme ausgelesen. Die Zeit bis zum vollständigen Abschalten des Ausgangs beträgt circa 3 ms, der Strom steigt kurzzeitig auf ca. 700 mA an.



Abb. 235: Zeit für die Detektion eines Kurzschlusses

Mit diesem Beispielprogramm kann mit Hilfe der EL2596 ein Kurzschluss am LED-Ausgang detektiert werden. Dazu wird von der EL2596 am LED-Ausgang ein vorgegebener Strom ausgegeben (Betriebsmodus: „Current Control“). Wenn am LED-Ausgang ein Kurzschluss erkannt wird, wird eine Fehlermeldung generiert, die mit diesem Beispielprogramm ausgelesen und verarbeitet werden kann.

Dazu müssen in den CoE Daten, wie im Kapitel [Inbetriebnahme](#) [► 132] beschrieben, die Werte für die Versorgungs- und Ausgangsspannung, sowie den maximalen Ausgangsstrom vorgegeben werden.

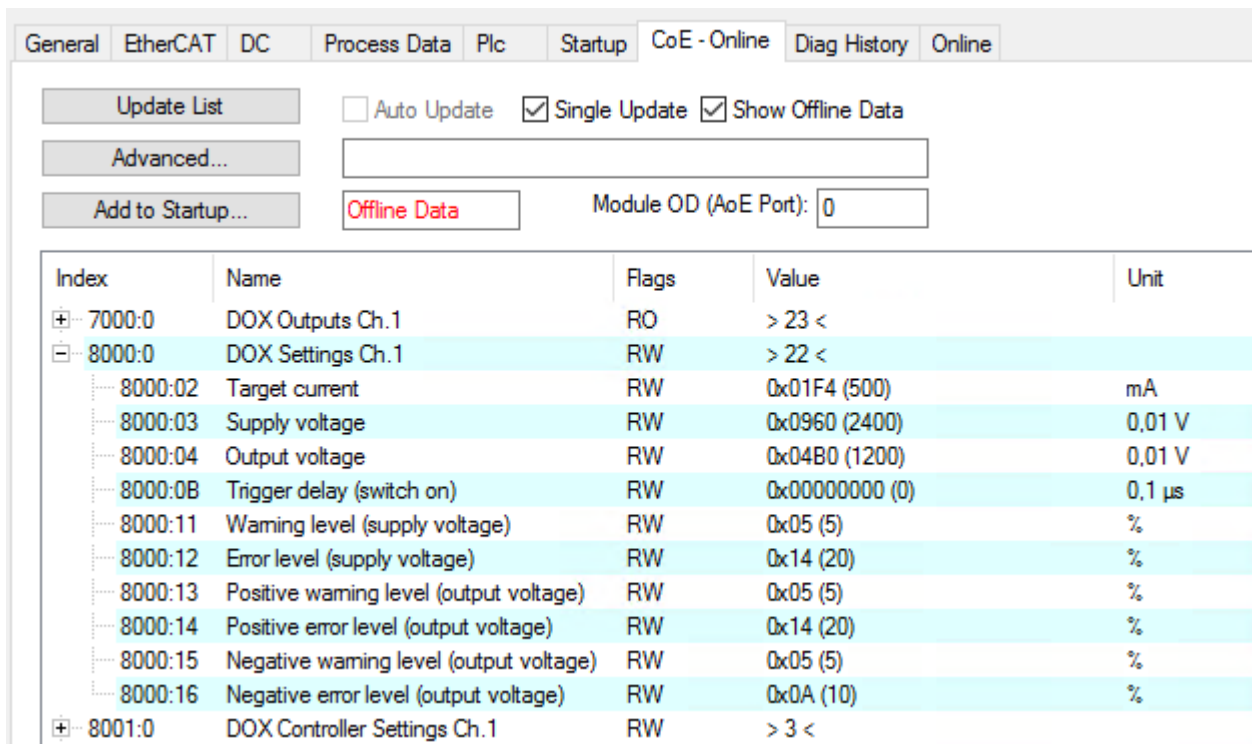


Abb. 236: Einstellen von Strom- und Spannungswerten im CoE

Die vorgegebenen Ausgangswerte werden dann am Ausgang der LED-Klemme ausgegeben. Als Ausgangsmodus (CoE-Index 0x8004:01) muss der Modus „Current Control“ ausgewählt werden.

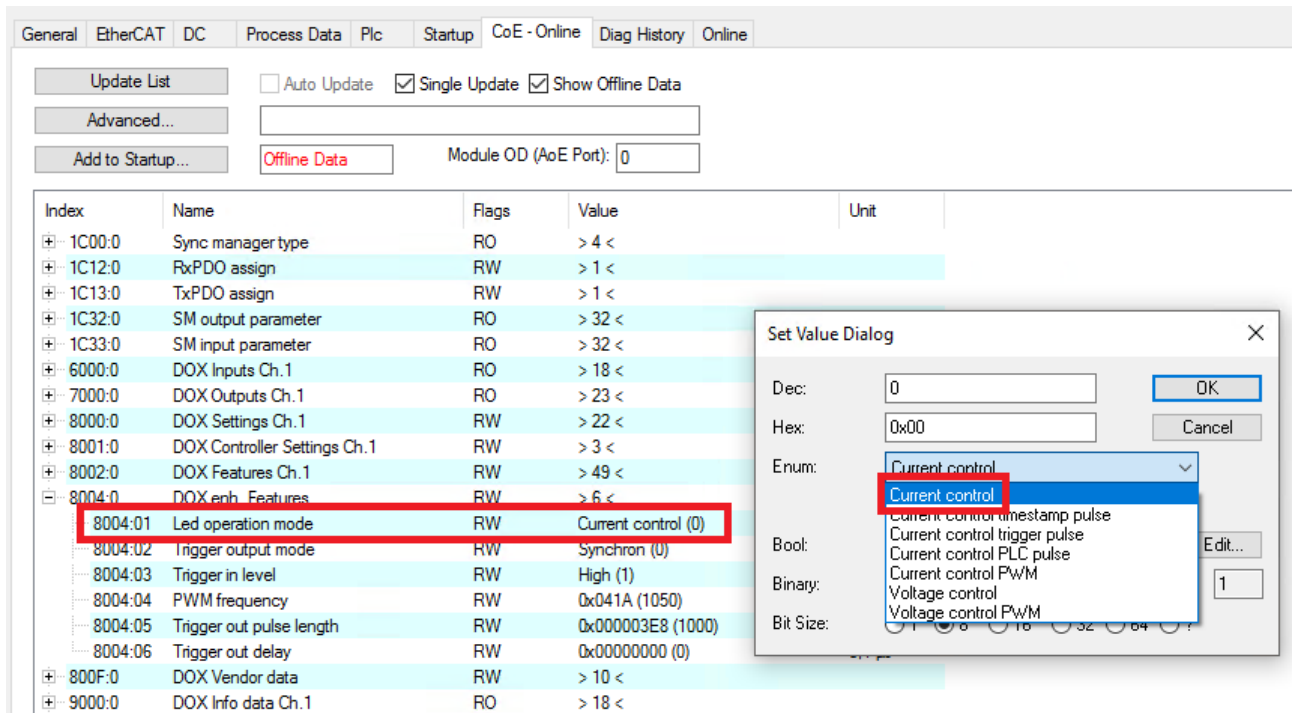


Abb. 237: Auswahl des Betriebsmodus "Current Control"

Als Predefined PDO wird „Current control (with info data)“ verwendet.

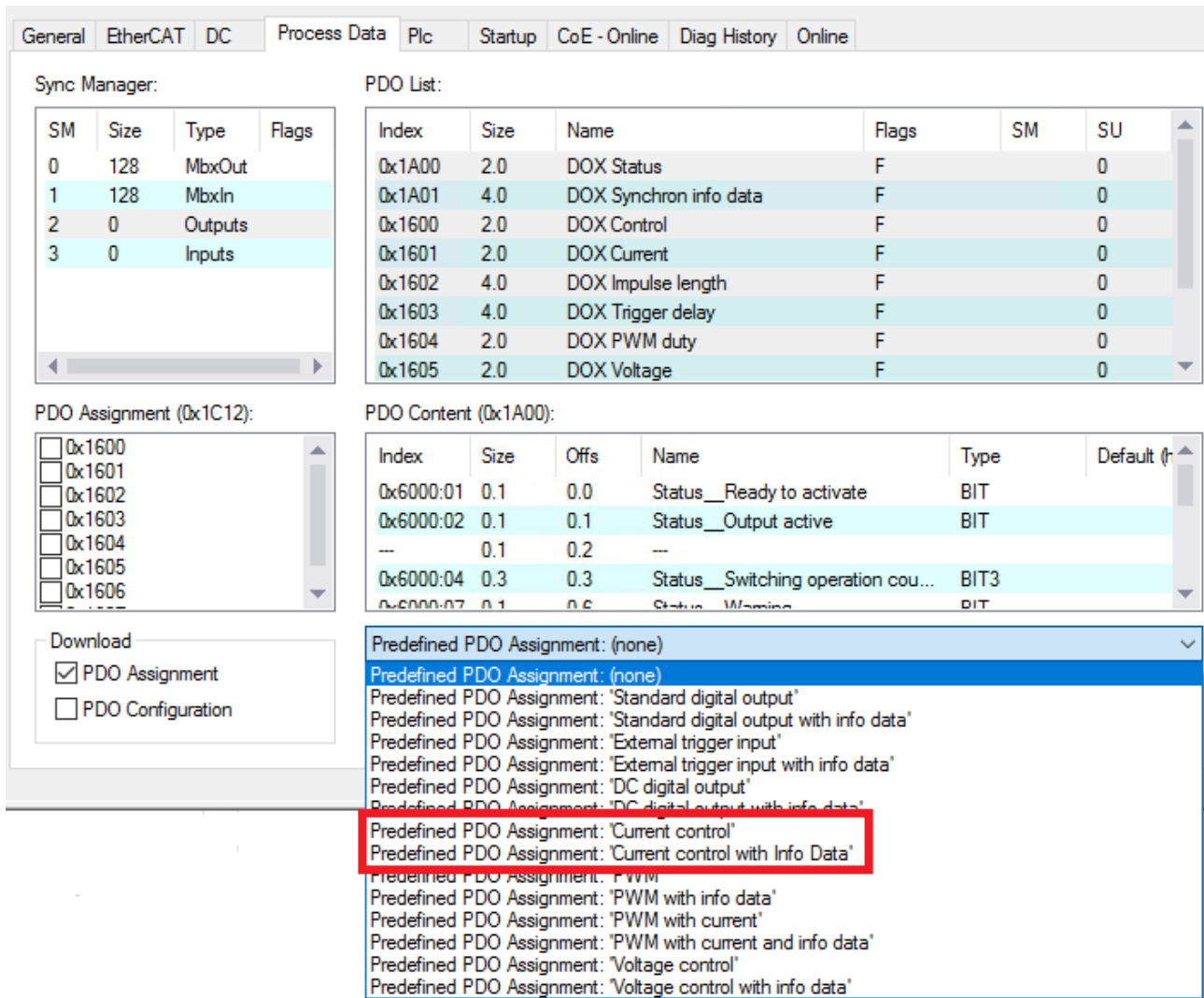


Abb. 238: Auswahl der Predefined PDOs „Current control with info data“

In dem Beispielprogramm werden Diagnosedaten aus den Diagnosenachrichten der Klemme ausgelesen. Dazu muss in der globalen Variablenliste (GVL) die NetID des EtherCAT Netzwerks und die ID der EL2596 angegeben werden.

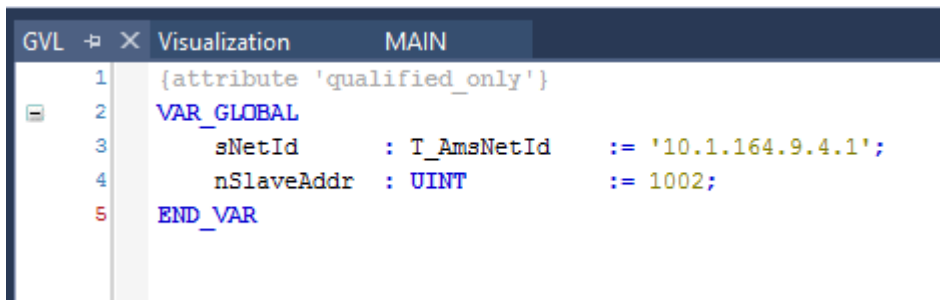


Abb. 239: Beispielprogramm 1 | GVL

Die NetID kann in TwinCAT unter dem EtherCAT Master im Reiter „EtherCAT“ angezeigt werden. Die ID ist in der GVL als sNetID in Hochkommata als String anzugeben.

