

Dokumentation | DE

EL6070

License-Key-Klemme für TwinCAT 3.1



EtherCAT®

Inhaltsverzeichnis

1	Vorwort	5
1.1	Hinweise zur Dokumentation	5
1.2	Wegweiser durch die Dokumentation	6
1.3	Sicherheitshinweise	7
1.4	Ausgabestände der Dokumentation	8
1.5	Versionsidentifikation von EtherCAT-Geräten	9
1.5.1	Allgemeine Hinweise zur Kennzeichnung	10
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	Produktbeschreibung	16
2.1	License-Key-Klemme für TwinCAT 3.1	16
2.2	EL6070 - Technische Daten	17
3	Grundlagen der Kommunikation	18
3.1	EtherCAT-Grundlagen	18
3.2	EtherCAT-Verkabelung - Drahtgebunden	18
3.3	Allgemeine Hinweise zur Watchdog-Einstellung	20
3.4	EtherCAT State Machine	21
3.5	CoE-Interface	23
3.6	Distributed Clock	28
4	Montage und Verdrahtung	29
4.1	Hinweise zum ESD-Schutz	29
4.2	Explosionsschutz	30
4.2.1	ATEX - Besondere Bedingungen (erweiterter Temperaturbereich)	30
4.2.2	IECEx - Besondere Bedingungen	32
4.2.3	Weiterführende Dokumentation zu ATEX und IECEx	33
4.2.4	cFMus - Besondere Bedingungen	34
4.2.5	Weiterführende Dokumentation zu cFMus	35
4.3	UL-Hinweise	36
4.4	Tragschienenmontage	37
4.5	Montagevorschriften für erhöhte mechanische Belastbarkeit	40
4.6	Einbaulagen	41
4.7	Positionierung von passiven Klemmen	43
4.8	Hinweis zur Spannungsversorgung	44
4.9	EL6070 - LEDs und Anschlussbelegung	45
4.10	Entsorgung	46
5	Inbetriebnahme	47
5.1	Grundlagen zur Funktion	47
5.2	Hinweise zur ESI-Gerätebeschreibung	49
5.3	Allgemeine Inbetriebnahmehinweise für einen EtherCAT-Slave	53
5.4	Objektbeschreibung und Parametrierung	61
5.5	Lesen und Schreiben von Dateien	65
6	Anhang	68

6.1	EtherCAT AL Status Codes	68
6.2	Firmware Kompatibilität.....	69
6.3	Support und Service.....	70

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.

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

Fremdmarken

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

1.2 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
Explosionsschutz für Klemmensysteme (PDF)	Hinweise zum Einsatz der Beckhoff Klemmensysteme in explosionsgefährdeten Bereichen gemäß ATEX und IECEx
Control Drawing I/O, CX, CPX (PDF)	Anschlussbilder und Ex-Kennzeichnungen (gemäß cFMus)
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
3.0.0	<ul style="list-style-type: none"> • Update Kapitel „Technische Daten • Strukturupdate • Update Revisionsstatus
2.9	<ul style="list-style-type: none"> • Update Kapitel "Technische Daten" • Update Kapitel "Objektbeschreibung und Parametrierung" • Strukturupdate
2.8	<ul style="list-style-type: none"> • Update Kapitel "Objektbeschreibung und Parametrierung" • Update Kapitel „Grundlagen zur Funktion“ • Strukturupdate • Update Revisionsstatus
2.7	<ul style="list-style-type: none"> • Update Kapitel "Objektbeschreibung und Parametrierung" • Update Kapitel „Technische Daten
2.6	<ul style="list-style-type: none"> • Update Kapitel "Inbetriebnahme"
2.5	<ul style="list-style-type: none"> • Kapitel "Lesen und Schreiben von Dateien" inkl. Beispielprogramm hinzugefügt
2.4	<ul style="list-style-type: none"> • Update Kapitel "Technische Daten" • Hinweis zum ESD-Schutz eingefügt • Kapitel "UL Hinweise" eingefügt
2.3	<ul style="list-style-type: none"> • Update Kapitel "Hinweise zur Dokumentation" • Update Kapitel „Technische Daten“ • Kapitel „Montagevorschriften für Klemmen mit erhöhter mechanischer Belastbarkeit“ eingefügt
2.2	<ul style="list-style-type: none"> • Update Kapitel „Technische Daten“, ET
2.1	<ul style="list-style-type: none"> • Strukturupdate
2.0	<ul style="list-style-type: none"> • Ergänzungen Kapitel „Grundlagen zur Funktion“ • 1. Veröffentlichung im PDF-Format
1.1	<ul style="list-style-type: none"> • Geringfügige Korrekturen und Ergänzungen
1.0	<ul style="list-style-type: none"> • Korrekturen und Ergänzungen • 1. Veröffentlichung
0.1	<ul style="list-style-type: none"> • Vorläufige Dokumentation für EL6070

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.

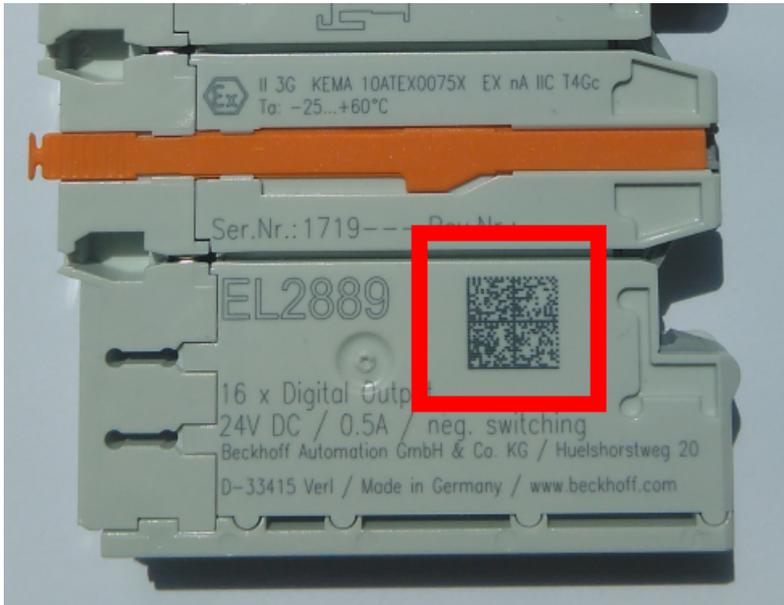


Abb. 2: BIC als Data Matrix Code (DMC, Code-Schema ECC200)

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:

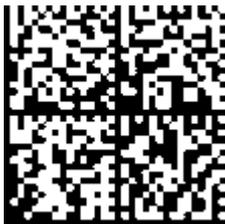


Abb. 3: Beispiel-DMC **1P072222SBTNk4p562d71KEL1809 Q1 51S678294**

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.

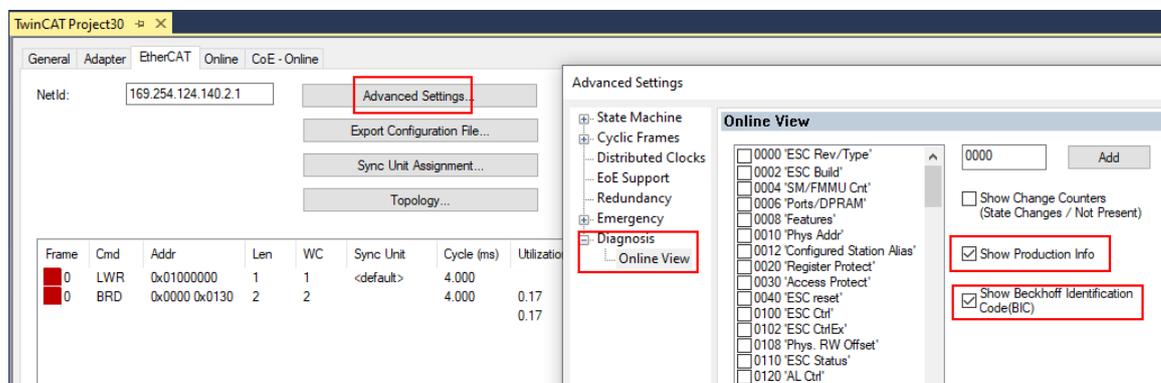
EtherCAT-Geräte (IP20, IP67)

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	0x170bfb277e

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

PROFIBUS-, PROFINET-, DeviceNet-Geräte usw.

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

2 Produktbeschreibung

2.1 License-Key-Klemme für TwinCAT 3.1

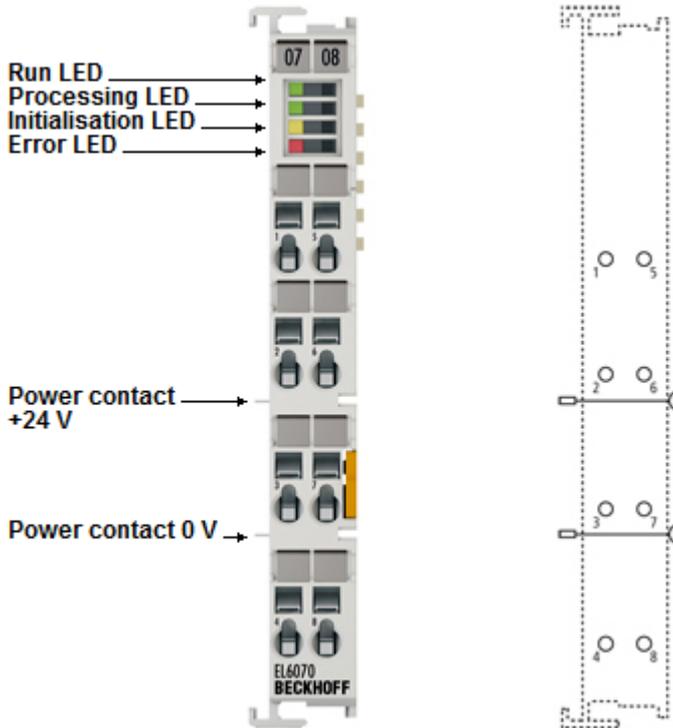


Abb. 4: EL6070

Ab TwinCAT 3.1 besteht die Möglichkeit, TwinCAT-Lizenzen über einen Hardware-Dongle zu verwalten. Die EtherCAT-Klemme EL6070 verkörpert solch einen Hardware-Lizenzkey im modularen EtherCAT-I/O-System. Die Übertragung findet über EtherCAT statt.

Die EL6070-0000 ist die allgemeine Variante die durch den Anwender an beliebige Lizenzen gebunden werden kann.

Die EL6070-xxxx Varianten sind bereits von Beckhoff kundenspezifisch vorprogrammierte Ausführungen mit einem definierten unveränderlichen Satz an gebundenen Lizenzen. Diese steht für Großabnehmer zur Verfügung.

