

Dokumentation | DE

EL6821

EtherCAT-Klemme, 1-Kanal-Kommunikations-Interface, DALI-2, Master/
Netzteil



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	9
1.5.2	Versionsidentifikation von EL-Klemmen	10
1.5.3	Beckhoff Identification Code (BIC)	11
1.5.4	Elektronischer Zugriff auf den BIC (eBIC)	13
2	Produktbeschreibung	15
2.1	Einführung	15
2.2	Technische Daten	16
2.3	DALI	17
2.3.1	IEC 62386	17
2.3.2	Kommunikation	18
2.3.3	Prioritäten	20
2.3.4	Bus-Timing	21
2.3.5	Speicherbänke	25
2.3.6	DALI-2-Strom	30
3	Grundlagen der Kommunikation	31
3.1	EtherCAT-Grundlagen	31
3.2	EtherCAT-Verkabelung - Drahtgebunden	31
3.3	Allgemeine Hinweise zur Watchdog-Einstellung	33
3.4	EtherCAT State Machine	35
3.5	CoE-Interface	37
4	Installation	42
4.1	Hinweise zum ESD-Schutz	42
4.2	Tragschienenmontage	43
4.3	Entsorgung	45
4.4	Einbaulagen	46
4.5	Positionierung von passiven Klemmen	48
4.6	Anschluss	49
4.6.1	Anschlusstechnik	49
4.6.2	Verdrahtung	51
4.6.3	Schirmung	52
4.7	Hinweis zur Spannungsversorgung	53
4.8	EL6821 - Anschlussbelegung	54
4.8.1	Anschlussbeispiele	56
4.9	EL6821 - LEDs	57
5	Konfiguration mit TwinCAT	58
5.1	TwinCAT Entwicklungsumgebung	58
5.1.1	Installation der TwinCAT Realtime-Treiber	58

5.1.2	Hinweise zur ESI-Gerätebeschreibung	64
5.1.3	TwinCAT ESI Updater	68
5.1.4	Unterscheidung Online / Offline	68
5.1.5	OFFLINE Konfigurationserstellung	69
5.1.6	ONLINE Konfigurationserstellung	74
5.1.7	EtherCAT-Teilnehmerkonfiguration.....	82
5.1.8	Import/Export von EtherCAT-Teilnehmern mittels SCI und XTI.....	92
5.2	Allgemeine Inbetriebnahmehinweise für einen EtherCAT-Slave	99
6	EL6821 - Inbetriebnahme.....	107
6.1	EL6821 - Integration in TwinCAT	107
6.1.1	EL6821 mit CX5120	107
6.2	Inbetriebnahme EL6821	111
6.3	EL6821 - Prozessdaten.....	113
6.4	EL6821 – Geräte-Diagnosefunktionen.....	115
6.5	EL6821 - Objektbeschreibung und Parametrierung	116
6.5.1	Restore Objekt (0x1011).....	116
6.5.2	Konfigurationsdaten (0x8xxx).....	117
6.5.3	Eingangsdaten (0x6xxx).....	120
6.5.4	Ausgangsdaten (0x7xxx).....	121
6.5.5	Diagnostikdaten (0xA000, 0xF000, 0xF915).....	122
6.5.6	Standardobjekte	122
7	Programmierung	128
8	Anhang.....	129
8.1	EtherCAT AL Status Codes	129
8.2	Firmware Kompatibilität.....	129
8.3	Firmware Update EL/ES/ELM/EM/EP/EPP/ERPxxxx	130
8.3.1	Gerätebeschreibung ESI-File/XML	131
8.3.2	Erläuterungen zur Firmware.....	134
8.3.3	Update Controller-Firmware *.efw.....	135
8.3.4	FPGA-Firmware *.rbf.....	137
8.3.5	Gleichzeitiges Update mehrerer EtherCAT-Geräte.....	141
8.4	Wiederherstellen des Auslieferungszustandes	142
8.5	Support und Service.....	144

1 Vorwort

1.1 Hinweise zur Dokumentation

Zielgruppe

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

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

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

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

Disclaimer

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

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

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

Marken

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

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



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

Copyright

© Beckhoff Automation GmbH & Co. KG, Deutschland.

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

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

Fremdmarken

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

1.2 Wegweiser durch die Dokumentation

HINWEIS



Weitere Bestandteile der Dokumentation

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

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

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

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

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

1.3 Sicherheitshinweise

Sicherheitsbestimmungen

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

Haftungsausschluss

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

Qualifikation des Personals

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

Signalwörter

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

Warnungen vor Personenschäden

GEFAHR

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

WARNUNG

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

VORSICHT

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

Warnung vor Umwelt- oder Sachschäden

HINWEIS

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

Information zum Umgang mit dem Produkt



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

1.4 Ausgabestände der Dokumentation

Version	Kommentar
1.0.0	<ul style="list-style-type: none">• Erste Veröffentlichung
0.3.0	<ul style="list-style-type: none">• Kapitel <i>Technische Daten</i> aktualisiert
0.2.0	<ul style="list-style-type: none">• Kapitel <i>Technische Daten</i> aktualisiert• Kapitel <i>DALI</i> aktualisiert• Kapitel <i>Geräte-Diagnosefunktionen</i> aktualisiert• Kapitel <i>EL6821 - Objektbeschreibung und Parametrierung</i> aktualisiert• Dokumentstruktur aktualisiert
0.1.0	<ul style="list-style-type: none">• Erster Entwurf

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.

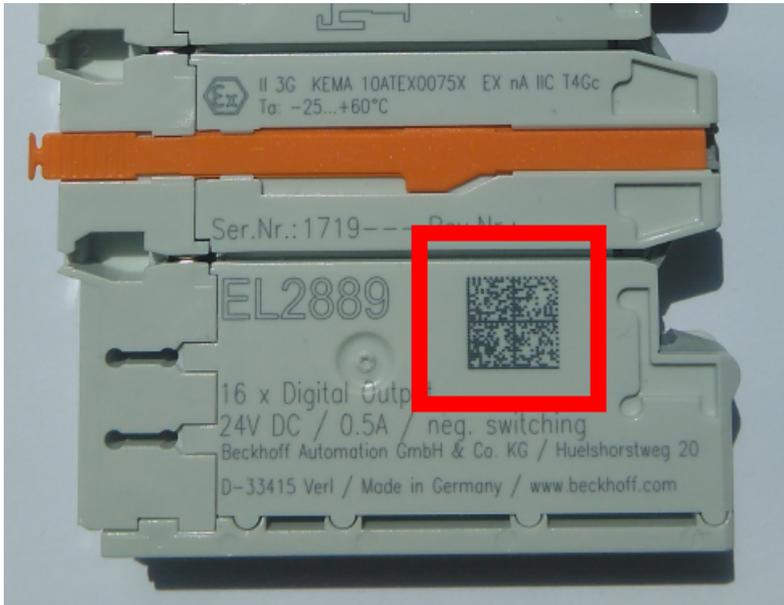


Abb. 2: BIC als Data Matrix Code (DMC, Code-Schema ECC200)

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:

1P072222**SBTN**k4p562d7**1KEL**1809 **Q1** **51S**678294

Entsprechend als DMC:



Abb. 3: Beispiel-DMC **1P072222SBTN**k4p562d7**1KEL**1809 **Q1** **51S**678294

BTN

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

HINWEIS

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

1.5.4 Elektronischer Zugriff auf den BIC (eBIC)

Elektronischer BIC (eBIC)

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

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

K-Bus Geräte (IP20, IP67)

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

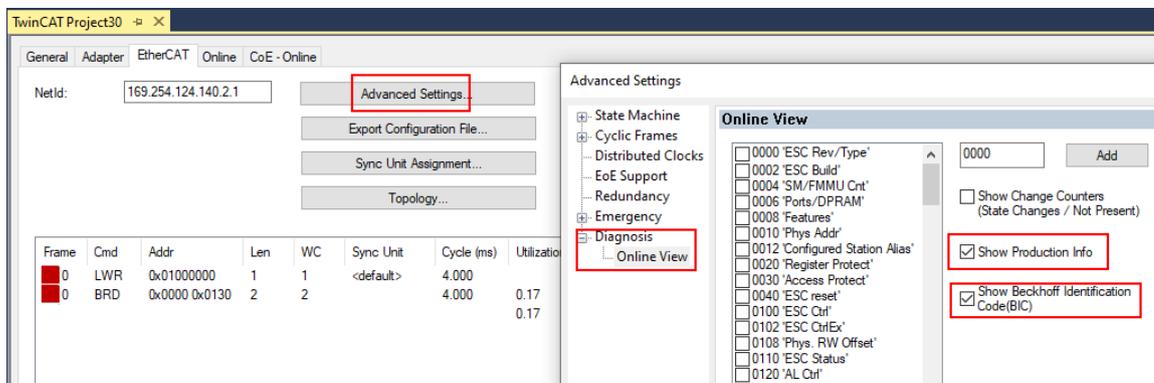
EtherCAT-Geräte (IP20, IP67)

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

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

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

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



- Die BTN und Inhalte daraus werden dann angezeigt:

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

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

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

Index	Name	Flags	Value
1000	Device type	RO	0x015E1389 (22942601)
1008	Device name	RO	ELM3704-0000
1009	Hardware version	RO	00
100A	Software version	RO	01
100B	Bootloader version	RO	J0.1.27.0
1011:0	Restore default parameters	RO	> 1 <
1018:0	Identity	RO	> 4 <
10E2:0	Manufacturer-specific Identification C...	RO	> 1 <
10E2:01	Subindex 001	RO	1P158442SBTN000@jekp1KELM3704 Q1 2P482001000016
10F0:0	Backup parameter handling	RO	> 1 <
10F3:0	Diagnosis History	RO	> 21 <
10F8	Actual Time Stamp	RO	0x170bf277e

- Das Objekt 0x10E2 wird in Bestandsprodukten vorrangig im Zuge einer notwendigen Firmware-Überarbeitung eingeführt.
- Ab TwinCAT 3.1. Build 4024.24 stehen in der Tc2_EtherCAT Library ab v3.3.19.0 die Funktionen *FB_EcCoEReadBIC* und *FB_EcCoEReadBTN* zum Einlesen in die PLC zur Verfügung
- Zur Verarbeitung der BIC/BTN Daten in der PLC stehen noch als Hilfsfunktionen ab TwinCAT 3.1 Build 4024.24 in der *Tc2_Uutilities* zur Verfügung
 - *F_SplitBIC*: Die Funktion zerlegt den BIC sBICValue anhand von bekannten Kennungen in seine Bestandteile und liefert die erkannten Teil-Strings in einer Struktur *ST_SplittedBIC* als Rückgabewert
 - *BIC_TO_BTN*: Die Funktion extrahiert vom BIC die BTN und liefert diese als Rückgabewert
- Hinweis: bei elektronischer Weiterverarbeitung ist die BTN als String(8) zu behandeln, der Identifier „SBTN“ ist nicht Teil der BTN.
- Zum technischen Hintergrund:
Die neue BIC Information wird als Category zusätzlich bei der Geräteproduktion ins ESI-EEPROM geschrieben. Die Struktur des ESI-Inhalts ist durch ETG Spezifikationen weitgehend vorgegeben, demzufolge wird der zusätzliche herstellerepezifische 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 Einführung

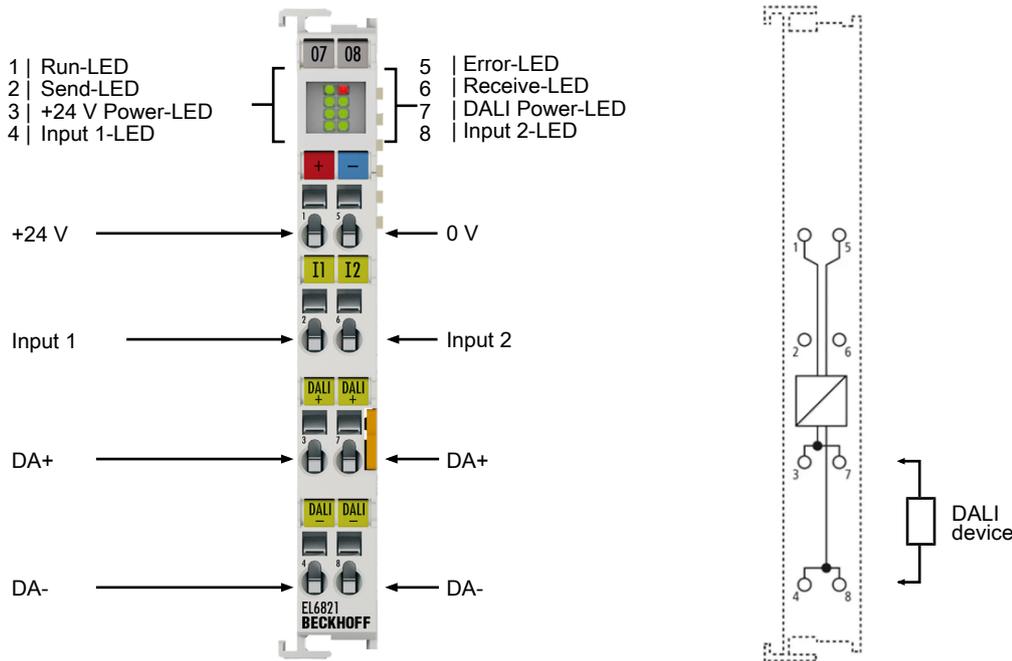


Abb. 4: EL6821

1-Kanal-Kommunikations-Interface, DALI-2, Master/Netzteil

Die EL6821 erlaubt den Anschluss von bis zu 64 DALI-/DALI-2-Slaves und 64 DALI-2-Input-Devices.

Mit dem TwinCAT 3 System Manager lässt sich die Konfiguration und Parametrierung von DALI-Teilnehmern einfach durchführen. Die Programmierung erfolgt ausschließlich über TwinCAT-3-Funktionsbausteine.

Die EL6821 enthält eine integrierte, abschaltbare DALI-Bus-Stromversorgung. Die galvanisch getrennte Eingangsspannung von 24 V_{DC} muss zum Einhalten der Zertifizierungsbedingungen über die Netzteilklemme EL9562, bzw. über die Stromversorgungen PS1111-2402-0002, PS1111-2403-0000 oder PS1111-2403-0002 eingespeist werden.

Die EL6821 ist nach DALI-2-Standard zertifiziert.

[DALI-2 Part 101, Version 2.0 und Part 103, Version 2.0](#)

Quick-Links

[EtherCAT Funktionsgrundlagen](#)

[Technische Daten \[► 16\]](#)

[Integration in TwinCAT \[► 107\]](#)

[Grundlagen DALI \[► 17\]](#)

[Anschlussbelegung \[► 54\]](#)

[Einstellungen \[► 111\]](#)

[LEDs \[► 57\]](#)

[Programmierung \[► 128\]](#)

[Diagnose \[► 115\]](#)

2.2 Technische Daten

Kommunikation und Funktion	EL6821
Technik	DALI-2
Übertragungskanäle	1
DALI-Slaves / Gruppen	max. 64 DALI-Vorschaltgeräte (control gears) und max. 64 DALI-Steuergeräte (control devices) / max. 16 Gruppen
Übertragungsstandard	DALI + DALI-2
Übertragungsraten	1200 Baud
Konfiguration	Über TwinCAT 3 System Manager
Besondere Eigenschaften	<ul style="list-style-type: none"> • 2 Digital-Eingänge zur vereinfachten Inbetriebnahme; • TwinCAT 3 PLC-Bibliothek: Tc3_DALI

DALI-Netzteil	EL6821
DALI-Netzteil	max. 250 mA (abschaltbar)
Garantierter DALI-Versorgungsstrom	220 mA
DALI-Strom bei ausgeschaltetem Netzteil	2 mA
Überspannungsfestigkeit	Dauerbelastung 275 V AC effektiv

Versorgung und Potentiale	EL6821
Spannungsversorgung	über den E-Bus
Stromaufnahme aus dem E-Bus	80 mA typ.
Stromaufnahme der 24 V Anschlüsse	25 mA typ. + DALI-Strom
Eingangsspannung	24 V _{DC} (-15 %/+ 20 %)
Isolationsspannung	DALI-Bus/E-Bus: 1.500 V _{DC}

Allgemeine Daten	EL6821
Abmessungen (B x H x T)	ca. 15 mm x 100 mm x 70 mm (Breite angereiht: 12 mm)
Gewicht	ca. 80 g
Montage [▶ 43]	auf 35 mm Tragschiene nach EN 60715
Einbaulage	Beliebig, siehe Hinweis [▶ 46]!

Umgebungsbedingungen	EL6821
Zulässiger Umgebungstemperaturbereich im Betrieb	-25°C ... +60°C
Zulässiger Umgebungstemperaturbereich bei Lagerung	-40°C ... +85°C
Relative Feuchte	95 % ohne Betauung

Normen und Zulassungen	EL6821
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
Kennzeichnung / Zulassung*	CE, UKCA

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

2.3 DALI

DALI (Digital Addressable Lighting Interface) ist eine Definition zur Standardisierung digitaler Schnittstellen von Vorschaltgeräten (Lampen) und Steuergeräten (Sensoren und Applikationscontroller). Mit diesem Standard (IEC 62386) sind die Hersteller von Beleuchtungskomponenten in der Lage, komplexe Beleuchtungsaufgaben einfach und komfortabel zu lösen.

Die Busklemmen KL6811 (DALI version-1/DSI) und KL6821/EL6821 (DALI-2) werden in das Busklemmensystem integriert und sind somit feldbusunabhängig. Über den jeweiligen Buskoppler werden die DALI-Daten an die DALI-Geräte weitergeleitet. Buscontroller bieten zusätzlich die Möglichkeit SPS-Programme in IEC 61131-3 dezentral auszuführen.

Um die Interoperabilität von DALI-2 Geräte untereinander sicherzustellen, stellt die DALI-Alliance (DiiA) ein Zertifizierungsprogramm zur Verfügung. Produkte, die den DALI-2-Zertifizierungsprozess erfolgreich abgeschlossen haben, dürfen das DALI-2-Logo verwenden.



Alle zertifizierte DALI-2 Geräte werden in der Produktdatenbank der DiiA eingetragen. Über die Homepage der DiiA kann auf die Produktdatenbank zugegriffen werden:

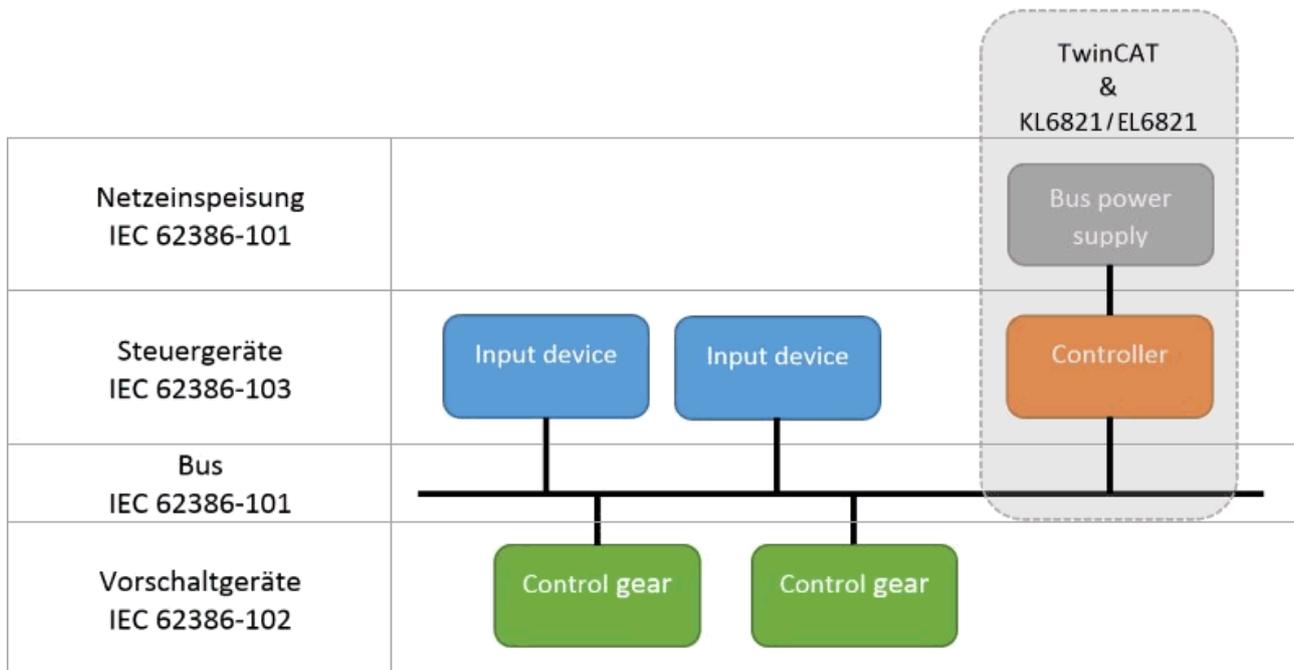
<https://www.dali-alliance.org/products/4844/kl6821-dali-dali-2-multi-master-and-power-supply>

2.3.1 IEC 62386

DALI wird im Standard IEC 62386 spezifiziert und bietet Vorteile wie Flexibilität, Einfachheit, Benutzerfreundlichkeit und Robustheit. Die IEC 62386 wurde mehrfach überarbeitet und im November 2014 mit der Veröffentlichung der zweiten Revision deutlich erweitert. Während in der ersten Revision ausschließlich DALI-Vorschaltgeräte (Lampen) berücksichtigt wurden, werden ab der zweiten Revision auch DALI-Steuergeräte (Sensoren und Applikationscontroller) mit einbezogen. Beschrieben werden diese in den jeweiligen Bereichen der IEC 62386:

IEC 62386-101	Allgemeine Systemeigenschaften wie Verkabelung, Netzeinspeisung und Aufbau der Frames
IEC 62386-102	Allgemeine Eigenschaften der DALI-Vorschaltgeräte (Control gears)
	IEC 62386-201: Leuchtstofflampen (Gerätetyp 0) IEC 62386-202: Notbeleuchtung (Gerätetyp 1) IEC 62386-203: Entladungslampen (Gerätetyp 2) IEC 62386-207: LED-Module (Gerätetyp 6) ...
IEC 62386-103	Allgemeine Eigenschaften der DALI-Steuergeräte (Control devices)
	IEC 62386-301: Taster IEC 62386-302: Absolutwertgeber IEC 62386-303: Präsenzmelder IEC 62386-304: Helligkeitsmelder ...

Die IEC 62386-101, IEC 62386-102 und IEC 62386-103 beschreiben allgemeine Eigenschaften, während IEC 62386-2xx und IEC 62386-3xx die einzelnen Gerätetypen spezifizieren. IEC 62386-103 und IEC 62386-3xx wurden mit der Revision 2 in den DALI-Standard mit aufgenommen.

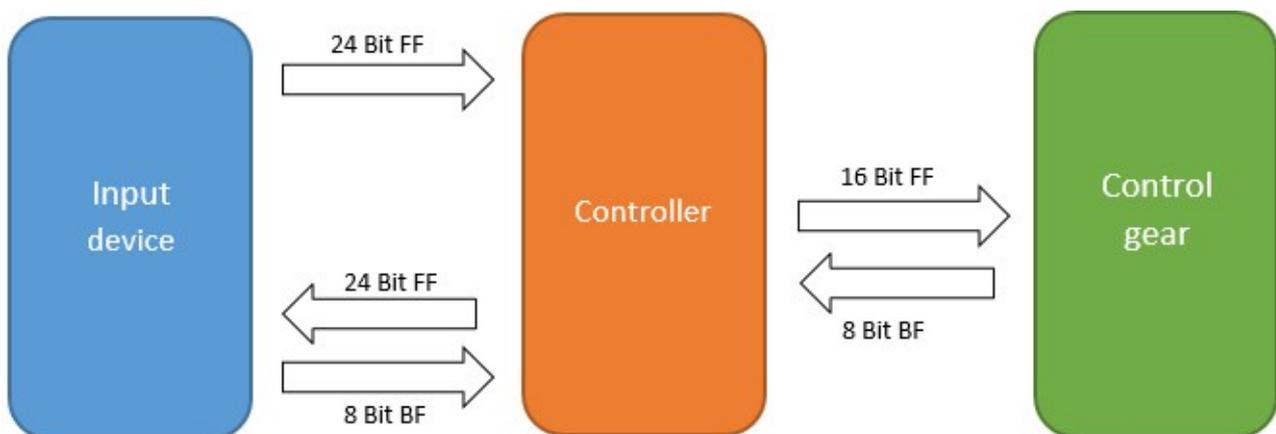


Pro DALI-Linie können an die KL6821/EL6821 bis zu 64 DALI-Vorschaltgeräte (Control gears) und bis zu 64 DALI-Steuergeräte (Control devices) angeschlossen werden. Die KL6821/EL6821 stellt den DALI-Controller dar und ist pro DALI-Linie einmal vorhanden. An der KL6811 können ausschließlich bis zu 64 DALI/DSI Vorschaltgeräte angeschlossen werden. Pro TwinCAT-Controller können beliebig viele DALI-Linien (KL6811, KL6821 oder EL6821) betrieben werden.

2.3.2 Kommunikation

Bei der Kommunikation wird zwischen drei Arten von Frames unterschieden:

- 16-Bit-Abfrage, Konfiguration- und Steuer-Frame.
- 24-Bit-Abfrage, Konfiguration- und Steuer-Frame.
- 24-Bit-Ereignis-Frame.



BF: Backward frame
FF: Forward frame

16-Bit-Frames

16-Bit-Frames werden immer von einem DALI-Controller an ein DALI-Vorschaltgerät (Control gear) gesendet. Sie dienen dazu, die Geräte zu konfigurieren, Parameter abzufragen oder Steuerbefehle zu versenden. Bei bestimmten DALI-Befehlen schickt das DALI-Vorschaltgerät eine 8-Bit-Rückantwort. DALI-Vorschaltgeräte versenden nur auf Anforderung ein 8-Bit-Frame.

In der Tc3_DALI-Bibliothek werden diese Befehle durch die SPS-Bausteine mit dem Präfix FB_DALI102 oder FB_DALI2xx gekennzeichnet, also z. B. FB_DALI102QueryActualLevel oder FB_DALI207QueryFeatures.

24-Bit-Frames

24-Bit-Frames werden immer von einem DALI-Controller an ein DALI-Steuergerät (Control device) gesendet. Sie dienen dazu, die Geräte zu konfigurieren, Parameter abzufragen oder Steuerbefehle zu versenden. Bei bestimmten DALI-Befehlen schickt das DALI-Steuergerät eine 8-Bit-Rückantwort.

In der Tc3_DALI-Bibliothek werden diese Befehle durch die SPS-Bausteine mit dem Präfix FB_DALI103 oder FB_DALI3xx gekennzeichnet, also z. B. FB_DALI103QueryOperatingMode oder FB_DALI303SetHoldTimer.

24-Bit-Ereignisse

DALI-Steuergeräte sind in der Lage Ereignisse zu versenden. Diese werden immer von dem DALI-Controller ausgewertet und haben eine Länge von 24 Bit.

Einzelne Ereignisse können mit den Bausteinen FB_DALIGetInputNotification und FB_DALIGetPowerCycleNotification herausgefiltert und weiterverarbeitet werden.



Weitere Informationen zu DALI finden Sie auf der Homepage der DALI-Alliance (<https://www.dali-alliance.org>) und in der Norm IEC 62386.



Die KL6811 unterstützt nur die erste Revision des DALI-Standards. Der Betrieb von Steuergeräten (Control Devices) ist mit der KL6811 nicht möglich.

2.3.3 Prioritäten

Werden an einer DALI-Linie mehrere DALI-Steuergeräte (Control devices) angeschlossen, so regeln Prioritäten den gleichzeitigen Zugriff auf den DALI-Bus. Als DALI-Steuergerät (Control device) werden nach der IEC 62386-103 alle DALI-2 Teilnehmer bezeichnet, die auf dem DALI-Bus das Versenden eines DALI-Befehls (Controller) oder das Versenden eines Ereignisses (Input device) initiieren können.