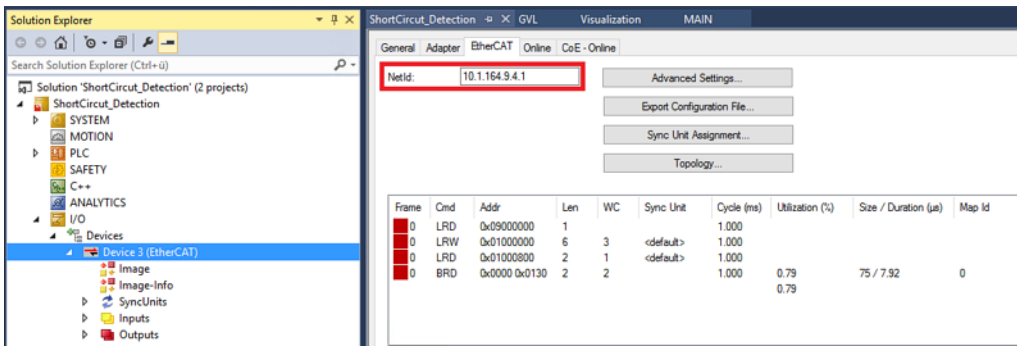


Abb. 240: Anzeigen der NetID

Die ID des Slaves ist ebenfalls im EtherCAT Master zu finden. Dazu muss der Reiter „Online“ ausgewählt werden. Dieser Wert ist dann als nSlaveAddr anzugeben.

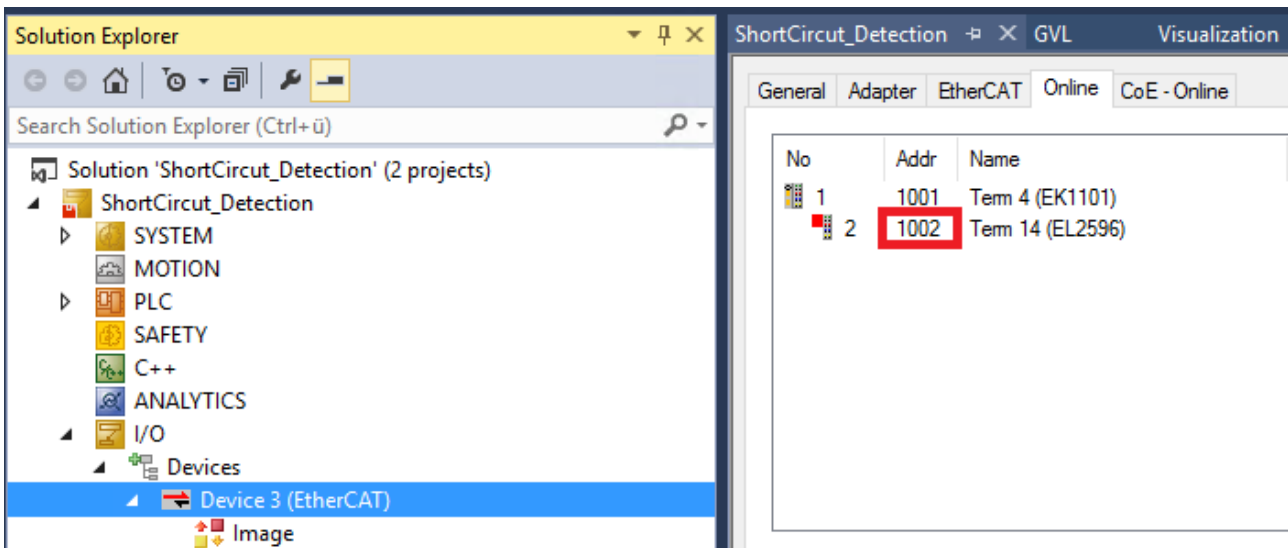


Abb. 241: Anzeigen der Slave Adresse

Das Beispielprogramm kann anschließend gestartet werden. Zur Verwendung des Beispielprogramms sollte die enthaltene Visualisierung geöffnet werden.

- Wenn das Programm gestartet wird und die Klemme keinen fehlerhaften Zustand hat, ist „ReadyToActivate“ aktiv und die Lampe in der Visualisierung ist grün.
- Im Feld „Set Output Current“ muss der gewünschte Strom am Ausgang eingestellt werden. Dieser kann auch bei laufender Kurzschlusserkennung geändert werden.
- Dann kann die Kurzschlusserkennung in der Visualisierung über den Button „Start“ gestartet werden.
- Daraufhin wird der Ausgang aus der SPS heraus eingeschaltet, sodass auch die „Output“-Lampe grün wird.
- Die Textfelder „Output Voltage“ und „Output Current“ zeigen die aktuellen Werte des Ausgangs an.
- Wenn am Bit „ReadyToActivate“ eine fallende Flanke auftritt wird im SPS Programm das Auslesen der Diagnoseinformationen aus den CoE Objekten 0xA000 und 0x10F3 gestartet Der Ausgang schaltet umgehend ab.
- Wenn ein Kurzschluss aufgetreten ist, ist das aus den Diagnosedaten erkennbar und die „Shortcircuit“-Lampe in der Visualisierung leuchtet rot.
- Wenn kein Kurzschluss am LED Ausgang mehr anliegt muss die EL2596 manuell über den Button „Reset“, das mit dem „Reset“-Bit der EL2596 verknüpft ist, zurückgesetzt werden.
- Der LED Ausgang wird anschließend wieder aktiviert.
- Über den Button „Stop“ kann die Kurzschlusserkennung manuell gestoppt werden, der LED Ausgang wird dann ausgeschaltet.

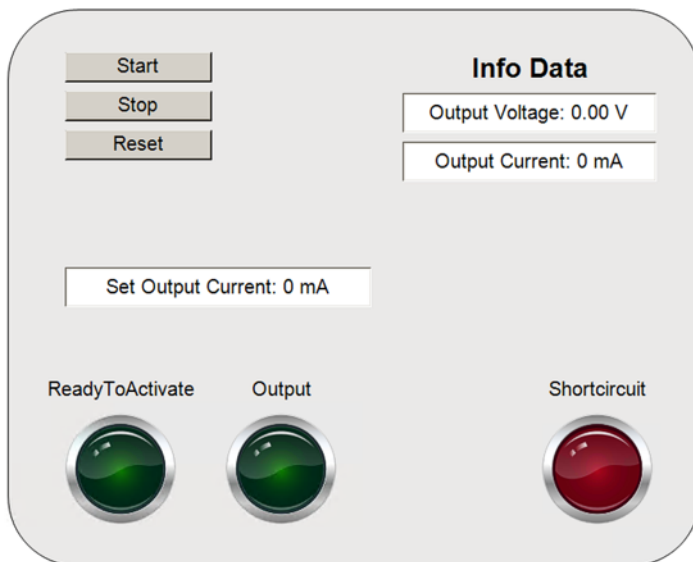


Abb. 242: Beispielprogramm 1 - Visualisierung

i **Begrenzung des Spitzenstroms im Kurzschlussfall**

Beim Auftreten eines Kurzschlusses am LED Ausgang können kurzzeitig Ströme $>6\text{ A}$ fließen. Um den Ausgangsspitzenstrom zu begrenzen kann ein Widerstand im niedrigen Ohmbereich in Reihe zu dem Bauteil geschaltet werden, an dem ein Kurzschluss detektiert werden soll.

5.12.2 Beispielprogramm 2 - Kurzschlusserkennung (Spannungsgeregelt)

HINWEIS

Kurzschlusserkennung im Betriebsmodus „Voltage Control“

- Ein Kurzschluss im Betriebsmodus „Voltage Control“ wird erkannt, wenn bei vorgegebenem Spannungswert der Strom auf $>200\%$ des im CoE 0x8000:02 vorgegebenen Maximalstroms bei der über in den Prozessdaten DOX Voltage (0x1605) vorgegebenen Spannung ansteigt.



<https://infosys.beckhoff.com/content/1031/el2596/Resources/8397414539.zip>

Programmbeschreibung und Funktion

Dieses Beispielprogramm hat dieselbe Funktion wie das Beispielprogramm 1. Auch hierbei soll mit Hilfe des LED Ausgangs der EL2596 ein Kurzschluss detektiert werden.

In diesem Beispielprogramm 2 wird jedoch der Betriebsmodus „Voltage Control“ verwendet, sodass am LED-Ausgang eine vorgegebene Spannung ausgegeben wird.

Dazu müssen ebenfalls in den CoE Daten, wie im Kapitel [Inbetriebnahme](#) [132](#) beschrieben, die Werte für die Versorgungs- und Ausgangsspannung, sowie den maximalen Ausgangsstrom vorgegeben werden.

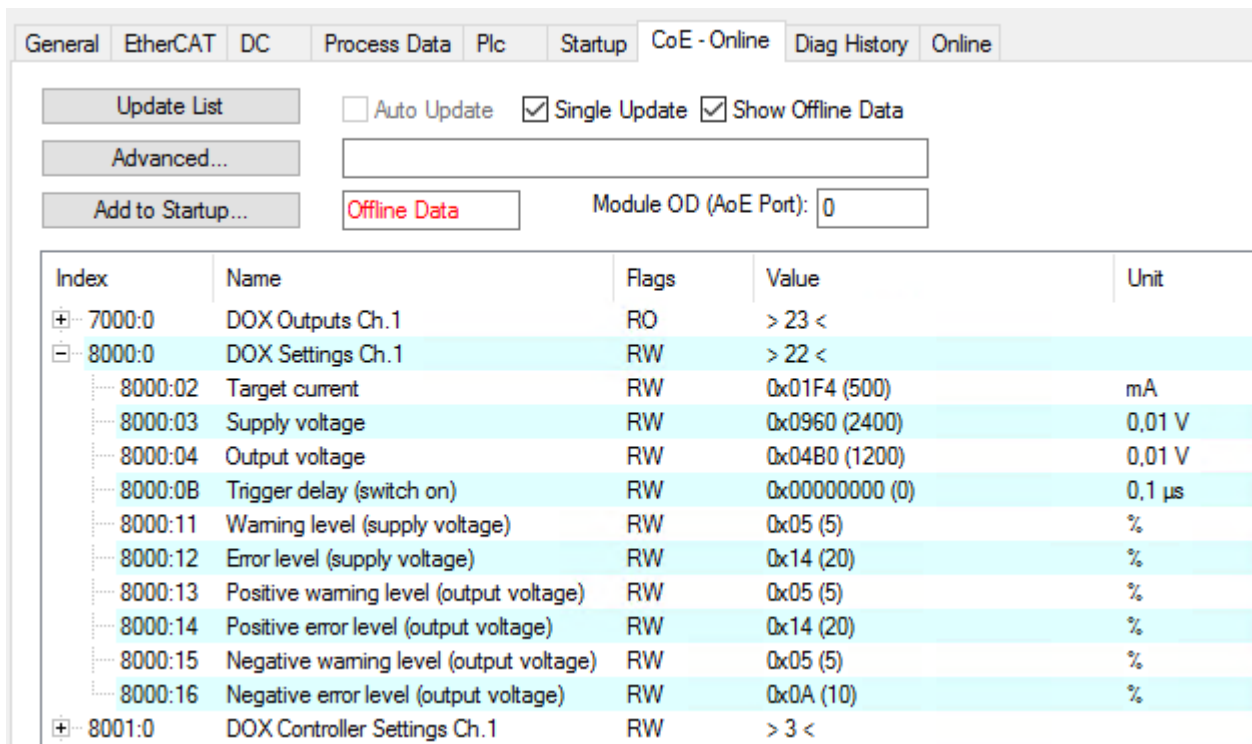


Abb. 243: Einstellen von Strom- und Spannungswerten im CoE

Die vorgegebenen Ausgangswerte werden dann am Ausgang der LED-Klemme ausgegeben. Als Ausgangsmodus (CoE-Index 0x8004:01) muss der Modus „Voltage Control“ ausgewählt werden.

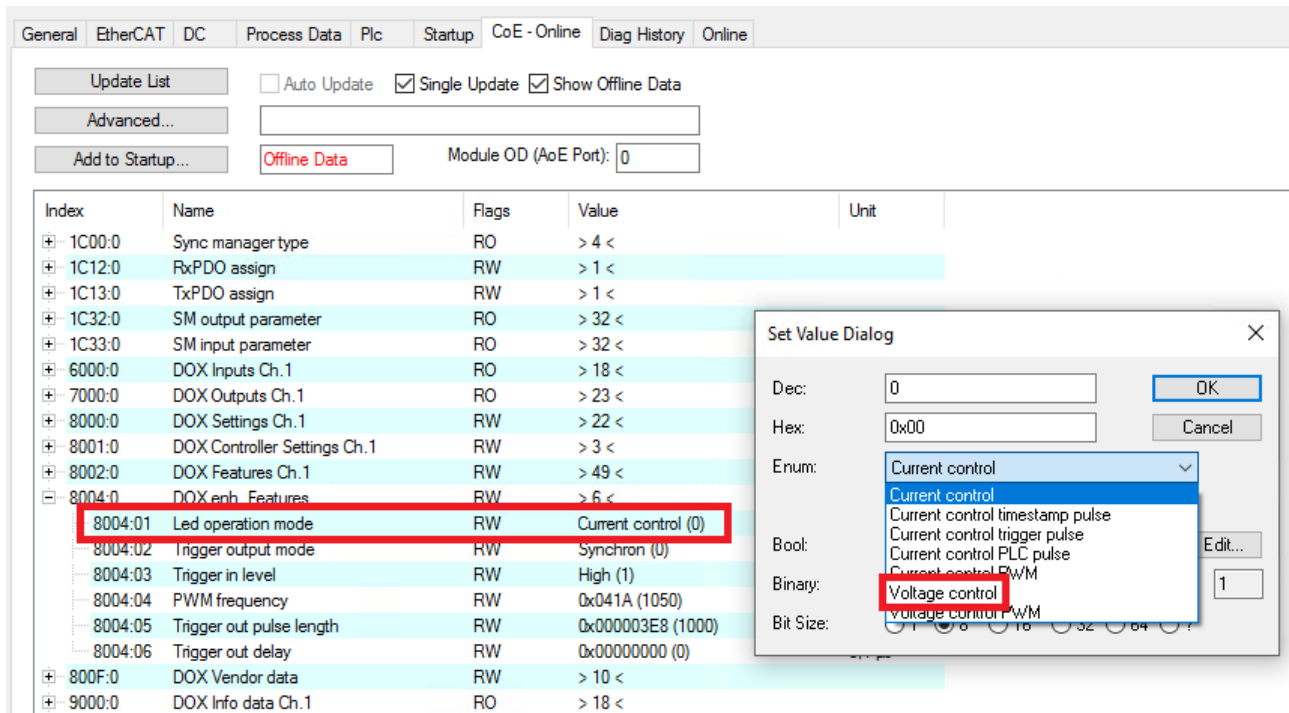


Abb. 244: Auswahl des Betriebsmodus „Voltage Control“

Als Predefined PDO wird „Standard digital output (with info data)“ verwendet.