Quick-Links

- [EtherCAT Funktionsgrundlagen \[► 18\]](#)
- [EL6070 Funktionsgrundlagen \[► 47\]](#)
- [EL6070 Technische Daten \[► 17\]](#)
- [Objektbeschreibung und Parametrierung \[► 61\]](#)
- [► C9900-L100 - License-Key-USB-Stick für TwinCAT 3.1](#)

2.2 EL6070 - Technische Daten

Technische Daten	EL6070
Technik	EtherCAT-License-Key-Klemme
Distributed Clocks	-
Spannungsversorgung für Elektronik	über den E-Bus
Stromaufnahme aus dem E-Bus	typ. 120 mA
Lokaler Speicher	1 MByte
Potenzialtrennung	500 V (E-Bus/Feldspannung)
Konfiguration	über TwinCAT System Manager
Gewicht	ca. 50 g
zulässiger Umgebungstemperaturbereich im Betrieb	-25°C ... +60°C
zulässiger Umgebungstemperaturbereich bei Lagerung	-40°C ... +85°C
zulässige relative Luftfeuchtigkeit	95%, keine Betauung
Abmessungen (B x H x T)	ca. 12 mm x 100 mm x 70 mm
Montage [▶ 37]	auf 35 mm Tragschiene nach EN 60715
Erhöhter mechanische Belastbarkeit	ja, siehe auch Montagevorschriften für Klemmen mit erhöhter mechanischer Belastbarkeit [▶ 40]
Vibrations- / Schockfestigkeit	gemäß EN 60068-2-6 / EN 60068-2-27
EMV-Festigkeit / Aussendung	gemäß EN 61000-6-2 / EN 61000-6-4
Schutzart	IP20
Einbaulage	beliebig
Kennzeichnung / Zulassung ^{*)}	CE, EAC, UKCA, CCC ATEX [▶ 30] , IECEx [▶ 32] , cFMus [▶ 34] , cULus [▶ 36]

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

Ex-Kennzeichnungen

Standard	Kennzeichnung
ATEX	II 3 G Ex nA IIC T4 Gc II 3 D Ex tc IIIC T135 °C Dc
IECEx	Ex nA IIC T4 Gc Ex tc IIIC T135 °C Dc
cFMus	Class I, Division 2, Groups A, B, C, D Class I, Zone 2, AEx/Ex ec IIC T4 Gc

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	Addr...	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. 5: 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:

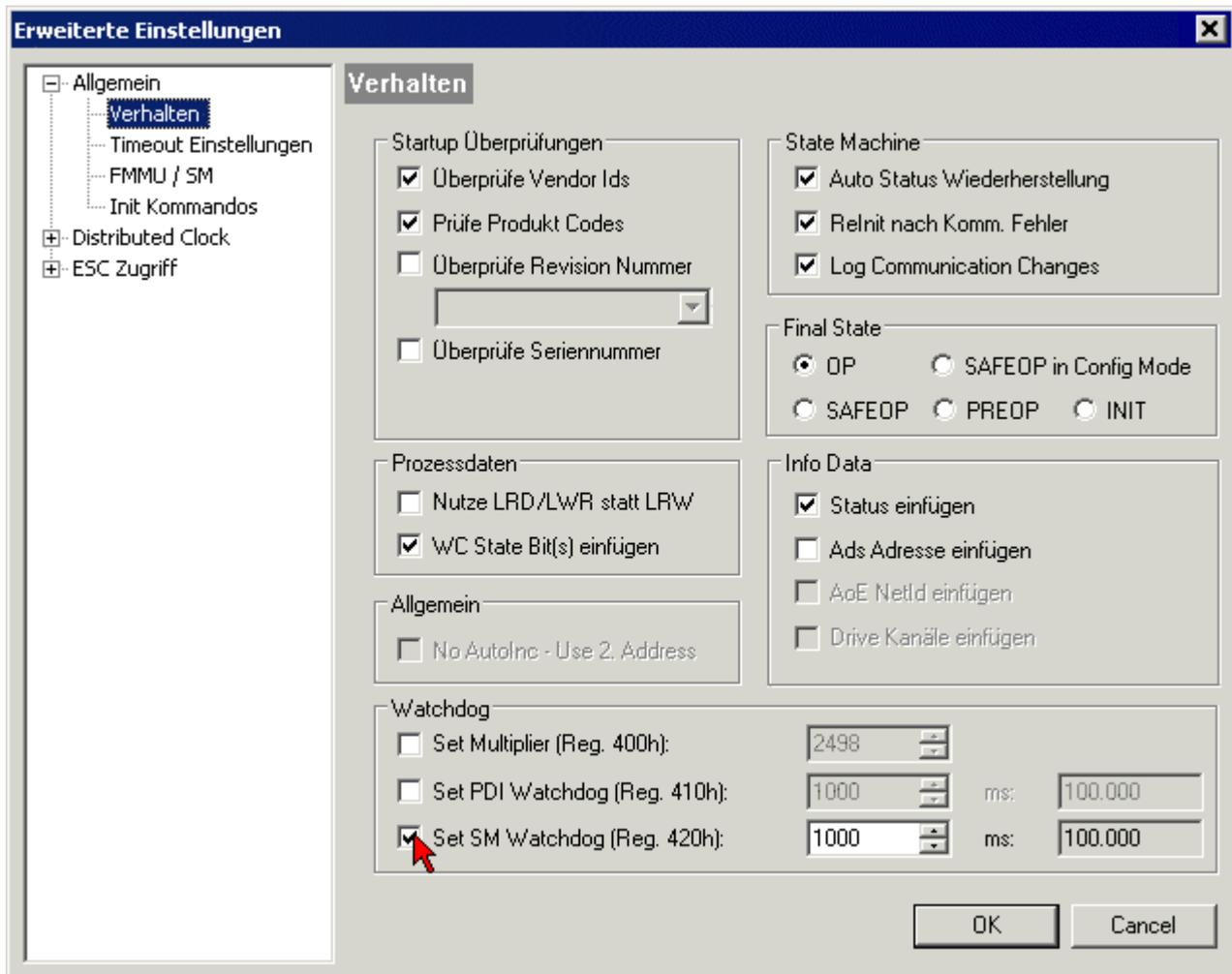


Abb. 6: Karteireiter EtherCAT -> Erweiterte Einstellungen -> Verhalten -> Watchdog

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

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

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).

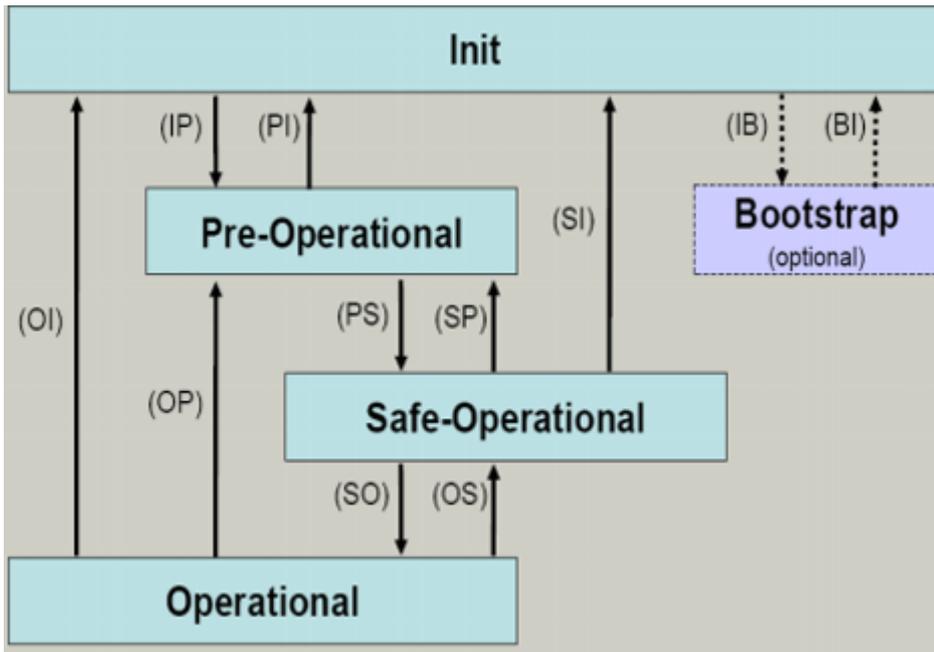


Abb. 7: Zustände der EtherCAT State Machine

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 Ausgangs-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:

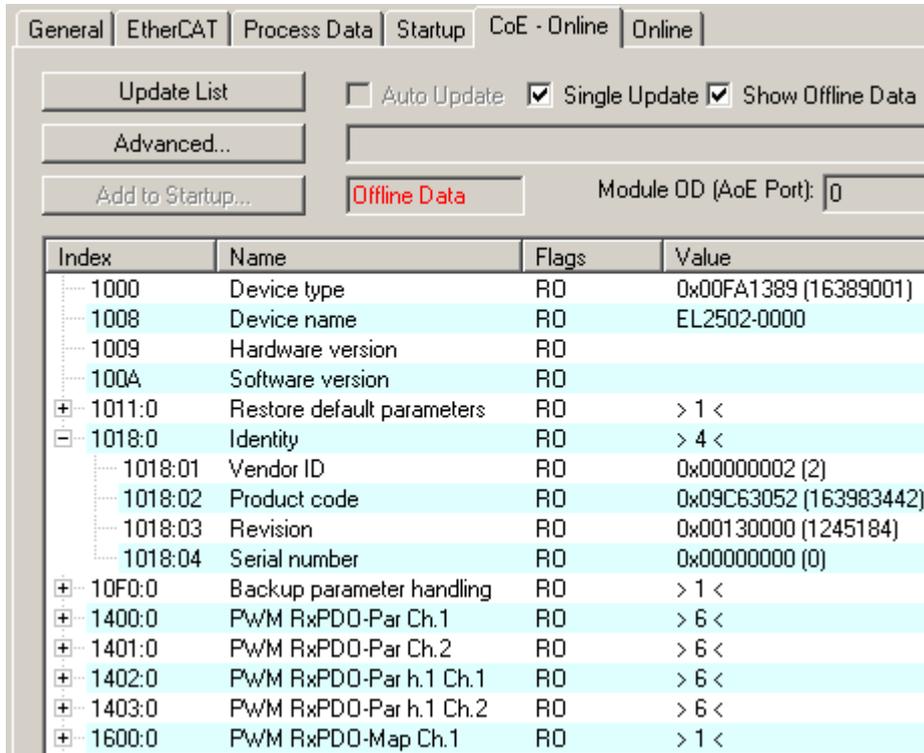


Abb. 8: Karteireiter „CoE-Online“

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 parametrieren.

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.

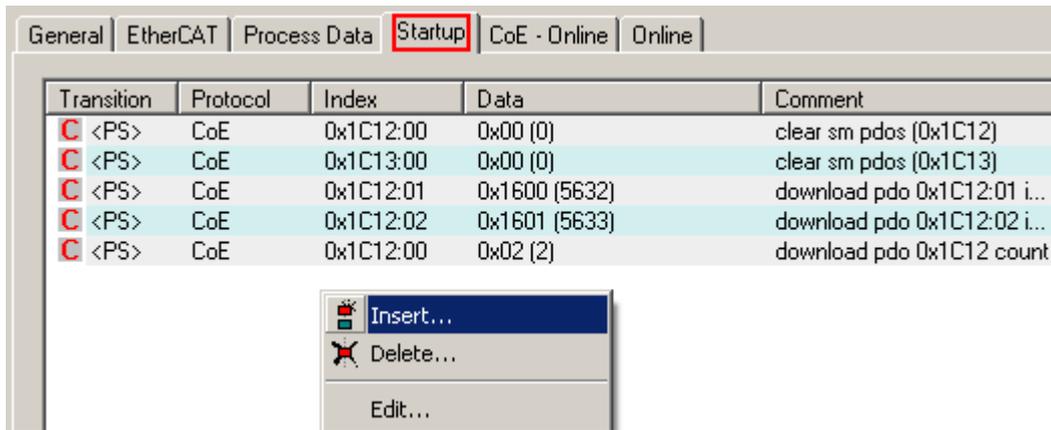


Abb. 9: Startup-Liste im TwinCAT System Manager

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.

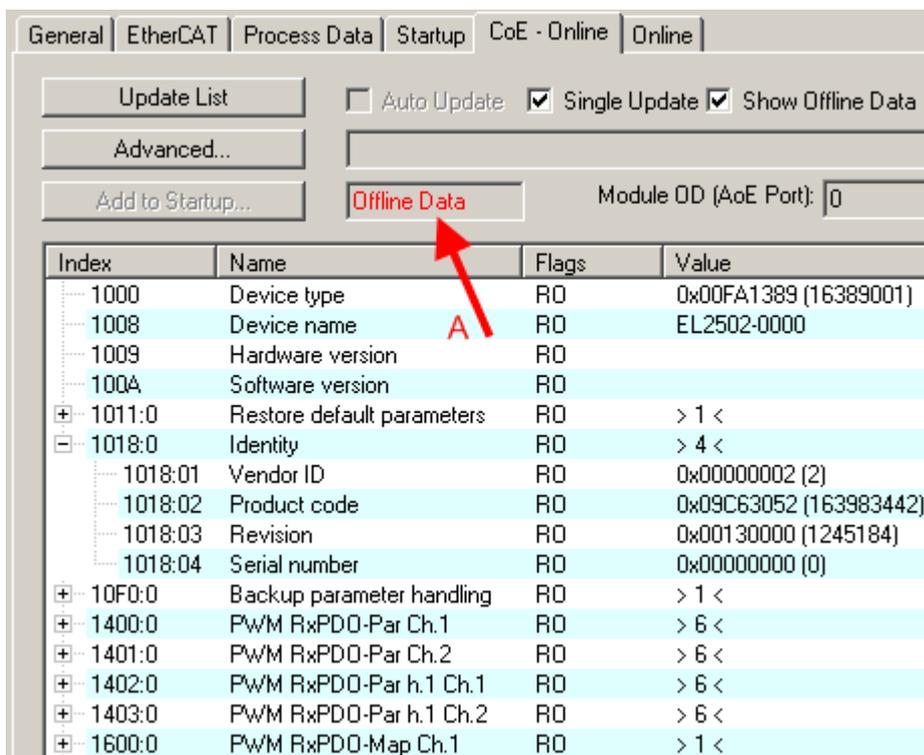


Abb. 10: Offline-Verzeichnis

- 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.