Alle DALI-2 Teilnehmer einer DALI-Linie müssen sich dieselbe Datenleitung teilen. Um beim Senden Kollisionen zu vermeiden, prüft der sendende Teilnehmer, ob der DALI-Bus bereits belegt wurde. Erst wenn der DALI-Bus frei ist, wird nach einer gewissen Wartezeit (Settling time) gesendet. Der Buszugriff erfolgt bei DALI-Befehlen mit hoher Priorität nach einer kurzen Wartezeit und bei niedriger Priorität nach einer langen Wartezeit. Dadurch werden DALI-Befehle mit hoher Priorität gegenüber DALI-Befehlen mit niedriger Priorität bevorzugt.

DALI-Vorschaltgeräte (Control gears) werden in der IEC 62386-102 definiert und sind nicht in der Lage einen DALI-Befehl oder ein Ereignis selbständig zu versenden. DALI-Vorschaltgeräte dürfen nur auf Abfragebefehle (Forward frame), gesendet von einem DALI-Controller, die 8-Bit Rückantwort (Backward frame) zurücksenden (siehe auch [Kommunikation \[► 18\]](#)). Da ein DALI-Controller auf die Rückantwort wartet, hat die 8-Bit-Rückantwort die kürzeste Wartezeit. Diese Wartezeit ist kürzer als bei DALI-Befehlen mit der höchsten Priorität. Somit können DALI-Abfragebefehle verarbeitet werden, ohne das andere DALI-Befehle dieses negativ beeinflussen.

Die Prioritäten, die von einem DALI-Controller für das Versenden der DALI-Befehle verwendet werden, werden als Befehlsprioritäten (Command priority) bezeichnet und werden durch den Datentyp `E_DALICommandPriority` abgebildet. Befehlsprioritäten können 5 verschiedene Werte annehmen:

- **Low:** DALI-Priorität 5
- **Middle low:** DALI-Priorität 4
- **Middle:** DALI-Priorität 3
- **Middle high:** DALI-Priorität 2
- **High:** DALI-Priorität 1

Die meisten Bausteine aus dem Kapitel Part 102 (Vorschaltgeräte) besitzen den Eingang `eCommandPriority`. Über diesen Eingang wird die Priorität vorgegeben, mit der die DALI-Befehle über die KL6821/EL6821 versendet werden.

Ereignisse besitzen ebenfalls eine Priorität (Event priority) und werden durch den Datentyp `E_DALIEventPriority` dargestellt. Die Prioritäten der Ereignisse können 4 Werte besitzen und liegen im Bereich *Low* (DALI-Priorität 5) bis *Middle high* (DALI-Priorität 2). Die Priorität der Ereignisse wird als Parameter (siehe Instanzvariable `eventPriority`) in die jeweiligen Instanzen der DALI-Geräte geschrieben.

Die Priorität *High* (DALI-Priorität 1) ist nur bei DALI-2 Befehlen erlaubt und kann nicht für Ereignisse verwendet werden.

Die `Tc3_DALI` verwendet die folgenden Werte für die Prioritäten:

<code>E_DALICommandPriority/ E_DALIEventPriority</code>	Anwendung
Low	-
MiddleLow	Ereignisse der Helligkeitssensoren (Part 304). Alle anderen DALI-Befehle.
Middle	Ereignisse der Taster (Part 301), Absolutwertgeber (Part 302) und Präsenzmelder (Part 303).
MiddleHigh	DALI-Befehle für das Schreiben von Parametern und für das Adressieren von DALI-Geräten.
High	DALI-Befehle für Transaktionen (ab dem 2. DALI-Befehl).

Bei der Wahl der Prioritäten sollte immer darauf geachtet werden, dass zeitkritische Ereignisse, die für das Schalten der Beleuchtung von Bedeutung sind, eine höhere Priorität haben als die DALI-Befehle selbst. Nicht systemkritische DALI-Befehle, wie z. B. das zyklische Abfragen von Zuständen für die Anzeige in einer Visualisierung, sollten eher mit einer niedrigen Priorität versendet werden.

Prioritäten für DALI-Befehle (E_DALICommandPriority) werden ab Tc3_DALI V3.11.0.0 unterstützt. Wird die KL6821 eingesetzt, so muss diese die Firmware BD oder neuer enthalten. Ältere Versionen der Firmware versenden DALI-Befehle immer mit der Priorität *High*.



Weder die KL6811 noch die Tc2_DALI-Bibliothek unterstützen Prioritäten für DALI-Befehle.

Die Prioritäten sind immer dann von Bedeutung, wenn DALI-Sensoren (Input devices) Ereignisse versenden und parallel dazu DALI-Befehle über die KL6821/EL6821 versendet werden. Sind an einer DALI-Linie nur DALI-Vorschaltgeräte und ein DALI-Controller (KL6821/EL6821) angeschlossen, so sind die Prioritäten der DALI-Befehle von untergeordneter Rolle. Die Prioritäten der DALI-Befehle können auch dann vernachlässigt werden, wenn die DALI-Sensoren an der DALI-Linie keine Notifications versenden.

Weitere Details zu den DALI-Prioritäten finden Sie auch in folgenden Kapitel [Bus-Timing](#) [► 21].

2.3.4 Bus-Timing

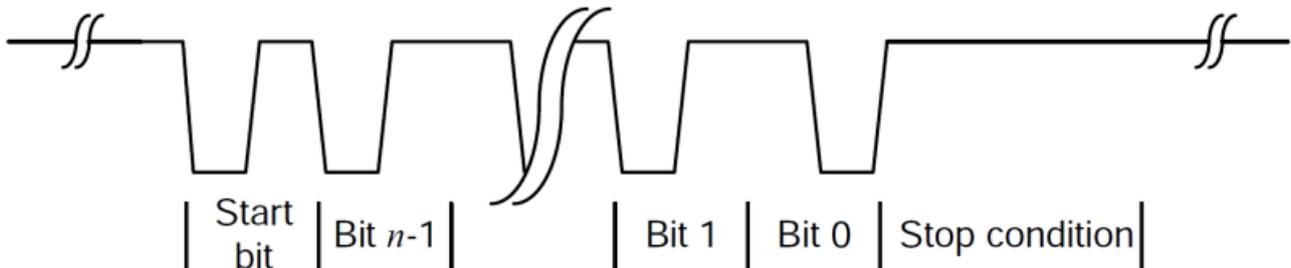
Im Folgenden wird der Aufbau und die Funktionsweise des DALI-Protokolls beschrieben. Diese Beschreibung legt den Fokus auf die wichtigsten Grundprinzipien. Für eine vollständige Erklärung sollte die Norm IEC 62386, insbesondere Part 101, hinzugezogen werden.

2.3.4.1 Aufbau Datenframe

Jedes Forward Frame (FF) und Backward Frame (BF) besteht grundsätzlich aus:

- 1 Start bit
- n Datenbits
- 1 Stop condition

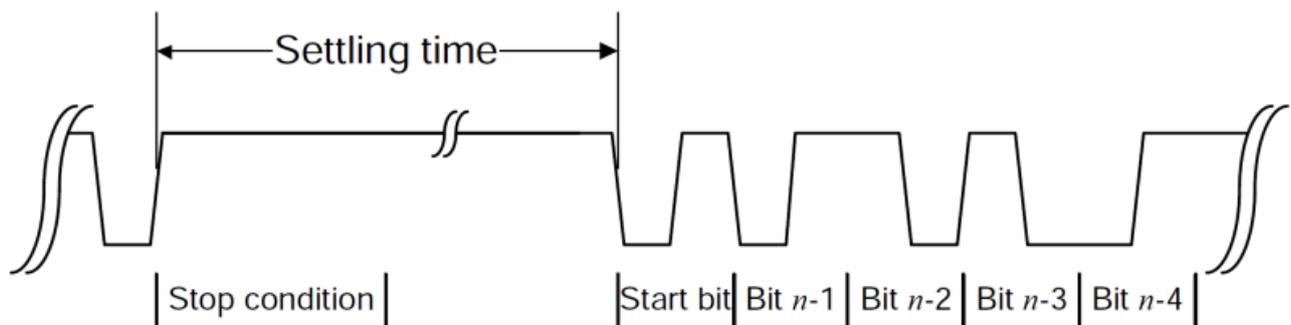
Das *most significant bit* (MSB) wird zu Beginn übertragen.



Die Übertragung erfolgt per Manchester-Codierung mit einer Datenübertragungsrate von 1200 Bits pro Sekunde. Somit hat jedes Bit eine Länge von 0,833 ms ($1 / 1200 = 0,000833$).

Die *Stop condition* hat eine Länge von mindestens 2,45 ms.

Zwischen dem Versenden zweier Datenframes muss eine fest definierte Zeit (*Settling time*) gewartet werden, bevor mit dem Versenden des nächsten Datenframes begonnen werden darf.



Die Länge der *Settling time* ist abhängig von der DALI-Priorität, mit der ein Datenframe versendet wird. Je höher die DALI-Priorität, desto kleiner ist die *Settling time*.

Settling Time	Minimum	Mittelwert	Maximum
zwischen FF und BF	5,5 ms	8,0 ms	10,5 ms
vor jedem FF (DALI-Priorität <i>High</i>)	13,5 ms	14,1 ms	14,7 ms
vor jedem FF (DALI-Priorität <i>Middle high</i>)	14,9 ms	15,5 ms	16,1 ms
vor jedem FF (DALI-Priorität <i>Middle</i>)	16,3 ms	17,0 ms	17,7 ms
vor jedem FF (DALI-Priorität <i>Middle low</i>)	17,9 ms	18,6 ms	19,3 ms
vor jedem FF (DALI-Priorität <i>Low</i>)	19,5 ms	20,3 ms	21,2 ms

Weitere Informationen zu den DALI-Prioritäten sind auch in dem Kapitel [Prioritäten \[► 20\]](#) enthalten.

Somit belegen Datenframes mit einer höheren DALI-Priorität (niedrige *Settling time*) den DALI-Bus früher, gegenüber Datenframes mit einer niedrigeren DALI-Priorität (hohe *Settling time*).

Bestimmte DALI-Befehle müssen innerhalb von 100 ms zweimal gesendet werden (send-twice), ohne dass der Empfänger zwischenzeitig einen anderen DALI-Befehl empfangen darf. Nur dann wird der DALI-Befehl vom Empfänger als gültig anerkannt. Dieses wird in erster Linie bei DALI-Befehlen verwendet, die zur Konfiguration von DALI-Geräten dienen. Damit die beiden DALI-Befehle nicht durch einen anderen DALI-Befehl unterbrochen werden, wird der 2. DALI-Befehl immer mit der DALI-Priorität *High* versendet. Die DALI-Priorität *High* ist für diese DALI-Befehle vorbehalten und darf nicht in einem anderen Zusammenhang eingesetzt werden.

2.3.4.2 Übertragungslänge

Aus der Bitlänge und dem Aufbau des Datenframe kann die ungefähre Übertragungslänge ermittelt werden. Für die weitere (vereinfachte) Betrachtung werden für die Forward Frames (FF) eine mittlere *Settling time* von 17,0 ms, und für die Backward Frames (BF) eine mittlere *Settling time* von 8 ms verwendet. Zwischen den beiden DALI-Befehlen, die innerhalb von 100 ms versendet werden (send-twice), wird eine *Settling time* von 14,1 ms benutzt.

Die Anzahl der Bits ergibt sich aus der Anzahl der Datenbits (8, 16 oder 24) plus dem Startbit. Somit werden bei den jeweiligen Frames 9, 17 oder 25 Bits übertragen.

16-Bit-Frame ohne Rückantwort:
 $17,0 \text{ ms} + (17 \times 0,833 \text{ ms}) = \mathbf{31,2 \text{ ms}}$.

16-Bit-Frame mit Rückantwort:
 $17,0 \text{ ms} + (17 \times 0,833 \text{ ms}) + 8,0 \text{ ms} + (9 \times 0,833 \text{ ms}) = \mathbf{46,7 \text{ ms}}$.

16-Bit-Frame send-twice:
 $17,0 \text{ ms} + (17 \times 0,833 \text{ ms}) + 14,1 \text{ ms} + (17 \times 0,833 \text{ ms}) = \mathbf{59,4 \text{ ms}}$.

24-Bit-Frame ohne Rückantwort:
 $17,0 \text{ ms} + (25 \times 0,833 \text{ ms}) = \mathbf{37,8 \text{ ms}}$.

24-Bit-Frame mit Rückantwort:
 $17,0 \text{ ms} + (25 \times 0,833 \text{ ms}) + 8,0 \text{ ms} + (9 \times 0,833 \text{ ms}) = \mathbf{53,3 \text{ ms}}$.

24-Bit-Frame send-twice:
 $17,0 \text{ ms} + (25 \times 0,833 \text{ ms}) + 14,1 \text{ ms} + (25 \times 0,833 \text{ ms}) = \mathbf{72,8 \text{ ms}}$.

In der folgenden Tabelle werden die mittleren Übertragungslängen der einzelnen Frames aufgelistet. Daraus ergibt sich eine maximal mögliche Anzahl von Frames pro Sekunde. Das SPS-Programm sollte so ausgelegt werden, dass immer die maximale Anzahl von Frames unterschritten wird.

Frame	Übertragungslänge	Frames pro Sekunde
16-Bit-Frame ohne Rückantwort	31,2 ms	ca. 32
16-Bit-Frame mit Rückantwort	46,7 ms	ca. 21
16-Bit-Frame send-twice	59,4 ms	ca. 16
24-Bit-Frame ohne Rückantwort	37,8 ms	ca. 26
24-Bit-Frame mit Rückantwort	53,3 ms	ca. 18
24-Bit-Frame send-twice	72,8 ms	ca. 13

2.3.4.3 Kollisionserkennung

Die Erzeugung der DALI-Frames wird bei einem DALI-Gerät dadurch erreicht, dass innerhalb von definierten Zeiten ein Wechsel zwischen high- und low-Pegel erfolgt. Bei einem low-Pegel wird der DALI-Bus gegen eine Strombegrenzung in Richtung 0 V gezogen. Bei einem high-Pegel ist die DALI-Anbindung von dem DALI-Gerät hochohmig.

Bei DALI-2 kann es vorkommen, dass mehrere DALI-Geräte unabhängig voneinander versuchen DALI-Frames zu versenden. Aus diesem Grund beinhaltet DALI-2 eine Kollisionsvermeidung, eine Kollisionserkennung und eine Kollisionsauflösung.

Die Kollisionsvermeidung wird durch das Verwenden der DALI-Prioritäten erreicht. Bevor ein DALI-Gerät ein DALI-Frame versendet, wird geprüft, ob der DALI-Bus frei ist. Nur wenn der DALI-Bus frei ist (high-Pegel), darf ein Buszugriff erfolgen. Durch die korrekte Verwendung der DALI-Prioritäten wird die Wahrscheinlichkeit eines gleichzeitigen Buszugriff verringert und somit die Anzahl der Kollisionen minimiert.

Die DALI-Prioritäten können Kollisionen auf dem DALI-Bus dennoch nicht ganz vermeiden, da DALI-Frames von verschiedenen DALI-Geräten die gleiche DALI-Priorität besitzen dürfen. Aus diesem Grund besitzt DALI-2 eine Kollisionserkennung und eine Kollisionsauflösung.

Im folgenden Diagramm wird die Kollisionsauflösung erklärt.

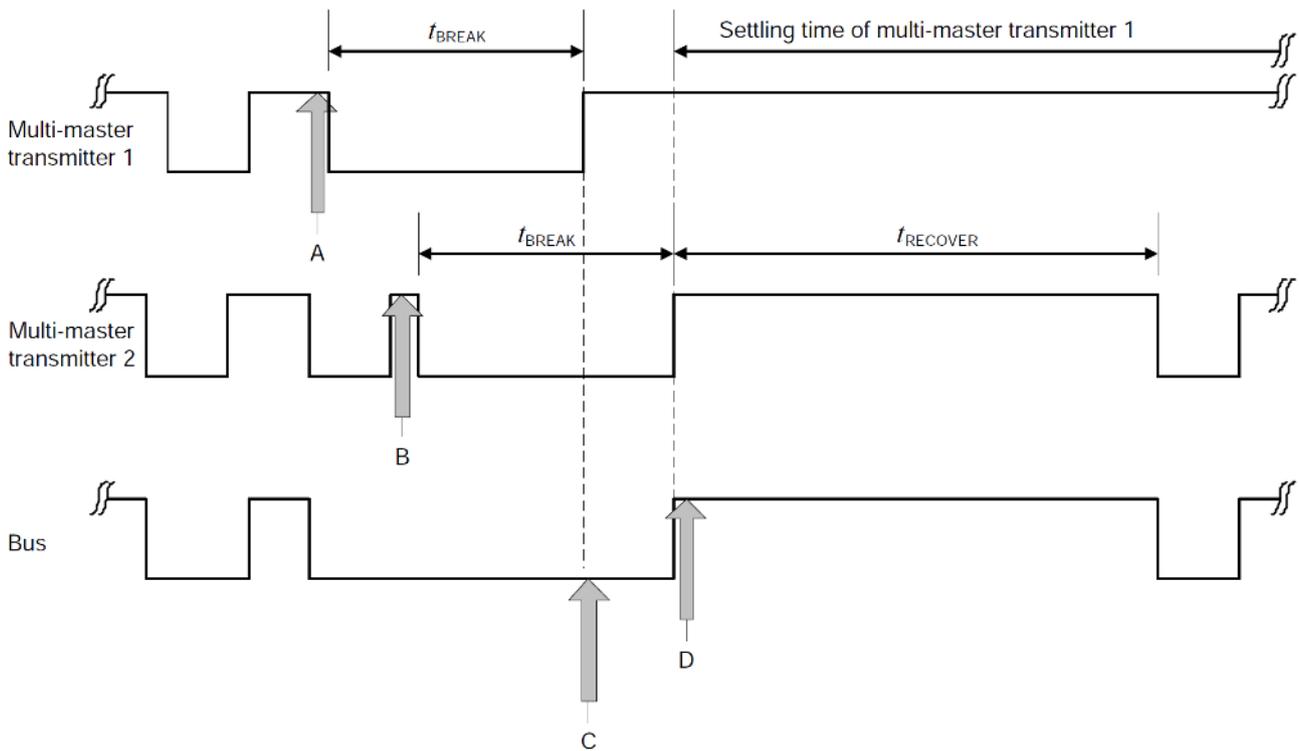
Senden mehrere DALI-Geräte ein high-Pegel, so kann dieses von den DALI-Geräten nicht erkannt werden. Die resultierende Spannung auf dem DALI-Bus ist in diesem Fall ebenfalls ein high-Pegel.

An Punkt A erkennt DALI-Gerät 1 eine Kollision, da versucht wird, an dieser Stelle ein high-Signal zu erzeugen, der DALI-Bus aber durch DALI-Gerät 2 auf low-Pegel gezogen wird. DALI-Gerät 1 startet aus diesem Grund die Break-Sequenz. Während dieser Zeit zieht das DALI-Gerät den DALI-Bus auf low-Pegel.

An Punkt B versucht DALI-Gerät 2 ein high-Pegel zu erzeugen. Da der DALI-Bus aber durch DALI-Gerät 1 auf low-Pegel gezogen wird, erkennt auch DALI-Gerät 2 eine Kollision und startet ebenfalls die Break-Sequenz.

Bei Punkt C ist die Break-Sequenz von DALI-Gerät 1 abgelaufen. Anschließend wird überprüft, ob der DALI-Bus weiterhin auf low-Pegel liegt. Da dieses der Fall ist, wird so lange gewartet, bis der DALI-Bus wieder frei ist. DALI-Gerät 1 beginnt danach mit dem erneuten Versenden des DALI-Frames inkl. der *Settling time*.

Ist bei DALI-Gerät 2 die Break-Sequenz beendet, so ist der DALI-Bus von keinem anderen DALI-Gerät belegt (Punkt D). Deshalb wird bei DALI-Gerät 2 die Recover-Sequenz gestartet und anschließend direkt (ohne *Settling time*) das DALI-Frame erneut versendet.



Die Break-Sequenz hat eine Länge von 1,2 ms bis 1,4 ms, während die Recover-Sequenz zwischen 4,0 ms und 4,6 ms liegen kann.

Kollisionen auf dem DALI-Bus unterbrechen die Übertragung auf dem DALI-Bus für mehrere Millisekunden. Der Datendurchsatz wird dadurch weiter reduziert. Ein DALI-System sollte aus diesem Grund so zusammengestellt und konfiguriert werden, dass möglichst wenige Kollisionen auftreten.

2.3.4.4 Zykluszeiten SPS-Tasks

Für die praktische Anwendung sollten die Zykluszeiten der SPS-Tasks möglichst immer so eingestellt werden, dass die maximale Übertragungsrate vom DALI-Bus erreicht wird.

Durch Tests wurde ermittelt, wie hoch die Anzahl der Frames bei verschiedenen Zykluszeiten der SPS-Tasks sind. Hierzu wurde ein SPS-Programm verwendet, welches 6 Frames unabhängig voneinander zyklisch versendet. Hierbei wurden drei 16-Bit-Frames (2 x ohne Rückantwort, 1 x mit Rückantwort) und drei 24-Bit-Frames (2 x ohne Rückantwort, 1 x mit Rückantwort) versendet. Da die send-twice Frames nur bei der Konfiguration von DALI-Geräten von Bedeutung sind, wurden diese nicht weiter berücksichtigt. Die gesamte Übertragungslänge der 6 Frames betrug somit 238 ms (2 x 21,2 ms + 46,7 ms + 2 x 37,8 ms + 53,3 ms). Daraus ergibt sich, dass das Beispielprogramm maximal 25 Frames pro Sekunde versenden könnte (1000 ms / 238 ms x 6). Nicht berücksichtigt werden Ereignisse, die von möglichen DALI-Sensoren (Input devices) zusätzlich versendet werden.

	80 ms	60 ms	40 ms	30 ms	20 ms	10 ms	8 ms	6 ms	4 ms
30 ms	6	7	7	8	8	8	8	8	8
15 ms	11	11	12	12	13	13	13	13	13
10 ms	15	15	16	17	17	17	17	17	17
8 ms	18	18	19	19	20	20	20	20	20
6 ms	20	21	21	22	22	22	22	22	22
4 ms	23	23	24	25	25	25	25	25	25
2 ms	23	24	25	25	25	25	25	25	25

Die Zeiten in der obersten Zeile (4 ms ... 80 ms) geben die Zykluszeit der SPS-Task an, aus der die DALI-Befehle gestartet werden. Die Zeiten (2 ms ... 30 ms) in der ersten Spalte geben die Zykluszeit der SPS-Task für die Hintergrundkommunikation an.

2.3.4.5 Zusammenfassung

Auch wenn das Testprogramm nur repräsentativ ist, so ist doch deutlich zu erkennen, dass die Zykluszeit der Hintergrundkommunikation einen entscheidenden Einfluss auf den Datendurchsatz hat. Ist eine maximale Übertragungsrate auf dem DALI-Bus erforderlich, so sind folgende Punkte zu beachten:

- K-Bus und Feldbus sollten so zusammengestellt werden, dass die Zykluszeit für die SPS-Task welche auf die DALI-Klemme zugreift (Hintergrundkommunikation), nicht über 6 ms liegt.
- Die Anzahl der Ereignisse der DALI-Sensoren (Input devices) sollte möglichst gering sein. Je mehr Ereignisse versendet werden, desto höher ist die Wahrscheinlichkeit von Kollisionen auf dem DALI-Bus. Die DALI-Sensoren sollten so konfiguriert werden, dass die Anzahl der Ereignisse minimal ist.
- Um die Anzahl der Kollisionen auf dem DALI-Bus zu verringern, sollten die DALI-Prioritäten verwendet werden. Empfehlungen hierzu sind im Kapitel [DALI-Prioritäten \[► 20\]](#) enthalten.
- Eine große Anzahl an DALI-Steuergeräten (Control devices) erhöht ebenfalls die Wahrscheinlichkeit von Kollisionen auf dem DALI-Bus. Falls notwendig, müssen die DALI-Steuergeräte auf verschiedene DALI-Linien aufgeteilt werden. Unter DALI-Steuergeräte versteht man DALI-Controller und DALI-Sensoren (siehe Kapitel [Kommunikation \[► 18\]](#)).

2.3.5 Speicherbänke

Speicherbänke (Memory Banks) sind frei zugängliche Speicherbereiche, in denen gerätespezifische Informationen und Eigenschaften gespeichert werden. Der Inhalt der Speicherbänke kann mit `FB_DALI10xReadMemoryLocation` (siehe `FB_DALI102ReadMemoryLocation` und `FB_DALI103ReadMemoryLocation`) ausgelesen und, soweit freigegeben, mit `FB_DALI10xWriteMemoryLocationNoReply` (siehe `FB_DALI102WriteMemoryLocationNoReply` und `FB_DALI103WriteMemoryLocationNoReply`) beschrieben werden.

Ein Teil der Speicherbänke kann mit einem Schreibschutz belegt werden.

Ein DALI-Gerät kann maximal 256 Speicherbänke mit je bis zu 255 Byte unterstützen, wobei die Speicherbänke 200 bis 255 zurzeit reserviert sind. Durch die IEC 62386 sind die Speicherbank 0 und Speicherbank 1 vordefiniert.

Aufbau der Speicherbank 0:

Speicherbank 0 ist Read Only und beinhaltet allgemeine, herstellerspezifische Informationen über das DALI-Vorschalt- bzw. DALI-Steuergerät. Jedes zertifizierte DALI-Gerät muss die Speicherbank 0 implementieren. Bis zum Offset 16#1A sind die Felder durch die IEC 62386 wie folgt definiert.

Offset	Beschreibung	Default Werte
16#00	Offset des letzten Speicherbereichs, innerhalb der Speicherbank, auf den zugegriffen werden kann.	Herstellerspezifisch
16#01	Reserviert, nicht implementiert	
16#02	Nummer der letzten Speicherbank, auf die zugegriffen werden kann.	Herstellerspezifisch
16#03	GTIN byte 0 (MSB)	Herstellerspezifisch
16#04	GTIN byte 1	Herstellerspezifisch
16#05	GTIN byte 2	Herstellerspezifisch
16#06	GTIN byte 3	Herstellerspezifisch
16#07	GTIN byte 4	Herstellerspezifisch
16#08	GTIN byte 5 (LSB)	Herstellerspezifisch
16#09	Firmware Version (major)	Herstellerspezifisch
16#0A	Firmware Version (minor)	Herstellerspezifisch
16#0B	Identification number byte 0 (MSB)	Herstellerspezifisch
16#0C	Identification number byte 1	Herstellerspezifisch
16#0D	Identification number byte 2	Herstellerspezifisch
16#0E	Identification number byte 3	Herstellerspezifisch
16#0F	Identification number byte 4	Herstellerspezifisch
16#10	Identification number byte 5	Herstellerspezifisch
16#11	Identification number byte 6	Herstellerspezifisch
16#12	Identification number byte 7 (LSB)	Herstellerspezifisch
16#13	Hardwareversion (major)	Herstellerspezifisch
16#14	Hardwareversion (minor)	Herstellerspezifisch
16#15	101 Versionsnummer des aktuellen DALI-Standards	Herstellerspezifisch
16#16	102 Versionsnummer aller integrierten DALI-Vorschaltgeräte	Herstellerspezifisch
16#17	103 Versionsnummer aller integrierten DALI-Steuergeräte	Herstellerspezifisch
16#18	Anzahl der logischen Steuergeräteeinheiten im Teilnehmer	Herstellerspezifisch
16#19	Anzahl der logischen Vorschaltgeräteeinheiten im Teilnehmer	Herstellerspezifisch
16#1A	Indexnummer dieses logischen DALI-Vorschalt- bzw. DALI-Steuergeräts	Herstellerspezifisch
16#1B... 16#7F	Reserviert, nicht implementiert	
16#80... 16#FE	Zusätzliche Geräteinformationen	Herstellerspezifisch
16#FF	Reserviert, nicht implementiert	

Aufbau der Speicherbank 1:

Die Speicherbank 1 kann vom Gerätehersteller genutzt werden, um weiterführende Informationen im DALI-Gerät zu hinterlegen. Bis zum Offset 16#10 sind die Felder durch die IEC 62386 wie folgt definiert.