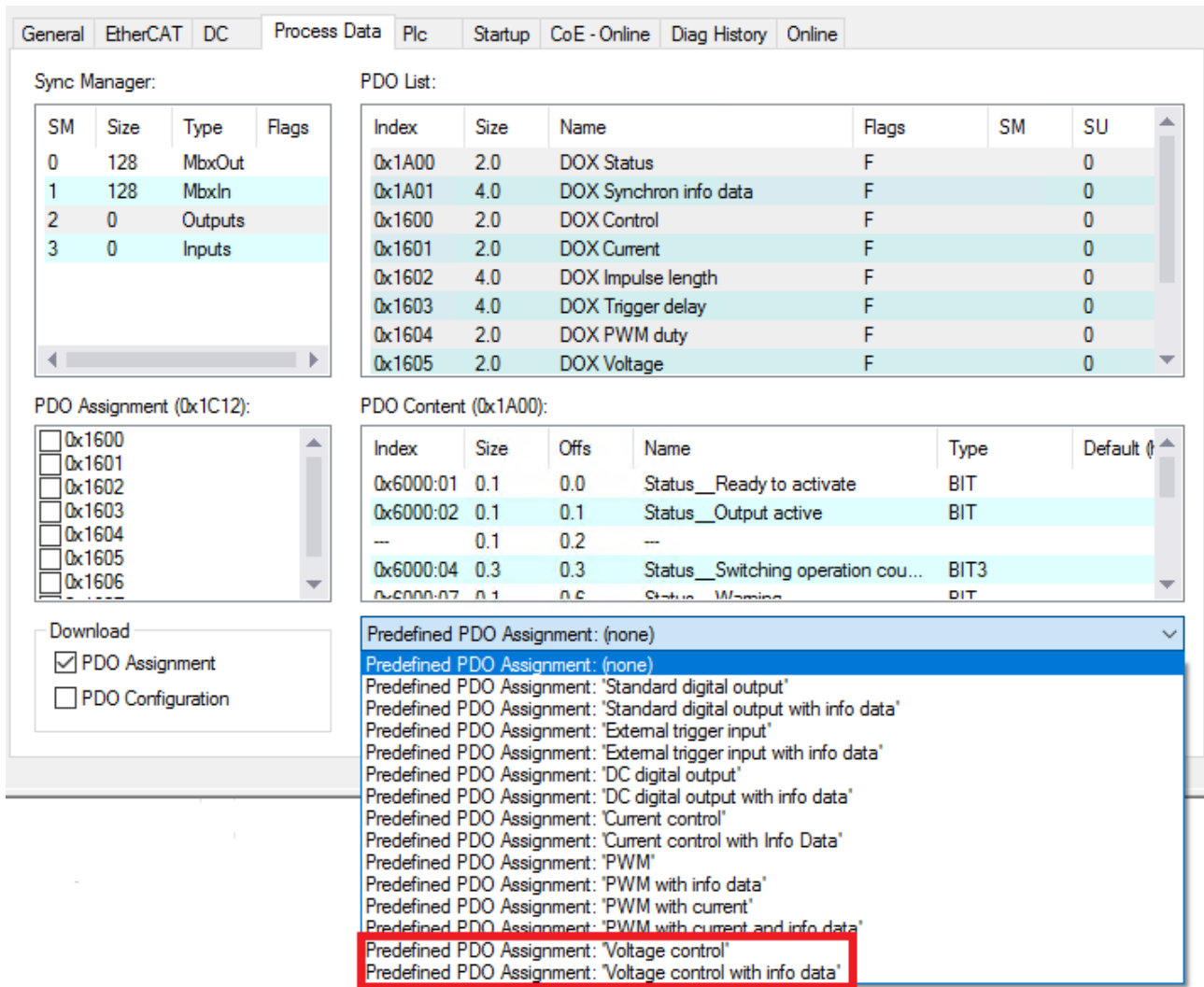


Abb. 245: Auswahl der Predefined PDOs „Current control (with info data)“

In dem Beispielprogramm werden Diagnosedaten aus den Diagnosenachrichten der Klemme ausgelesen. Dazu muss in der globalen Variablenliste (GVL) die NetID des EtherCAT Netzwerks und die ID der EL2596 angegeben werden.

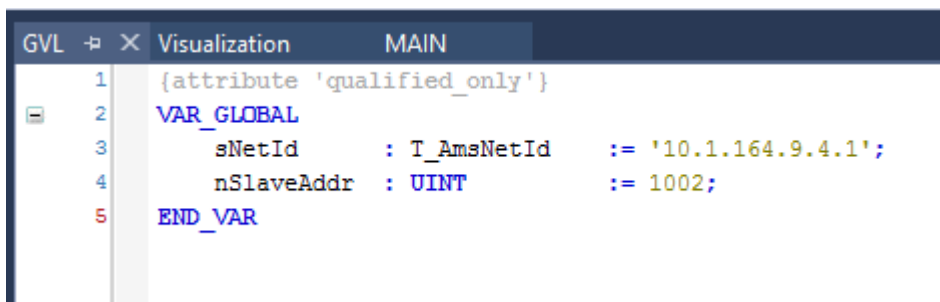


Abb. 246: Beispielprogramm 1 | GVL

Die NetID kann in TwinCAT unter dem EtherCAT Master im Reiter „EtherCAT“ angezeigt werden. Die ID ist in der GVL als sNetID in Hochkommata als String anzugeben.

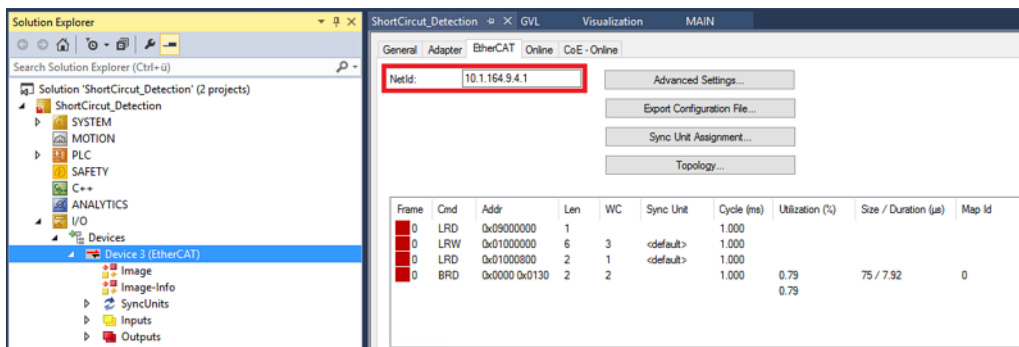


Abb. 247: Anzeigen der NetID

Die ID des Slaves ist ebenfalls im EtherCAT Master zu finden. Dazu muss der Reiter „Online“ ausgewählt werden. Dieser Wert ist dann als nSlaveAddr anzugeben.

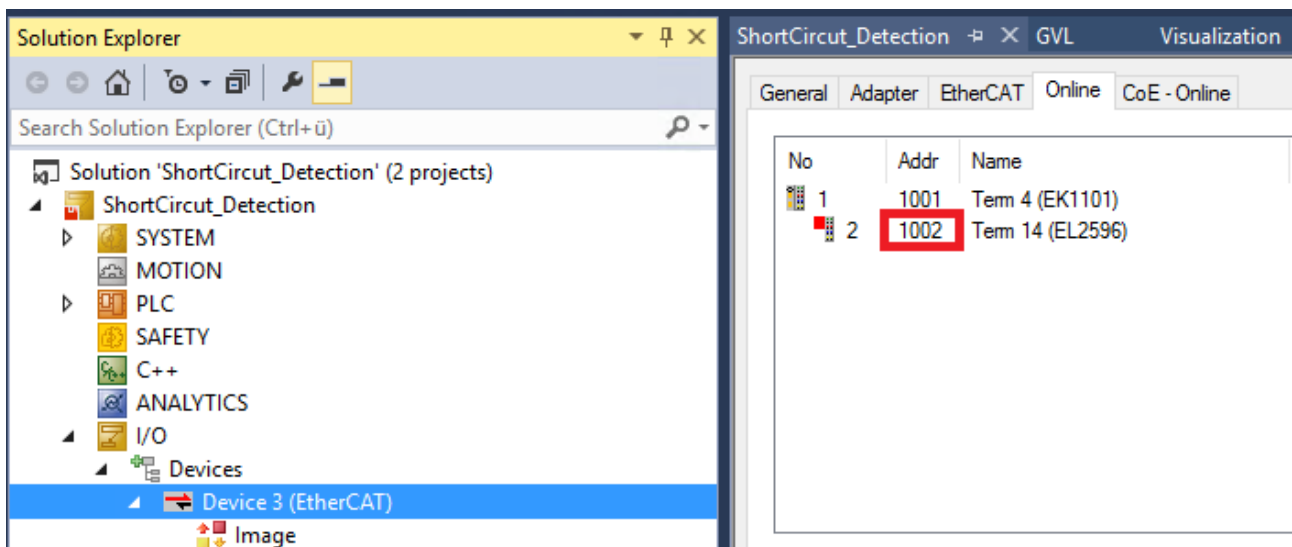


Abb. 248: Anzeigen der Slave Adresse

Das Beispielprogramm kann anschließend gestartet werden. Zur Verwendung des Beispielprogramms sollte die enthaltene Visualisierung geöffnet werden.

- Wenn das Programm gestartet wird und die Klemme keinen fehlerhaften Zustand hat, ist „ReadyToActivate“ aktiv und die Lampe in der Visualisierung ist grün.
- Im Feld „Set Output Voltage“ muss die gewünschte Spannung am Ausgang eingestellt werden. Diese kann auch bei laufender Kurzschlusserkennung geändert werden.
- Dann kann die Kurzschlusserkennung in der Visualisierung über den Button „Start“ gestartet werden.
- Daraufhin wird der Ausgang aus der SPS heraus eingeschaltet, sodass auch die „Output“-Lampe grün wird.
- Die Textfelder „Output Voltage“ und „Output Current“ zeigen die aktuellen Werte des Ausgangs an.
- Wenn am Bit „ReadyToActivate“ eine fallende Flanke auftritt wird im SPS Programm das Auslesen der Diagnoseinformationen aus den CoE Objekten 0xA000 und 0x10F3 gestartet Der Ausgang schaltet umgehend ab.
- Ein aufgetretener Kurzschluss ist das aus den Diagnosedaten erkennbar und die „Shortcircuit“-Lampe in der Visualisierung leuchtet rot.
- Liegt der Kurzschluss am LED Ausgang nicht mehr an, muss die EL2596 manuell über den Button „Reset“, das mit dem „Reset“-Bit der EL2596 verknüpft ist, zurückgesetzt werden.
- Der LED Ausgang wird anschließend wieder aktiviert.
- Über den Button „Stop“ kann die Kurzschlusserkennung manuell gestoppt werden, der LED Ausgang wird dann ausgeschaltet.

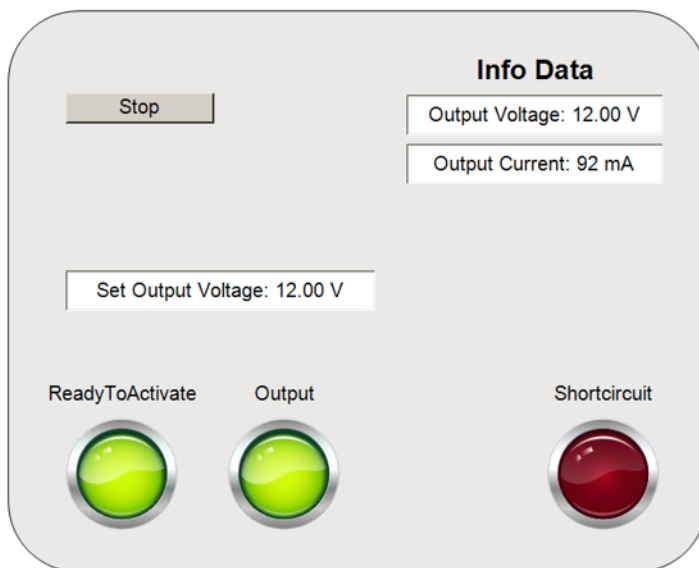


Abb. 249: Beispielprogramm 2 | Visualisierung

i **Begrenzung des Spitzenstroms im Kurzschlussfall**

Beim Auftreten eines Kurzschlusses am LED Ausgang können kurzzeitig Ströme $>6\text{ A}$ fließen. Um den Ausgangsspitzenstrom zu begrenzen kann ein Widerstand im niedrigen Ohmbereich in Reihe zu dem Bauteil geschaltet werden, an dem ein Kurzschluss detektiert werden soll.