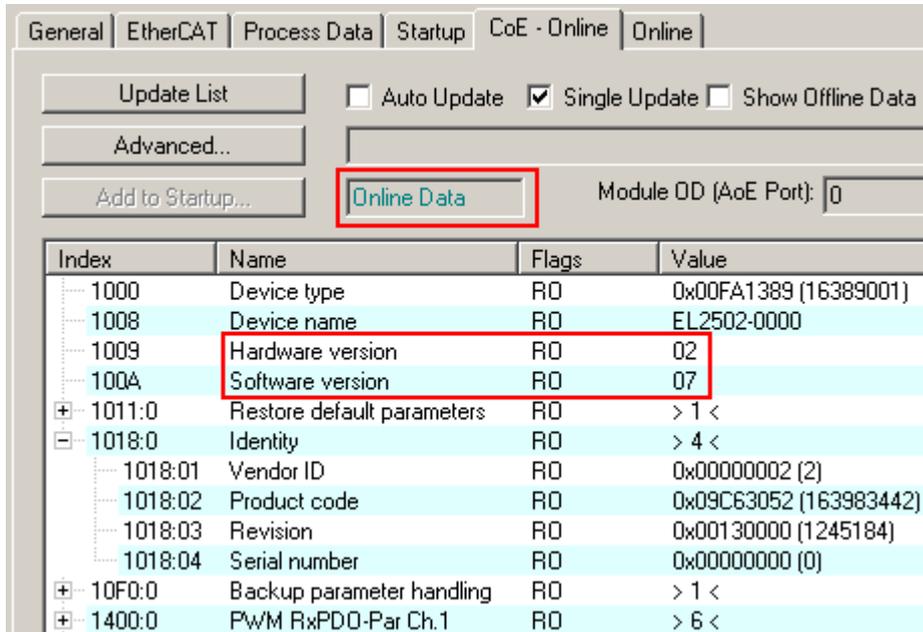


Abb. 11: Online-Verzeichnis

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.

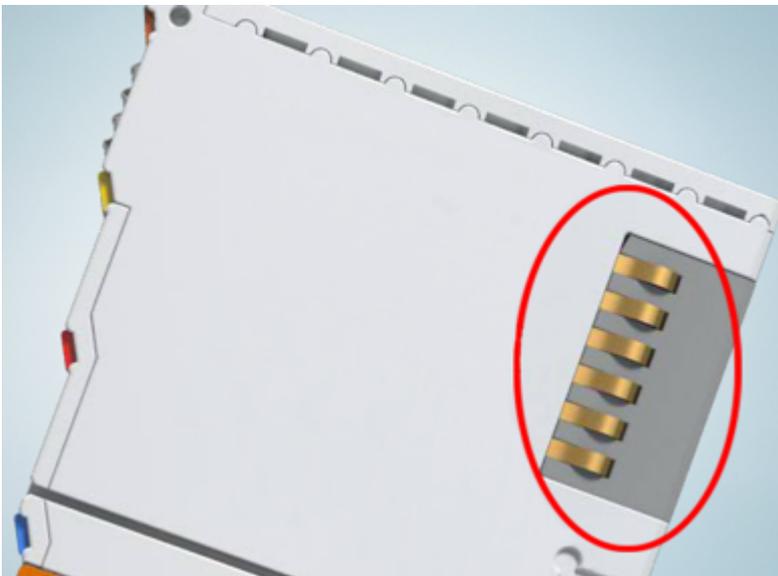


Abb. 12: Federkontakte der Beckhoff I/O-Komponenten

4.2 Explosionsschutz

4.2.1 ATEX - Besondere Bedingungen (erweiterter Temperaturbereich)

⚠️ WARNUNG

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

- Die zertifizierten Komponenten sind in ein geeignetes Gehäuse zu errichten, das eine Schutzart von mindestens IP54 gemäß EN 60079-15 gewährleistet! Dabei sind die Umgebungsbedingungen bei der Verwendung zu berücksichtigen!
- Für Staub (nur die Feldbuskomponenten der Zertifikatsnummer KEMA 10ATEX0075 X Issue 9): Das Gerät ist in ein geeignetes Gehäuse einzubauen, das eine Schutzart von IP54 gemäß EN 60079-31 für Gruppe IIIA oder IIIB und IP6X für Gruppe IIIC bietet, wobei die Umgebungsbedingungen, unter denen das Gerät verwendet wird, zu berücksichtigen sind!
- Wenn die Temperaturen bei Nennbetrieb an den Einführungsstellen der Kabel, Leitungen oder Rohrleitungen höher als 70°C oder an den Aderverzweigungsstellen höher als 80°C ist, so müssen Kabel ausgewählt werden, deren Temperaturdaten den tatsächlich gemessenen Temperaturwerten entsprechen!
- Beachten Sie für Beckhoff-Feldbuskomponenten mit erweitertem Temperaturbereich (ET) beim Einsatz in explosionsgefährdeten Bereichen den zulässigen Umgebungstemperaturbereich von -25 bis 60°C!
- Es müssen Maßnahmen zum Schutz gegen Überschreitung der Nennbetriebsspannung durch kurzzeitige Störspannungen um mehr als 40% getroffen werden!
- Die einzelnen Klemmen dürfen nur aus dem Busklemmensystem gezogen oder entfernt werden, wenn die Versorgungsspannung abgeschaltet wurde bzw. bei Sicherstellung einer nicht-explosionsfähigen Atmosphäre!
- Die Anschlüsse der zertifizierten Komponenten dürfen nur verbunden oder unterbrochen werden, wenn die Versorgungsspannung abgeschaltet wurde bzw. bei Sicherstellung einer nicht-explosionsfähigen Atmosphäre!
- Die Sicherung der Einspeiseklemmen KL92xx/EL92xx dürfen nur gewechselt werden, wenn die Versorgungsspannung abgeschaltet wurde bzw. bei Sicherstellung einer nicht-explosionsfähigen Atmosphäre!
- Adresswahlschalter und ID-Switche dürfen nur eingestellt werden, wenn die Versorgungsspannung abgeschaltet wurde bzw. bei Sicherstellung einer nicht-explosionsfähigen Atmosphäre!

Normen

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

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

Kennzeichnung

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



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

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

oder



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

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

4.2.2 IECEx - Besondere Bedingungen

WARNUNG

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

- Für Gas: Die Komponenten sind in ein geeignetes Gehäuse zu errichten, das gemäß EN 60079-15 eine Schutzart von IP54 gewährleistet! Dabei sind die Umgebungsbedingungen bei der Verwendung zu berücksichtigen!
- Für Staub (nur für Feldbuskomponenten der Zertifikatsnummer IECEx DEK 16.0078X Issue 3): Die Komponenten sind in einem geeigneten Gehäuse zu errichten, das gemäß EN 60079-31 für die Gruppe IIIA oder IIIB eine Schutzart von IP54 oder für die Gruppe IIIC eine Schutzart von IP6X gewährleistet. Dabei sind die Umgebungsbedingungen bei der Verwendung zu berücksichtigen!
- Die Komponenten dürfen nur in einem Bereich mit mindestens Verschmutzungsgrad 2 gemäß IEC 60664-1 verwendet werden!
- Es sind Vorkehrungen zu treffen, um zu verhindern, dass die Nennspannung durch transiente Störungen von mehr als 119 V überschritten wird!
- Wenn die Temperaturen bei Nennbetrieb an den Einführungsstellen der Kabel, Leitungen oder Rohrleitungen höher als 70°C oder an den Aderverzweigungsstellen höher als 80°C ist, so müssen Kabel ausgewählt werden, deren Temperaturdaten den tatsächlich gemessenen Temperaturwerten entsprechen!
- Beachten Sie für Beckhoff-Feldbuskomponenten beim Einsatz in explosionsgefährdeten Bereichen den zulässigen Umgebungstemperaturbereich!
- Die einzelnen Klemmen dürfen nur aus dem Busklemmensystem gezogen oder entfernt werden, wenn die Versorgungsspannung abgeschaltet wurde bzw. bei Sicherstellung einer nicht-explosionsfähigen Atmosphäre!
- Die Anschlüsse der zertifizierten Komponenten dürfen nur verbunden oder unterbrochen werden, wenn die Versorgungsspannung abgeschaltet wurde bzw. bei Sicherstellung einer nicht-explosionsfähigen Atmosphäre!
- Adresswahlschalter und ID-Switche dürfen nur eingestellt werden, wenn die Versorgungsspannung abgeschaltet wurde bzw. bei Sicherstellung einer nicht-explosionsfähigen Atmosphäre!
- Die Frontklappe von zertifizierten Geräten darf nur geöffnet werden, wenn die Versorgungsspannung abgeschaltet wurde bzw. bei Sicherstellung einer nicht-explosionsfähigen Atmosphäre!

Normen

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

- EN 60079-0:2011
- EN 60079-15:2010
- EN 60079-31:2013 (nur für Zertifikatsnummer IECEx DEK 16.0078X Issue 3)

Kennzeichnung

Die gemäß IECEx für den explosionsgefährdeten Bereich zertifizierten Beckhoff-Feldbuskomponenten tragen die folgende Kennzeichnung:

Kennzeichnung für Feldbuskomponenten der Zertifikat-Nr. IECEx DEK 16.0078X Issue 3:	IECEx DEK 16.0078 X
	Ex nA IIC T4 Gc
	Ex tc IIIC T135°C Dc

Kennzeichnung für Feldbuskomponenten von Zertifikaten mit späteren Ausgaben:	IECEx DEK 16.0078 X
	Ex nA IIC T4 Gc

4.2.3 Weiterführende Dokumentation zu ATEX und IECEx

HINWEIS



Weiterführende Dokumentation zum Explosionsschutz gemäß ATEX und IECEx

Beachten Sie auch die weiterführende Dokumentation

Explosionsschutz für Klemmensysteme

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

die Ihnen auf der Beckhoff-Homepage www.beckhoff.de im Download-Bereich Ihres Produktes zum [Download](#) zur Verfügung steht!

4.2.4 cFMus - Besondere Bedingungen

⚠️ WARNUNG

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

- Die Geräte müssen in einem Gehäuse installiert werden, das mindestens die Schutzart IP54 gemäß ANSI/UL 60079-0 (USA) oder CSA C22.2 No. 60079-0 (Kanada) bietet!
- Die Geräte dürfen nur in einem Bereich mit mindestens Verschmutzungsgrad 2, wie in IEC 60664-1 definiert, verwendet werden!
- Es muss ein Transientenschutz vorgesehen werden, der auf einen Pegel von höchstens 140% des Spitzenwertes der Nennspannung an den Versorgungsklemmen des Geräts eingestellt ist.
- Die Stromkreise müssen auf die Überspannungskategorie II gemäß IEC 60664-1 begrenzt sein.
- Die Feldbuskomponenten dürfen nur entfernt oder eingesetzt werden, wenn die Systemversorgung und die Feldversorgung ausgeschaltet sind oder wenn der Ort als ungefährlich bekannt ist.
- Die Feldbuskomponenten dürfen nur getrennt oder angeschlossen werden, wenn die Systemversorgung abgeschaltet ist oder wenn der Einsatzort als nicht explosionsgefährdet bekannt ist.