Offset	Beschreibung	Default Werte	Speicher
16#00	Offset des letzten Speicherbereichs, innerhalb der Speicherbank, auf den zugegriffen werden kann.	Hersteller-spezifisch (16#10... 16#FE)	
16#01	Indikatorbyte	Hersteller-spezifisch	
16#02	Sperrbyte für die Speicherbank 1. Beschreibbare Bytes werden durch den Wert 16#55 veränderbar. Durch alle anderen Werte ist ein Beschreiben nicht möglich.	16#FF	
16#03	OEM GTIN byte 0 (MSB)	16#FF	Verriegelbar durch Byte 16#02
16#04	OEM GTIN byte 1	16#FF	Verriegelbar durch Byte 16#02
16#05	OEM GTIN byte 2	16#FF	Verriegelbar durch Byte 16#02
16#06	OEM GTIN byte 3	16#FF	Verriegelbar durch Byte 16#02
16#07	OEM GTIN byte 4	16#FF	Verriegelbar durch Byte 16#02
16#08	OEM GTIN byte 5 (LSB)	16#FF	Verriegelbar durch Byte 16#02
16#09	OEM Identification number byte 0 (MSB)	16#FF	Verriegelbar durch Byte 16#02
16#0A	OEM Identification number byte 1	16#FF	Verriegelbar durch Byte 16#02
16#0B	OEM Identification number byte 2	16#FF	Verriegelbar durch Byte 16#02
16#0C	OEM Identification number byte 3	16#FF	Verriegelbar durch Byte 16#02
16#0D	OEM Identification number byte 4	16#FF	Verriegelbar durch Byte 16#02
16#0E	OEM Identification number byte 5	16#FF	Verriegelbar durch Byte 16#02
16#0F	OEM Identification number byte 6	16#FF	Verriegelbar durch Byte 16#02
16#10	OEM Identification number byte 7 (LSB)	16#FF	Verriegelbar durch Byte 16#02
16#11... 16#FE	Zusätzliche Geräteinformationen	Hersteller-spezifisch	
16#FF	Reserviert, nicht implementiert		

Aufbau der Speicherbank 2 bis 199:

Die Speicherbänke 2 bis 199 kann der Gerätehersteller nutzen, um weitere Parameter mitzuliefern. Der Aufbau der Speicherbänke ist immer wie unten dargestellt. Der Inhalt und die Möglichkeit des Beschreibens einzelner Bytes ist beim Hersteller des DALI-Gerätes zu erfragen.

Offset	Beschreibung	Default Werte	Speicher
16#00	Offset des letzten Speicherbereichs, innerhalb der Speicherbank, auf den zugegriffen werden kann.	Hersteller-spezifisch (16#03... 16#FE)	
16#01	Indikatorbyte	Hersteller-spezifisch	
16#02	Sperrbyte für die Speicherbank. Beschreibbare Bytes werden durch den Wert 16#55 veränderbar. Durch alle anderen Werte ist ein Beschreiben nicht möglich.	16#FF	
16#03... 16#FE	Zusätzliche Geräteinformationen	Hersteller-spezifisch	Herstellerspezifisch, soweit vom Hersteller freigegeben verriegelbar durch Byte 16#02
16#FF	Reserviert, nicht implementiert		

Zugriff auf die Speicherbank 2 bei der EL6821

Da die KL6821/EL6821 ein DALI-Steuergerät nach der IEC 62386 darstellt, muss die Busklemme die Speicherbank 0 und die Speicherbank 1 anbieten. Andere DALI-Steuergeräte können über die entsprechenden DALI-Befehle auf diese Speicherbänke zugreifen.

Zusätzlich bietet die EL6821 noch die Speicherbank 2 an. In der EL6821 wird die Speicherbank 2 durch das CoE-Objekt 16#8002 abgebildet. Die ersten drei Felder (16#8002:01 ... 16#8002:03) sind durch die IEC 62386 definiert (siehe weiter oben). Die Felder 16#8002:04 bis 16#8002:FF können individuell beschrieben und/oder gelesen werden.

Beachten Sie, dass der Offset in der Speicherbank 2 und der Subindex vom CoE verschoben sind. So entspricht der Offset 10 in der Speicherbank 2 dem Feld 16#8002:0B.

Index	Name	Flags	Value	Unit
8002:0	Memory Bank 2	RO	> 254 <	
8002:01	Offset of last memory area	RO	0xFE (254)	
8002:02	Indicator Byte	RO	0x00 (0)	
8002:03	Lock Byte	RO	0xFF (255)	
8002:04	Additional Device Information #03	RW	0x00 (0)	
8002:05	Additional Device Information #04	RW	0x00 (0)	
8002:06	Additional Device Information #05	RW	0x00 (0)	
8002:07	Additional Device Information #06	RW	0x00 (0)	
8002:08	Additional Device Information #07	RW	0x00 (0)	
8002:09	Additional Device Information #08	RW	0x00 (0)	
8002:0A	Additional Device Information #09	RW	0x00 (0)	
8002:0B	Additional Device Information #10	RW	0x00 (0)	
8002:0C	Additional Device Information #11	RW	0x00 (0)	

Für den Zugriff auf die Speicherbänke eines DALI-Gerätes über den DALI-Bus stehen die Funktionsblöcke FB_DALI102ReadMemoryLocation/FB_DALI103ReadMemoryLocation bzw. FB_DALI102WriteMemoryLocationNoReply/FB_DALI103WriteMemoryLocationNoReply zur Verfügung.

Soll aus einem SPS-Programm heraus auf die Speicherbank 2 der eigenen EL6821 zugegriffen werden, so erfolgt der Zugriff über das EtherCAT CoE-Interface. Die TwinCAT Bibliothek Tc2_EtherCAT bietet hierfür die notwendigen Funktionsblöcke an (siehe [FB_EcCoeSdoRead](#) und [FB_EcCoeSdoWrite](#)).

Das folgende Beispiel liest den Offset 3 (Subindex 4) und schreibt den Offset 4 (Subindex 5) der Speicherbank 2. Die EL6821 muss sich am gleichen Controller befinden, auf dem auch das SPS-Programm ausgeführt wird.

```
VAR
  fbCoERead      : FB_EcCoeSdoRead;
  fbCoEWrite     : FB_EcCoeSdoWrite;
  nValue         : USINT;
  bExecuteRead  : BOOL;
  bExecuteWrite  : BOOL;
END_VAR

fbCoERead(sNetId := F_CreateAmsNetId(GVL.stEL6821InData01.stAdsAddr.netId),
          nSlaveAddr := GVL.stEL6821InData01.stAdsAddr.port,
          nIndex := 16#8002,
          nSubIndex := 16#04,
          pDstBuf := ADR(nValue),
          cbBufLen := SIZEOF(nValue),
          bExecute := bExecuteRead);
IF (NOT fbCoERead.bBusy) THEN
  bExecuteRead := FALSE;
END_IF

fbCoEWrite(sNetId := F_CreateAmsNetId(GVL.stEL6821InData01.stAdsAddr.netId),
          nSlaveAddr := GVL.stEL6821InData01.stAdsAddr.port,
          nIndex := 16#8002,
          nSubIndex := 16#05,
          pSrcBuf := ADR(nValue),
          cbBufLen := SIZEOF(nValue),
          bExecute := bExecuteWrite);
IF (NOT fbCoEWrite.bBusy) THEN
  bExecuteWrite := FALSE;
END_IF
```

2.3.6 DALI-2-Strom

Die DALI-Stromversorgung der EL6821/KL6821 hat einen maximalen Ausgangsstrom von 250 mA und einen garantierten DALI-Strom von 220 mA.

Um einen sicheren Betrieb des DALI-Bus zu gewährleisten, dürfen die angeschlossenen DALI-Devices in Summe nie mehr als den garantierten DALI-2-Strom verbrauchen.

Der Stromverbrauch der DALI-Devices (Vorschaltgeräte, Sensoren usw.) sind den Datenblättern der Hersteller zu entnehmen oder auf der Produktliste der DiiA nachzulesen (www.dali-alliance.org/products).

Weiterhin sollte ein in der IEC 62386 genannte Reserve (garantierter DALI-Strom / 1,2) eingehalten werden. Diese Reserve ist für die nachträgliche Installation von weiteren Teilnehmern gedacht, die im Laufe eines Projektes hinzukommen können.

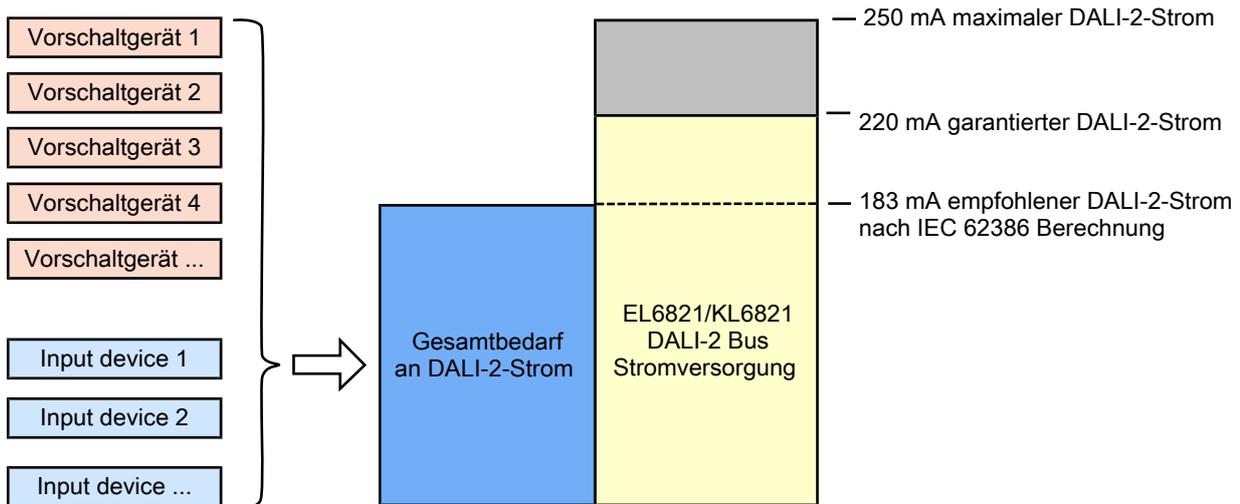


Abb. 5: DALI-2-Strom

3 Grundlagen der Kommunikation

3.1 EtherCAT-Grundlagen

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

3.2 EtherCAT-Verkabelung - Drahtgebunden

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

Kabel und Steckverbinder

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

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

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

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

i Empfohlene Kabel

- 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.

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

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

Abb. 6: 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:

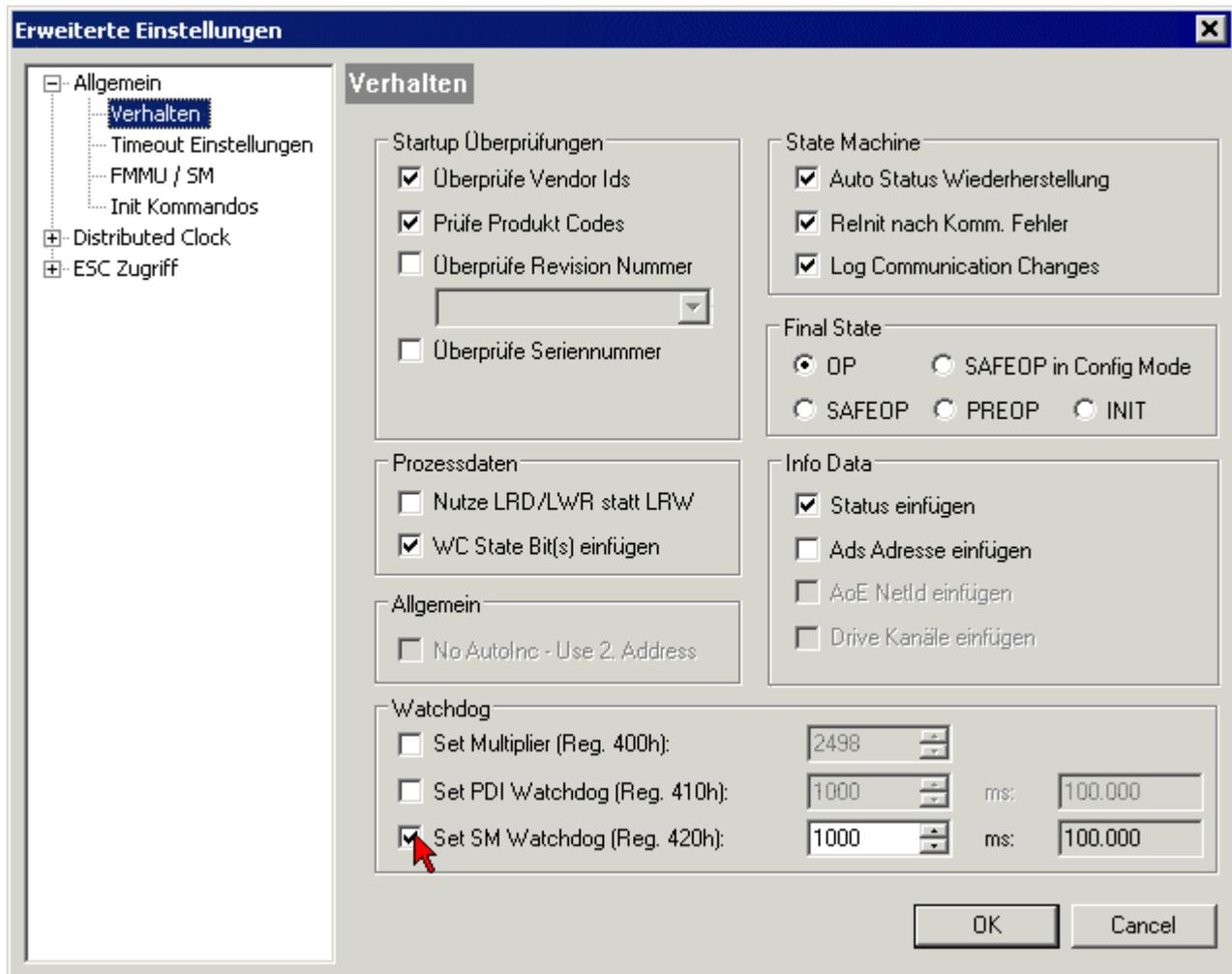


Abb. 7: Karteireiter EtherCAT -> Erweiterte Einstellungen -> Verhalten -> Watchdog

Anmerkungen:

- Das Multiplier-Register 400h (hexadezimal, also 0x0400), ist für beide Watchdogs gültig.
- Jeder Watchdog hat seine eigene Timer-Einstellung 410h bzw. 420h, die zusammen mit dem Multiplier eine resultierende Zeit ergibt.
- Wichtig: die Multiplier-/Timer-Einstellung wird nur dann beim EtherCAT-Start in den Slave geladen, wenn die Checkbox davor aktiviert ist. Ist diese nicht aktiviert, wird nichts herunter geladen und die im ESC befindliche Einstellung bleibt unverändert.
- Die heruntergeladenen Werte können in den ESC-Registern 400h, 410h und 420h eingesehen werden: ESC Zugriff -> Speicher (ESC Access -> Memory).

SM-Watchdog (SyncManager-Watchdog)

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

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

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

PDI-Watchdog (Process Data Watchdog)

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

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

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

Berechnung

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

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

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

⚠ VORSICHT

Ungewolltes Verhalten des Systems möglich!

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

⚠ VORSICHT

Beschädigung von Geräten und ungewolltes Verhalten des Systems möglich!

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

3.4 EtherCAT State Machine

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

Es werden folgende Zustände unterschieden:

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

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

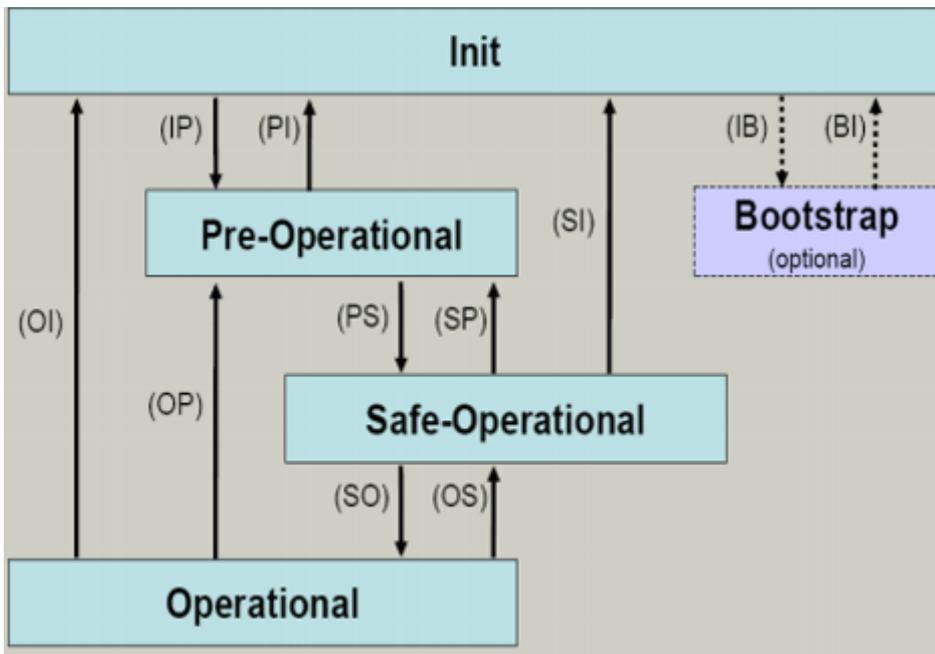


Abb. 8: Zustände der EtherCAT State Machine

Init

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

Pre-Operational (Pre-Op)

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

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

Safe-Operational (Safe-Op)

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

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

● Ausgänge im SAFEOP

I Die standardmäßig aktivierte Überwachung mittels Watchdog bringt die Ausgänge im ESC-Modul in Abhängigkeit von den Einstellungen im SAFEOP und OP in einen sicheren Zustand - je nach Gerät und Einstellung - z. B. auf AUS. Wird dies durch Deaktivieren der Überwachung unterbunden, können auch im Geräte-Zustand SAFEOP Ausgänge geschaltet werden bzw. gesetzt bleiben.

Operational (Op)

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

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

Boot

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

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

3.5 CoE-Interface

Allgemeine Beschreibung

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

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

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

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

Die Wertebereiche sind:

- Index: 0x0000...0xFFFF (0...65535_{dez})
- Subindex: 0x00...0xFF (0...255_{dez})

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

Die für den EtherCAT-Feldbusanwender wichtigen Bereiche sind

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

Weitere wichtige Bereiche sind:

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

● Verfügbarkeit



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

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

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

Abb. 9: Karteireiter „CoE-Online“

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

HINWEIS

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

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

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

Datenerhaltung und Funktion „NoCoeStorage“

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

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

i Datenerhaltung

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

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

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

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

- Wird diese unterstützt: Die Funktion ist per einmaligem Eintrag des Codeworts 0x12345678 im CoE-Index 0xF008 zu aktivieren. Die Funktion ist solange aktiv, wie das Codewort unverändert bleibt. Nach dem Einschalten des Gerätes ist sie nicht aktiv. Veränderte CoE-Werte werden dann nicht im EEPROM abgespeichert, sie können somit beliebig oft verändert werden.
- Wird diese nicht unterstützt: Eine fortlaufende Änderung von CoE-Werten ist angesichts der o.a. Lebensdauerergrenze nicht zulässig.

i Startup-Liste

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

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

Empfohlenes Vorgehen bei manueller Veränderung von CoE-Parametern

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

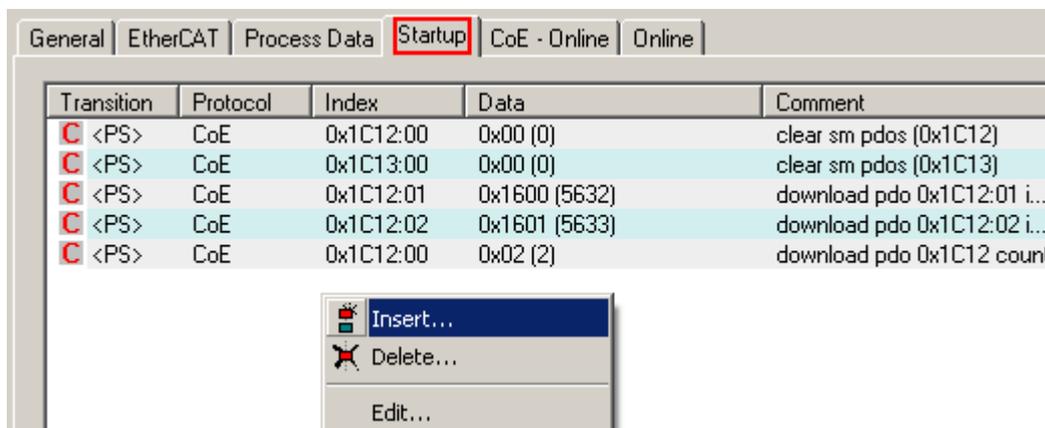


Abb. 10: Startup-Liste im TwinCAT System Manager

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.

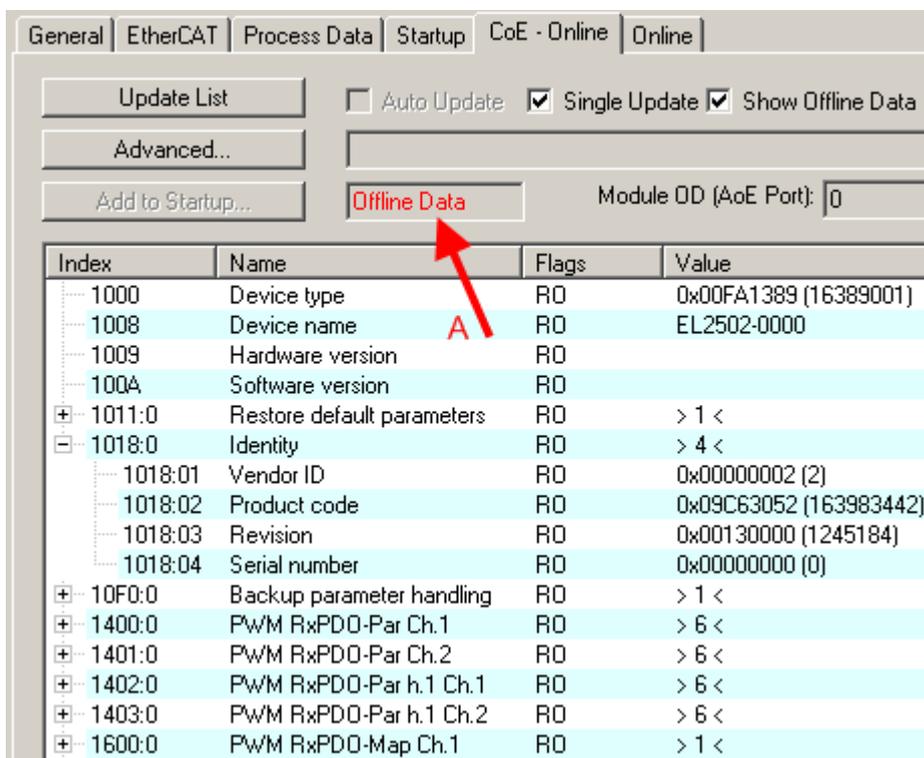


Abb. 11: Offline-Verzeichnis

- 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.

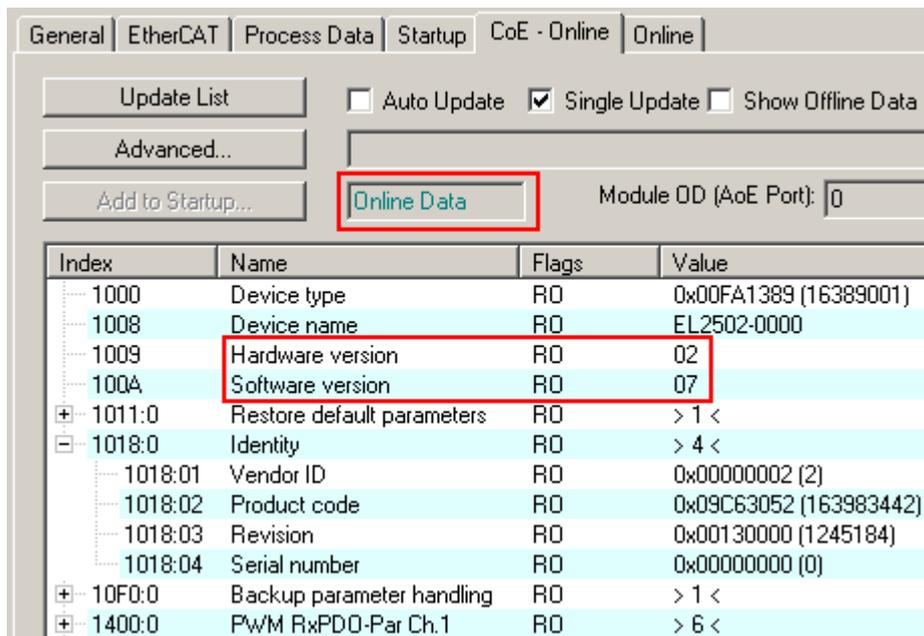


Abb. 12: Online-Verzeichnis

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.

4 Installation

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.

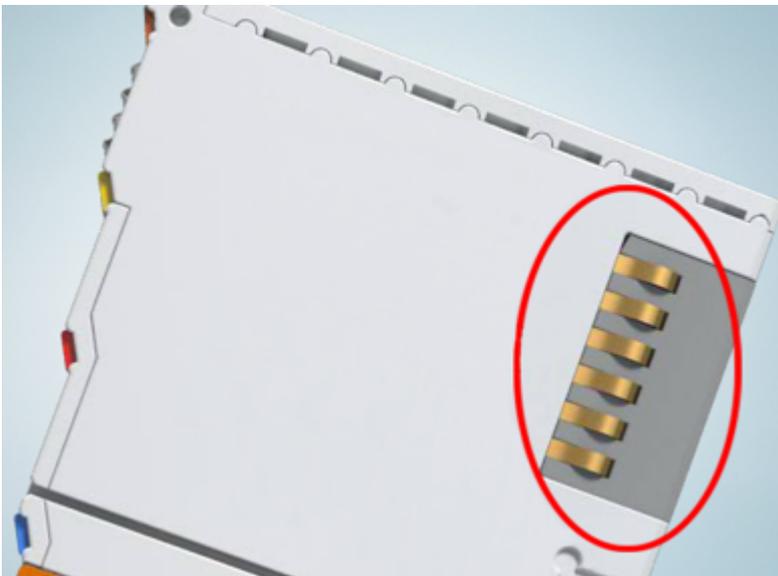


Abb. 13: Federkontakte der Beckhoff I/O-Komponenten

4.2 Tragschienenmontage

⚠️ WARNUNG

Verletzungsgefahr durch Stromschlag und Beschädigung des Gerätes möglich!