Sehen Sie dazu auch

- Profilspezifische Objekte [[▶ 222](#)]
- Prozessdatenübersicht [[▶ 200](#)]

5.12.3 Beispielprogramm 3 - Kombination von Ein- und Ausgangstrigger

<https://infosys.beckhoff.com/content/1031/el2596/Resources/8316880011.zip>

Programmbeschreibung und Funktion

Wie bereits im Kapitel [Verwendung des Trigger-Ausgangs mit dem Trigger-Eingang](#) [[▶ 188](#)] beschrieben kann der Trigger-Ausgang der EL2596-xxxx als Reaktion auf den Trigger-Eingang verwendet werden.

In diesem Beispielprogramm wird ein Signal am Eingangstrigger mit einer EL2202 erzeugt. Bei der EL2202 handelt es sich um eine digitale Ausgangsklemme mit einer Einschaltzeit von $<1\ \mu\text{s}$. Diese Klemme wird verwendet, da so am Trigger-Eingang der EL2596 eine steile Flanke anliegt. In dem Beispielprogramm kann dann über eine Visualisierung vorgegeben werden, welcher Trigger-Modus (beschrieben in der Tabelle im Kapitel [Aktivieren des Trigger-Ausgangs](#) [[▶ 188](#)]) verwendet werden soll. Außerdem können alle LED-spezifischen Parameter, wie Ausgangsstrom, etc. und alle zeitspezifischen Parameter, wie das Delay am LED- und/oder Trigger-Ausgang vorgegeben werden.

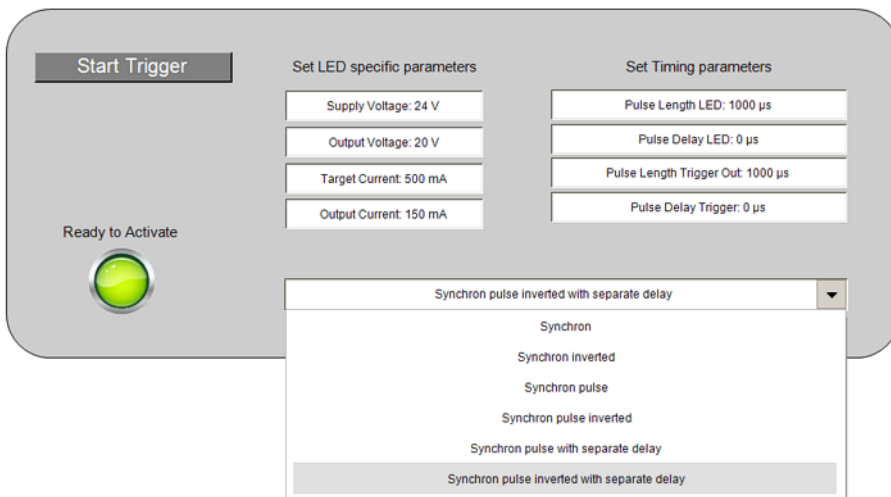


Abb. 250: Beispielprogramm 2 - Visualisierung

Über die Visualisierung werden alle Kennwerte für den LED- und den Trigger-Ausgang vorgegeben. Beim Starten des Trigger-Ausgangs über den Button „Start Trigger“ in der Visualisierung werden alle vorgegebenen Werte ins CoE und in die Prozessdaten übernommen. Anschließend wird ein pulsendes Signal am Ausgang der EL2202 gestartet. Bei jeder steigenden Flanke am Trigger-Eingang von der EL2202 wird ein Puls mit der vorgegebenen Länge am LED- bzw. Trigger-Ausgang ausgegeben. Wenn neue Parameter eingestellt werden sollen, muss die Ausgabe der EL2202 manuell über den Button „Stop Trigger“ gestoppt werden. Dann können die Parameter über die Visualisierung angepasst werden. Wenn der Trigger-Ausgang wieder gestartet wird, werden alle Parameter ins CoE und die Prozessdaten übernommen.

Zur Verwendung des Beispiels wird eine EL2202 digitale Ausgangsklemme 24 V und eine EL2596 1-Kanal-LED-Ansteuerungsklemmen benötigt. Der Trigger-Ausgang kann beispielsweise mit einem Oszilloskop gemessen werden. Die Verdrahtung der Hardware für das Beispielprogramm ist in der folgenden Abbildung dargestellt.

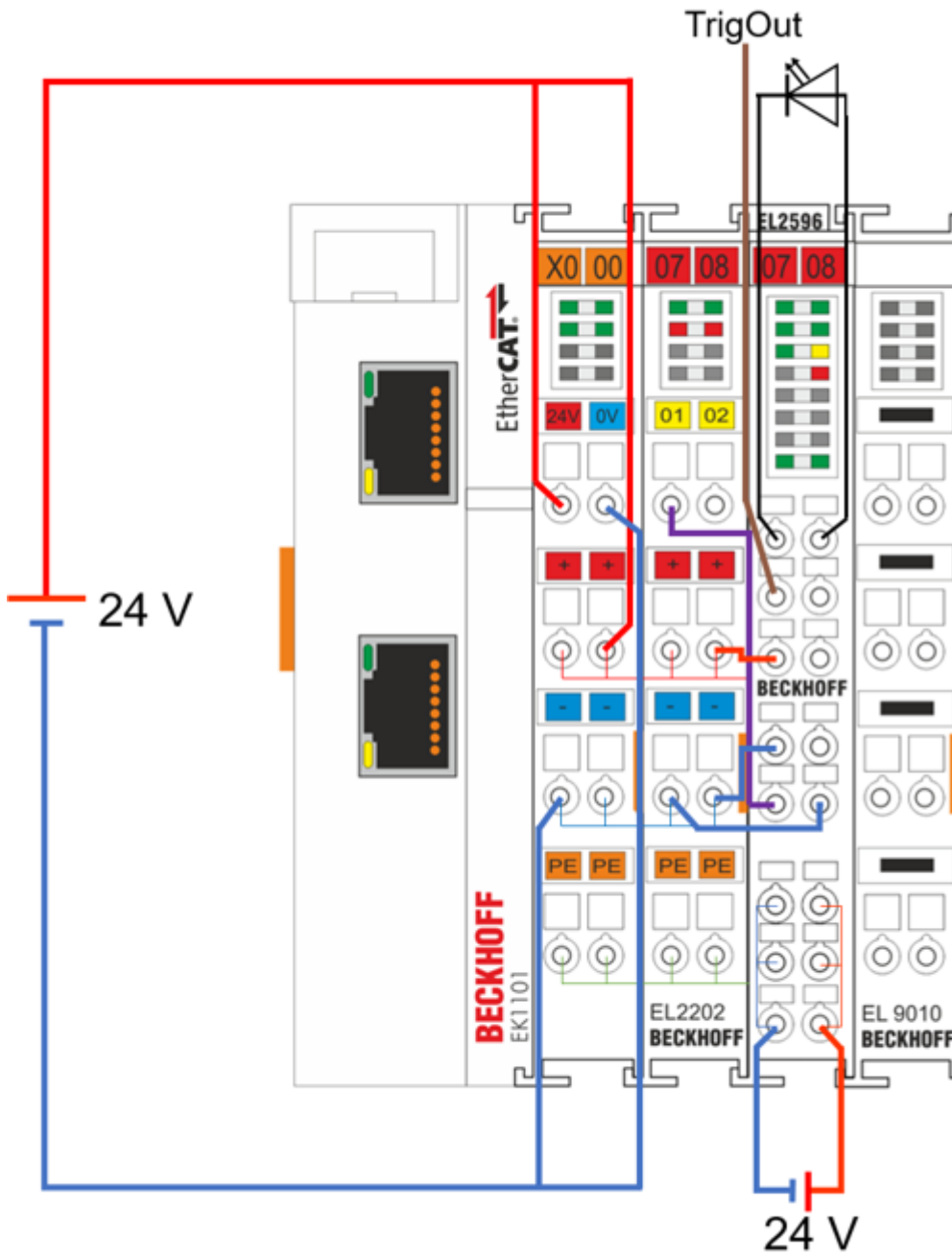


Abb. 251: Beispielprogramm 2 - Hardware-Verdrahtung

5.13 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 ihr 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.

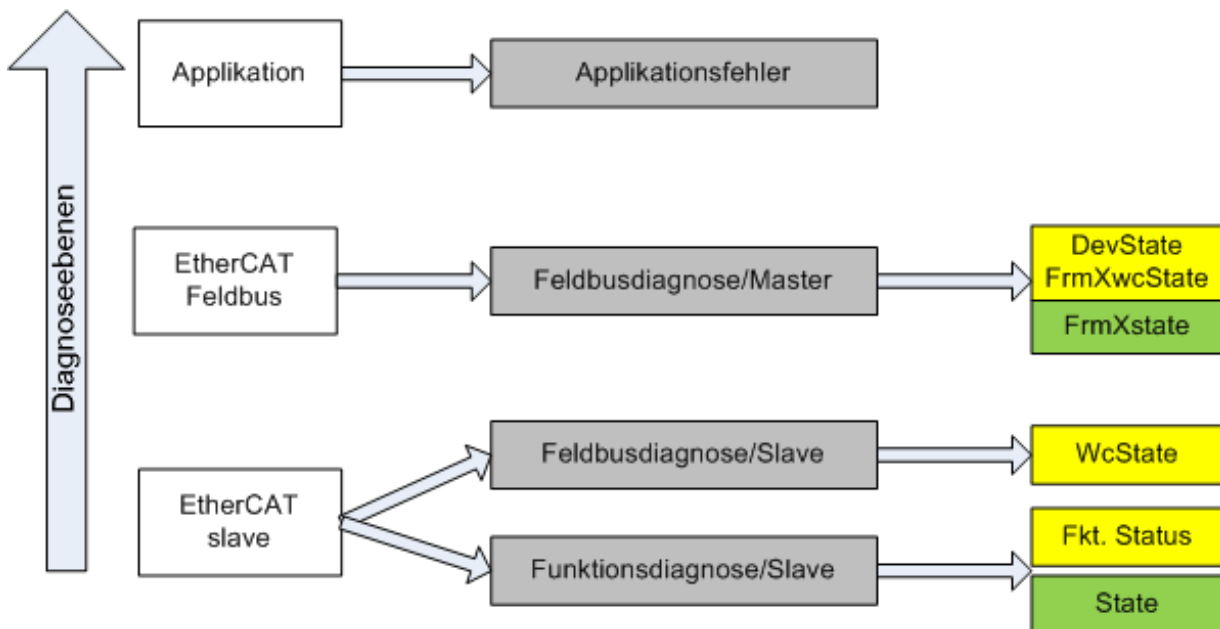


Abb. 252: Auswahl an Diagnoseinformationen eines EtherCAT-Slaves

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.

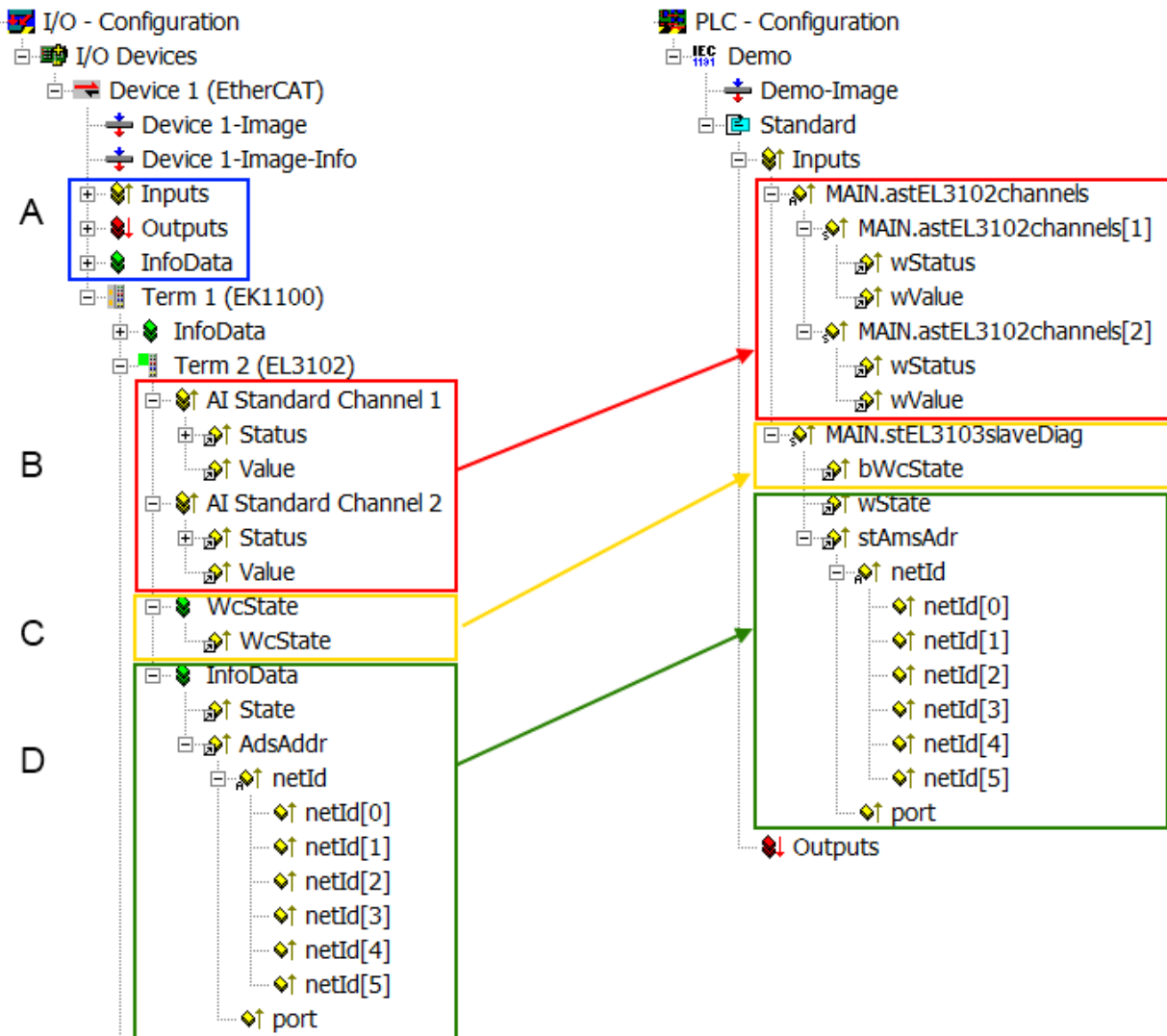


Abb. 253: Grundlegende EtherCAT-Slave Diagnose in der PLC

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*:

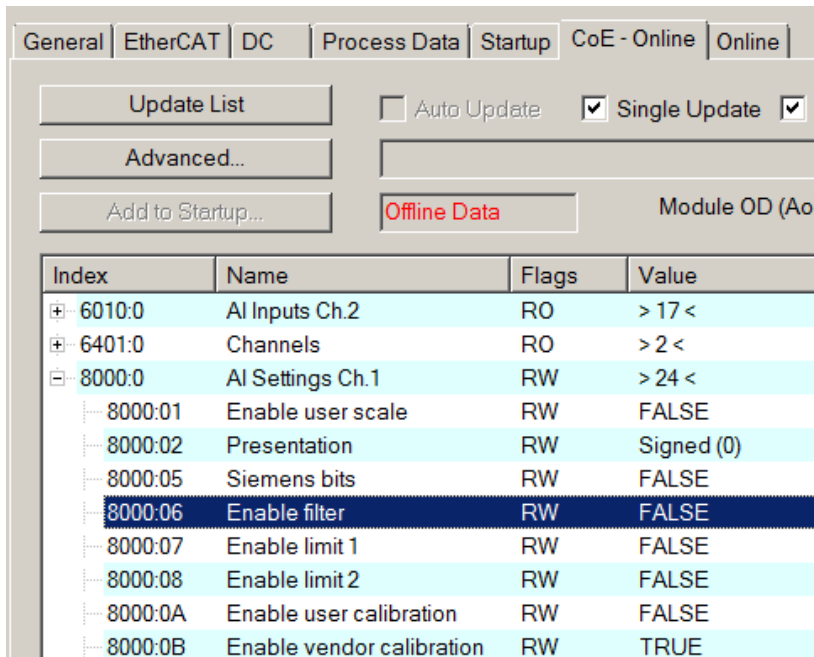


Abb. 254: EL3102, CoE-Verzeichnis

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.

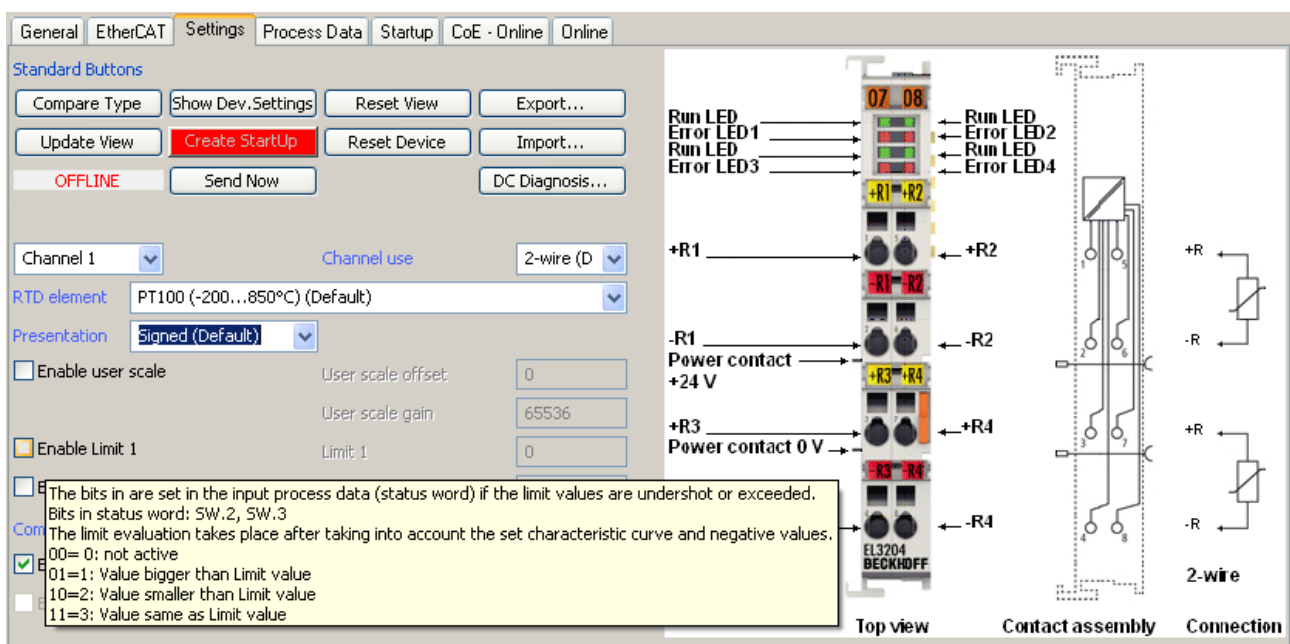


Abb. 255: Beispiel Inbetriebnahmehilfe für eine EL3204

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 \[► 41\]](#)". 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.

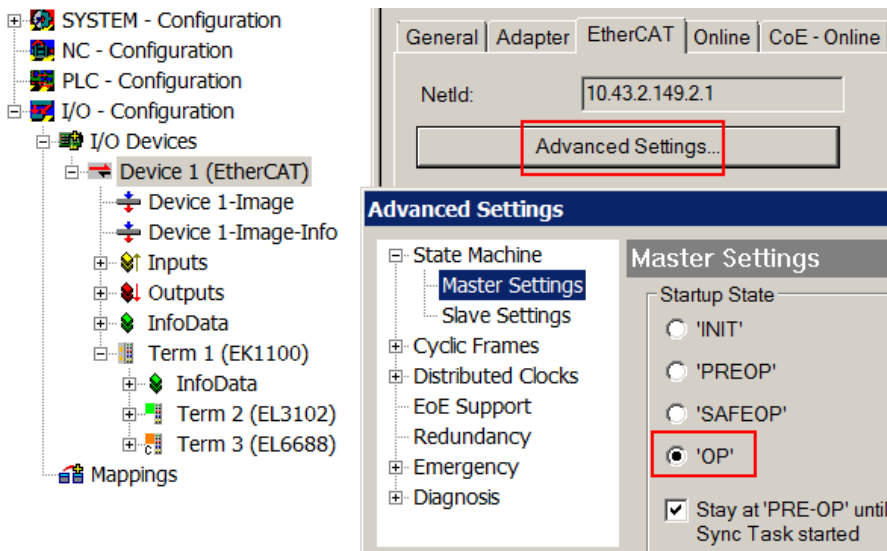


Abb. 256: Default Verhalten System Manager

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

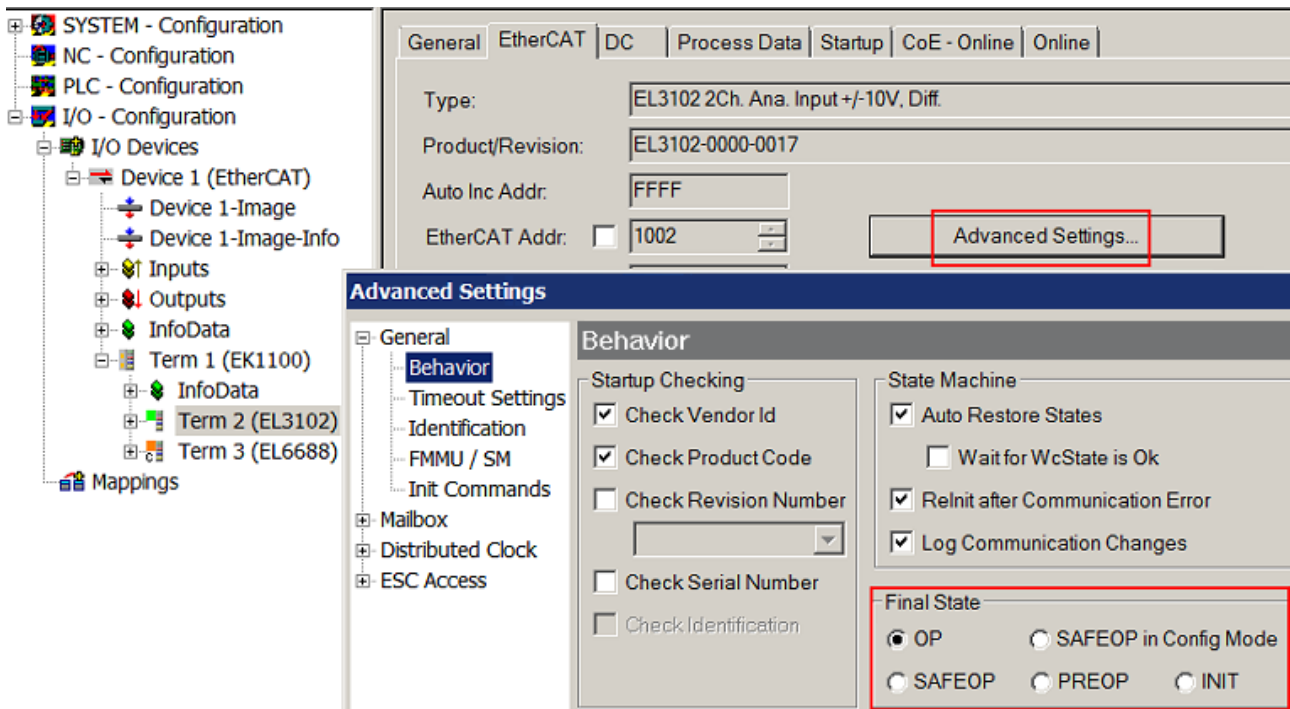


Abb. 257: Default Zielzustand im Slave

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.

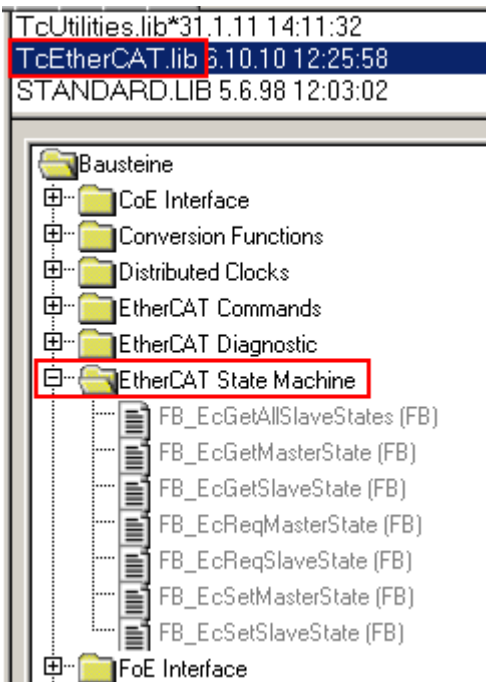


Abb. 258: PLC-Bausteine

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. 259: 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:

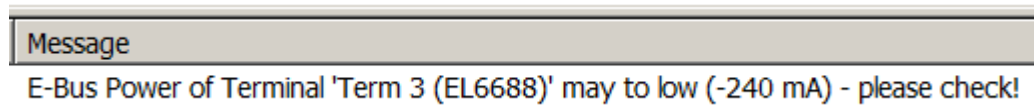


Abb. 260: Warnmeldung E-Bus-Überschreitung

HINWEIS

Fehlfunktion möglich!

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

6 Anhang

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

- dass die Firmware in dem gepackten Format vorliegt: erkenntlich an dem Dateinamen der auch die Revisionsnummer enthält, z. B. 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
 - a) Das Herunterladen der Firmware auf ein EtherCAT-Gerät darf nicht unterbrochen werden.
 - b) Eine einwandfreie EtherCAT-Kommunikation muss sichergestellt sein, CRC-Fehler oder LostFrames dürfen nicht auftreten.
 - c) Die Spannungsversorgung muss ausreichend dimensioniert, die Pegel entsprechend der Vorgabe sein.
 - ⇒ Bei Störungen während des Updatevorgangs kann das EtherCAT-Gerät ggf. nur vom Hersteller wieder in Betrieb genommen werden!