Standards

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

M20US0111X (US):

- FM Class 3600:2018
- FM Class 3611:2018
- FM Class 3810:2018
- ANSI/UL 121201:2019
- ANSI/ISA 61010-1:2012
- ANSI/UL 60079-0:2020
- ANSI/UL 60079-7:2017

FM20CA0053X (Canada):

- CAN/CSA C22.2 No. 213-17:2017
- CSA C22.2 No. 60079-0:2019
- CAN/CSA C22.2 No. 60079-7:2016
- CAN/CSA C22.2 No.61010-1:2012

Kennzeichnung

Die gemäß cFMus für den explosionsgefährdeten Bereich zertifizierten Beckhoff-Feldbuskomponenten tragen die folgende Kennzeichnung:

FM20US0111X (US): **Class I, Division 2, Groups A, B, C, D**
 Class I, Zone 2, AEx ec IIC T4 Gc

FM20CA0053X (Canada): **Class I, Division 2, Groups A, B, C, D**
 Ex ec T4 Gc

4.2.5 Weiterführende Dokumentation zu cFMus

HINWEIS



Weiterführende Dokumentation zum Explosionsschutz gemäß cFMus

Beachten Sie auch die weiterführende Dokumentation

Control Drawing I/O, CX, CPX

Anschlussbilder und Ex-Kennzeichnungen,

die Ihnen auf der Beckhoff-Homepage www.beckhoff.de im Download-Bereich Ihres Produktes zum Download zur Verfügung steht!

4.3 UL-Hinweise

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

Grundlagen

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



4.4 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

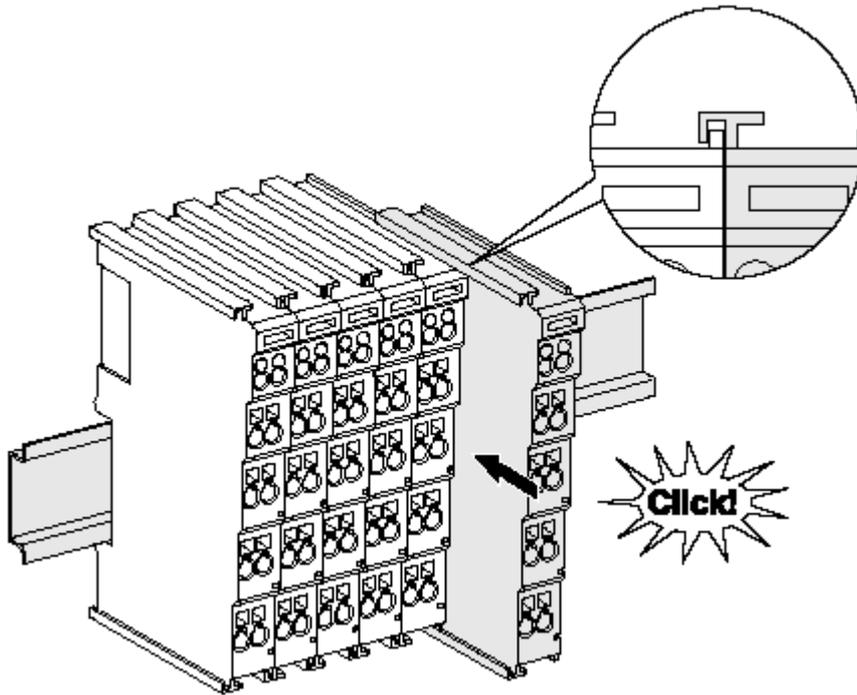


Abb. 13: Montage auf Tragschiene

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

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

i Tragschienenbefestigung

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

Demontage

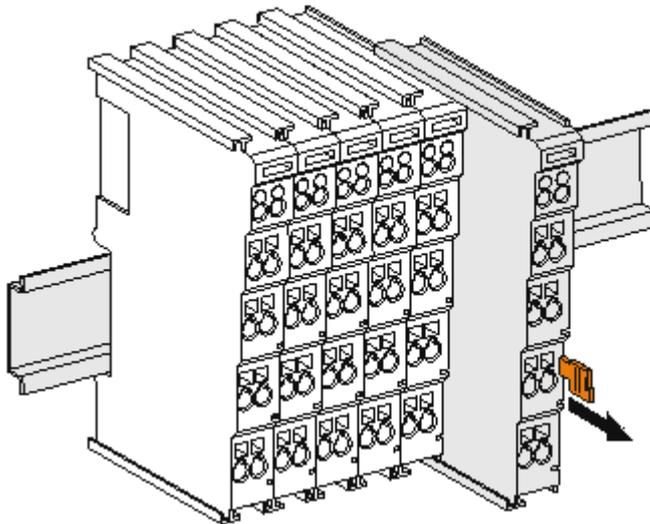


Abb. 14: Demontage von Tragschiene

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.

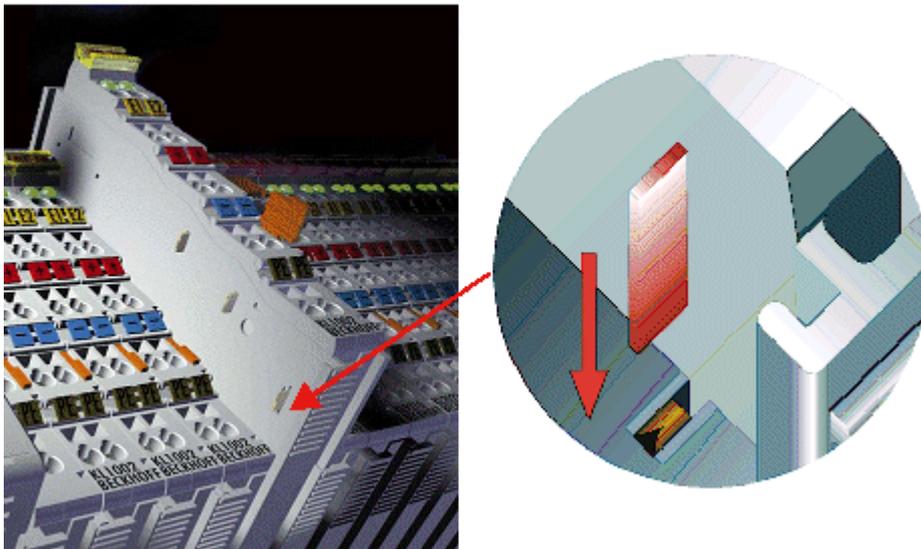


Abb. 15: Linksseitiger Powerkontakt

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!

4.5 Montagevorschriften für erhöhte mechanische Belastbarkeit

⚠️ WARNUNG

Verletzungsgefahr durch Stromschlag und Beschädigung des Gerätes möglich!

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

Zusätzliche Prüfungen

Die Klemmen sind folgenden zusätzlichen Prüfungen unterzogen worden:

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

Zusätzliche Montagevorschriften und Hinweise

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

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

4.6 Einbaulagen

HINWEIS

Einschränkung von Einbaulage und Betriebstemperaturbereich

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

Optimale Einbaulage (Standard)

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

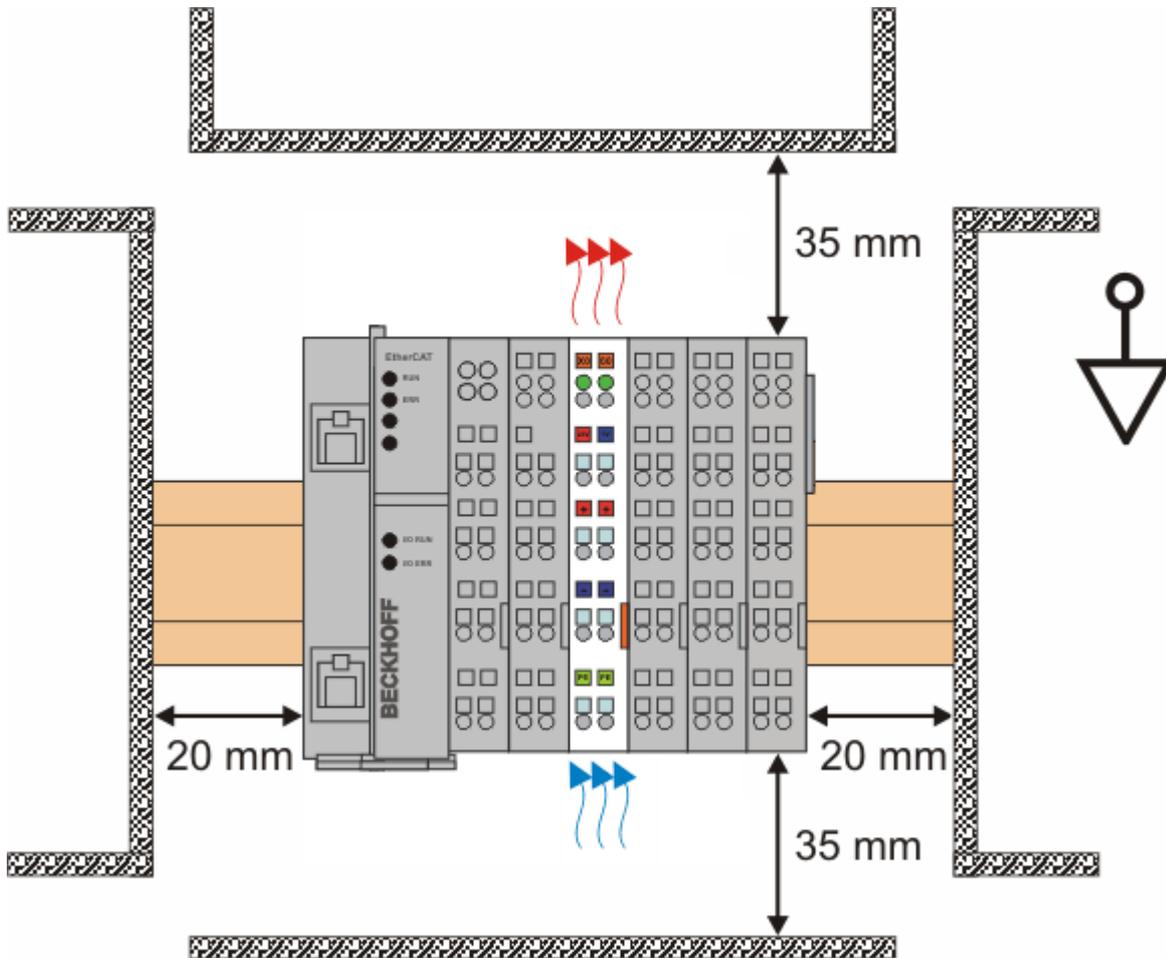


Abb. 16: Empfohlene Abstände bei Standard-Einbaulage

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

Weitere Einbaulagen

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

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

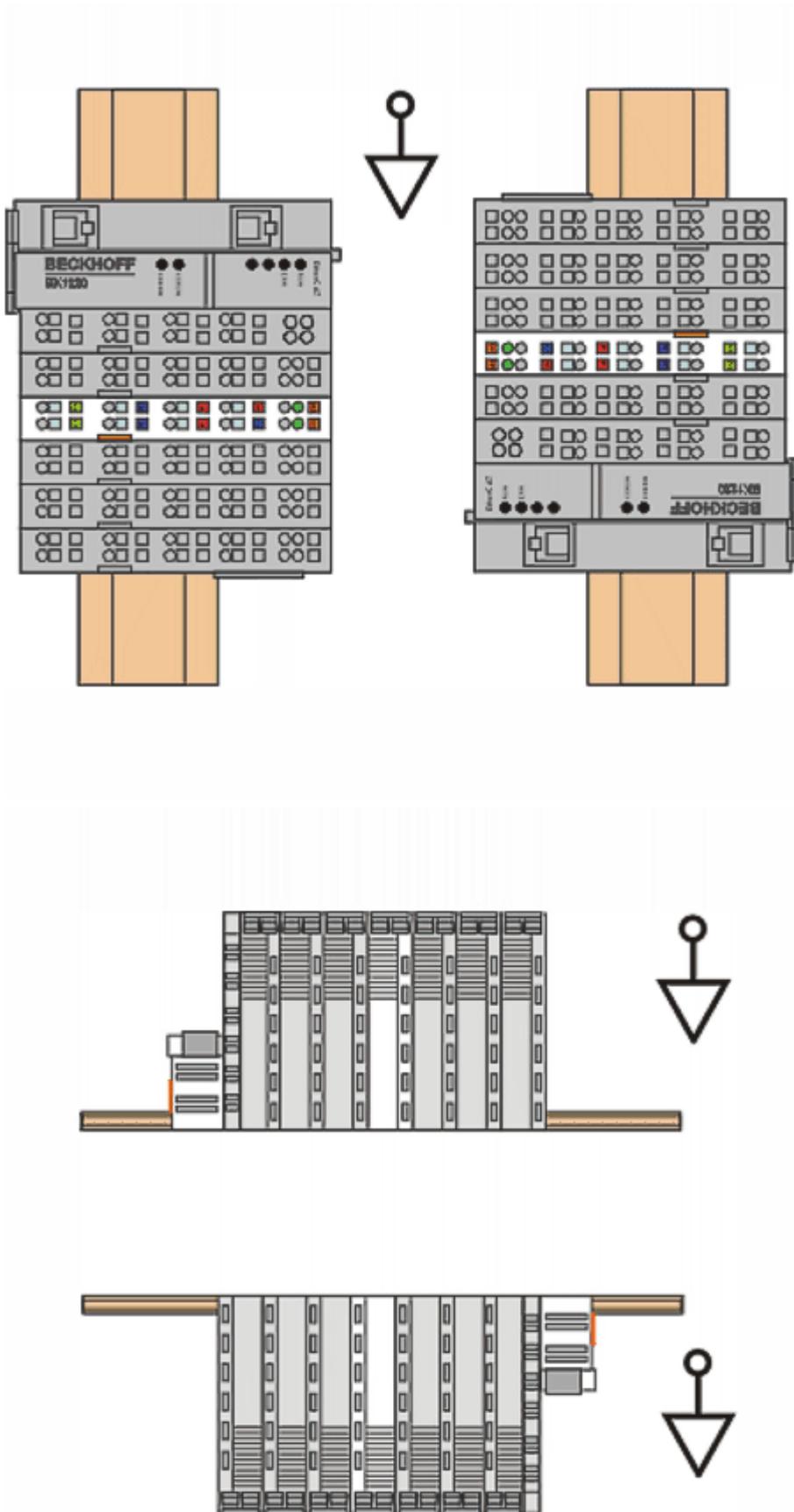


Abb. 17: Weitere Einbaulagen

4.7 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)