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

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

Montage

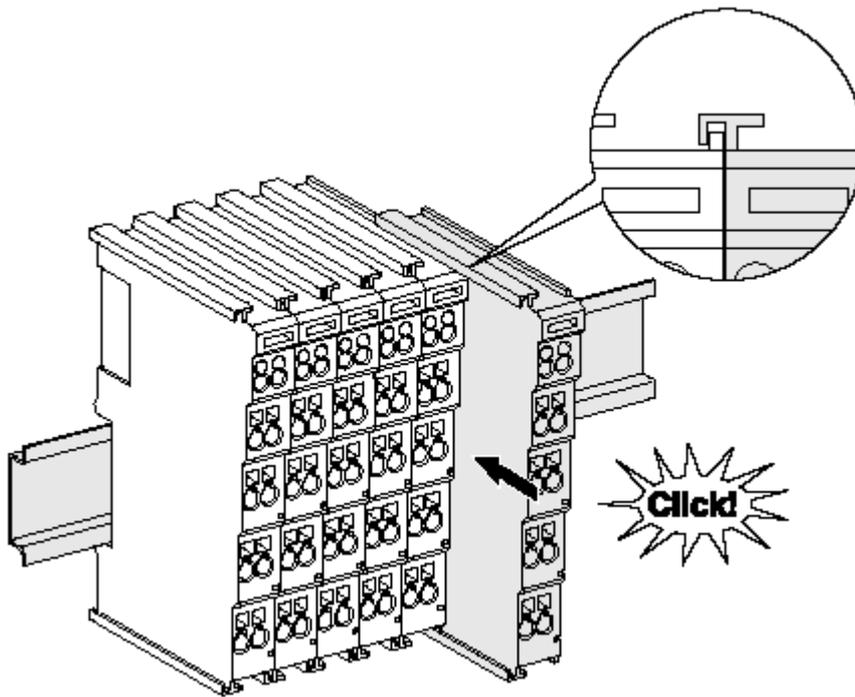


Abb. 14: Montage auf Tragschiene

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

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

i Tragschienenbefestigung

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

HINWEIS

Tragschiene erden!

Stellen Sie sicher, dass die Tragschiene ausreichend geerdet ist.

Verbindungen innerhalb eines Busklemmenblocks

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

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

i Powerkontakte

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

Powerkontakt \perp

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

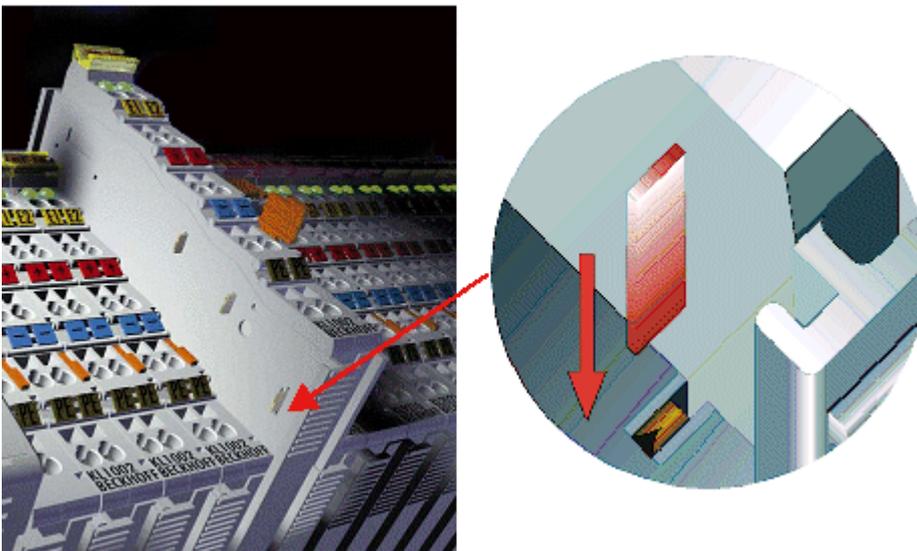


Abb. 15: Linksseitiger Powerkontakt

⚠️ WARNUNG

Verletzungsgefahr durch Stromschlag!

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

HINWEIS

Beschädigung des Gerätes möglich

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

Demontage

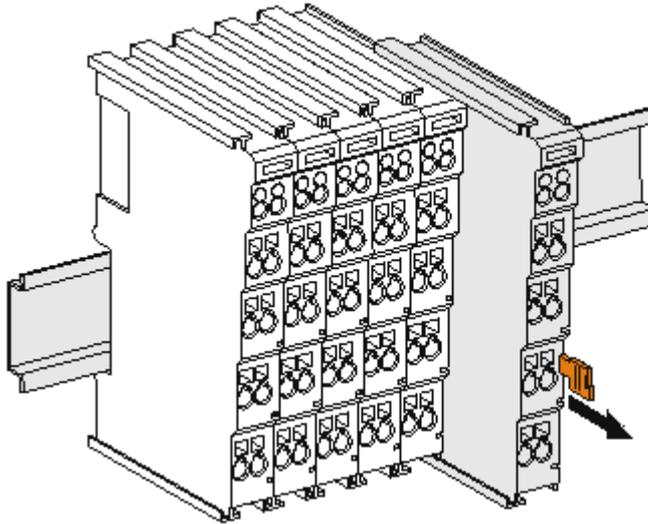


Abb. 16: Demontage von Tragschiene

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

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

4.3 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.

4.4 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.

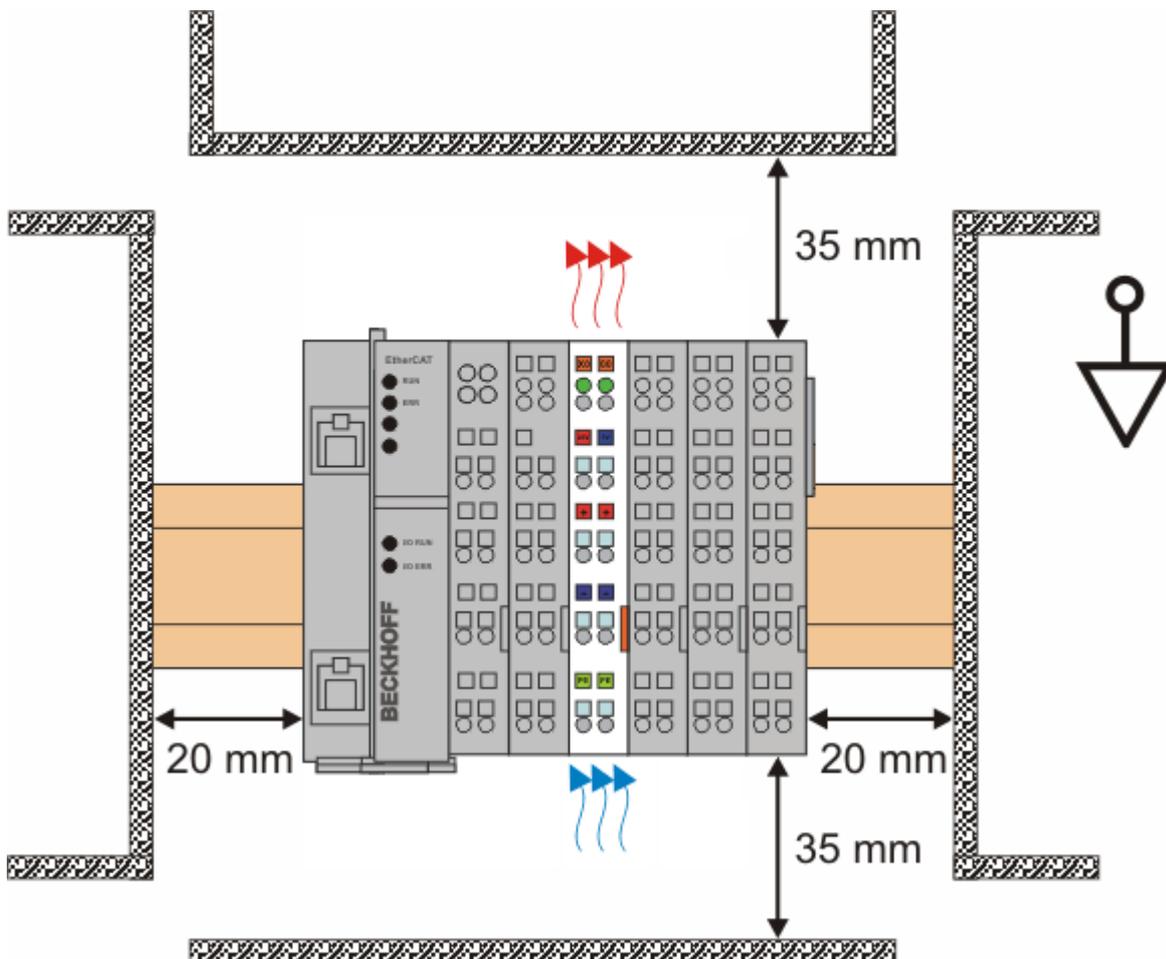


Abb. 17: Empfohlene Abstände bei Standard-Einbaulage

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.

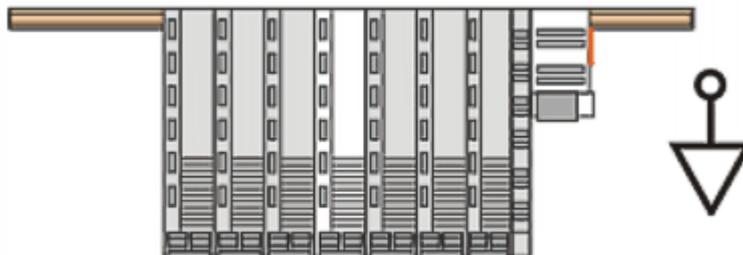
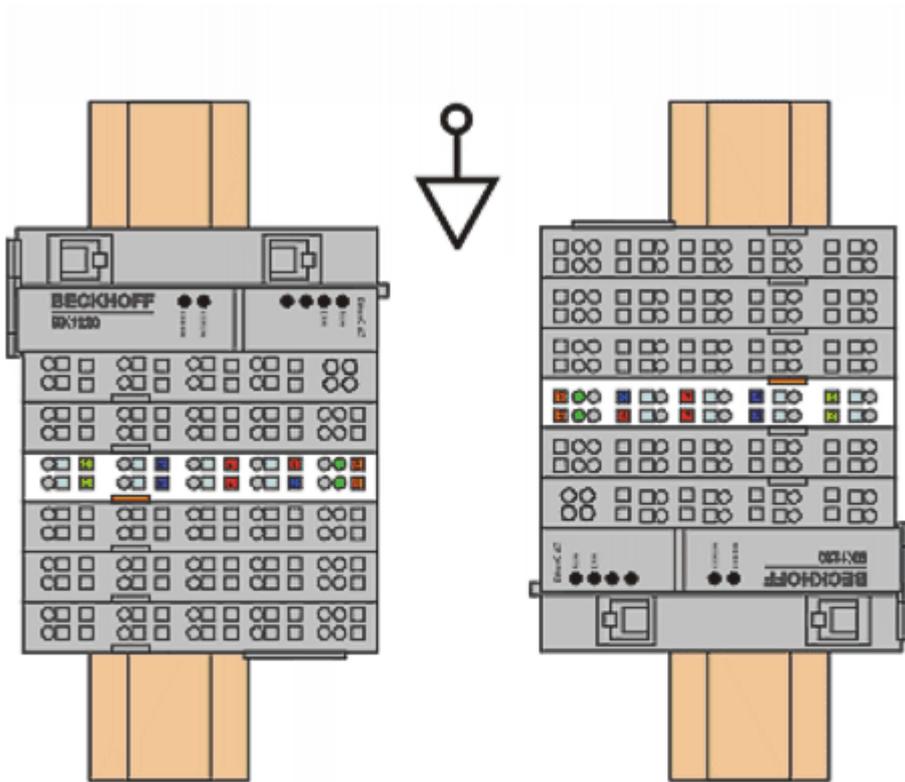


Abb. 18: Weitere Einbaulagen

4.5 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)

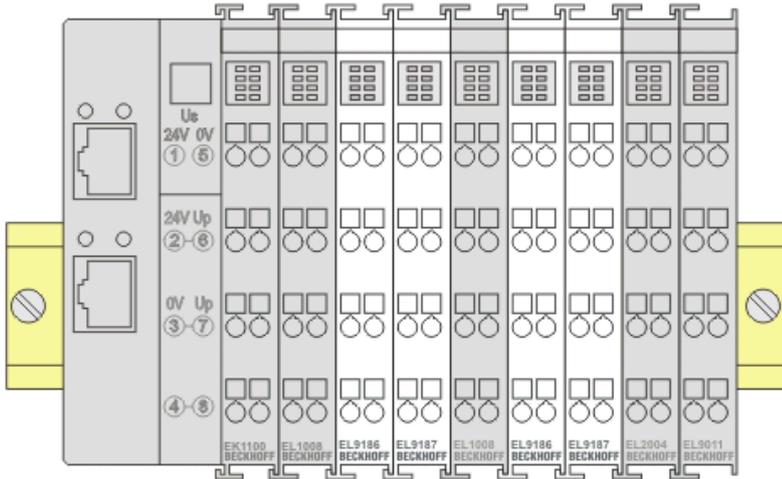


Abb. 19: Korrekte Positionierung

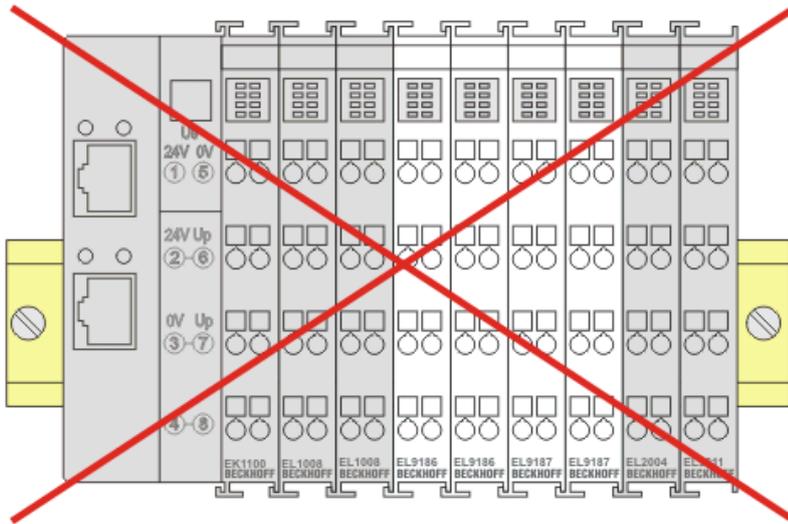


Abb. 20: Inkorrekte Positionierung

4.6 Anschluss

4.6.1 Anschlusstechnik

⚠️ WARNUNG

Verletzungsgefahr durch Stromschlag und Beschädigung des Gerätes möglich!

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

Übersicht

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

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

Standardverdrahtung (ELxxxx / KLxxxx)



Abb. 21: Standardverdrahtung

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

Steckbare Verdrahtung (ESxxxx / KSxxxx)



Abb. 22: Steckbare Verdrahtung

Die Klemmen der Serien ESxxxx und KSxxxx enthalten eine steckbare Anschlussebene. Montage und Verdrahtung werden wie bei den Serien ELxxxx und KLxxxx durchgeführt. Im Servicefall erlaubt die steckbare Anschlussebene, die gesamte Verdrahtung als einen Stecker von der Gehäuseoberseite abzuziehen.

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

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

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

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

Leiterquerschnitte von 0,08 mm² bis 2,5 mm² können weiter in der bewährten Federkrafttechnik verwendet werden.

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

High-Density-Klemmen (HD-Klemmen)



Abb. 23: High-Density-Klemmen

Die Klemmen dieser Baureihe mit 16/32 Klemmstellen zeichnen sich durch eine besonders kompakte Bauform aus, da die Packungsdichte auf 12 mm doppelt so hoch ist wie die der Standard-Busklemmen. Massive und mit einer Aderendhülse versehene Leiter können ohne Werkzeug direkt in die Federklemmstelle gesteckt werden.

● Verdrahtung HD-Klemmen

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

Ultraschallverdichtete Litzen

● Ultraschallverdichtete Litzen

i An die Standard- und High-Density-Klemmen können auch ultraschallverdichtete (ultraschallverschweißte) Litzen angeschlossen werden. Beachten Sie die Tabellen zum [Leitungsquerschnitt](#) ▶ [52](#)!

4.6.2 Verdrahtung

⚠️ WARNUNG

Verletzungsgefahr durch Stromschlag und Beschädigung des Gerätes möglich!

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

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

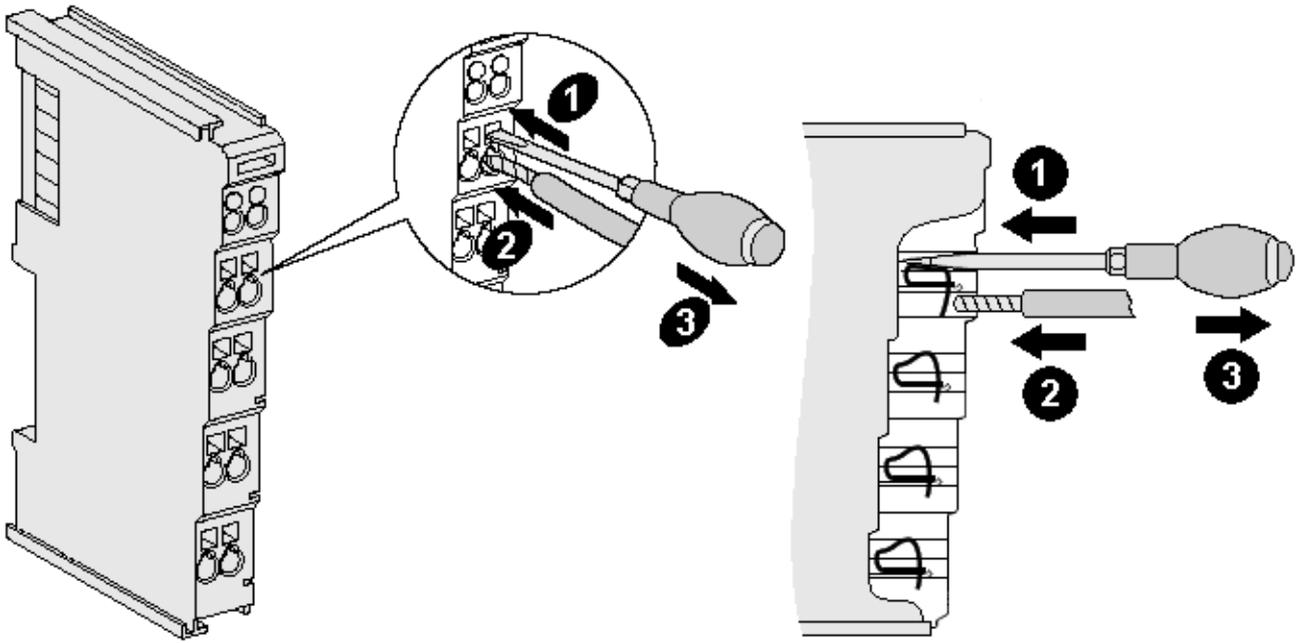


Abb. 24: Anschluss einer Leitung an eine Klemmstelle

Bis zu acht Klemmstellen ermöglichen den Anschluss von massiven oder feindrätigen Leitungen an die Busklemme. Die Klemmstellen sind in Federkrafttechnik ausgeführt. Schließen Sie die Leitungen folgendermaßen an (vgl. Abb. „Anschluss einer Leitung an eine Klemmstelle“:

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

Den zulässigen Leiterquerschnitt entnehmen Sie der nachfolgenden Tabelle:

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

High-Density-Klemmen (HD-Klemmen [► 50]) mit 16/32 Klemmstellen

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

Klemmgehäuse	HD-Gehäuse
Leitungsquerschnitt (massiv)	0,08 ... 1,5 mm ²
Leitungsquerschnitt (feindrähtig)	0,25 ... 1,5 mm ²
Leitungsquerschnitt (Aderleitung mit Aderendhülse)	0,14 ... 0,75 mm ²
Leitungsquerschnitt (ultraschallverdichtete Litze)	nur 1,5 mm ² (siehe Hinweis [► 50])
Abisolierlänge	8 ... 9 mm

4.6.3 Schirmung

● Schirmung

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

4.7 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.

4.8 EL6821 - Anschlussbelegung

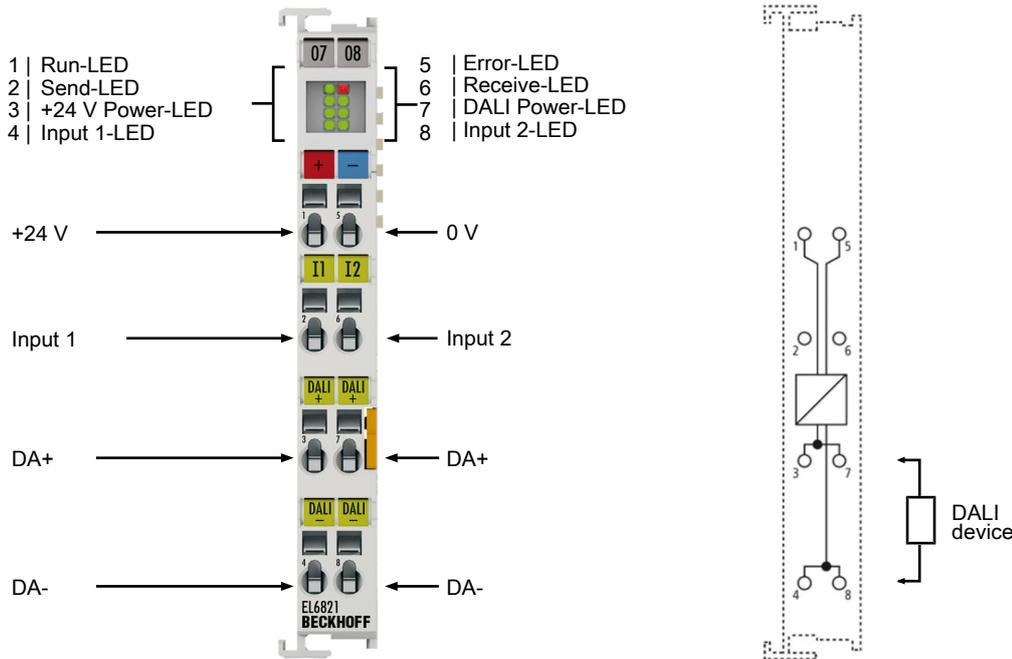


Abb. 25: EL6821

Klemmstelle	Nr.	Anschluss für
+24 V	1	Anschluss Stromversorgung +24 V
Input 1	2	Digitaler Eingang 1
DA +	3	DALI-2 Bus + (intern verbunden mit Klemmstelle Nr. 7)
DA -	4	DALI-2 Bus - (intern verbunden mit Klemmstelle Nr. 8)
0 V	5	Anschluss Stromversorgung 0 V
Input 2	6	Digitaler Eingang 2
DA +	7	DALI-2 Bus + (intern verbunden mit Klemmstelle Nr. 3)
DA -	8	DALI-2 Bus - (intern verbunden mit Klemmstelle Nr. 4)

Hinweise zum Anschluss

Hinweis Digitale Eingänge „Input 1“ (Klemmstelle 2) und „Input 2“ (Klemmstelle 6)

- Die digitalen Eingänge funktionieren nur, wenn die Versorgungsspannung (24 V) anliegt und der E-Bus mit Spannung versorgt ist. Das Potential für die 24 V-Eingänge ist das Potential der galvanisch getrennten Eingangsspannung.
- Entsprechend der Einstellungen über den Funktionsbaustein „FB_EL6821Communication“ werden durch Betätigung der digitalen Eingänge andere SPS gesteuerte DALI-Befehle gesperrt (s. Vorrangstellung der Digital-Eingänge [► 55]).

Hinweis Topologie, Leitungslänge und Leitungsquerschnitt im DALI-Betrieb

- Der DALI-Bus kann in Linien-, Stern-Topologie oder einer Mischung aus beidem ausgeführt werden.
- Die maximale Leitungslänge darf 300 m nicht überschreiten!
- Der Leitungsquerschnitt beträgt abhängig von der Leitungslänge:
 - für Leitungslängen bis 100 m: $\geq 0,5 \text{ mm}^2$
 - für Leitungslängen bis 150 m: $\geq 0,75 \text{ mm}^2$
 - für Leitungslängen bis 300 m: $\geq 1,5 \text{ mm}^2$

Hinweis Weitere wichtige Randbedingungen, die sich aus der IEC 62386 ableiten:

- Die galvanisch getrennte Eingangsspannung von 24 V_{DC} muss zum Einhalten der Zertifizierungsbedingungen eingespeist werden
 - über die Netzteilklemme EL9562 (s. Anschlussbeispiele) oder
 - über die Stromversorgungen PS1111-2402-0002, PS1111-2403-0000 oder PS1111-2403-0002 (s. Anschlussbeispiel).
- Die DALI-Leitungen müssen nicht mit Widerständen abgeschlossen werden.
- Der maximale Spannungsabfall zwischen Sender und Empfänger darf 2 V nicht überschreiten.
- Bei Ausnutzung der maximalen Leitungslänge ist es nicht ratsam DALI in Kombination mit der Netzleitung zu verlegen.

Vorrangstellung der digitalen Eingänge

Die digitalen Eingänge Input 1 und Input 2 haben gegenüber der automatischen Steuerung durch das SPS-Programm eine Vorrangstellung. Werden die digitalen Eingänge betätigt, so werden andere SPS-gesteuerte DALI-Befehle gesperrt. Zur Freigabe muss eine positive Flanke an den Eingang „bResetInactiveProcessImage“ des Funktionsbausteins „FB_EL6821Communication“ gelegt werden (siehe Dokumentation TwinCAT 3 | PLC-Bibliotheken: Tc3_DALI). Alternativ kann die Vorrangregel auch über die Einstellung durch die Einstellung in TwinCAT 3 geändert werden (Prozessabbild nicht sperren).

Verhalten der digitalen Eingänge

Das Verhalten der digitalen Eingänge „Input 1“ und „Input 2“ kann über die Bibliotheksbausteine oder über die Einstellungen in TwinCAT 3 verändert werden. Zur Unterstützung der Inbetriebnahme ist im Auslieferungszustand folgendes Verhalten hinterlegt.

Signal	Broadcast DALI Befehl	Aktion	Kommentar
Steigende Flanke an DI1	00 _{hex}	Schaltet alle Vorschaltgeräte AUS (ohne fading).	Werkseinstellung
Steigende Flanke an DI2	05 _{hex}	Schaltet alle Vorschaltgeräte auf maximale Helligkeit. Ist ein Vorschaltgerät ausgeschaltet, so wird es eingeschaltet.	Werkseinstellung

4.8.1 Anschlussbeispiele

Die galvanisch getrennte Eingangsspannung von 24 V_{DC} muss zum Einhalten der Zertifizierungsbedingungen eingespeist werden über die Netzteilklemme EL9562 oder die Stromversorgungen PS1111-2402-0002, PS1111-2403-0000 oder PS1111-2403-0002.

- Über die Netzteilklemme EL9562 können bis zu 2 x EL6821 versorgt werden.