6.1.1 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:

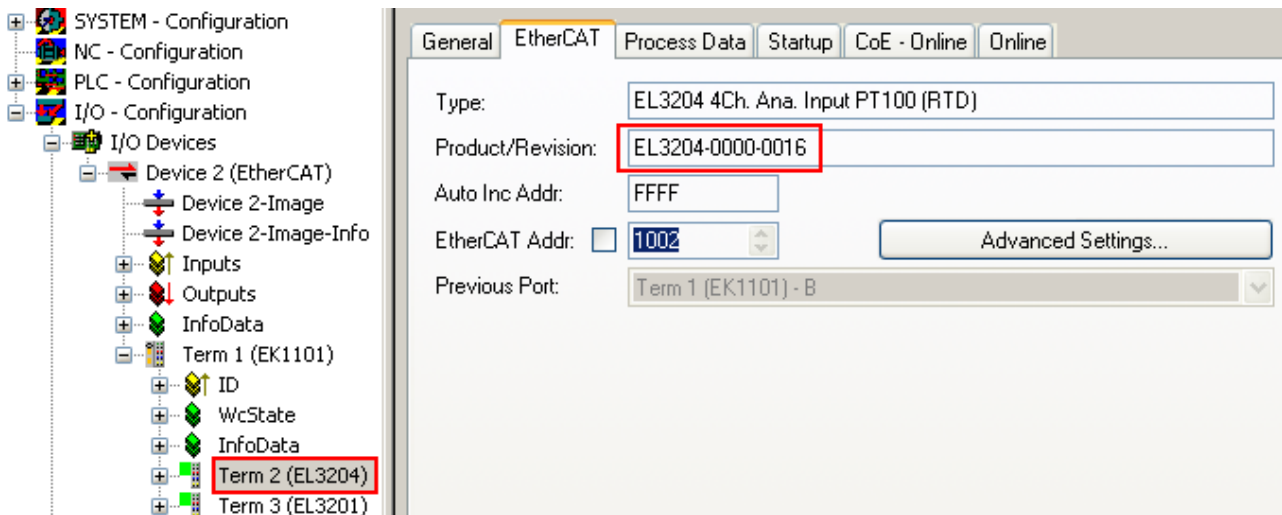


Abb. 261: Geräteerkennung aus Name EL3204-0000 und Revision -0016

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:

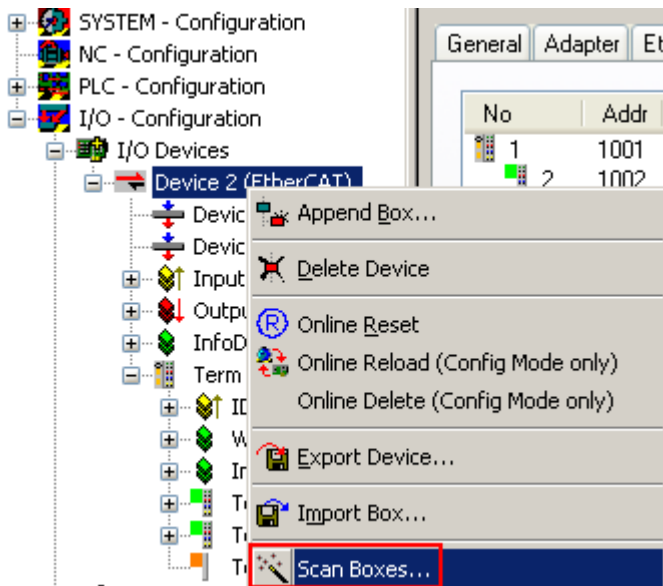


Abb. 262: Rechtsklick auf das EtherCAT-Gerät bewirkt das Scannen des unterlagerten Feldes

Wenn das gefundene Feld mit dem konfigurierten übereinstimmt, erscheint



Abb. 263: Konfiguration identisch

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

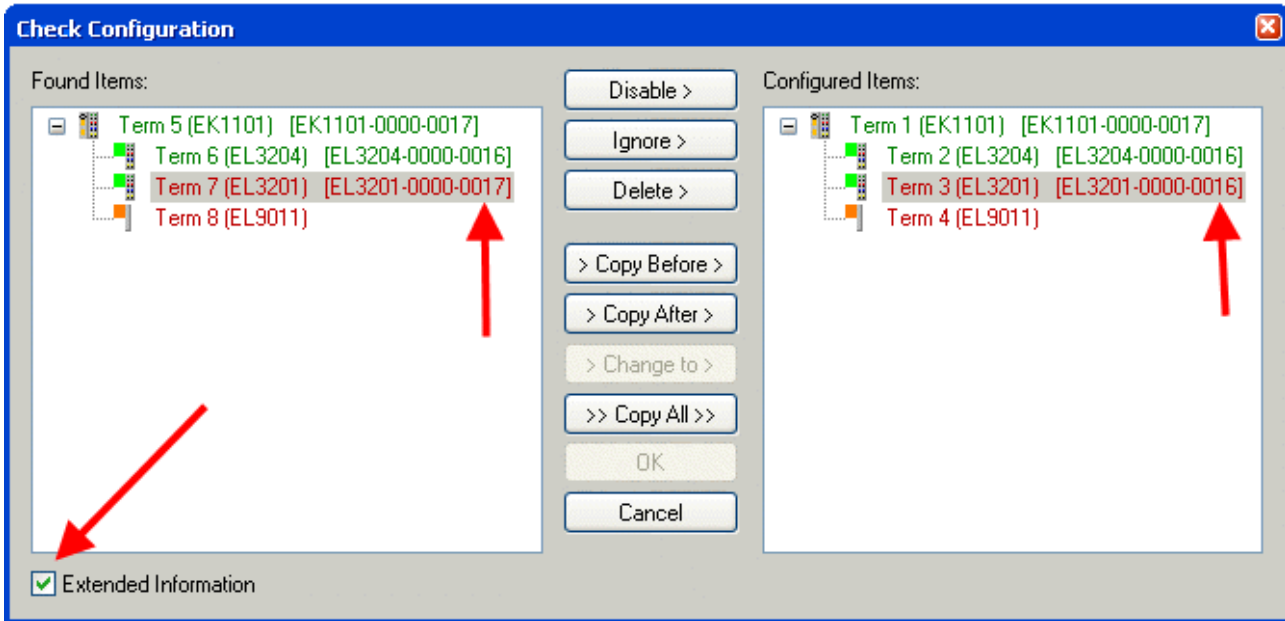


Abb. 264: Änderungsdialog

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*

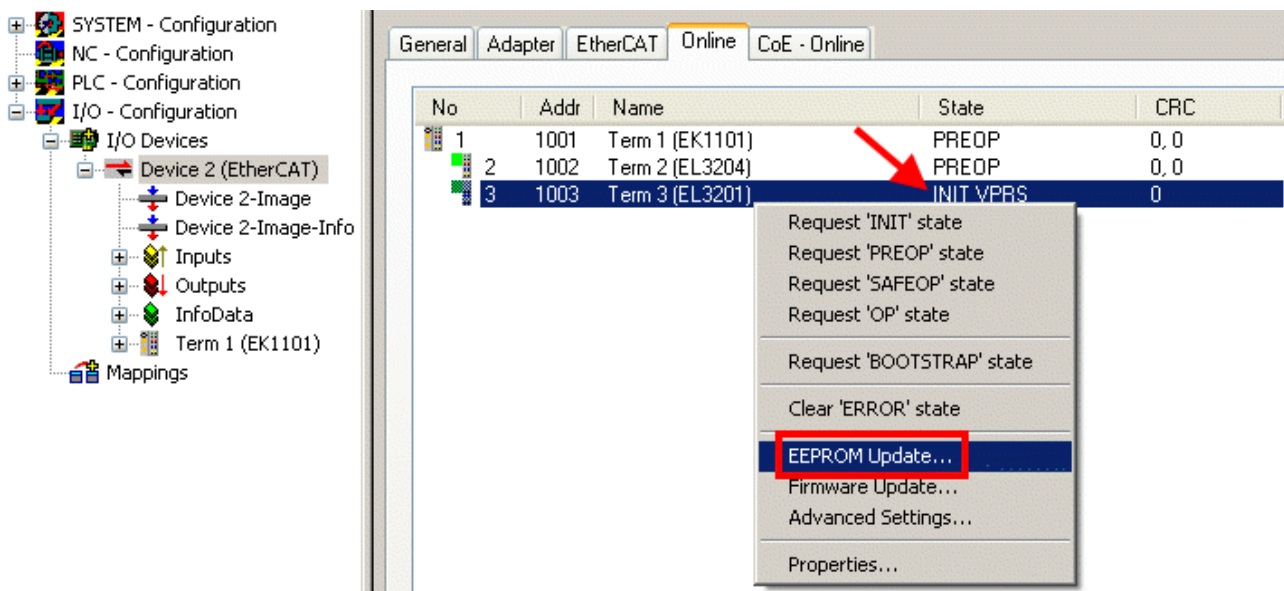


Abb. 265: EEPROM Update

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.

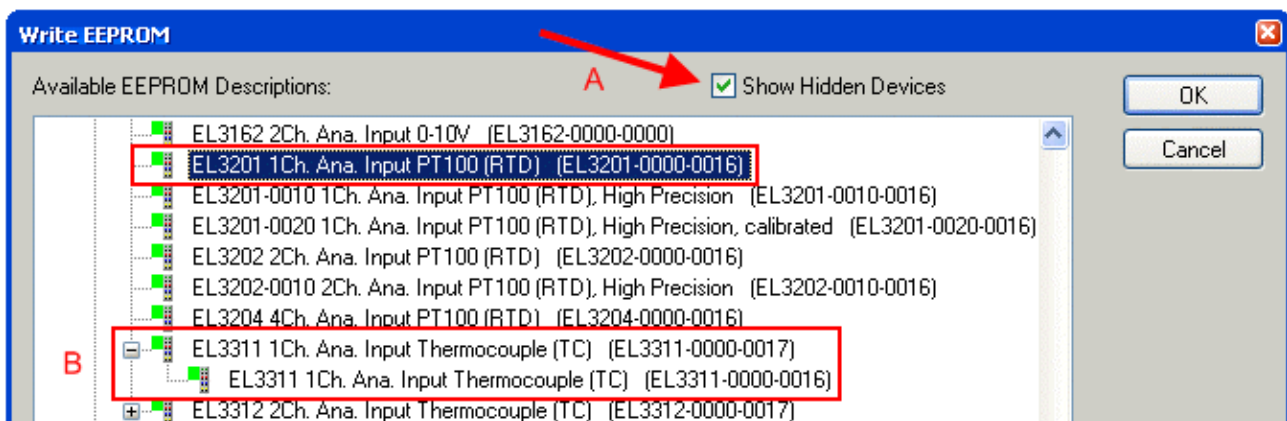


Abb. 266: Auswahl des neuen ESI

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.

6.1.2 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

Es existieren zwei CoE-Verzeichnisse:

- **online:** es wird im EtherCAT-Slave vom Controller angeboten, wenn der EtherCAT-Slave dies unterstützt. Dieses CoE-Verzeichnis kann nur bei angeschlossenem und betriebsbereitem Slave angezeigt werden.
- **offline:** in der EtherCAT Slave Information ESI/XML kann der Default-Inhalt des CoE enthalten sein. Dieses CoE-Verzeichnis kann nur angezeigt werden, wenn es in der ESI (z. B. „Beckhoff EL5xxx.xml“) enthalten ist.

Die Umschaltung zwischen beiden Ansichten kann über den Button *Advanced* vorgenommen werden.

In Abb. *Anzeige FW-Stand EL3204* wird der FW-Stand der markierten EL3204 in CoE-Eintrag 0x100A mit 03 angezeigt.