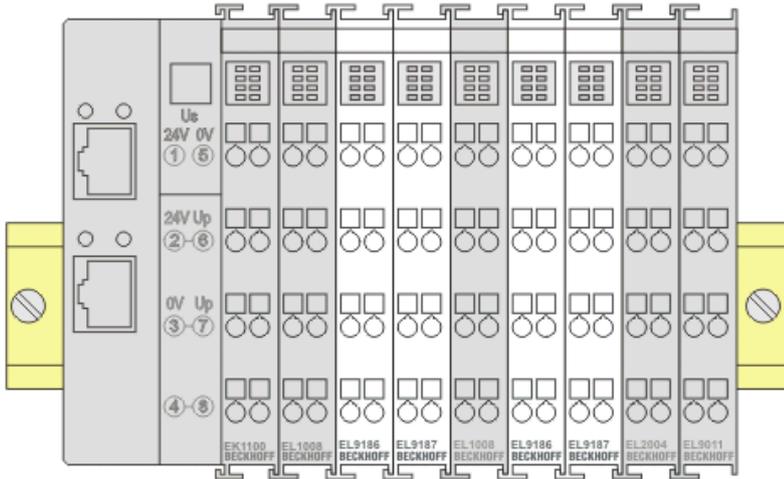


Abb. 18: Korrekte Positionierung

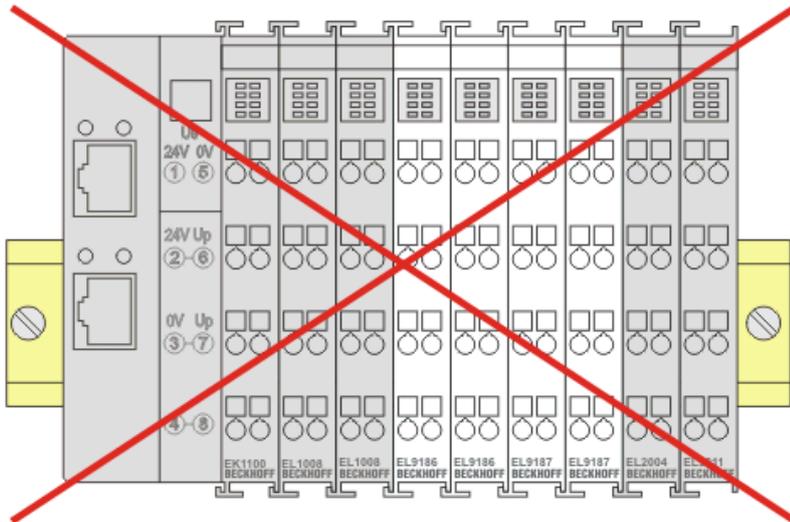


Abb. 19: Inkorrekte Positionierung

4.8 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.

4.9 EL6070 - LEDs und Anschlussbelegung

LEDs

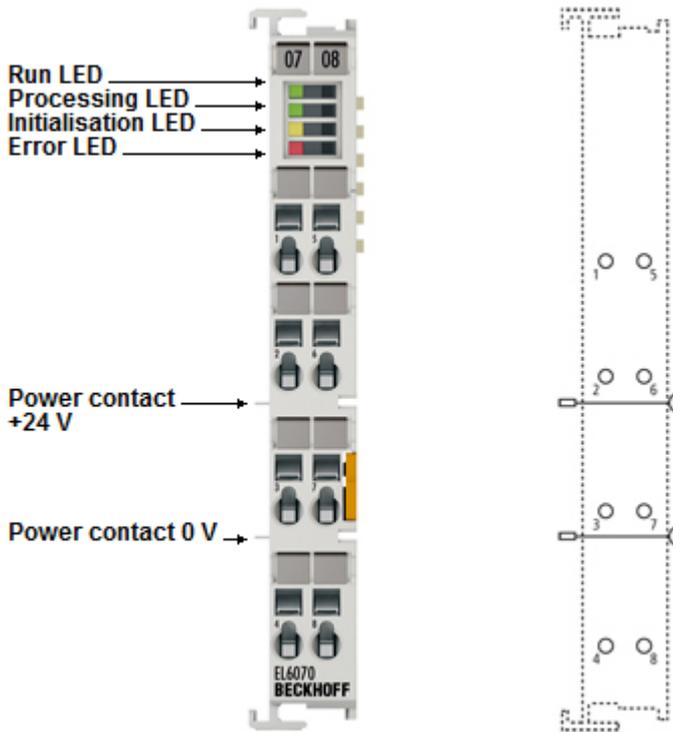


Abb. 20: LEDs and Anschlussbelegung

LED	Farbe	Bedeutung
RUN	grün	Diese LED gibt den Betriebszustand der Klemme wieder
		aus INIT = Initialisierung der Klemme
		blinkend PREOP = Funktion für Mailbox-Kommunikation und abweichende Standard-Einstellungen
		Einzelblitz SAFEOP = Überprüfung der Kanäle des Sync-Managers, Ausgänge bleiben im sicheren Zustand
		an OP = normaler Betriebszustand; Mailbox- und Prozessdatenkommunikation ist möglich
flimmernd BOOTSTRAP = Funktion für Firmware-Updates der Klemme		
Processing LED	grün	Kryptographischer Prozess wird ausgeführt
Initialization LED	gelb	Die Klemme initialisiert ihre Daten und bringt sich in einen empfangsbereiten Zustand
Error LED	rot	Fehler in der kryptographischen Initialisierungsphase oder während des laufenden kryptographischen Prozesses

Anschlussbelegung

Klemmstellen-bezeichnung	Nr.	Beschreibung
-	1 - 8	nicht verbunden

4.10 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 Grundlagen zur Funktion

Das TwinCAT-Dongle-Gerät (hier: EL6070) stellt eine besondere Hardware dar, die von TwinCAT 3 ausgelesen werden kann.

Auf dem IPC beinhaltet das so genannte LicenseResponseFile die für dieses System gültigen Lizenzen. Wenn im LicenseResponseFile auch die Prüfung gegen einen Dongle aufgeführt ist, sucht TwinCAT den Dongle und prüft

- ob es sich um ein Beckhoff Gerät handelt
- ob es sich um ein bestimmtes Beckhoff Gerät handelt

Nach erfolgreicher Prüfung sind die Lizenzen lt. LicenseResponseFile verfügbar.

Die EL6070 verfügt über keine vom Anwender nutzbaren weiteren Funktionen.

Ab HW02 verfügt die EL6070 auch über einen lokalen Speicher, so dass ein oder mehrere LicenseResponseFiles auf dem Dongle gespeichert und transportiert werden können.

Ab FW05/Rev0019 verfügt die EL6070 über einen nichtlöschbaren Betriebsstundenzähler im CoE xF900:01 in der Einheit [sek] der mit Anliegen der Ebus-Spannung zählt.

F900:0	LIC Time Data	RO	> 1 <
F900:01	Operating Time	RO	0x00000000 (0) s

Abb. 21: Objekt F900:01, Betriebsstundenzähler

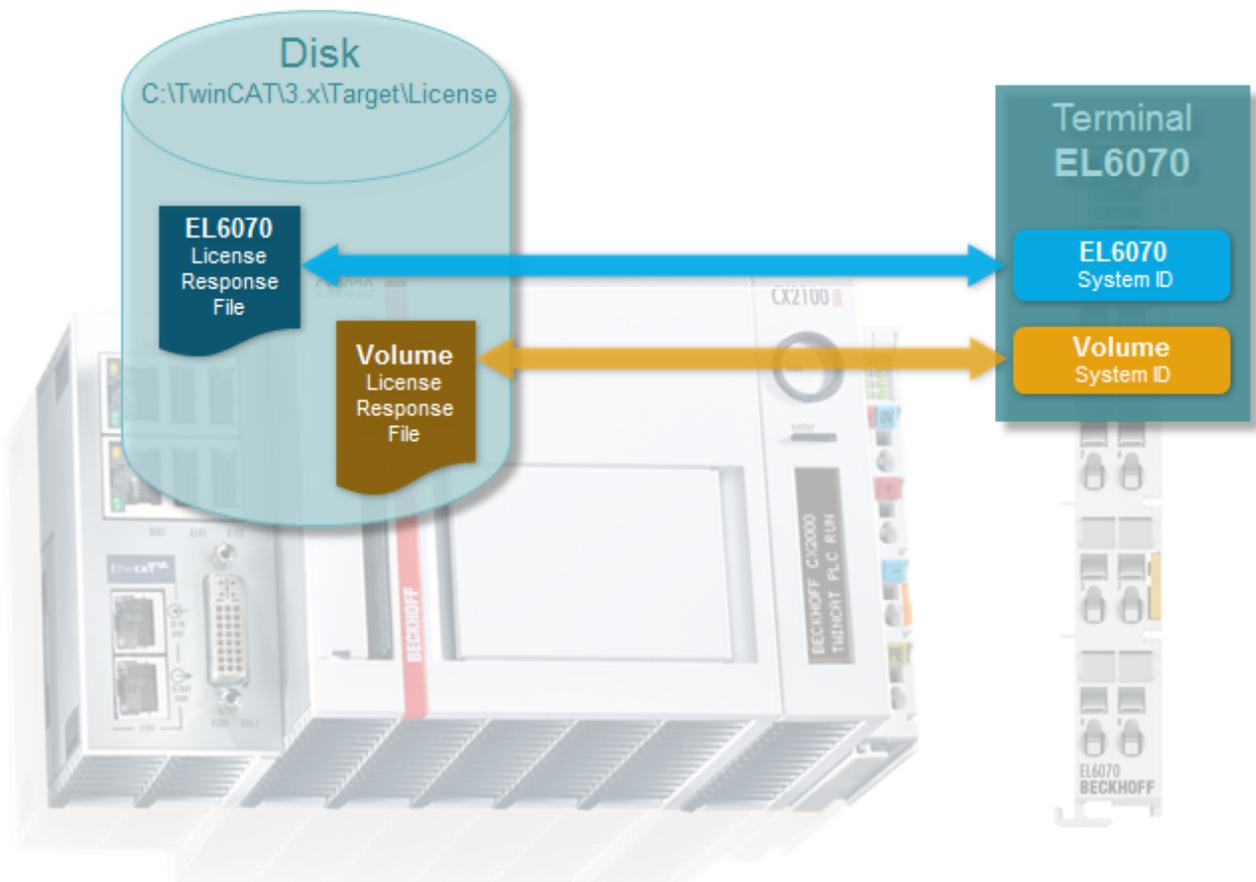


Abb. 22: TwinCAT Dongle Architektur

Da es sich bei der Dongle-Technologie vorrangig um eine TwinCAT-Funktionalität handelt, ist die Anwendung unter TwinCAT in der entsprechenden TwinCAT-Dokumentation (<http://infosys.beckhoff.com/>) nachzulesen.