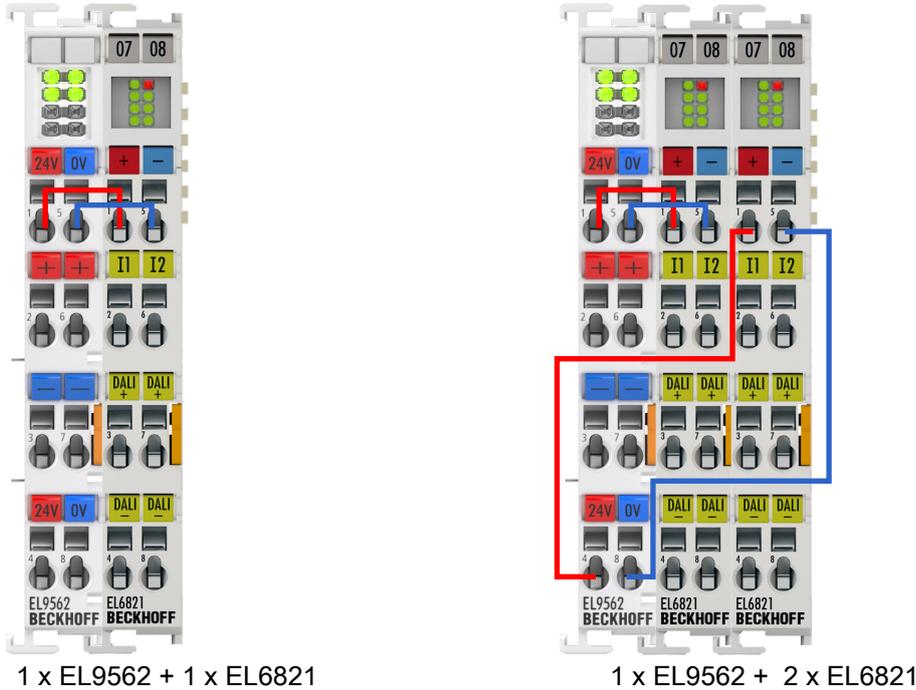


Abb. 26: Anschlussbeispiele mit Netzteilklemme EL9562 und 1 x EL6821 (links) / 2 x EL6821 (rechts)

- Über die Stromversorgungen können bis zu 12 x EL6821 bzw. bis zu 19 x EL6821 versorgt werden:
 - ⇒ PS1111-2402-0002 (2,5 A) bis zu 12 x EL6821 oder
 - ⇒ PS1111-2403-0000 (3,8 A) bis zu 19 x EL6821 oder
 - ⇒ PS1111-2403-0002 (3,8 A) bis zu 19 x EL6821.

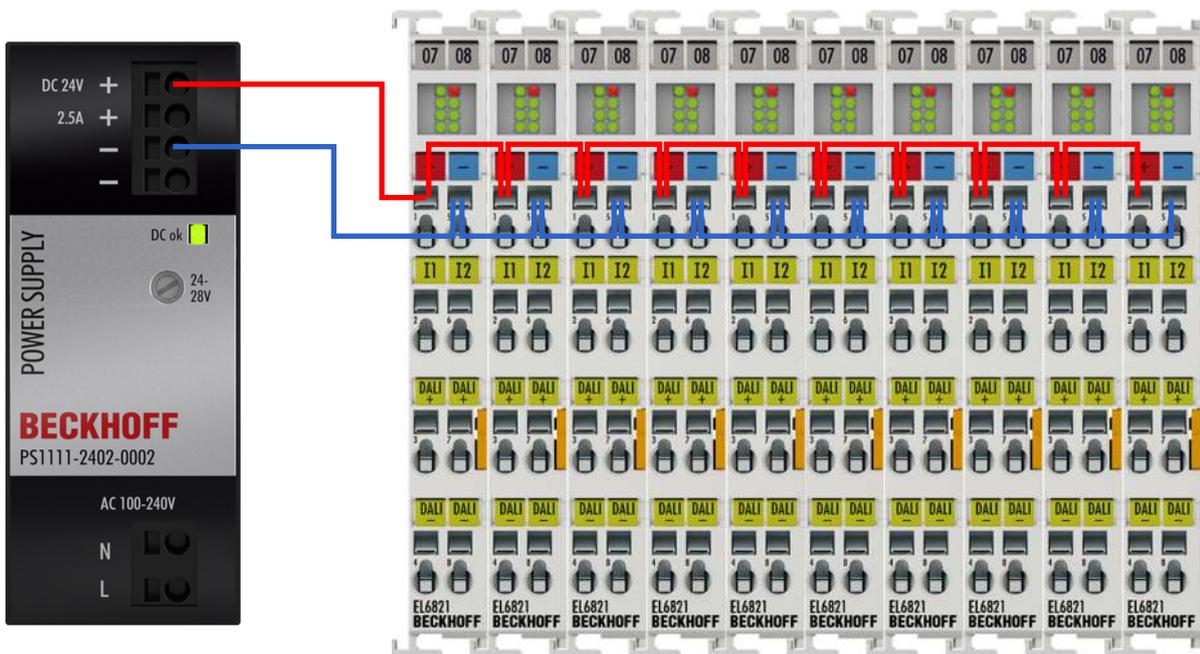


Abb. 27: Anschlussbeispiel mit Stromversorgung PS1111-2402-0002 und 10 x EL6821

4.9 EL6821 - LEDs

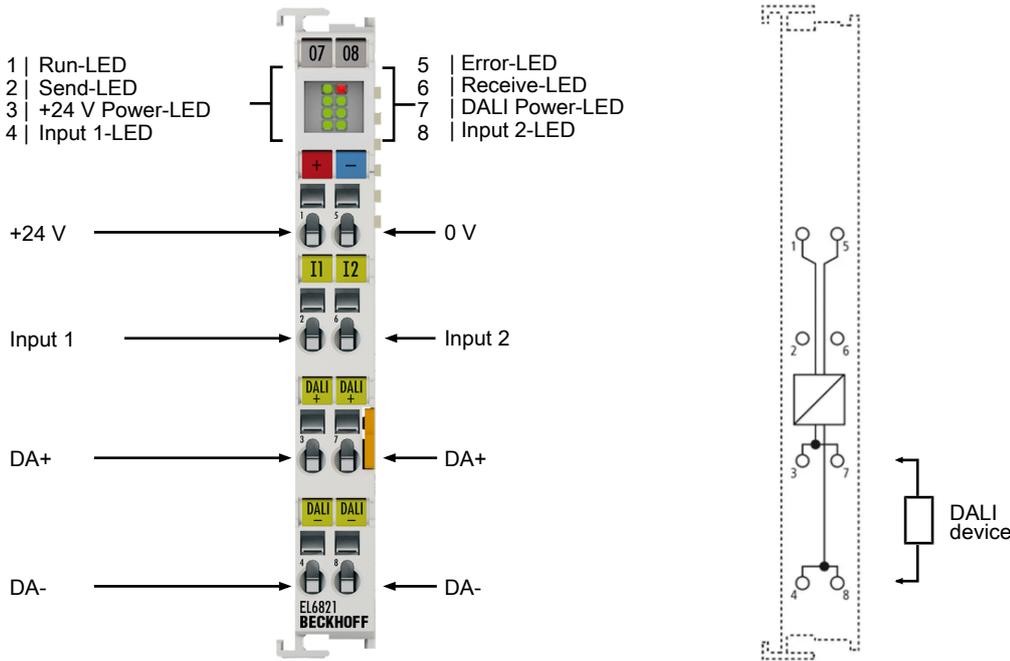


Abb. 28: EL6821

LED	Farbe	Bedeutung	
RUN	Grün	Diese LED gibt den Betriebszustand der Klemme wieder:	
		Aus	Zustand der EtherCAT State Machine [► 35]: INIT = Initialisierung der Klemme oder BOOTSTRAP = Funktion für Firmware Updates [► 130] der Klemme
		Blinkend	Zustand der EtherCAT State Machine: PREOP = Funktion für Mailbox-Kommunikation und abweichende Standard-Einstellungen gesetzt
		Einzelblitz	Zustand der EtherCAT State Machine: SAFEOP = Überprüfung der Kanäle des Sync-Managers [► 83] und der Distributed Clocks. Die Ausgänge bleiben im sicheren Zustand.
An	Zustand der EtherCAT State Machine: OP = normaler Betriebszustand; Mailbox- und Prozessdatenkommunikation ist möglich		
Send	grün	blinkt	Bei jedem Aufleuchten wird ein DALI Telegramm versendet.
+24 V Power	grün	aus	Keine 24 V _{DC} Spannungsversorgung an Kontakt 1 und 5
		an	24 V _{DC} Spannungsversorgung an Kontakt 1 und 5 okay
Input 1	grün	aus	Der digitale Eingang „Input 1“ ist ausgeschaltet.
		an	Der digitale Eingang „Input 1“ ist eingeschaltet oder war aktiv und ist noch nicht quittiert worden.
Error	rot	an	Keine 24 V _{DC} Spannungsversorgung an Kontakt 1 und 5 oder Hardwarefehler
Receive	grün	blinkt	Bei jedem Aufleuchten wurde ein DALI Telegramm empfangen.
DALI Power	grün	aus	Die integrierte DALI Stromversorgung ist ausgeschaltet.
		an	Die Klemme versorgt den DALI Bus mit Spannung.
Input 2	grün	aus	Der digitale Eingang „Input 2“ ist ausgeschaltet.
		an	Der digitale Eingang „Input 2“ ist eingeschaltet oder war aktiv und ist noch nicht quittiert worden.

Der Status der LEDs kann auch über das CoE-Objekt 0xF915 ausgelesen werden (siehe Kapitel [EL6821 – Geräte-Diagnosefunktionen \[► 115\]](#)).

5 Konfiguration mit TwinCAT

5.1 TwinCAT Entwicklungsumgebung

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

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

Details:

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

Zusätzlich bietet:

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

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

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

5.1.1 Installation der TwinCAT Realtime-Treiber

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

Dies kann auf mehreren Wegen vorgenommen werden.

A: Über den TwinCAT Adapter-Dialog

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



Abb. 29: Aufruf im System Manager (TwinCAT 2)

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

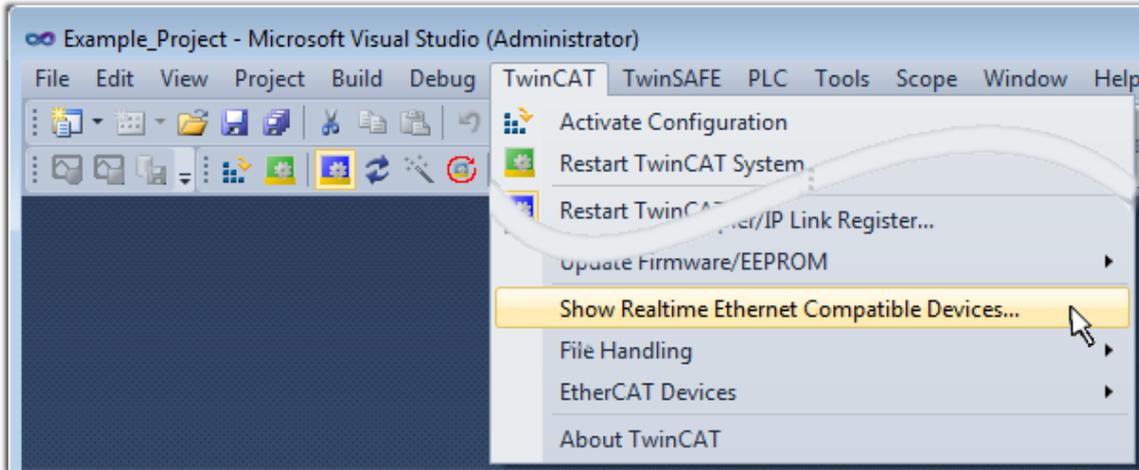


Abb. 30: Aufruf in VS Shell (TwinCAT 3)

B: Über TcRtelInstall.exe im TwinCAT-Verzeichnis

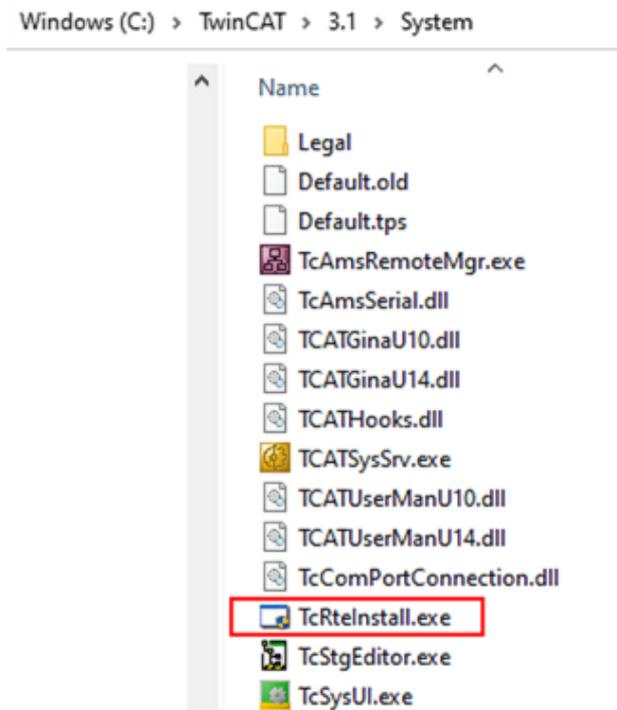


Abb. 31: TcRtelInstall.exe im TwinCAT-Verzeichnis

In beiden Fällen erscheint der folgende Dialog:

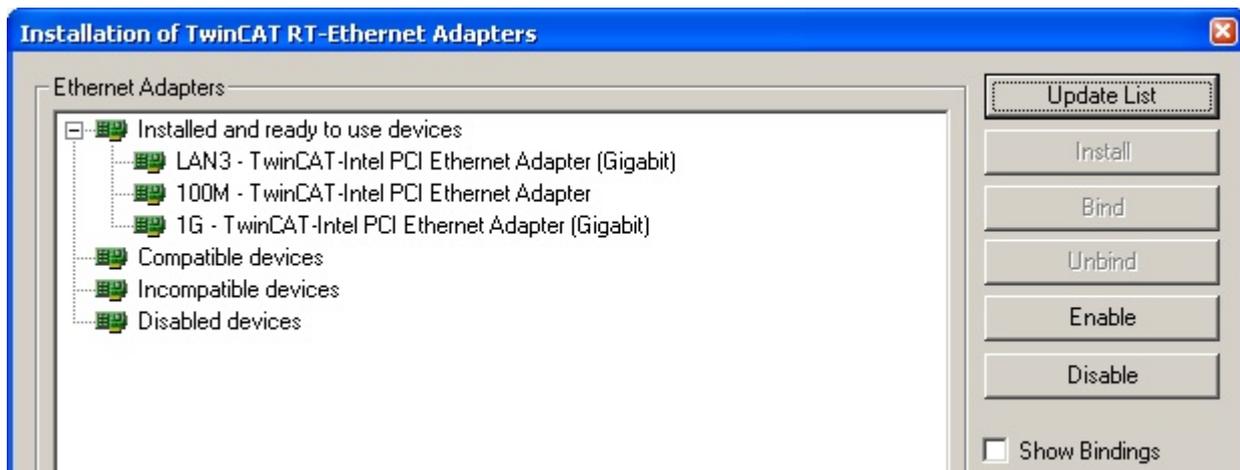


Abb. 32: Übersicht Netzwerkschnittstellen

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

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

Alternativ kann auch wie im Kapitel *Offline Konfigurationserstellung, Abschnitt „Anlegen des Geräts EtherCAT“* [► 69] beschrieben, zunächst ein EtherCAT-Gerät eingetragen werden, um dann über dessen Eigenschaften (Karteireiter „Adapter“, Button „Kompatible Geräte...“) die kompatiblen Ethernet Ports einzusehen:

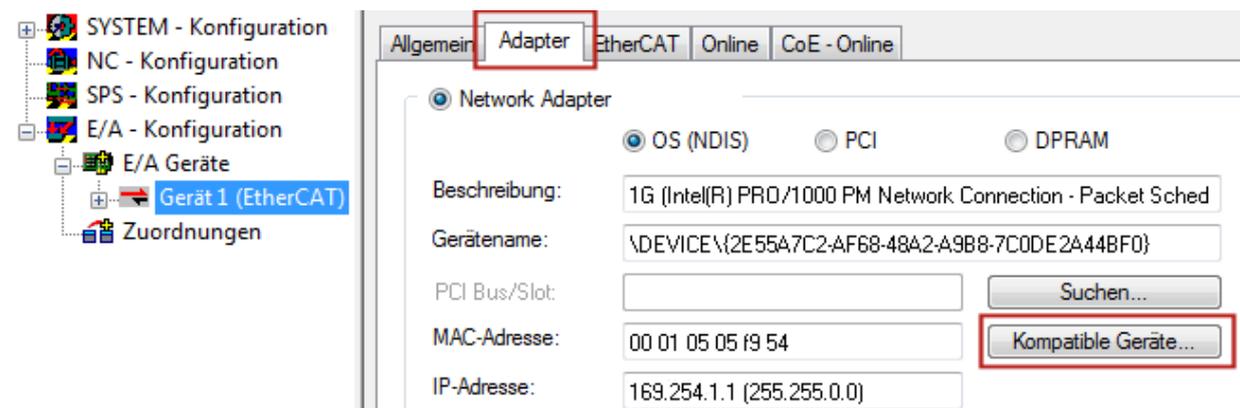
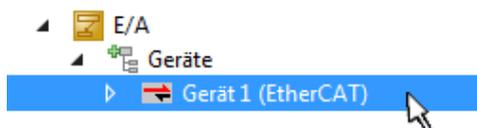


Abb. 33: Eigenschaft von EtherCAT-Gerät (TwinCAT 2): Klick auf „Kompatible Geräte...“ von „Adapter“

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



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

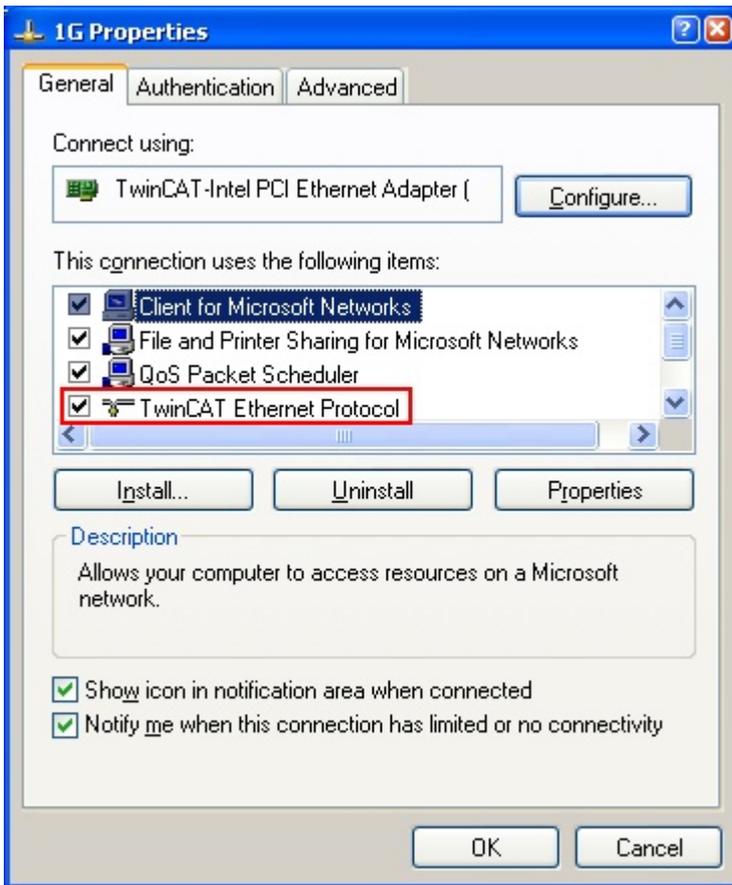


Abb. 34: Windows-Eigenschaften der Netzwerkschnittstelle

Eine korrekte Einstellung des Treibers könnte wie folgt aussehen:

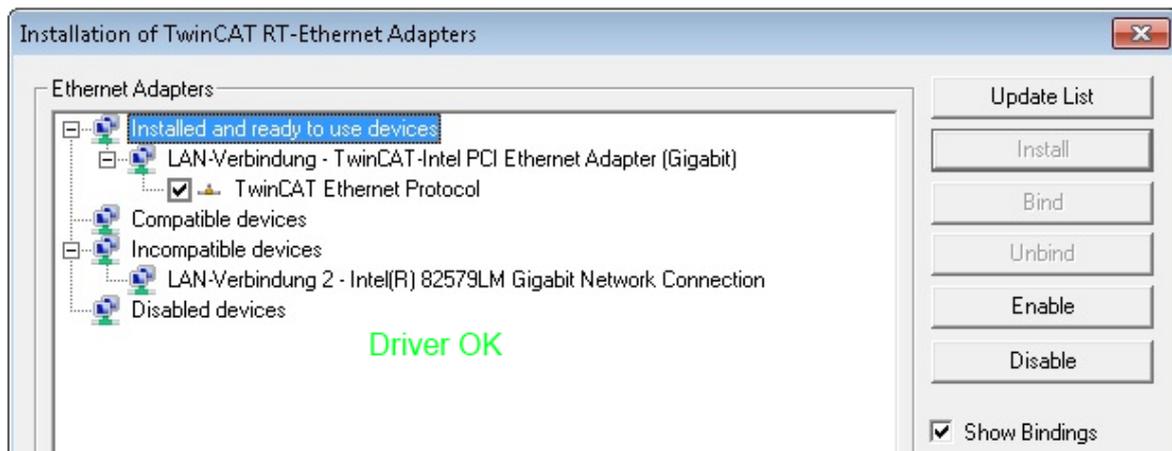


Abb. 35: Beispielhafte korrekte Treiber-Einstellung des Ethernet Ports

Andere mögliche Einstellungen sind zu vermeiden:

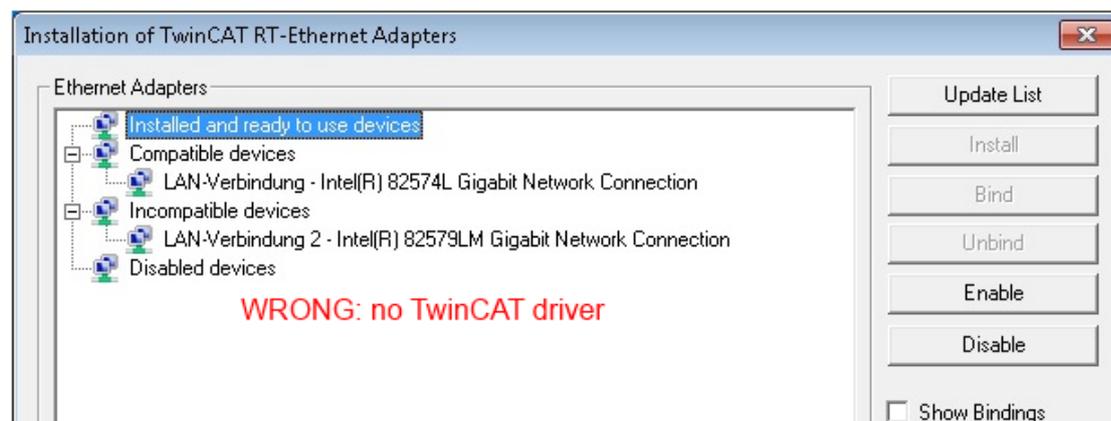
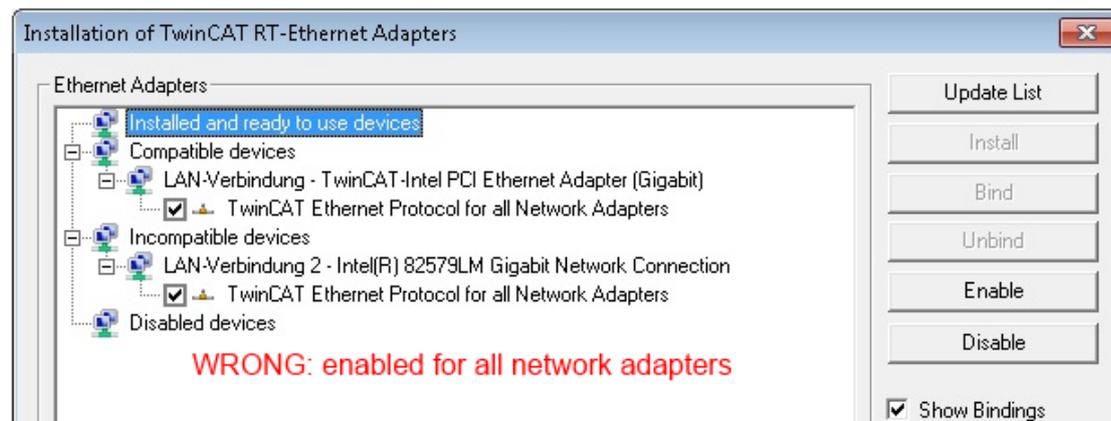
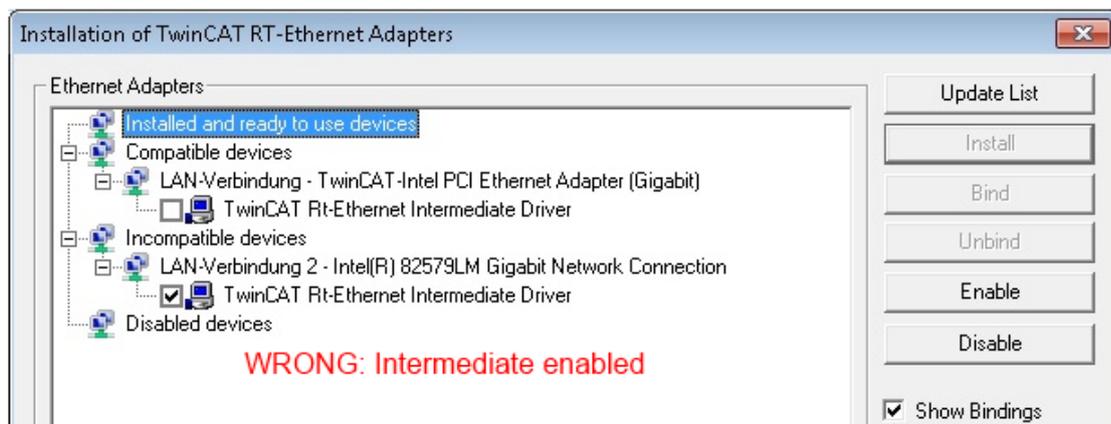
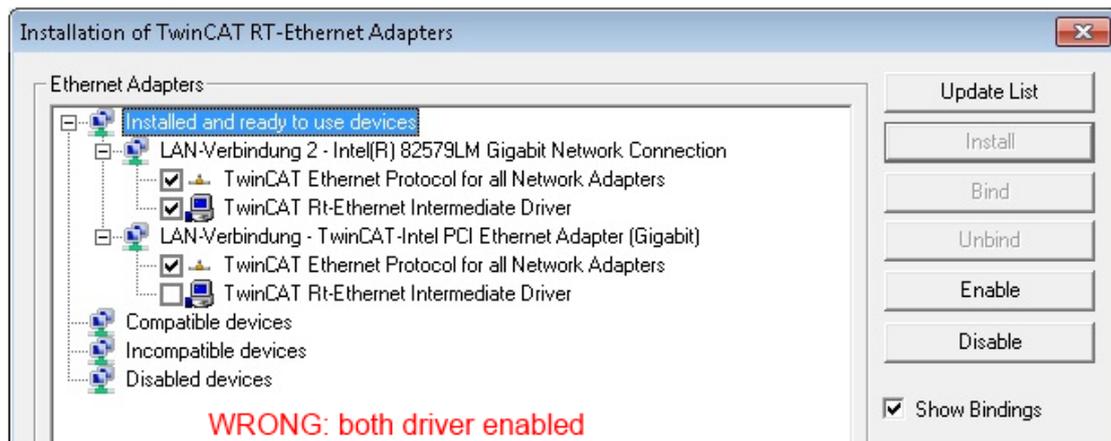


Abb. 36: Fehlerhafte Treiber-Einstellungen des Ethernet Ports

IP-Adresse des verwendeten Ports

● IP-Adresse/DHCP

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

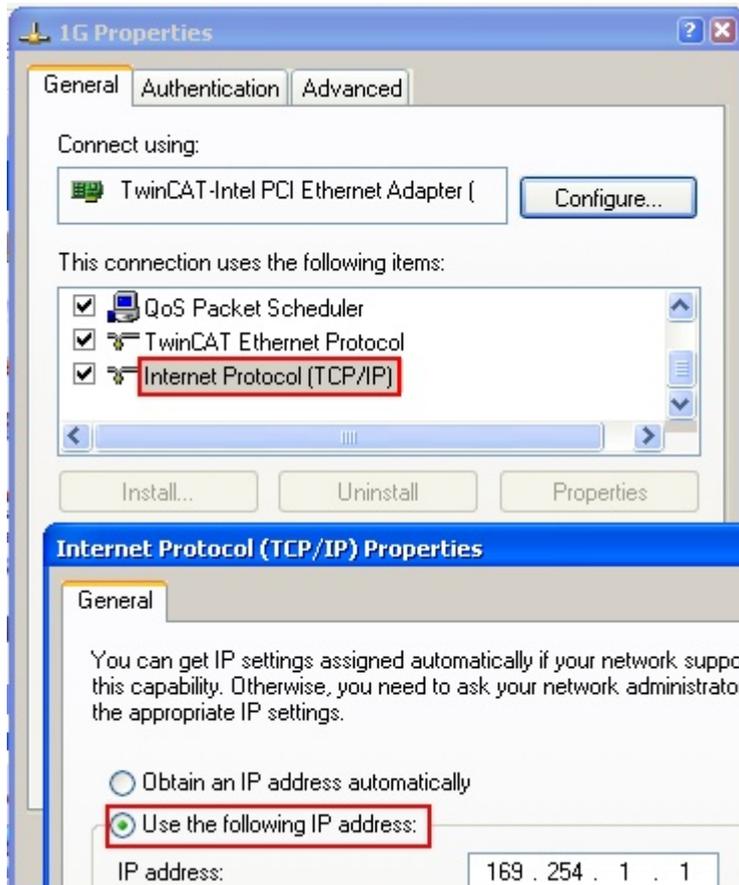


Abb. 37: TCP/IP-Einstellung des Ethernet Ports

5.1.2 Hinweise zur ESI-Gerätebeschreibung

Installation der neuesten ESI-Device-Description

Der TwinCAT EtherCAT-Master/System Manager benötigt zur Konfigurationserstellung im Online- und Offline-Modus die Gerätebeschreibungsdateien der zu verwendenden 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 \[► 68\]](#) 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“

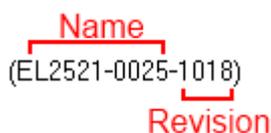


Abb. 38: Gerätebezeichnung: Struktur

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.