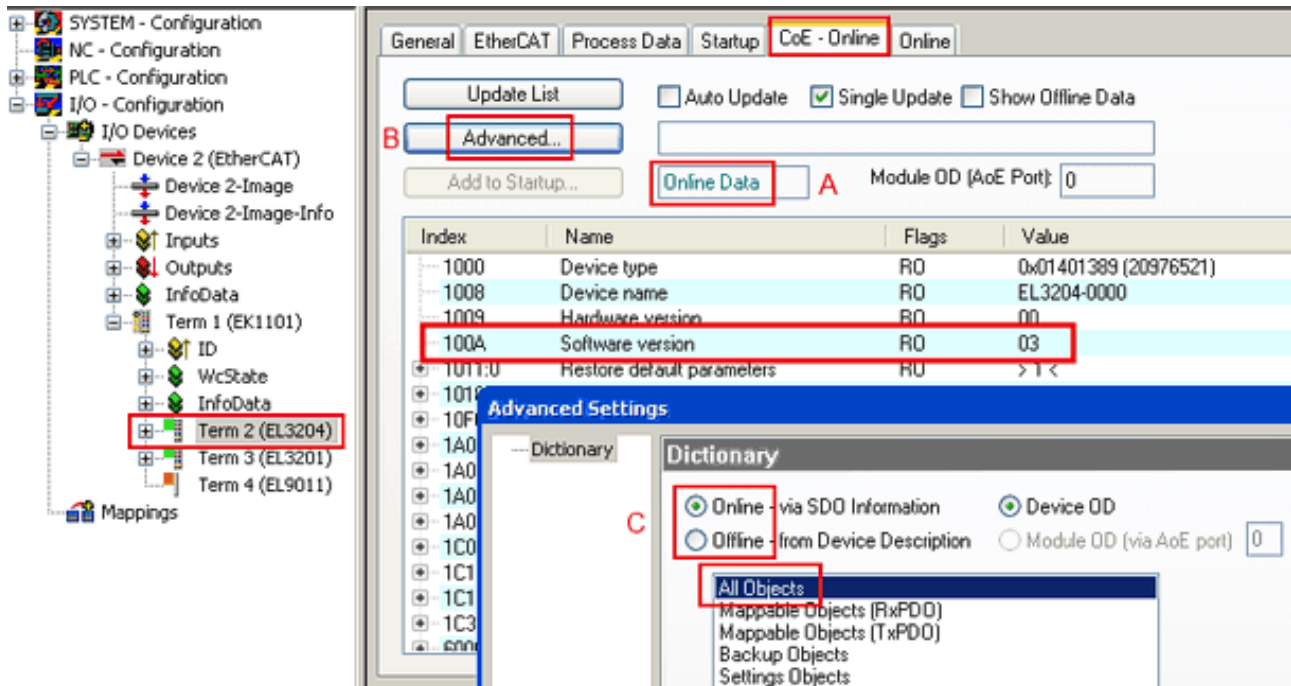


Abb. 267: Anzeige FW-Stand EL3204

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.

6.1.3 Update Controller-Firmware *.efw

CoE-Verzeichnis

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

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

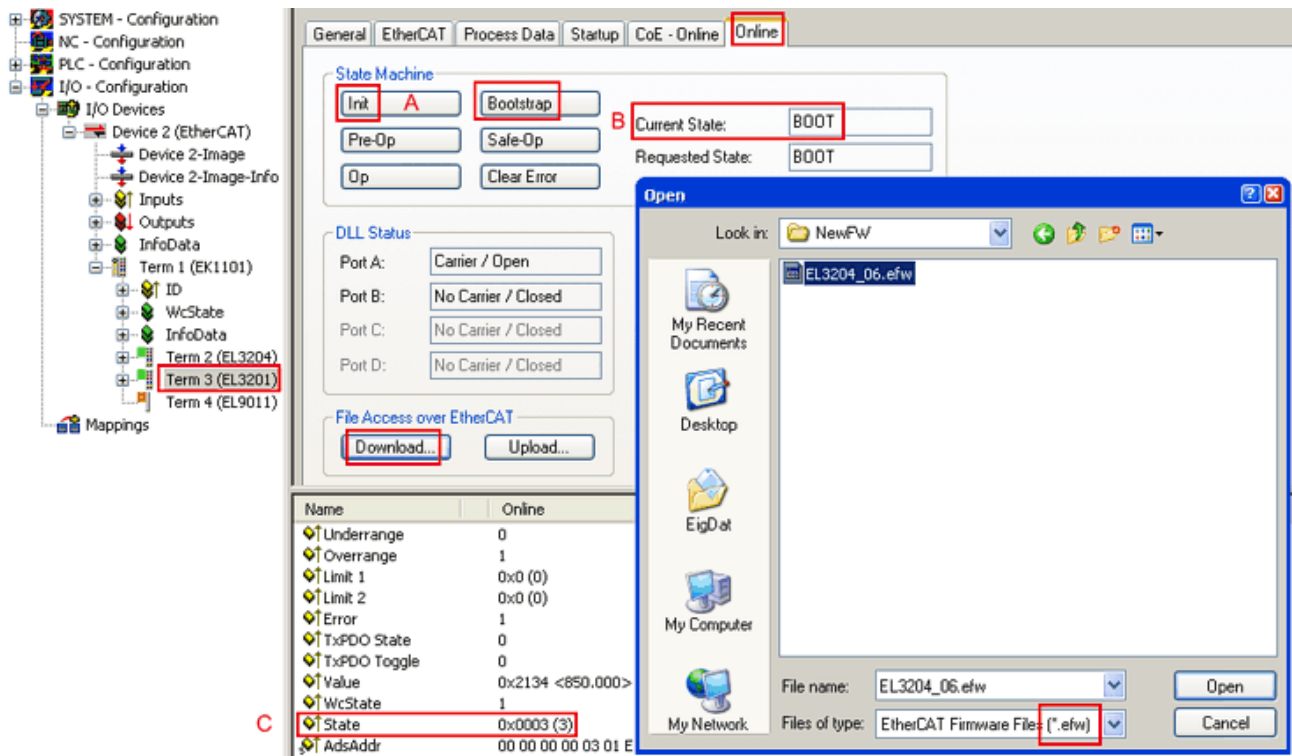
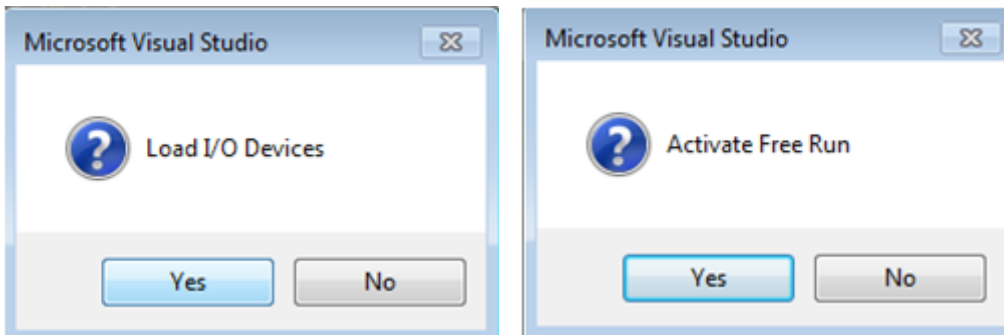


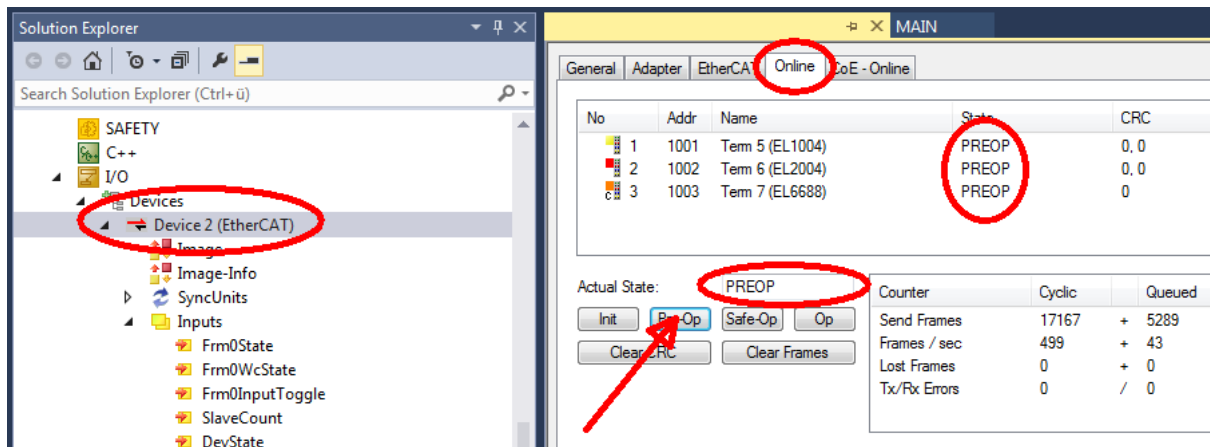
Abb. 268: Firmware Update

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.

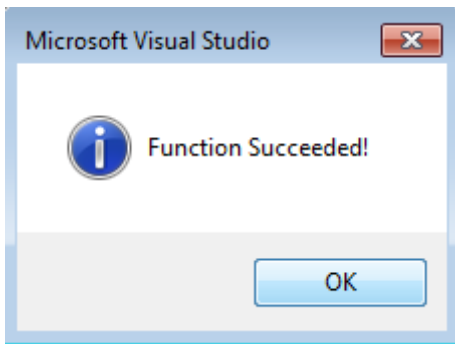


- EtherCAT-Master in PreOP schalten



- 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.

6.1.4 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.

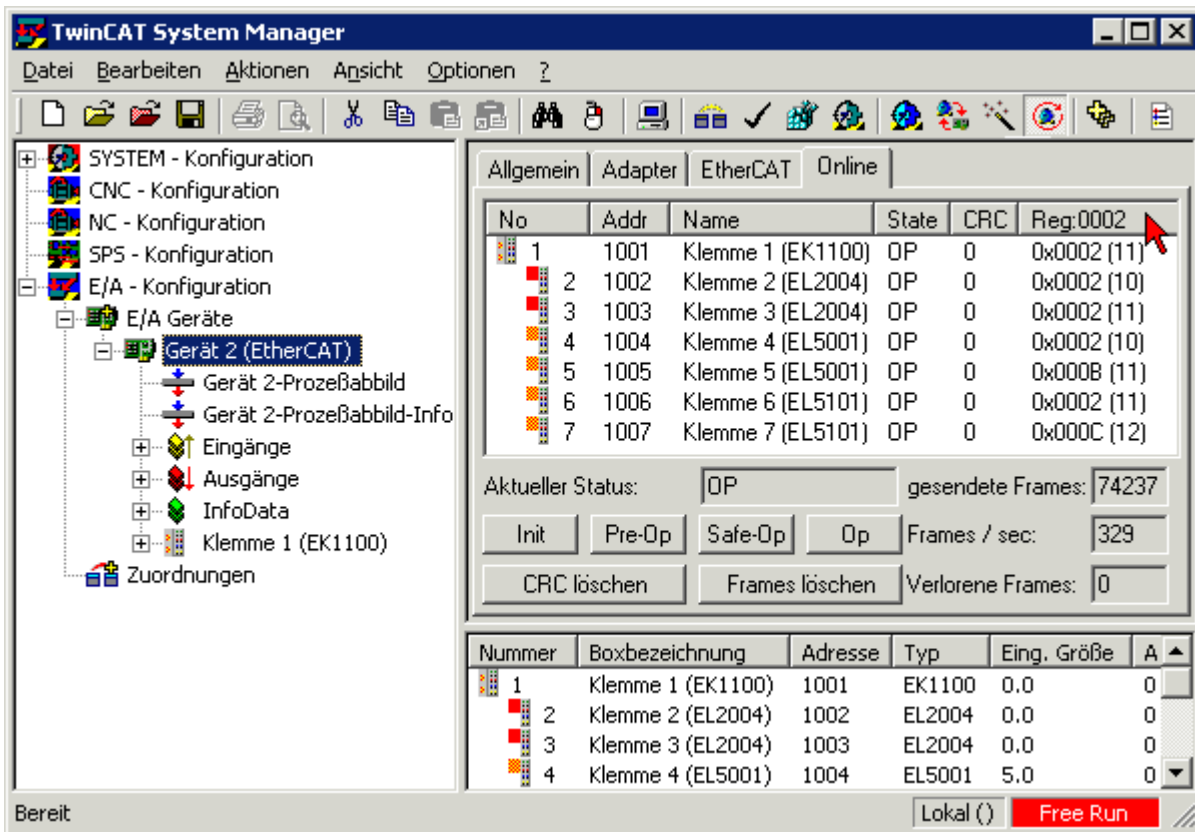


Abb. 269: Versionsbestimmung FPGA-Firmware

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*.

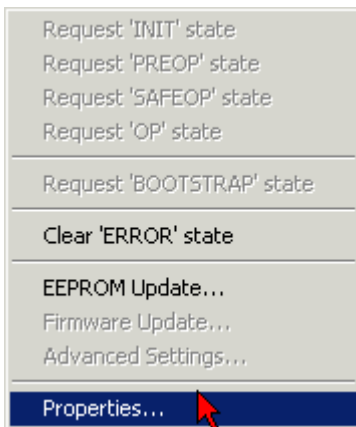
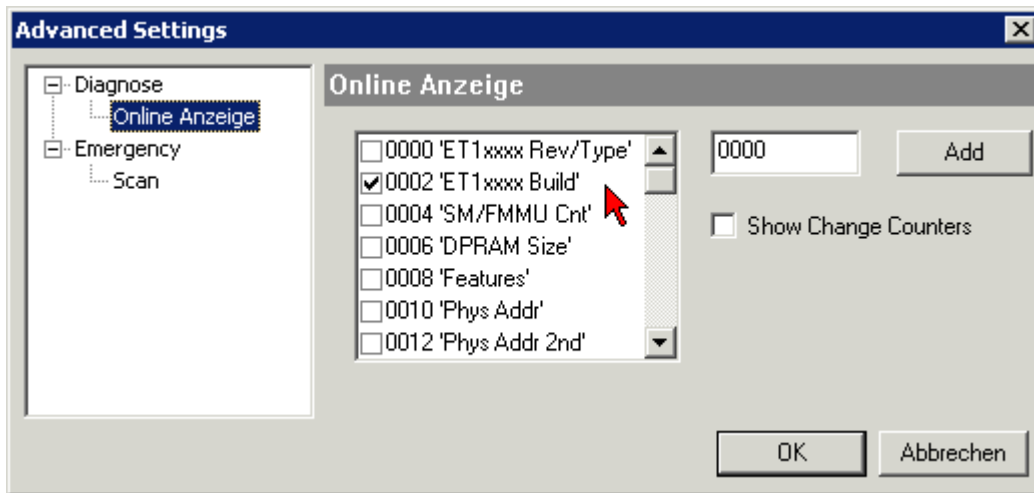


Abb. 270: Kontextmenu *Eigenschaften (Properties)*

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. 271: 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.