Es ist zu bedenken, dass TwinCAT als EtherCAT Master beim Hochlauf den vollständigen Klemmennamen prüft, also EL6070-0000 oder EL6070-1234 (als Beispiel). Es muss also im TwinCAT System eine entsprechende ESI vorliegen.

● **Firmware Update**



Ein Firmware Update ist auf der EL6070 nicht möglich.

Die EtherCAT-Revision kann bei Bedarf aktualisiert werden.

● **Gewährleistung**



Die in der EL6070 Klemme (allg.: Dongle) verwendete Hardware stellt nach derzeitigem Kenntnisstand eine sehr hohe Hürde für mögliche Angriffe dar.

Allgemein sind kryptographische Systeme möglicherweise nicht gegen alle denkbaren Angriffe fortwährend sicher.

Die Verschlüsselungssicherheit ist daher nicht Bestandteil der Gewährleistung für das Produkt.

5.2 Hinweise zur ESI-Gerätebeschreibung

Installation der neuesten ESI-Device-Description

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

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

Die ESI-Dateien sind im Installationsverzeichnis von TwinCAT abzulegen.

Standardeinstellungen:

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

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

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

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

TwinCAT 2: Options → „Update EtherCAT Device Descriptions“

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

Hierfür steht der TwinCAT ESI Updater zur Verfügung.



ESI

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

Geräteunterscheidung

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

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

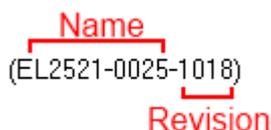


Abb. 23: Gerätebezeichnung: Struktur

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](#) [► 9].

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.

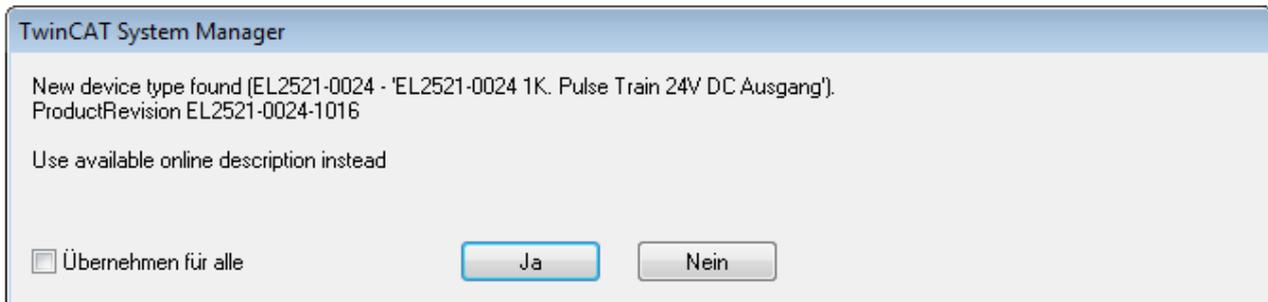


Abb. 24: Hinweisfenster OnlineDescription (TwinCAT 2)

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

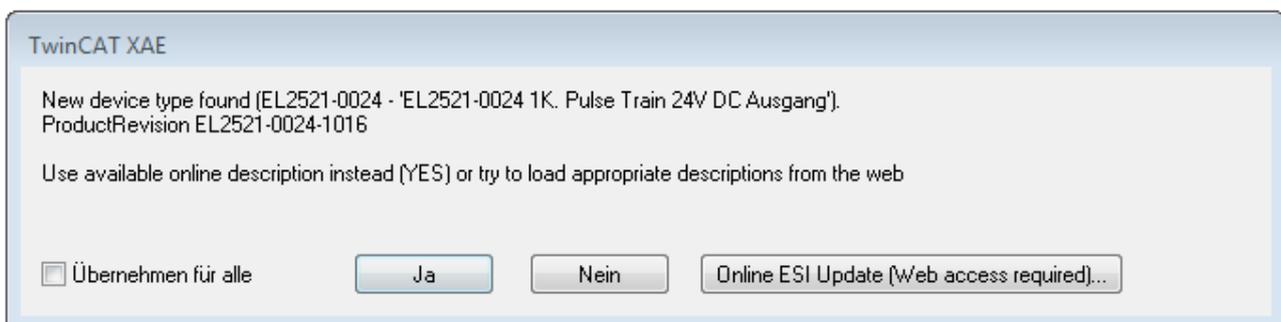


Abb. 25: Hinweisfenster OnlineDescription (TwinCAT 3)

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

HINWEIS

Veränderung der „üblichen“ Konfiguration durch Scan

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

Siehe dazu insbesondere das Kapitel „Allgemeine Hinweise zur Verwendung von Beckhoff EtherCAT IO-Komponenten“ und zur manuellen Konfigurationserstellung das Kapitel „Offline Konfigurationserstellung“.

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

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

OnlineDescriptionCache00000002.xml

Abb. 26: 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. 27: 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.

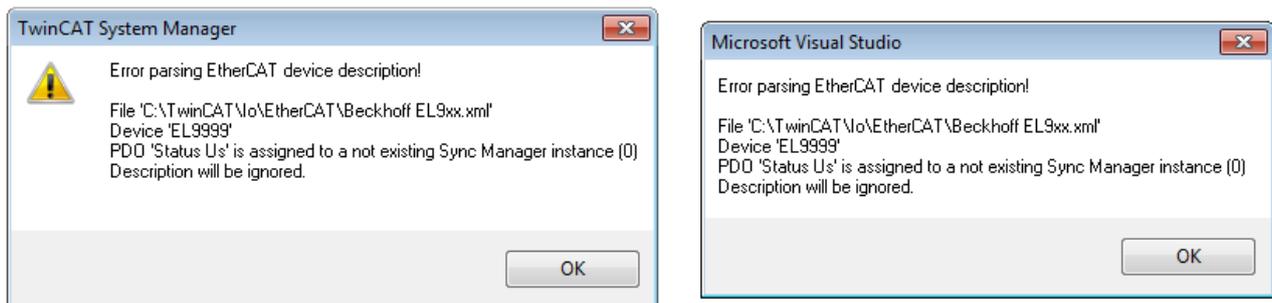


Abb. 28: Hinweisfenster fehlerhafte ESI-Datei (links: TwinCAT 2; rechts: TwinCAT 3)

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

5.3 Allgemeine Inbetriebnahmehinweise für einen EtherCAT-Slave

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

Diagnose in Echtzeit: WorkingCounter, EtherCAT State und Status

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

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

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

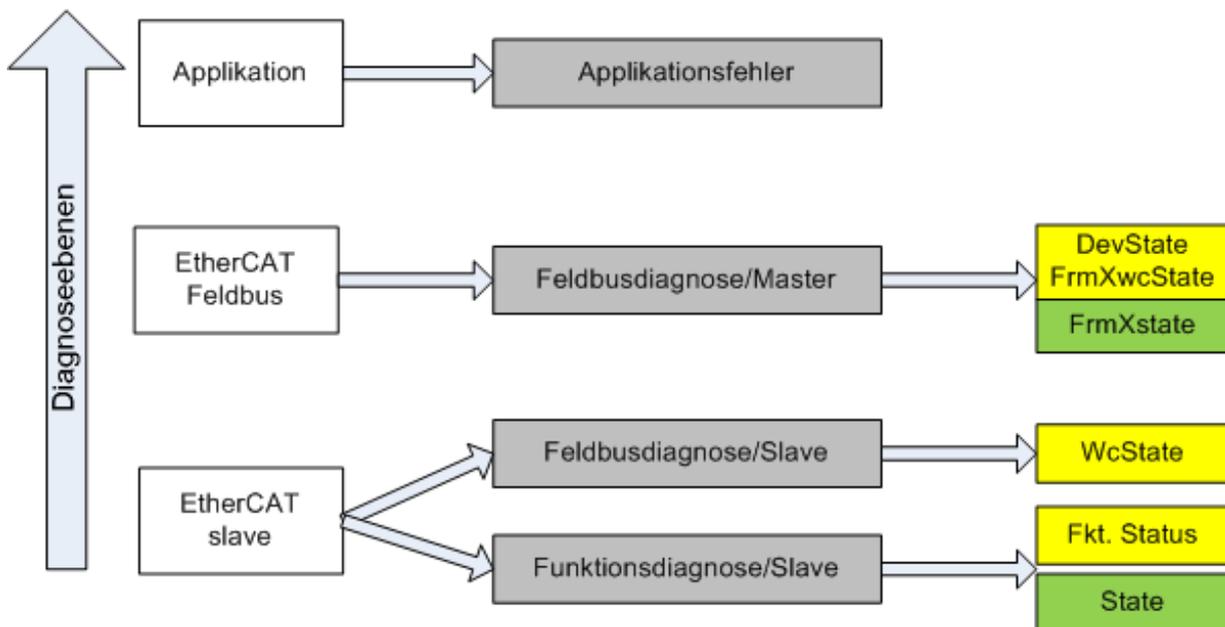


Abb. 29: Auswahl an Diagnoseinformationen eines EtherCAT-Slaves

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 Beispielimplementierung 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.

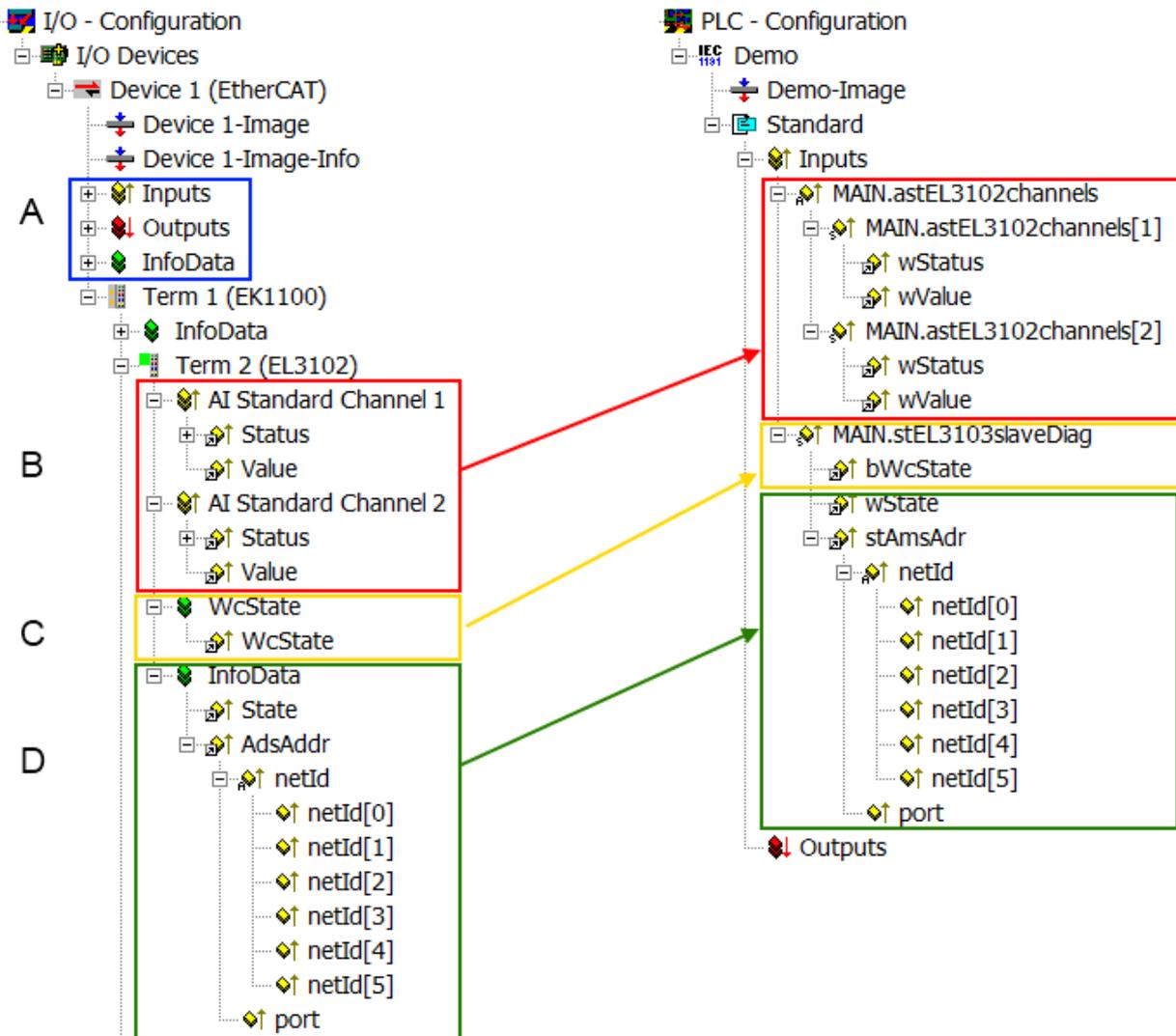


Abb. 30: Grundlegende EtherCAT-Slave Diagnose in der PLC

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*:

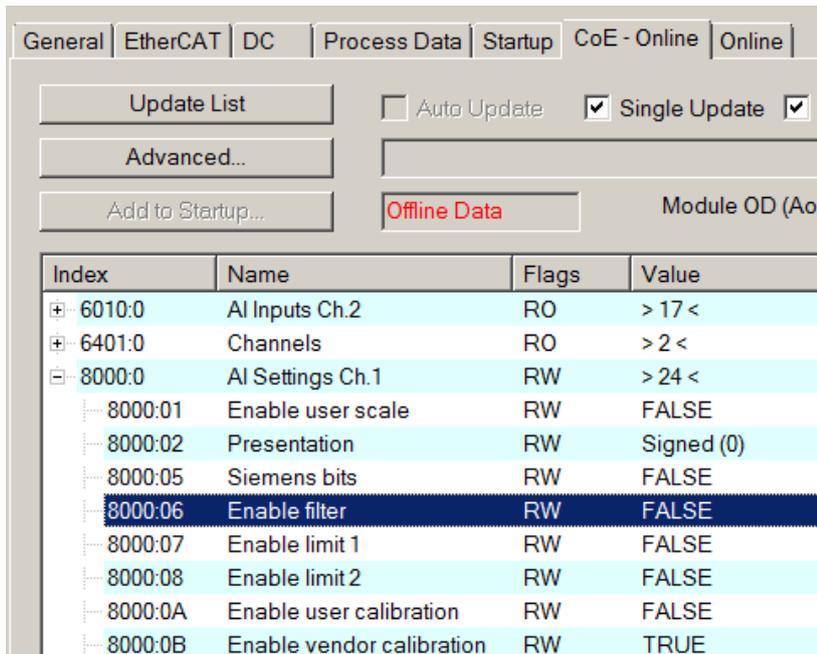


Abb. 31: EL3102, CoE-Verzeichnis

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.

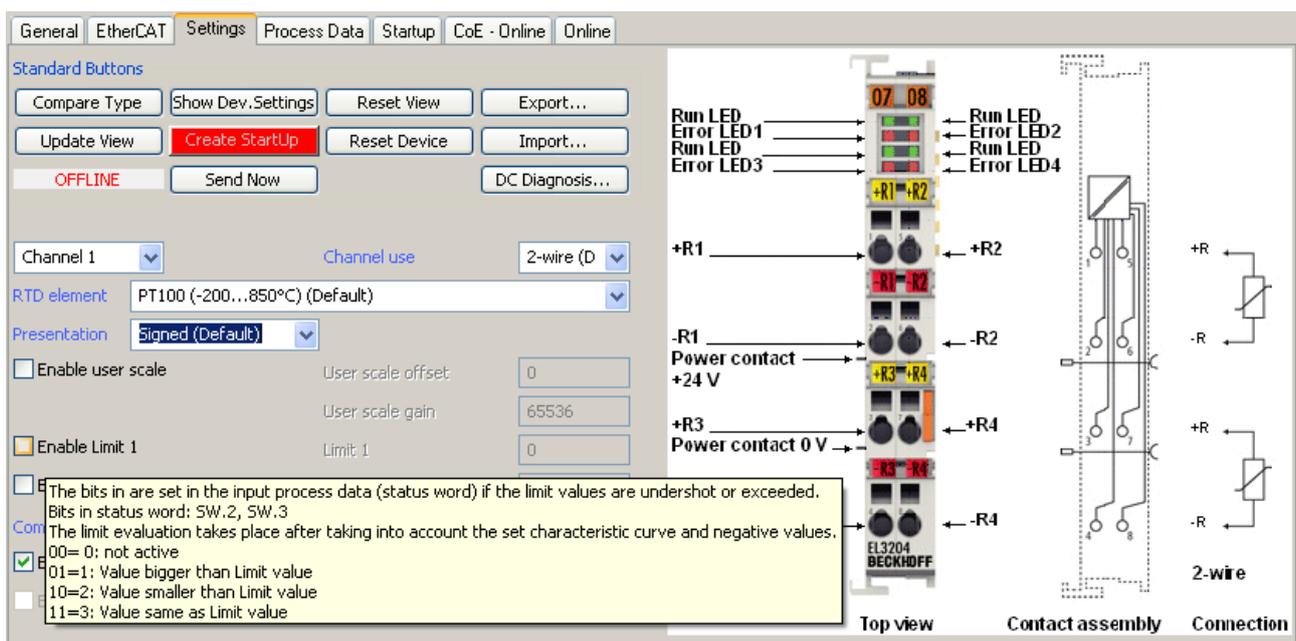


Abb. 32: Beispiel Inbetriebnahmehilfe für eine EL3204

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 \[► 21\]](#)". 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.

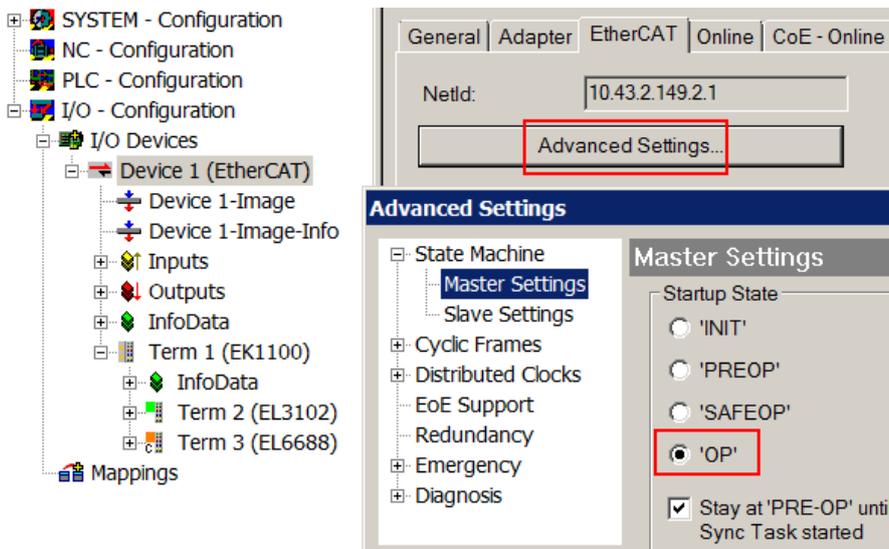


Abb. 33: Default Verhalten System Manager

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

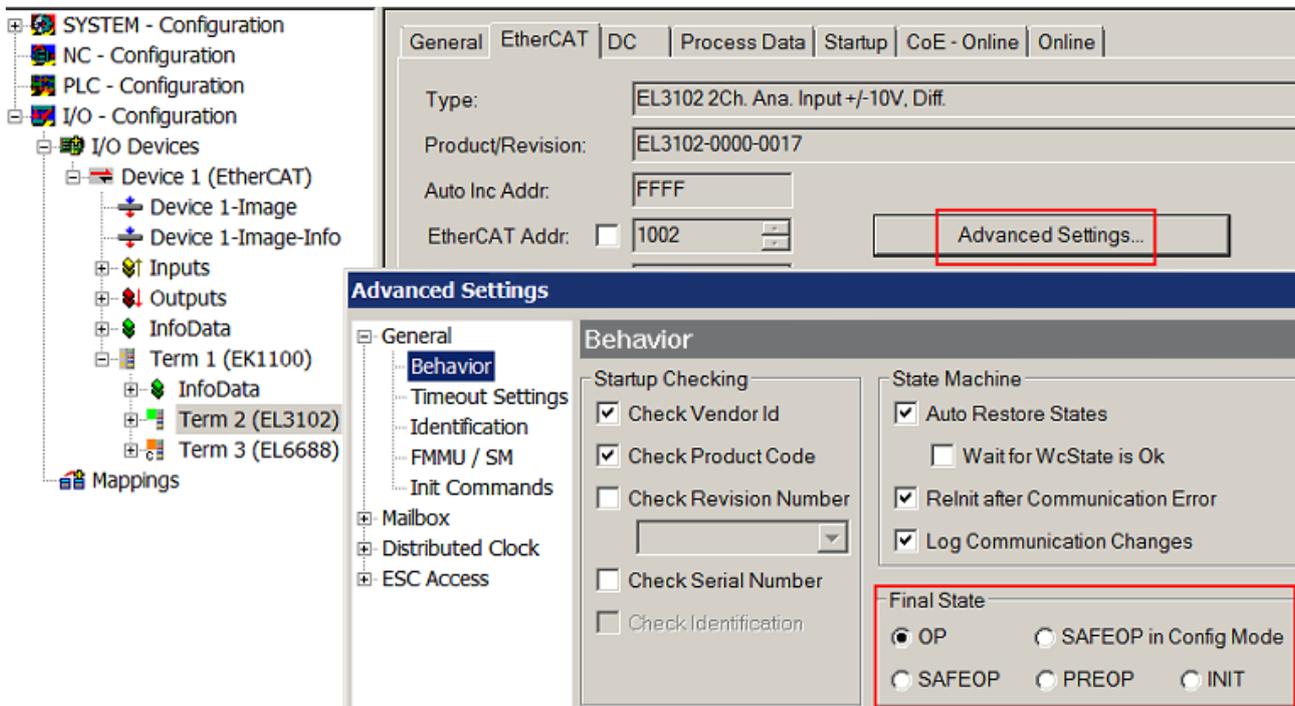


Abb. 34: Default Zielzustand im Slave

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.

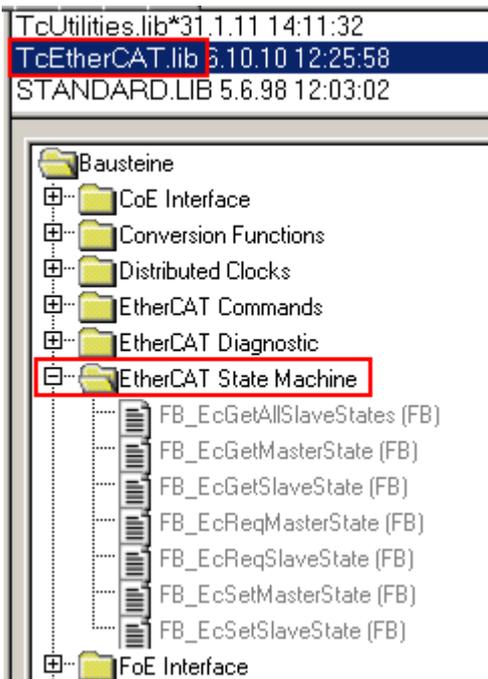


Abb. 35: PLC-Bausteine

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. 36: 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:

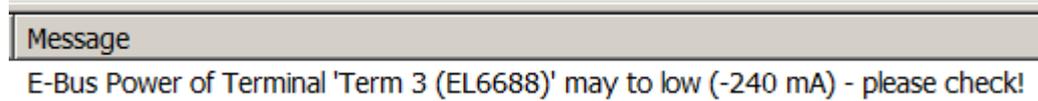


Abb. 37: Warnmeldung E-Bus-Überschreitung

HINWEIS

Fehlfunktion möglich!

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

5.4 Objektbeschreibung und Parametrierung



EtherCAT XML Device Description

Die Darstellung entspricht der Anzeige der CoE-Objekte aus der EtherCAT XML Device Description. Es wird empfohlen, die aktuelle [EtherCAT Device Description](#) im Download-Bereich auf der Beckhoff Website herunterzuladen und entsprechend der Installationsanweisungen zu installieren.