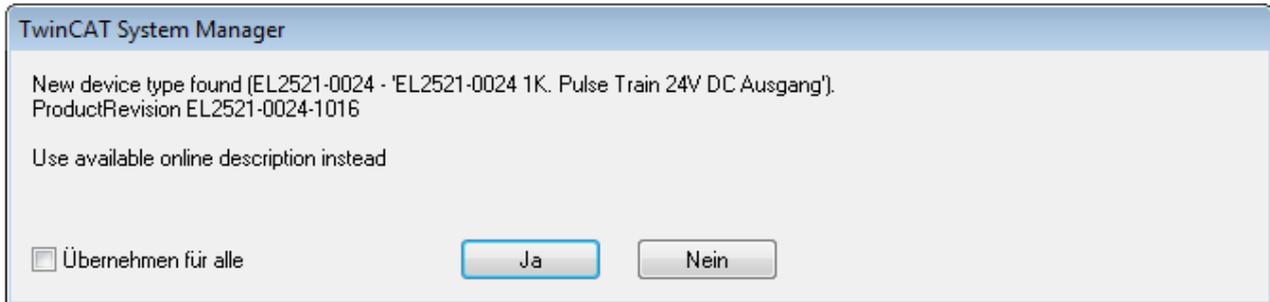


Abb. 39: Hinweisfenster OnlineDescription (TwinCAT 2)

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

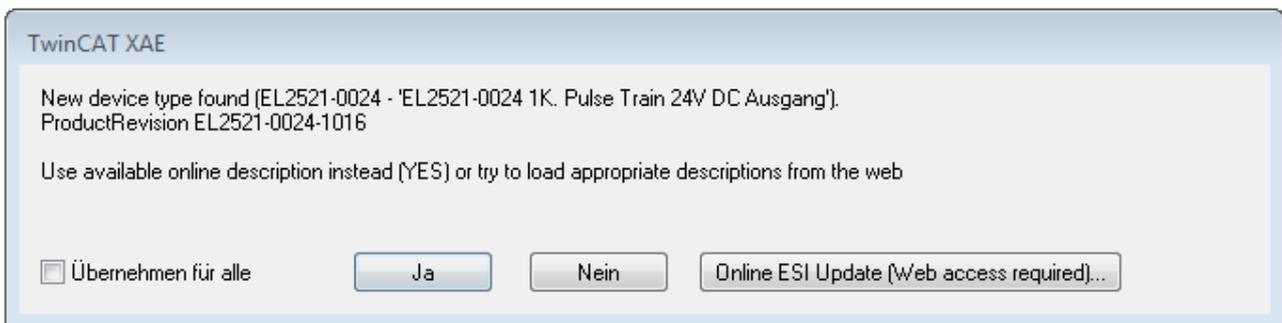


Abb. 40: Hinweisfenster OnlineDescription (TwinCAT 3)

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 [▶ 69]“.

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

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

OnlineDescriptionCache000000002.xml

Abb. 41: 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. 42: 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.

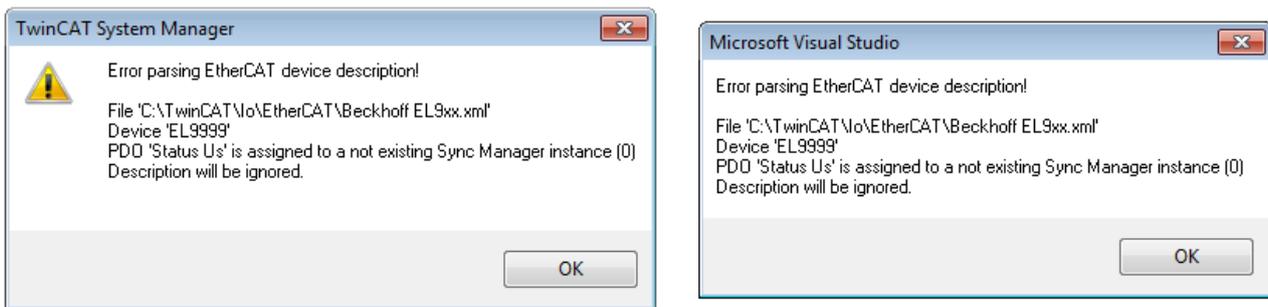


Abb. 43: Hinweisfenster fehlerhafte ESI-Datei (links: TwinCAT 2; rechts: TwinCAT 3)

Ursachen dafür können sein

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

5.1.3 TwinCAT ESI Updater

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



Abb. 44: Anwendung des ESI Updater (>=TwinCAT 2.11)

Der Aufruf erfolgt unter:

„Options“ → „Update EtherCAT Device Descriptions“.

Auswahl bei TwinCAT 3:

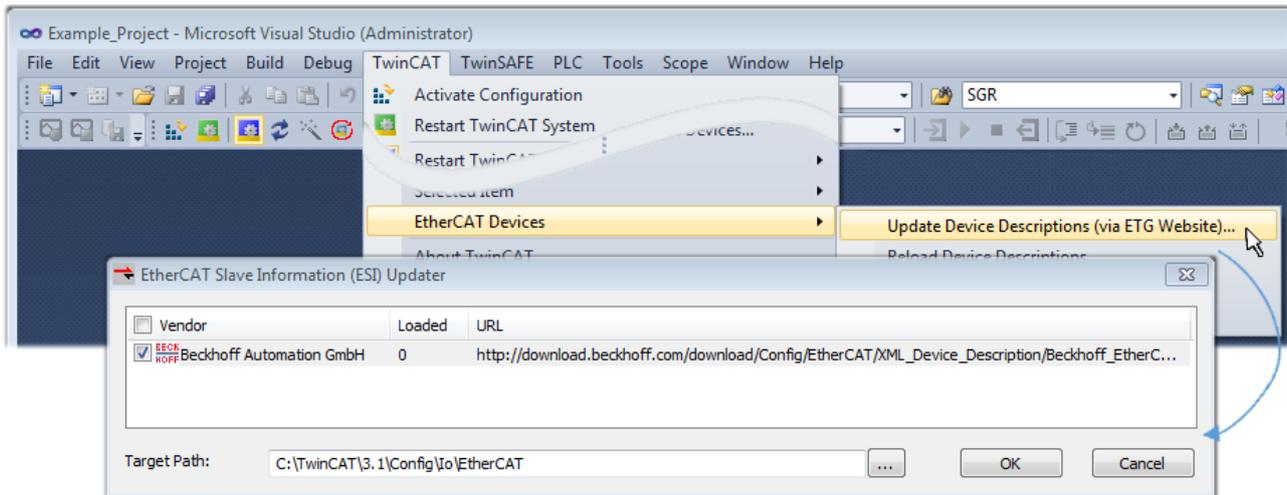


Abb. 45: Anwendung des ESI Updater (TwinCAT 3)

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

Der Aufruf erfolgt unter:

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

5.1.4 Unterscheidung Online / Offline

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

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

In jedem Fall prüft der EtherCAT-Master bei jedem realen Hochlauf, ob die vorgefundenen Slaves der Konfiguration entsprechen. Dieser Test kann in den erweiterten Slave-Einstellungen parametrisiert werden. Siehe hierzu den [Hinweis „Installation der neuesten ESI-XML-Device-Description“](#) [▶ 64].

Zur Konfigurationserstellung

- muss die reale EtherCAT-Hardware (Geräte, Koppler, Antriebe) vorliegen und installiert sein.
- müssen die Geräte/Module über EtherCAT-Kabel bzw. im Klemmenstrang so verbunden sein wie sie später eingesetzt werden sollen.

- müssen die Geräte/Module mit Energie versorgt werden und kommunikationsbereit sein.
- muss TwinCAT auf dem Zielsystem im CONFIG-Modus sein.

Der Online-Scan-Vorgang setzt sich zusammen aus:

- Erkennen des EtherCAT-Gerätes [▶ 74] (Ethernet-Port am IPC)
- Erkennen der angeschlossenen EtherCAT-Teilnehmer [▶ 75]. Dieser Schritt kann auch unabhängig vom vorangehenden durchgeführt werden.
- Problembehandlung [▶ 78]

Auch kann der Scan bei bestehender Konfiguration [▶ 79] zum Vergleich durchgeführt werden.

5.1.5 OFFLINE Konfigurationserstellung

Anlegen des Geräts EtherCAT

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

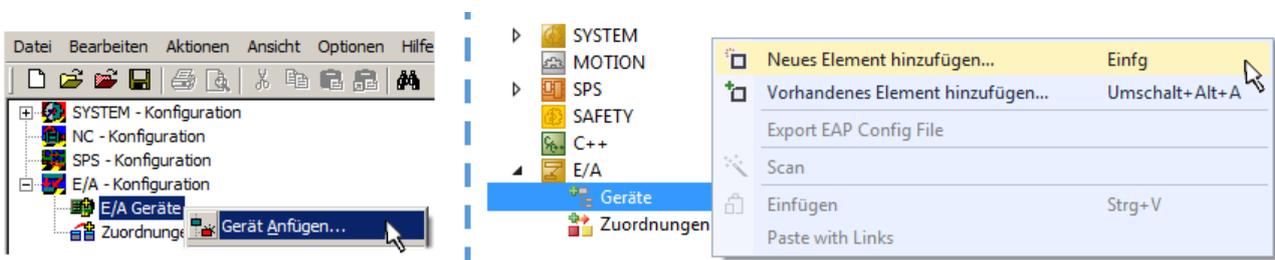


Abb. 46: Anfügen eines EtherCAT Device: links TwinCAT 2; rechts TwinCAT 3

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

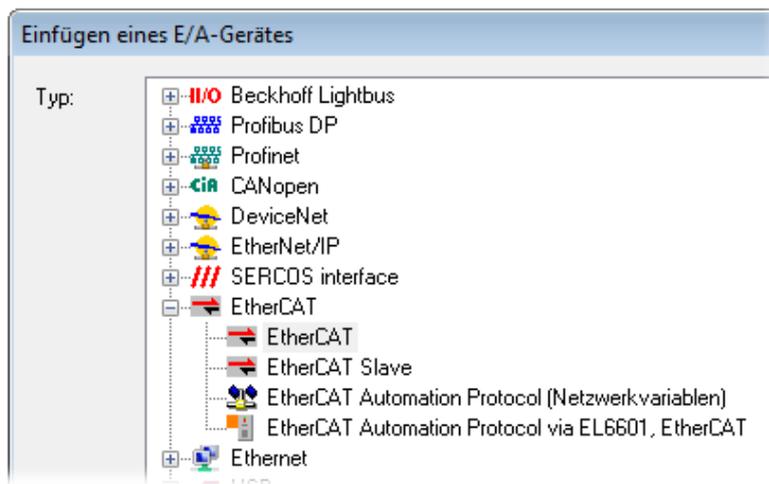


Abb. 47: Auswahl EtherCAT Anschluss (TwinCAT 2.11, TwinCAT 3)

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

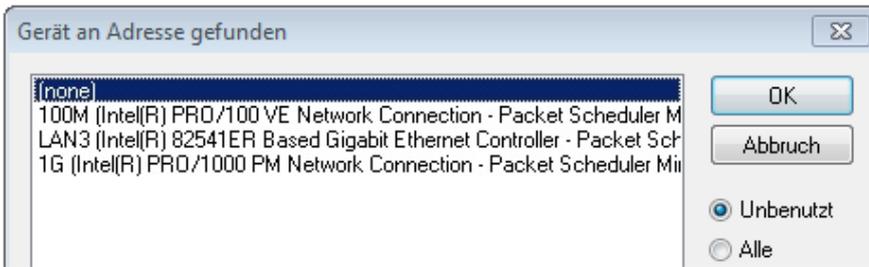


Abb. 48: Auswahl Ethernet Port

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

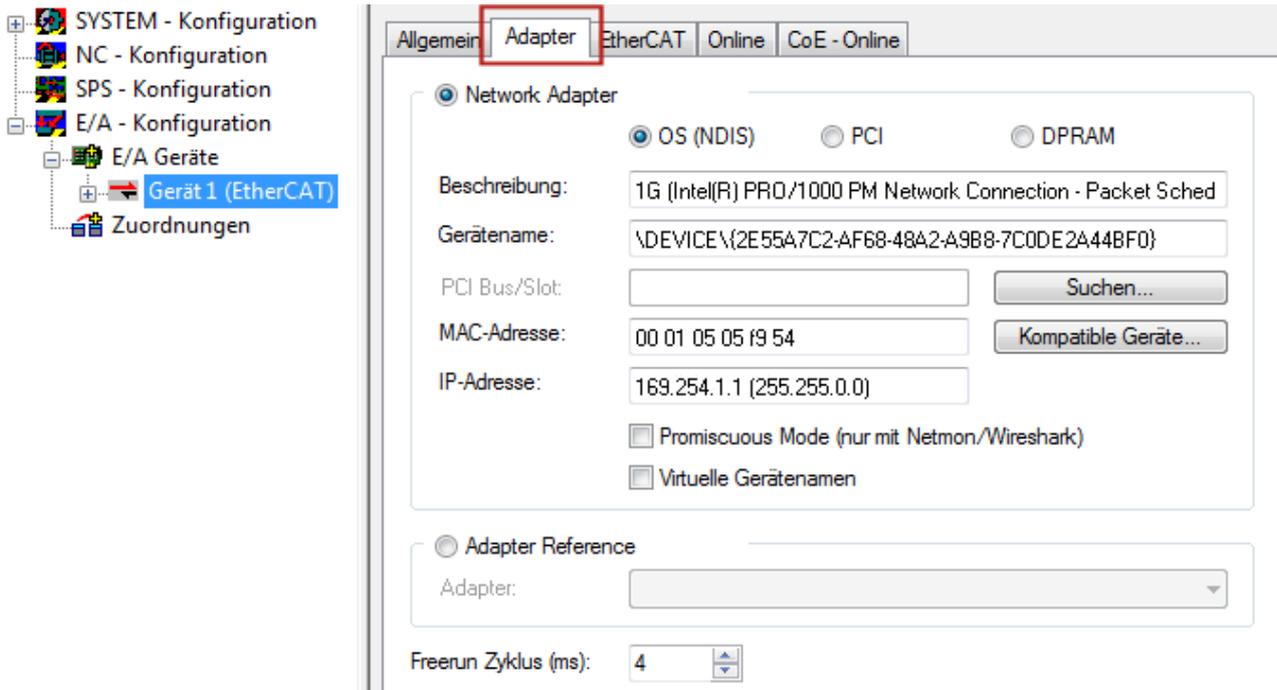
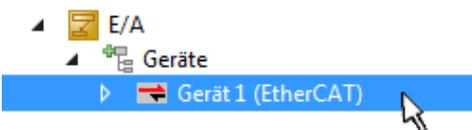


Abb. 49: Eigenschaften EtherCAT-Gerät (TwinCAT 2)

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



i Auswahl des Ethernet-Ports

Es können nur Ethernet-Ports für ein EtherCAT-Gerät ausgewählt werden, für die der TwinCAT-Realtime-Treiber installiert ist. Dies muss für jeden Port getrennt vorgenommen werden. Siehe dazu die entsprechende [Installationsseite](#) [► 58](#)].

Definieren von EtherCAT-Slaves

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

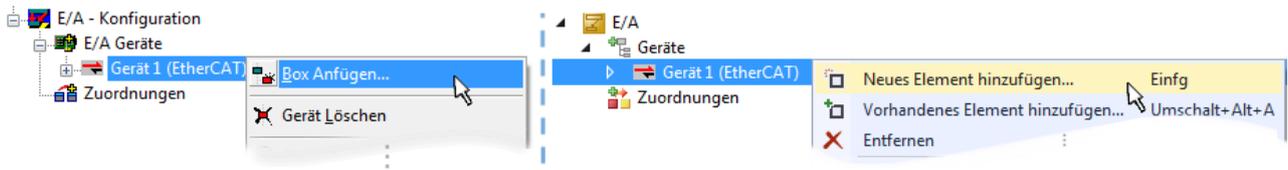


Abb. 50: Anfügen von EtherCAT-Geräten (links: TwinCAT 2; rechts: TwinCAT 3)

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

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

Übersicht Übertragungsphysik

- „Ethernet“: Kabelgebunden 100BASE-TX: Koppler, Box-Module, Geräte mit RJ45/M8/M12-Anschluss
- „E-Bus“: LVDS „Klemmenbus“, EtherCAT-Steckmodule (EJ), EtherCAT-Klemmen (EL/ES), diverse anreihbare Module

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

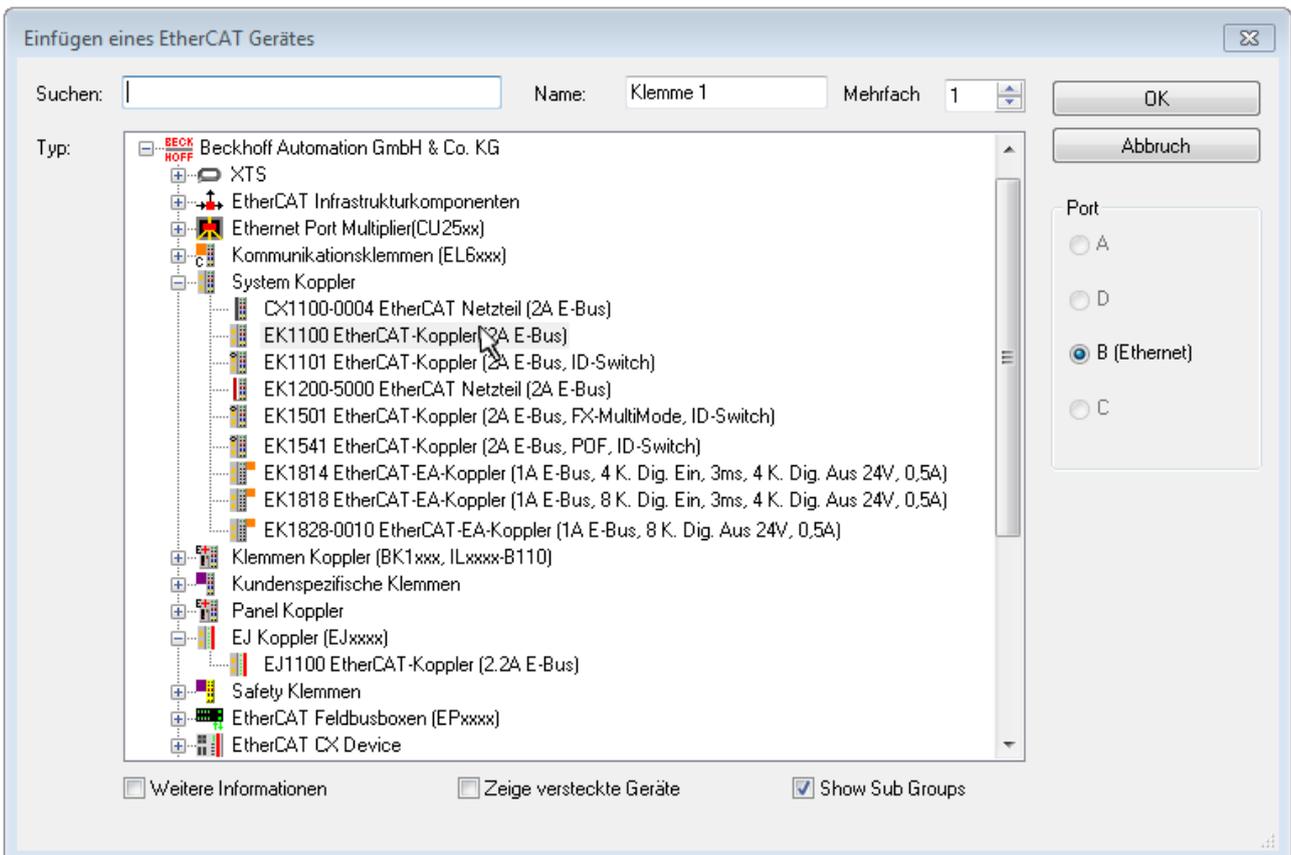


Abb. 51: Auswahldialog neues EtherCAT-Gerät

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

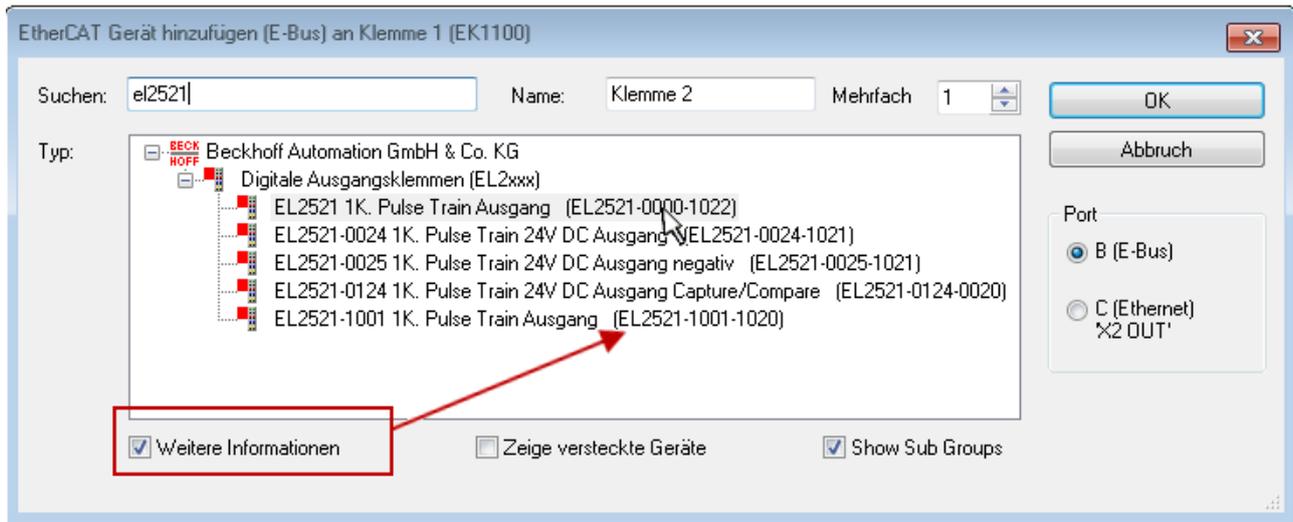


Abb. 52: Anzeige Geräte-Revision

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

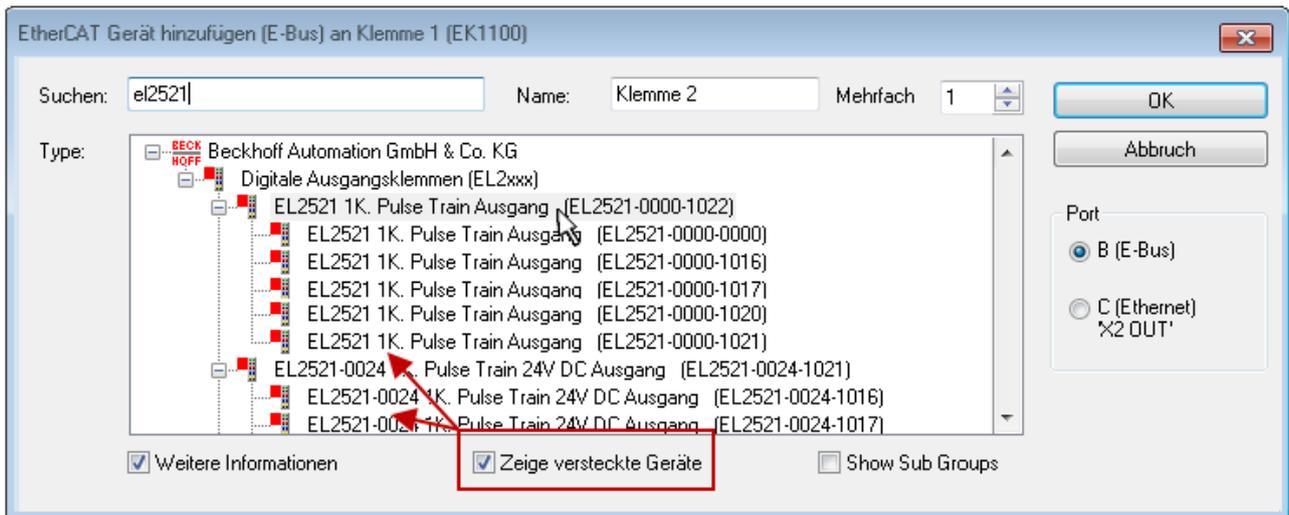


Abb. 53: Anzeige vorhergehender Revisionen

● Geräte-Auswahl nach Revision, Kompatibilität

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

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

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

Beispiel

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

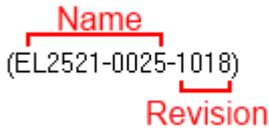


Abb. 54: Name/Revision Klemme

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

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

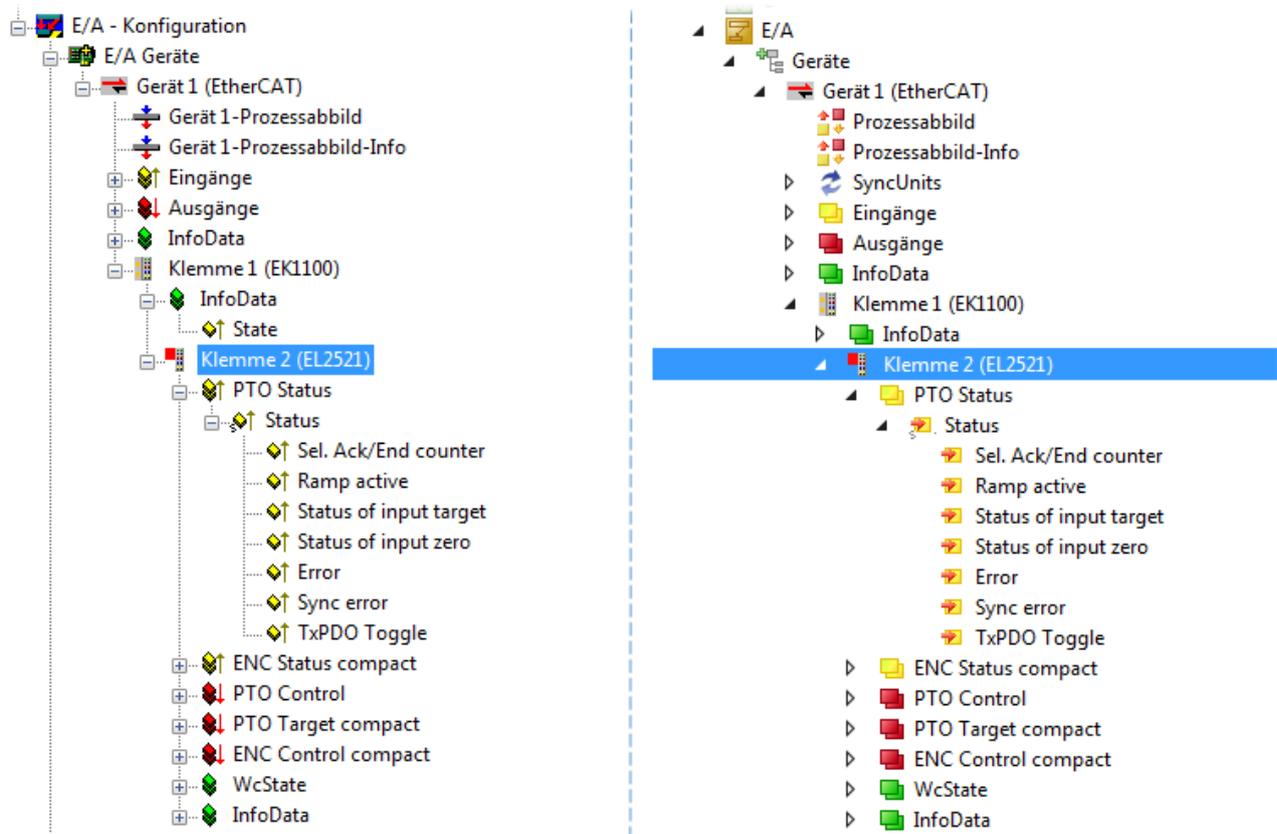


Abb. 55: EtherCAT Klemme im TwinCAT-Baum (links: TwinCAT 2; rechts: TwinCAT 3)