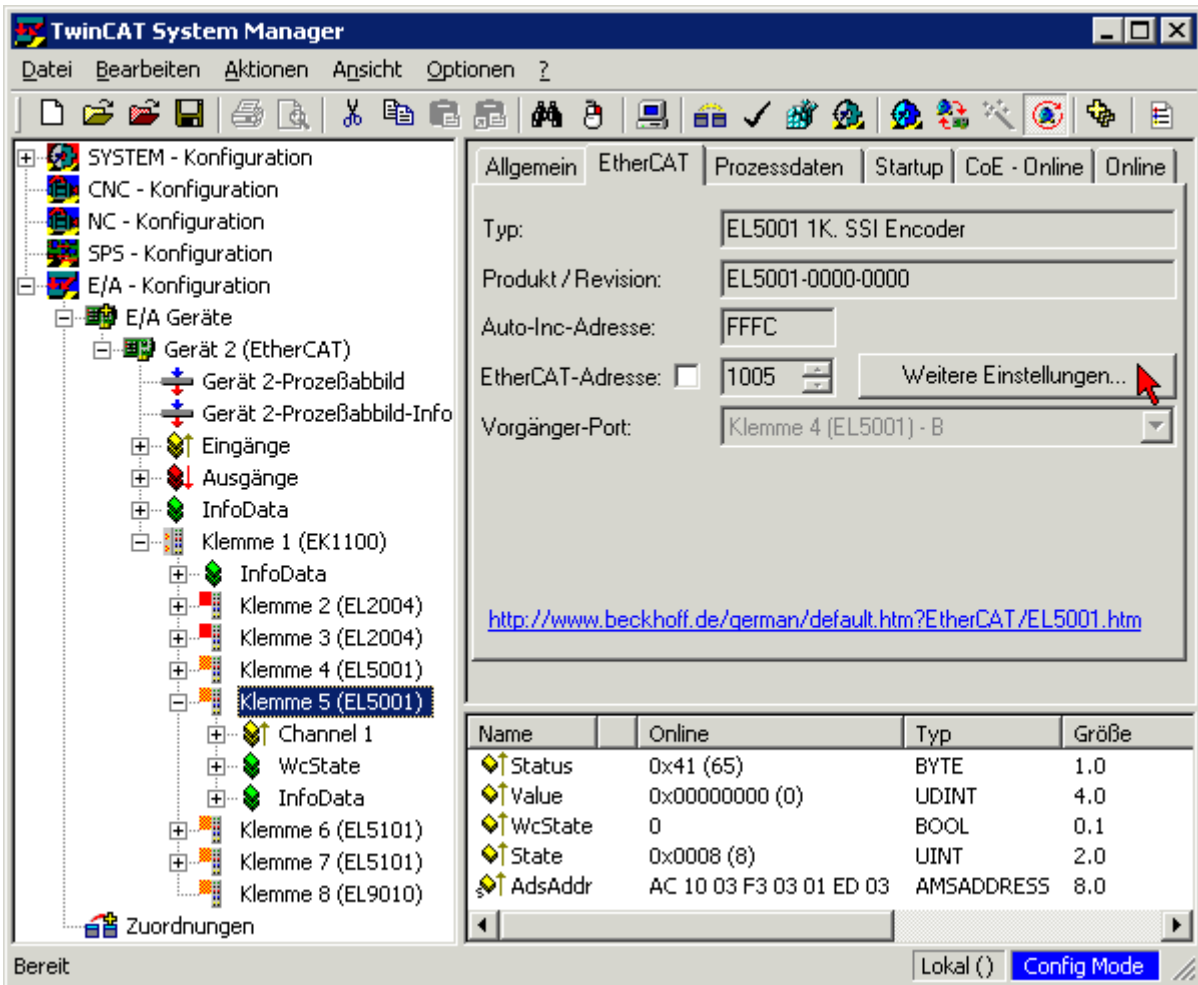
Ältere Firmware-Stände können nur vom Hersteller aktualisiert werden!

Update eines EtherCAT-Geräts

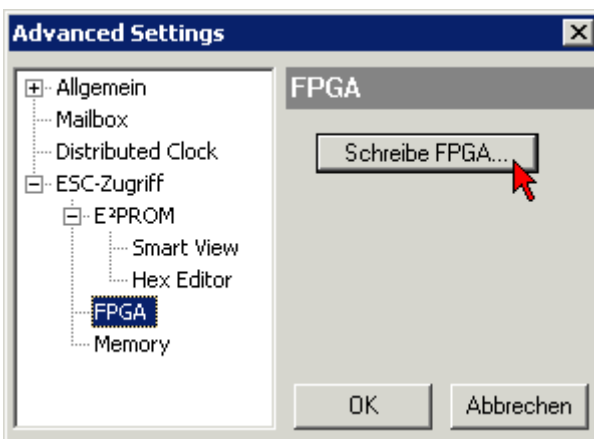
Es ist folgender Ablauf einzuhalten, wenn keine anderen Angaben z. B. durch den Beckhoff Support vorliegen:

- 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.

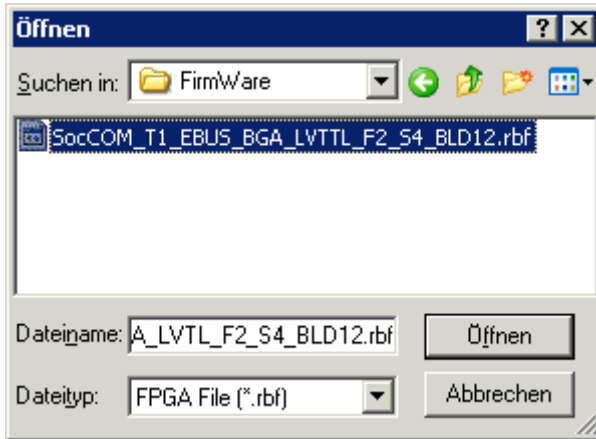
- Wählen Sie im TwinCAT System Manager die Klemme an, deren FPGA-Firmware Sie aktualisieren möchten (im Beispiel: Klemme 5: EL5001) und klicken Sie auf dem Karteireiter *EtherCAT* auf die Schaltfläche *Weitere Einstellungen*:



- 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!

6.1.5 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.

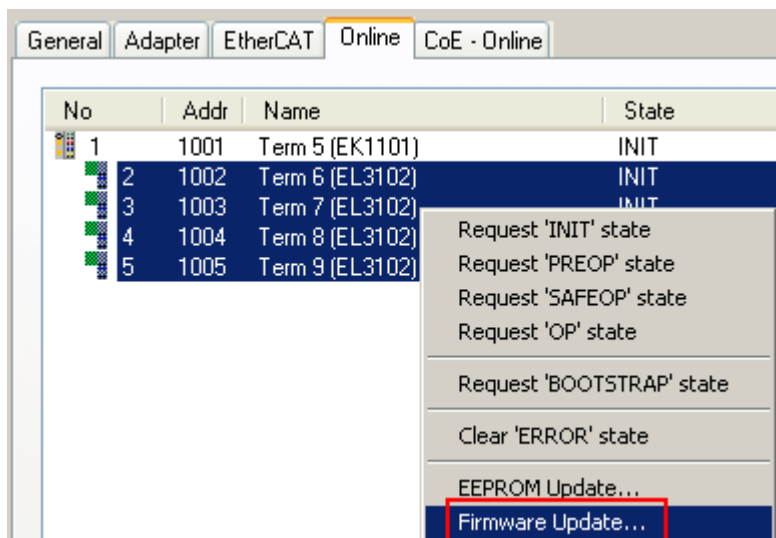


Abb. 272: Mehrfache Selektion und FW-Update

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

6.2 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 \[▶ 255\]](#).

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!

EL2596			
Hardware (HW)	Firmware (FW)	Revision Nr.	Release-Datum
01 - 03*	02	EL2596-0000-0017	2020/01
	03	EL2596-0000-0017	2020/03
	04*	EL2596-0000-0018	2020/07
		EL2596-0000-0019	2023/03

EL2596-0010			
Hardware (HW)	Firmware (FW)	Revision Nr.	Release-Datum
01*	01*	EL2596-0010-0016	2021/02

*) Zum Zeitpunkt der Erstellung dieser Dokumentation ist dies der aktuelle kompatible Firmware/Hardware-Stand. Überprüfen Sie auf der Beckhoff Webseite, ob eine aktuellere [Dokumentation](#) vorliegt.

Bei einem Update der Firmware der EL2596 werden die Einstellungen und Abgleichwerte des Anwenders auf die Default-Werte zurückgesetzt. Die Werte des Herstellerabgleichs bleiben bei einem Firmware-Update erhalten.

6.3 Wiederherstellen des Auslieferungszustandes

Um bei EtherCAT-Geräten („Slaves“) den Auslieferungszustand (Werkseinstellungen) der CoE-Objekte 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*)

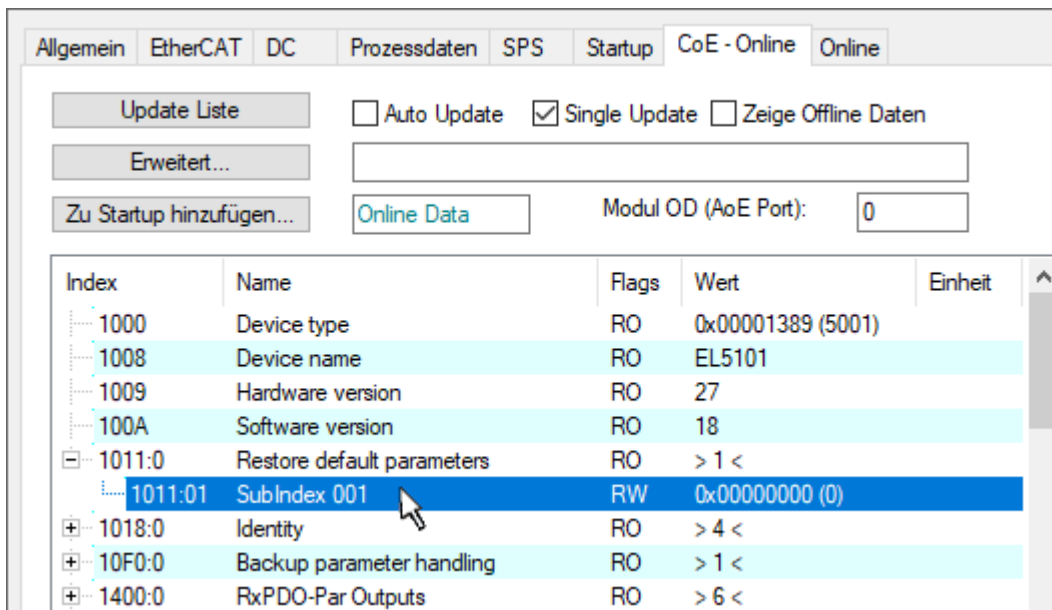
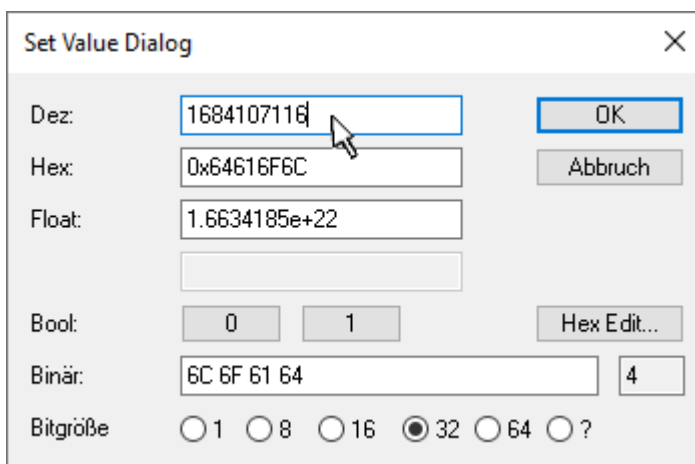
Abb. 273: Auswahl des PDO *Restore default parameters*

Abb. 274: 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.
- 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!

6.4 Support und Service

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

Beckhoff Niederlassungen und Vertretungen

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

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

Dort finden Sie auch weitere Dokumentationen zu Beckhoff Komponenten.

Support

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

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

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

Service

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

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

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

Unternehmenszentrale Deutschland

Beckhoff Automation GmbH & Co. KG

Hülshorstweg 20
33415 Verl
Deutschland

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

Trademark statements

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

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.

EnDat is a trademark of Dr. Johannes Heidenhain GmbH.

Intel, the Intel logo, Intel Core, Xeon, Intel Atom, Celeron and Pentium are trademarks of Intel Corporation or its subsidiaries.

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

Mehr Informationen:
www.beckhoff.com/EL2596

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