Einführung

Objektübersicht
<ul style="list-style-type: none"> • Kommando-Objekt [▶ 61] • Informations-/Diagnostikdaten [▶ 61] • Standardobjekte [▶ 63]

Kommando-Objekt

Index B000 LIC Command

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
B000:0	LICCommand	Max. Subindex	UINT8	RO	0x03 (3 _{dez})
B000:01	Request	Über das Request-Objekt können Kommandos an die Klemme abgesetzt werden	OCTET-STRING[2]	RW	{0}
B000:02	Status	Status des aktuell ausgeführten Kommandos 1: Kommando fehlerfrei 255: Kommando wird ausgeführt	UINT8	RO	0x00 (0 _{dez})
B000:03	Response	Optionaler Rückgabewert des Kommandos	OCTET-STRING[4]	RO	{0}

Informations-/Diagnostikdaten

Index 10F3 Diagnosis History

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
10F3:0	Diagnosis History	Maximaler Subindex	UINT8	RO	0x37 (55 _{dez})
10F3:01	Maximum Messages	Maximale Anzahl der gespeicherten Nachrichten Es können maximal 50 Nachrichten gespeichert werden	UINT8	RO	0x32 (50 _{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}
...			
10F3:37	Diagnosis Message 050	Nachricht 50	OCTET-STRING[28]	RO	{0}

Index 10F8 Actual Time Stamp

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

Index 9001 LIC Identity Data

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
9001:0	LIC Identity Data	Maximaler Subindex	UINT8	RO	0x05(5 _{dez})
9001:01	Public Key	reserviert	OCTET-STRING[256]	RO	-
9001:02	Certificate	reserviert	OCTET-STRING[256]	RO	-
9001:03	Public EK	reserviert	OCTET-STRING[256]	RO	-
9001:04	Certificate EK	reserviert	OCTET-STRING[256]	RO	-
9001:05	Volume Number	reserviert	OCTET-STRING[256]	RO	-

Index 9002 LIC Session Data

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
9002:0	LIC Identity Data	Max. Subindex	UINT8	RO	0x4(4 _{dez})
9002:01	Signatur	reserviert	OCTET-STRING[256]	RO	-
9002:02	PCR Value	reserviert	OCTET-STRING[256]	RO	-
9002:03	Tick Stamp	reserviert	OCTET-STRING[256]	RO	-
9002:04	Current Ticks	reserviert	OCTET-STRING[256]	RO	-

Index B008 LIC Command

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
B008:0	LIC Control	Max. Subindex	UINT8	RO	0x03 (3 _{dez})
B008:01	Control	reserviert	UINT16	RW	{0}
B008:02	Status	reserviert	UINT16	RO	0x00 (0 _{dez})
B008:03	Challenge	reserviert	OCTET-STRING[20]	RW	{0}

Index F900 LIC time data

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
F900:0	LIC time data	Max. Subindex	UINT8	RO	0x01 (1 _{dez})
F900:01	Operating Time	Nichtlöscharer Betriebsstundenzähler [s]	UINT32	RO	0x00000000(0 _{dez})

Index FB40 Memory interface

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
FB40:0	Memory interface	Speicherschnittstelle zum Beckhoff-Zertifikat	UINT8	RO	0x03 (3 _{dez})
FB40:01	Control	Virtuelle Adresse des Speichers	UINT32	RW	0x00000000 (0 _{dez})
FB40:02	Status	Länge der Daten	UINT16	RW	0x0000 (0 _{dez})
FB40:03	Challenge	Daten	OCTET-STRING[8]	RW P	{0}

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	0x029E1389 (43914121dez)

Index 1008 Device name

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
1008:0	Device name	Geräte-Name des EtherCAT-Slave	STRING	RO	EL6070-0000

Index 1009 Hardware version

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
1009:0	Hardware version	Hardware-Version des EtherCAT-Slaves	STRING	RO	00

Index 100A Software version

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

Index 1018 Identity

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
1018:0	Identity	Maximaler Subindex	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	0x17B63052 (397815890dez)
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	0x00100000 (1048576dez)
1018:04	Serial number	Enthält ggf. die außen ablesbare ID-Nummer	UINT32	RO	0x00000000 (0 _{dez})

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})

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 F010 Module list

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
F010:0	Module list	Maximaler Subindex	UINT8	RW	0x02 (2 _{dez})
F010:01	SubIndex 001	Profilnummer	UINT32	RW	0x0000029E (670 _{dez})

EL6070:

Read terminal entry
Write terminal entry
Delete terminal entry

Current entry name: "Info_EL6070.txt"	Size [Byte] 531
--	--------------------

Read Directory (terminal entries)

Entries stored within terminal:

	Entry name	Size [Byte]
0	Check entry write.abcd	33814
1	test1.txt	141
2	xyz.txt	7
3	.content	7
4	Info.txt	141
5	Info_EL6070.txt	531
6	graphicinstall.log	41174
7	Service manual.pdf	445872
8	test4.txt	182
9		0
10		0
11		0
12		0
13		0
14		0
15		0
16		0
17		0
18		0
19		0

521869 bytes used 526707 bytes free.

Local drive:

LOAD FILE
SAVE FILE
DELETE FILE

Current file name (incl. complete path): "C:\EL6070_files\test.txt"	Size [Byte] 531
--	--------------------

Last action:
Access terminal, entry written:
"Info_EL6070.txt"
Data content of
"C:\EL6070_files\test.txt"
DONE.

Data of PLC file in memory

View content
Reset actions

"C:\test.txt" ,531 bytes:

Content view (ASCII ext.):

Start address input:	directory containing names of files and their sizes and additional information.							
176	0	1	2	3	4	5	6	7
176	100	105	114	101	99	116	111	114
184	121	32	99	111	110	116	97	105
192	110	105	110	103	32	110	97	109
200	101	115	32	111	102	32	102	105
208	108	101	115	32	97	110	100	32
216	116	104	101	105	114	32	115	105
224	122	101	115	32	97	110	100	32
232	97	100	100	105	116	105	111	110
240	97	108	32	105	110	102	111	114
248	109	97	116	105	111	110	46	32

Abb. 38: TwinCAT 3 - Visualisierung des Beispielprogramms „EL6070_Access“

Hinweise:

- Die für den Zugriff auf die Klemme notwendige NetId wird durch den bereits in der Konfiguration enthaltenen Verweis ermittelt. Davon wird auch die Adresse des PLC Systems abgeleitet.
- Das vorliegende Beispielprogramm verwendet keine Checksumme und unterstützt die Passwort-Funktion nicht.
- Beim Dateizugriff auf die Klemme ist bei einer Übertragungsrate von einigen 1000 Bytes/s eine entsprechende Verzögerung zu erwarten (z.B. über 3 min. für 1 MB).
- Die Dateien, die rechtsseitig geladen, gespeichert und gelöscht werden, befinden sich auf der Steuerung; dies ist beim Remotenzugriff zu beachten. Der Pfad kann nur auf das lokale File-System des Rechners zeigen und ist mit „C:\EL6070_files\“ vorgegeben. Netzwerkpfade können hier nicht angegeben werden. Zudem ist der Dateizugriff auf dem Steuerungsrechner mit besonderer Vorsicht zu unternehmen.

Download:

Beispielprogramm „EL6070_Access“: <https://infosys.beckhoff.com/content/1031/el6070/Resources/4707490699.zip>

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.

66

Version: 3.0.0

EL6070

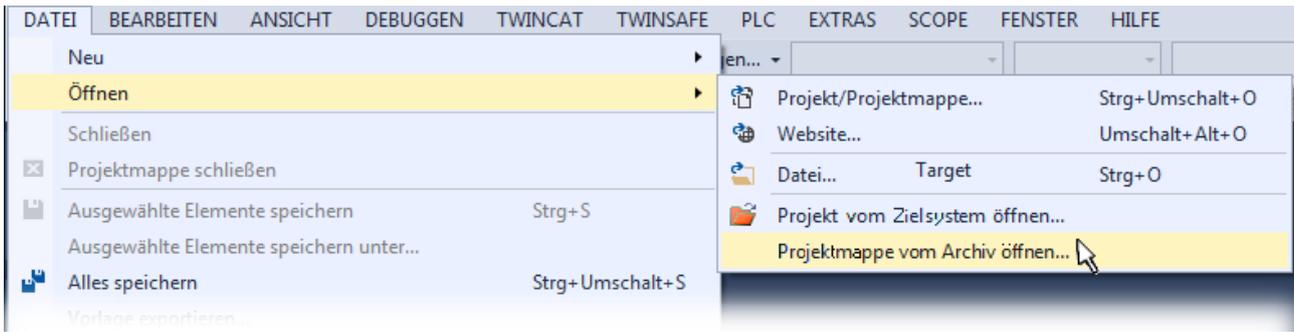


Abb. 39: Öffnen des *.tnzip-Archives

- 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...“:

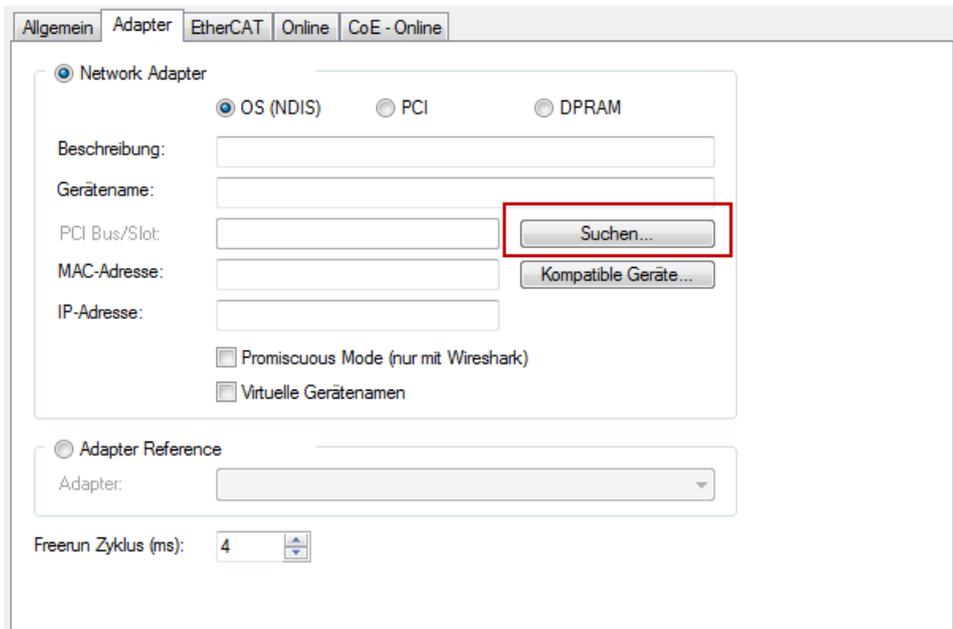
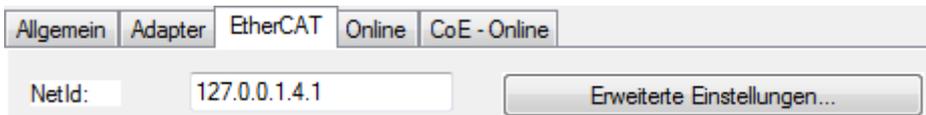


Abb. 40: Suche der bestehenden HW-Konfiguration zur bestehenden EtherCAT-Konfiguration

- 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

6 Anhang

6.1 EtherCAT AL Status Codes

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

6.2 Firmware Kompatibilität

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

Anmerkung

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

HINWEIS

Beschädigung des Gerätes möglich!

Beachten Sie die Hinweise zum Firmware Update auf der gesonderten Seite.

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!

EL6070-0000			
Hardware (HW)	Firmware	Revision-Nr.	Release-Datum
00 - 01	01	EL6070-0000-0016	2013/10
02 – 06*	02		2014/12
	03	EL6070-0000-0017	2015/03
	04		2016/01
		EL6070-0000-0018	2017/01
05*	EL6070-0000-0019	2020/02	

*) Zum Zeitpunkt der Erstellung dieser Dokumentation ist dies der aktuelle kompatible Firmware/Hardware-Stand. Überprüfen Sie auf der Beckhoff Webseite, ob eine aktuellere [Dokumentation](#) vorliegt.

6.3 Support und Service

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

Beckhoff Niederlassungen und Vertretungen

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

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

Dort finden Sie auch weitere Dokumentationen zu Beckhoff Komponenten.

Support

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

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

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

Service

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

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

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

Unternehmenszentrale Deutschland

Beckhoff Automation GmbH & Co. KG

Hülshorstweg 20
33415 Verl
Deutschland

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

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.

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

Mehr Informationen:
www.beckhoff.com/EL6070

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