5.1.6 ONLINE Konfigurationserstellung

Erkennen / Scan des Geräts EtherCAT

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

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

TwinCAT lässt sich in diesem Modus versetzen:

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

● Online Scannen im Config Mode

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

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



Abb. 56: Unterscheidung Lokalsystem/ Zielsystem (links: TwinCAT 2; rechts: TwinCAT 3)

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

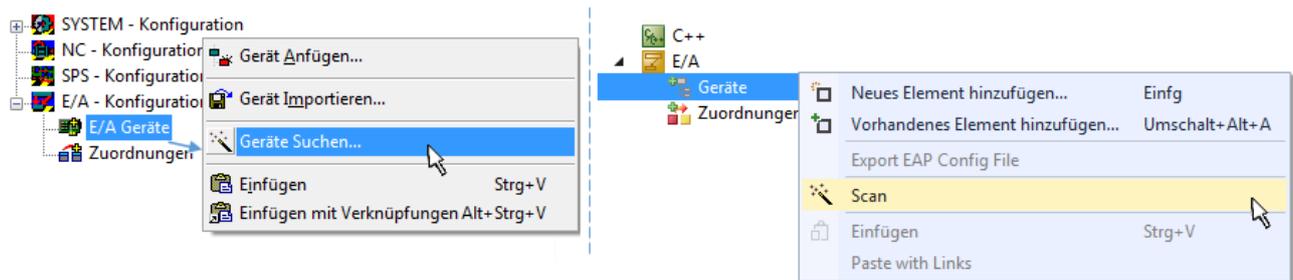


Abb. 57: Scan Devices (links: TwinCAT 2; rechts: TwinCAT 3)

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

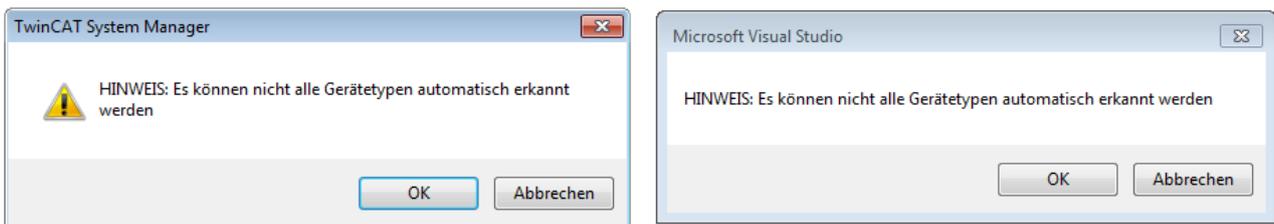


Abb. 58: Hinweis automatischer GeräteScan (links: TwinCAT 2; rechts: TwinCAT 3)

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

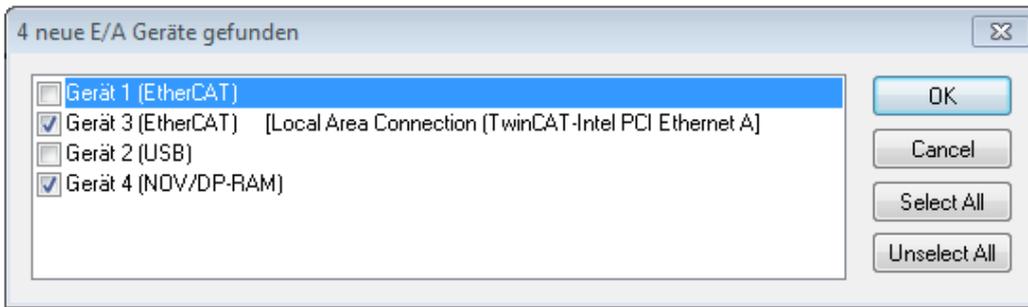


Abb. 59: Erkannte Ethernet-Geräte

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

● Auswahl des Ethernet-Ports

I Es können nur Ethernet-Ports für ein EtherCAT-Gerät ausgewählt werden, für die der TwinCAT-Realtime-Treiber installiert ist. Dies muss für jeden Port getrennt vorgenommen werden. Siehe dazu die entsprechende [Installationsseite](#) [► 58].

Erkennen/Scan der EtherCAT Teilnehmer

● Funktionsweise Online Scan

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

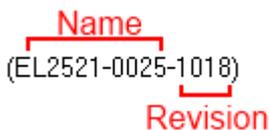


Abb. 60: Beispiel Default-Zustand

HINWEIS

Slave-Scan in der Praxis im Serienmaschinenbau

Die Scan-Funktion sollte mit Bedacht angewendet werden. Sie ist ein praktisches und schnelles Werkzeug, um für eine Inbetriebnahme eine Erst-Konfiguration als Arbeitsgrundlage zu erzeugen. Im Serienmaschinebau bzw. bei Reproduktion der Anlage sollte die Funktion aber nicht mehr zur Konfigurationserstellung verwendet werden sondern ggf. zum [Vergleich](#) [► 79] mit der festgelegten Erst-Konfiguration.

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

Beispiel

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

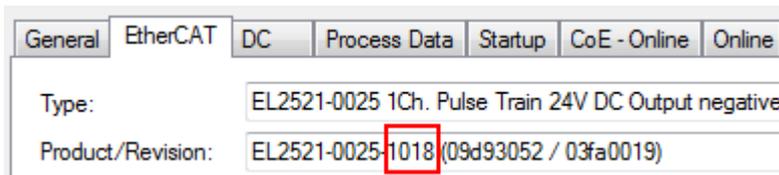


Abb. 61: Einbau EtherCAT-Klemme mit Revision -1018

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

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

Nach einiger Zeit erweitert Beckhoff die EL2521-0025 um ein neues Feature C. Deshalb wird die FW geändert, nach außen hin kenntlich durch einen höheren FW-Stand **und eine neue Revision -1019**. Trotzdem unterstützt das neue Gerät natürlich Funktionen und Schnittstellen der Vorgängerversion(en), eine Anpassung von „B.tsm“ oder gar „B.pro“ ist somit nicht nötig. Die Serienmaschinen können weiterhin mit „B.tsm“ und „B.pro“ gebaut werden, zur Kontrolle der aufgebauten Maschine ist ein vergleichender Scan [► 79] gegen die Erstkonfiguration „B.tsm“ sinnvoll.

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

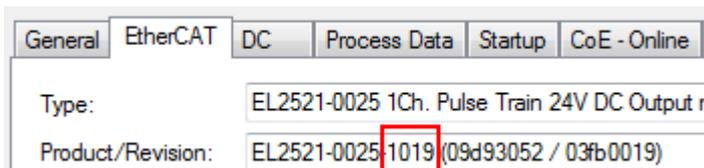


Abb. 62: Erkennen EtherCAT-Klemme mit Revision -1019

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

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

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

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



Abb. 63: Scan-Abfrage nach automatischem Anlegen eines EtherCAT-Gerätes (links: TC2; rechts TC3)

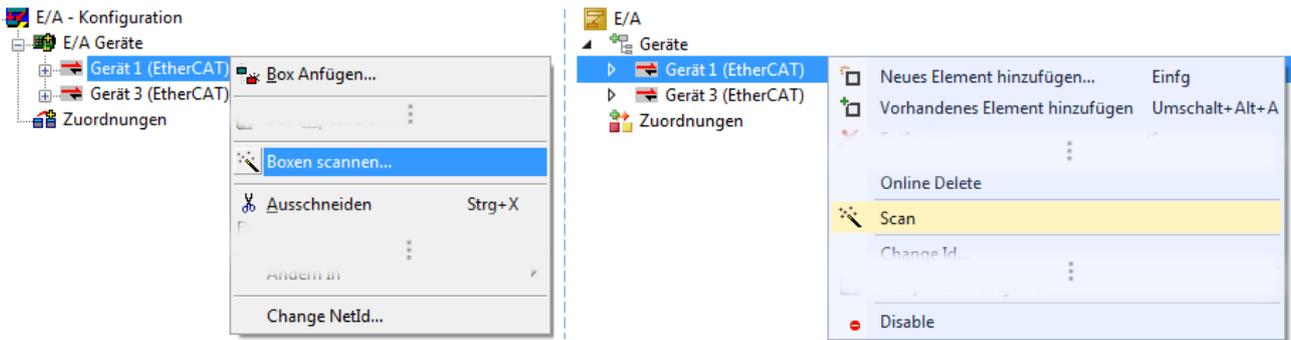


Abb. 64: Manuelles Scannen nach Teilnehmern auf festgelegtem EtherCAT Device (links: TC2; rechts TC3)

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



Abb. 65: Scanfortschritt am Beispiel von TwinCAT 2

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



Abb. 66: Abfrage Config/FreeRun (links: TC2; rechts TC3)

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



Abb. 67: Anzeige des Wechsels zwischen „Free Run“ und „Config Mode“ unten rechts in der Statusleiste



Abb. 68: TwinCAT kann auch über einen Button in diesen Zustand versetzt werden (links: TC2; rechts TC3)

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

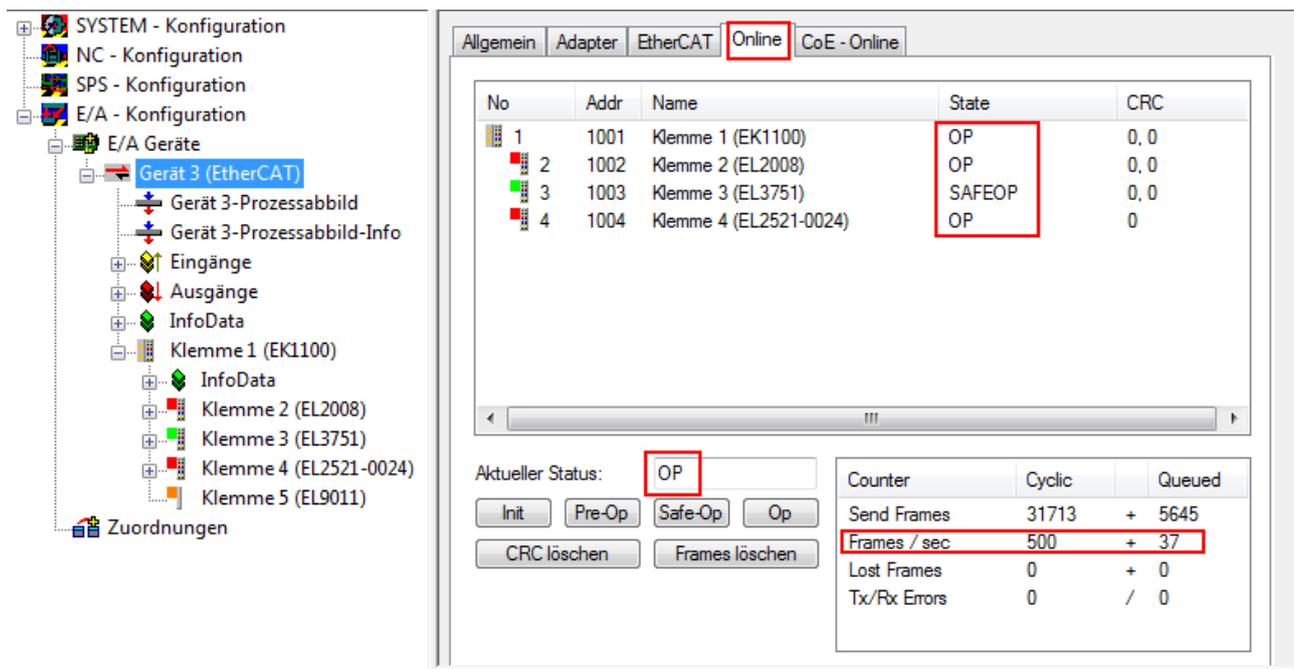


Abb. 69: Beispielhafte Online-Anzeige

Zu beachten sind

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

Die Konfiguration ist nun fertig gestellt. Sie kann auch wie im [manuellen Vorgang \[▶ 69\]](#) beschrieben verändert werden.

Problembehandlung

Beim Scannen können verschiedene Effekte auftreten.

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

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

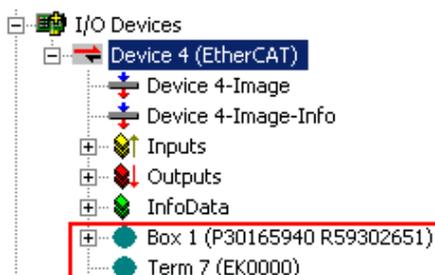


Abb. 70: Fehlerhafte Erkennung

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

Scan über bestehender Konfiguration

HINWEIS

Veränderung der Konfiguration nach Vergleich

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

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



Abb. 71: Identische Konfiguration (links: TwinCAT 2; rechts TwinCAT 3)

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

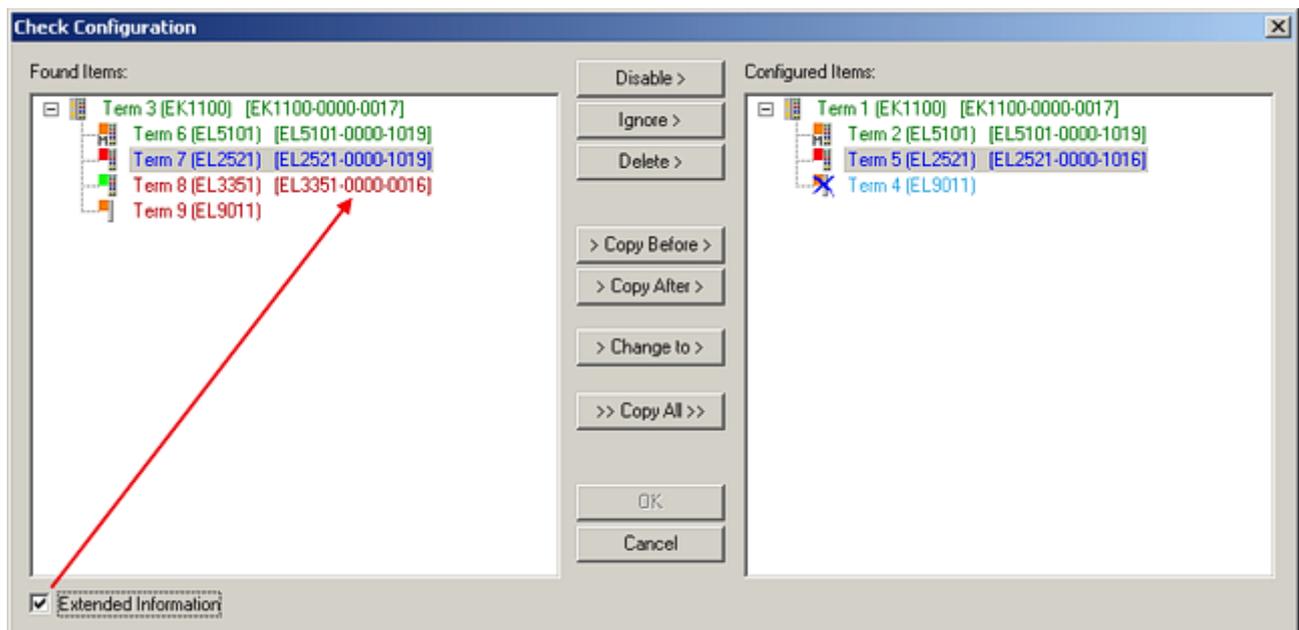


Abb. 72: Korrekturdialog

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

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

i Geräte-Auswahl nach Revision, Kompatibilität

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

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

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

Beispiel

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

Name

(EL2521-0025-1018)

Revision

Abb. 73: Name/Revision Klemme

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

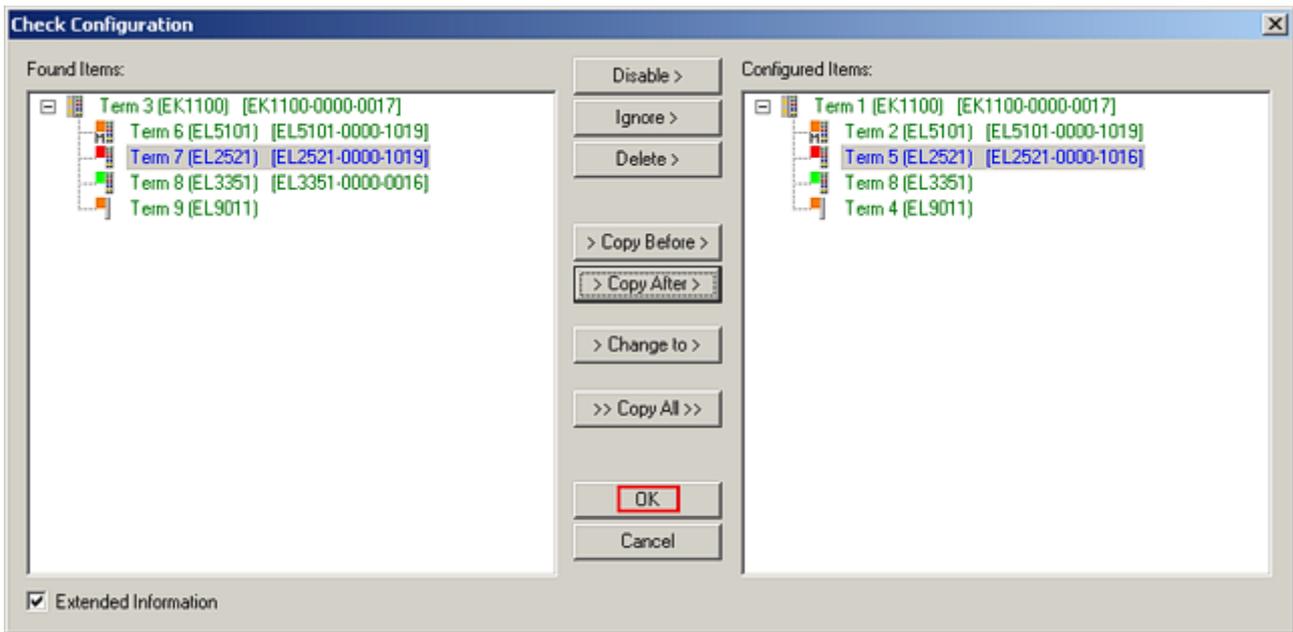


Abb. 74: Korrekturdialog mit Änderungen

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

Change to Compatible Type

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

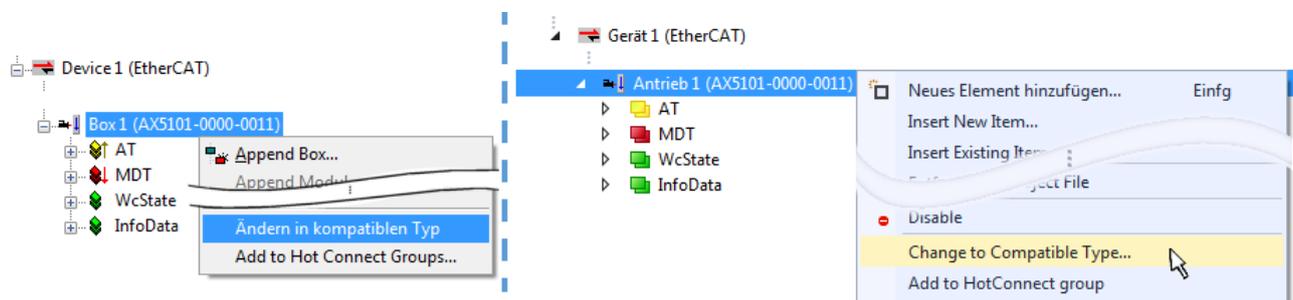


Abb. 75: Dialog „Change to Compatible Type...“ (links: TwinCAT 2; rechts TwinCAT 3)

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

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

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

Change to Alternative Type

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

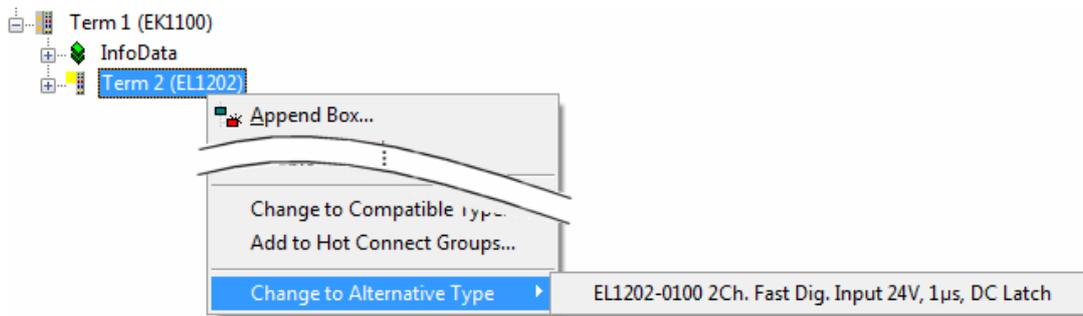


Abb. 76: TwinCAT 2 Dialog Change to Alternative Type

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

5.1.7 EtherCAT-Teilnehmerkonfiguration

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



Abb. 77: „Baumzweig“ Element als Klemme EL3751

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

Karteireiter „Allgemein“

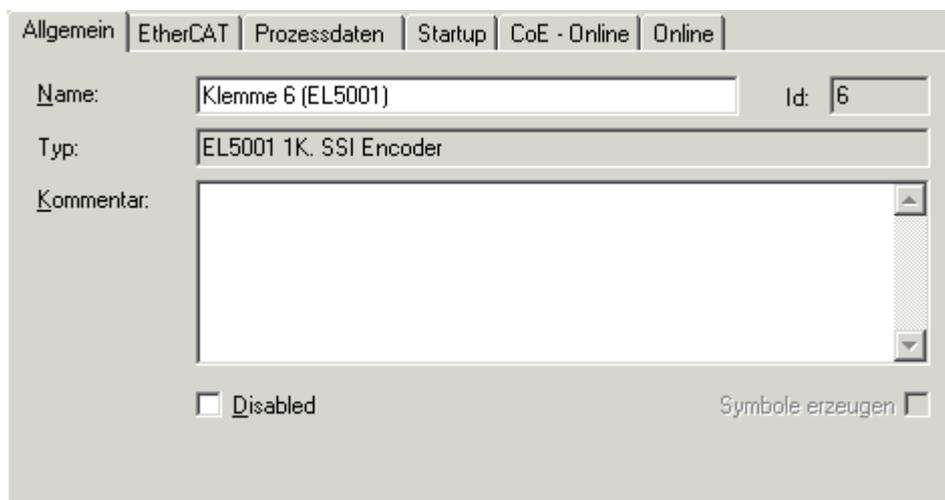


Abb. 78: Karteireiter „Allgemein“

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

Karteireiter „EtherCAT“



Abb. 79: Karteireiter „EtherCAT“

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

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

Karteireiter „Prozessdaten“

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

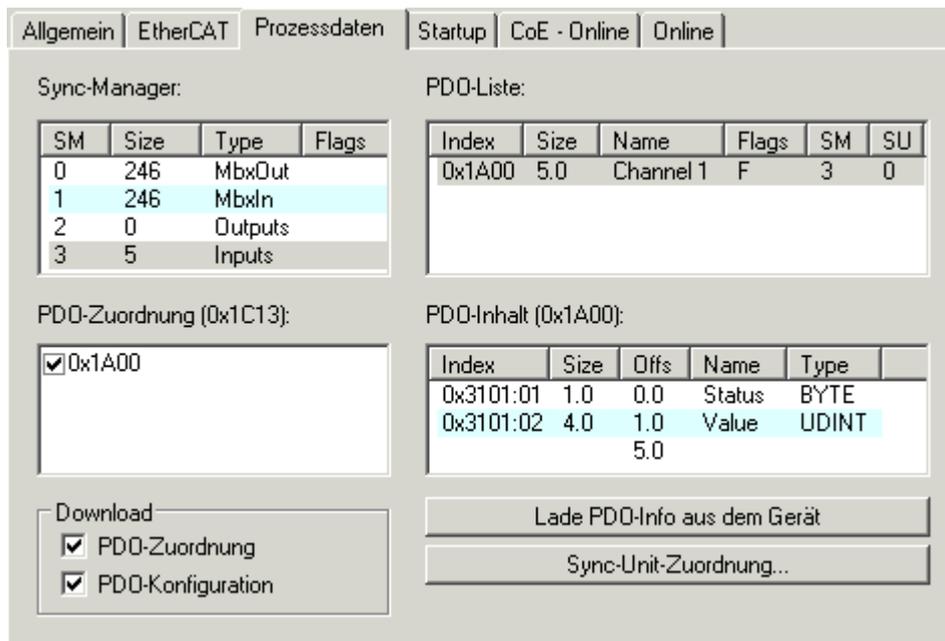


Abb. 80: Karteireiter „Prozessdaten“

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

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

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

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

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

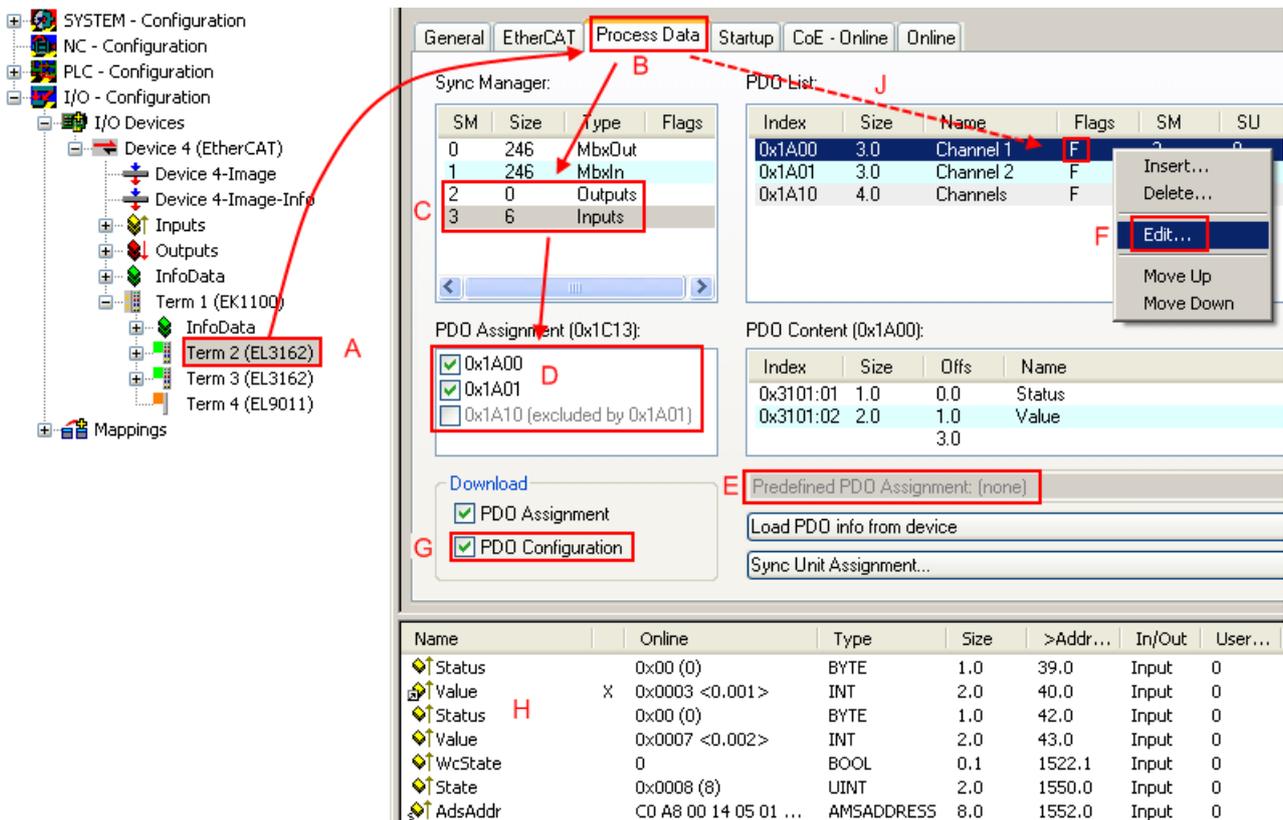


Abb. 81: Konfigurieren der Prozessdaten

i Manuelle Veränderung der Prozessdaten

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

Eine detaillierte Beschreibung [► 90] befindet sich am Ende dieses Kapitels.

Karteireiter „Startup“

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

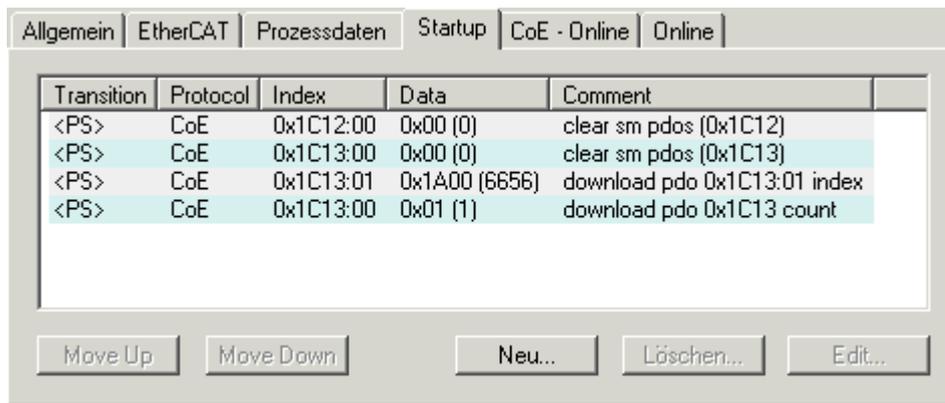


Abb. 82: Karteireiter „Startup“

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

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

Karteireiter „CoE - Online“

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

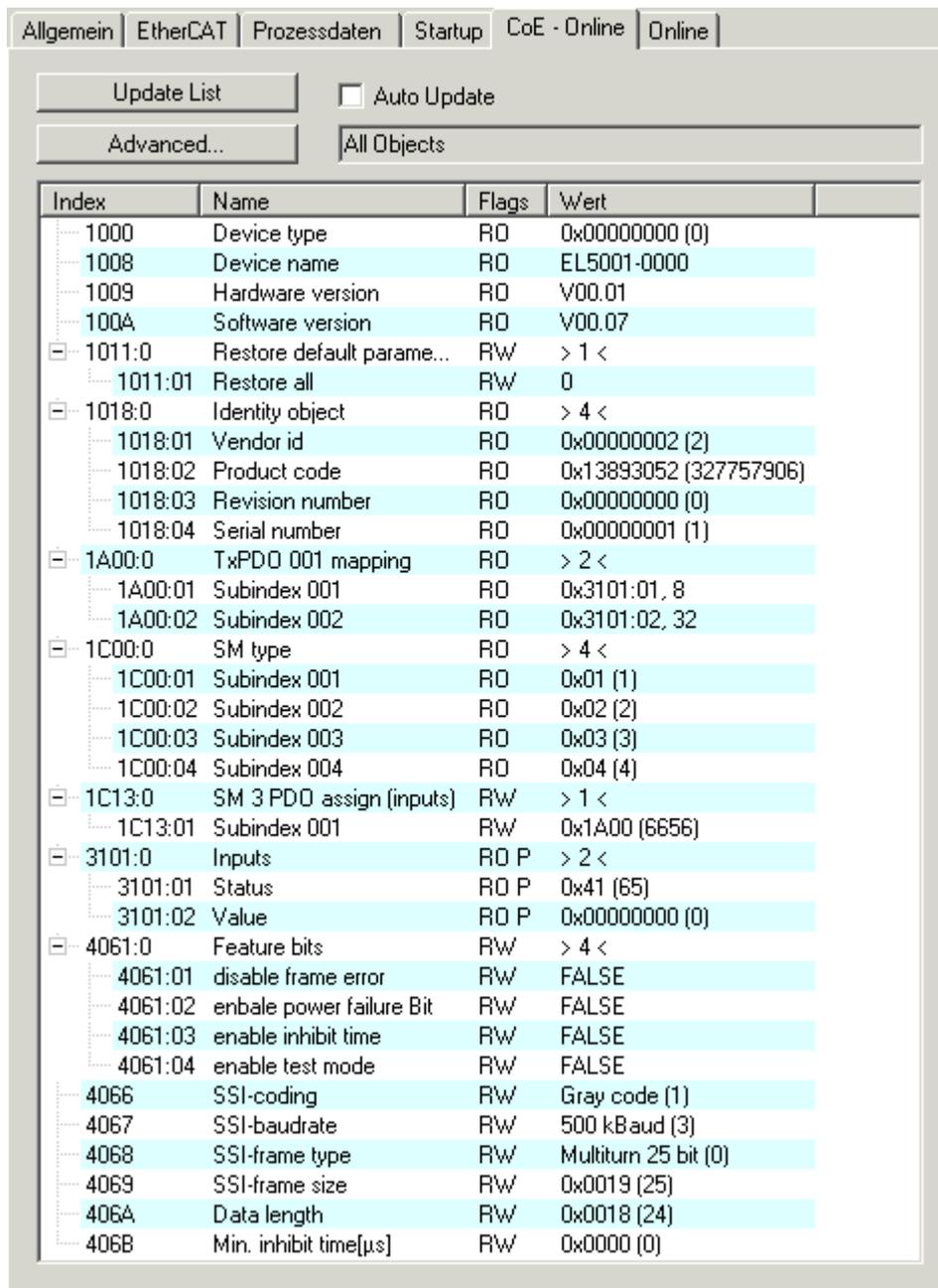


Abb. 83: Karteireiter „CoE - Online“

Darstellung der Objekt-Liste

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

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

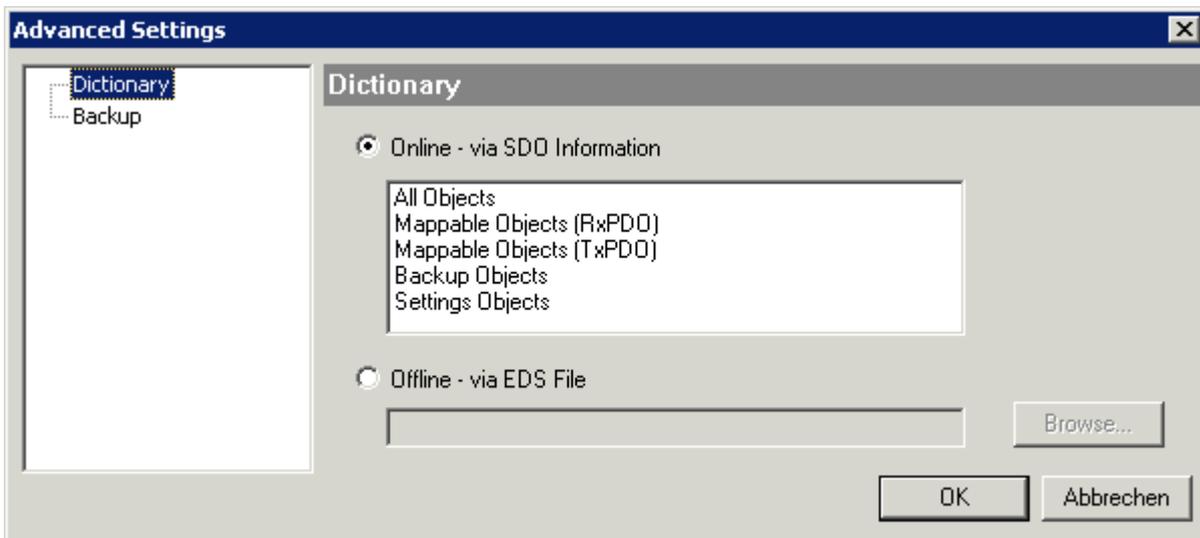


Abb. 84: Dialog „Advanced settings“

- Online - über SDO-Information** Wenn dieses Optionsfeld angewählt ist, wird die Liste der im Objektverzeichnis des Slaves enthaltenen Objekte über SDO-Information aus dem Slave hochgeladen. In der untenstehenden Liste können Sie festlegen welche Objekt-Typen hochgeladen werden sollen.
- Offline - über EDS-Datei** Wenn dieses Optionsfeld angewählt ist, wird die Liste der im Objektverzeichnis enthaltenen Objekte aus einer EDS-Datei gelesen, die der Anwender bereitstellt.

Karteireiter „Online“

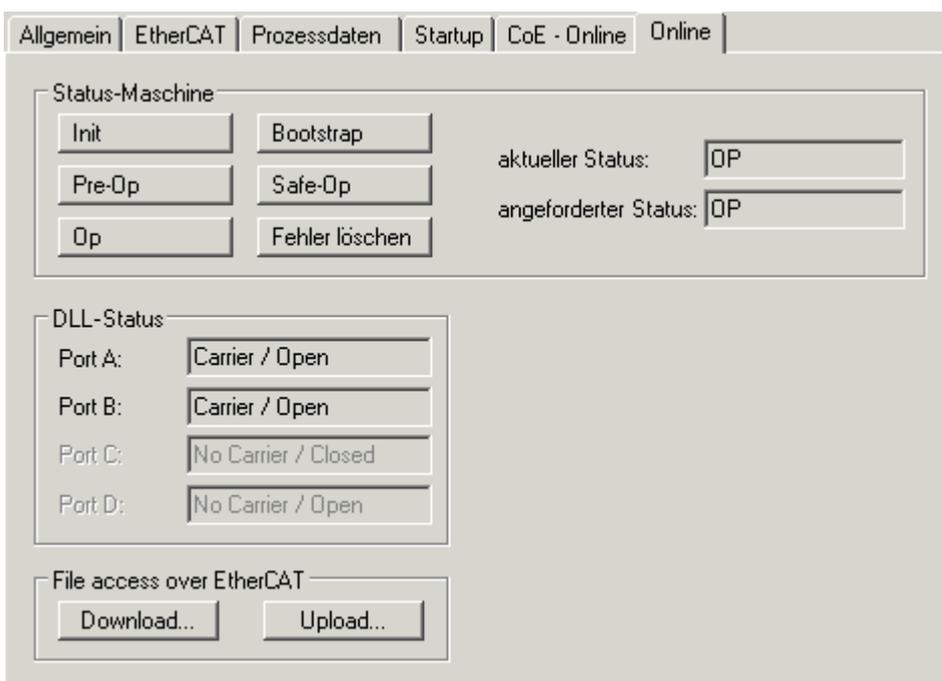


Abb. 85: Karteireiter „Online“

Status Maschine

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

DLL-Status

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

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

File Access over EtherCAT

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

Karteireiter „DC“ (Distributed Clocks)



Abb. 86: Karteireiter „DC“ (Distributed Clocks)

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

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

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

5.1.7.1 Detaillierte Beschreibung des Karteireiters „Prozessdaten“

Sync-Manager

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

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

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

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

PDO-Zuordnung

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

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

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

● Aktivierung der PDO-Zuordnung



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

- a) der EtherCAT-Slave einmal den Statusübergang PS (von Pre-Operational zu Safe-Operational) durchlaufen (siehe [Karteireiter Online \[► 88\]](#))
- b) der System-Manager die EtherCAT-Slaves neu laden

(Schaltfläche  bei TwinCAT 2 bzw.  bei TwinCAT 3)

PDO-Liste

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

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

PDO-Inhalt

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

Download

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

PDO-Zuordnung

Falls dieses Kontrollkästchen angewählt ist, wird die PDO-Zuordnung die in der PDO-Zuordnungsliste konfiguriert ist beim Startup zum Gerät herunter geladen. Die notwendigen, zum Gerät zu sendenden Kommandos können in auf dem Karteireiter [Startup \[► 85\]](#) betrachtet werden.

PDO-Konfiguration

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

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

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

5.1.8.1 Grundlagen

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

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

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

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

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

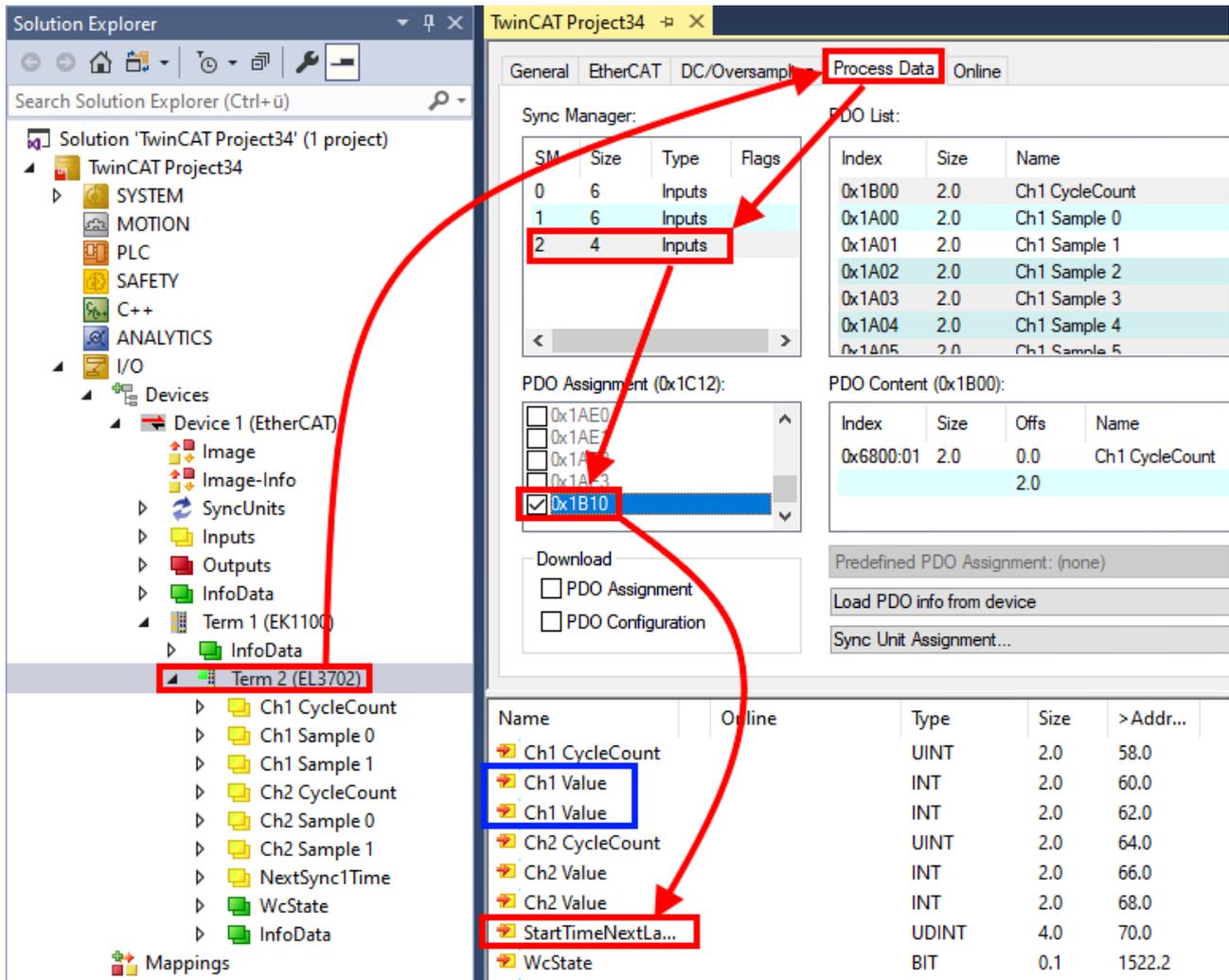
Nun kann der Bedarf entstehen, den veränderten Slave derartig in anderen Projekten wiederzuverwenden, ohne darin äquivalente Konfigurationsveränderungen an dem Slave nochmals vornehmen zu müssen. Um dies zu bewerkstelligen, ist wie folgt vorzugehen:

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

Dazu bietet TwinCAT zwei Methoden:

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

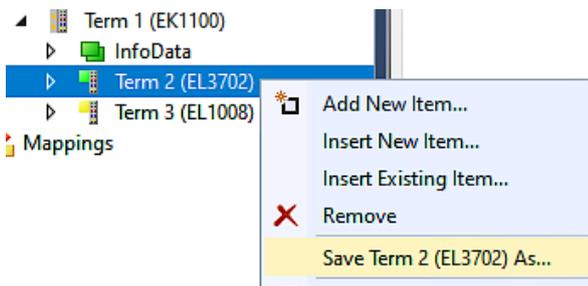
Zur Veranschaulichung im Folgenden ein Beispiel: eine EL3702-Klemme in Standard-Einstellung wird auf 2-fach Oversampling umgestellt (blau) und das optionale PDO „StartTimeNextLatch“ wahlweise hinzugefügt (rot):



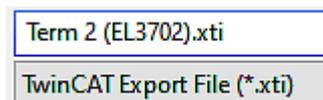
Die beiden genannten Methoden für den Export und Import der veränderten Klemme werden im Folgenden demonstriert.

5.1.8.2 Das Vorgehen innerhalb TwinCAT mit xti-Dateien

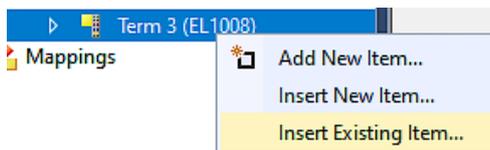
Jedes IO Gerät kann einzeln exportiert/abgespeichert werden:



Die xti-Datei kann abgelegt:



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



5.1.8.3 Das Vorgehen innerhalb und außerhalb TwinCAT mit sci-Datei

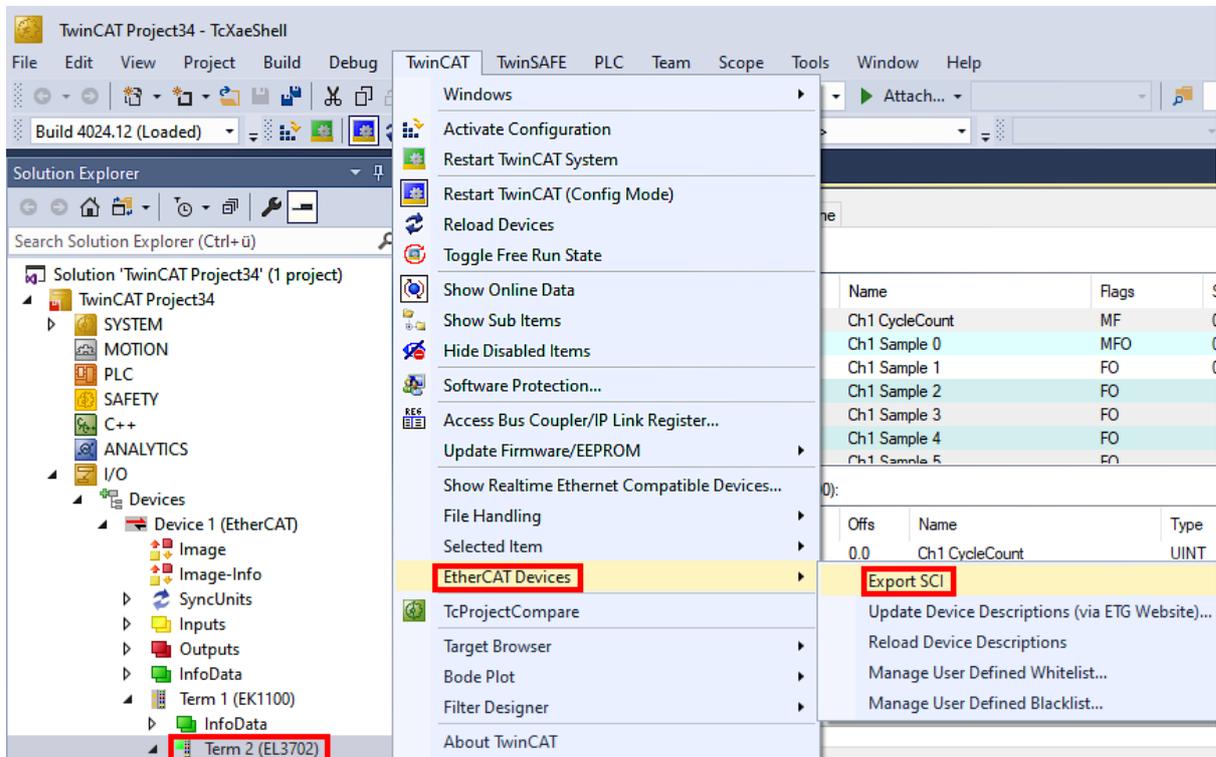
Hinweis Verfügbarkeit (2021/01)

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

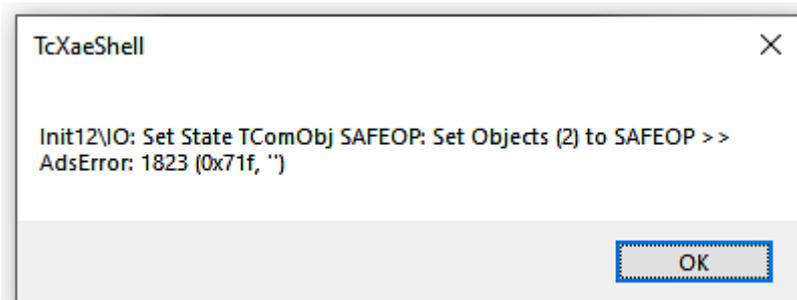
Die Slave Configuration Information (SCI) beschreibt eine bestimmte vollständige Konfiguration für einen EtherCAT-Slave (Klemme, Box, Antrieb...) basierend auf den Einstellungsmöglichkeiten der Gerätebeschreibungdatei (ESI, EtherCAT-Slave Information). Das heißt, sie umfasst PDO, CoE, Synchronisierung.

Export:

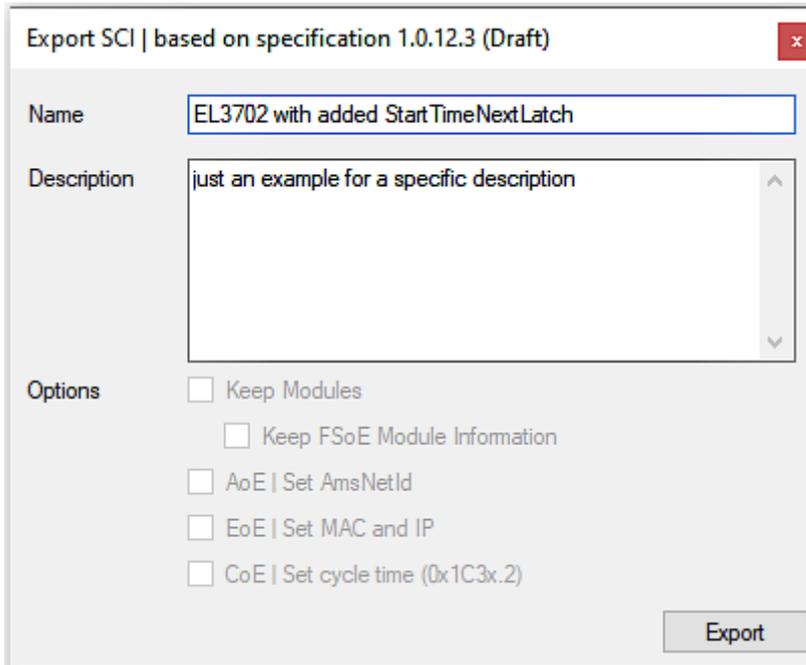
- einzelnes Gerät (auch Mehrfachauswahl möglich) über das Menü auswählen:
TwinCAT → EtherCAT Devices → Export SCI.



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



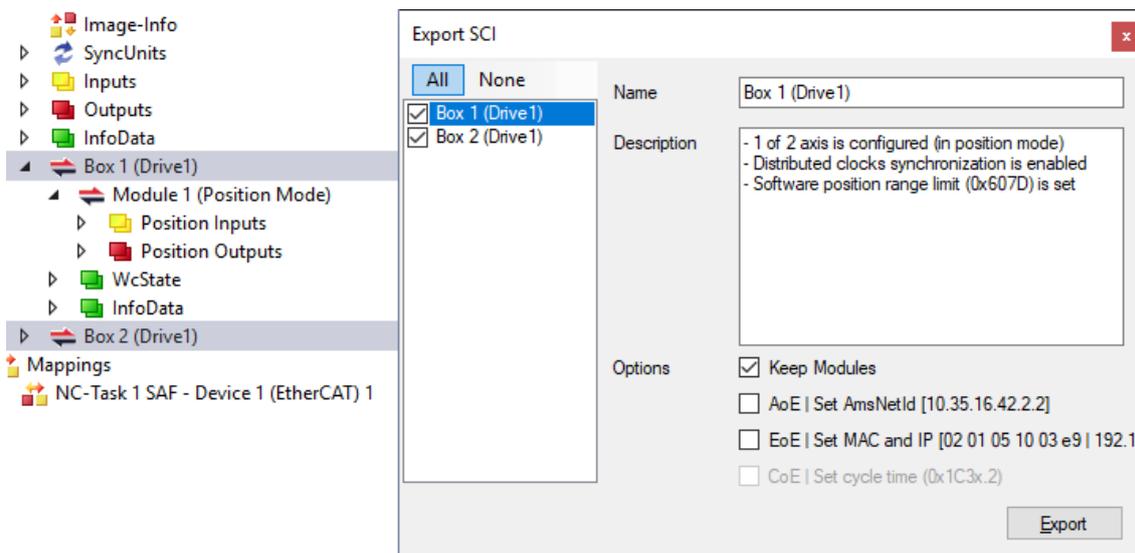
- Im Weiteren kann eine Beschreibung angegeben werden:



- Erläuterungen zum Dialogfenster:

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

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



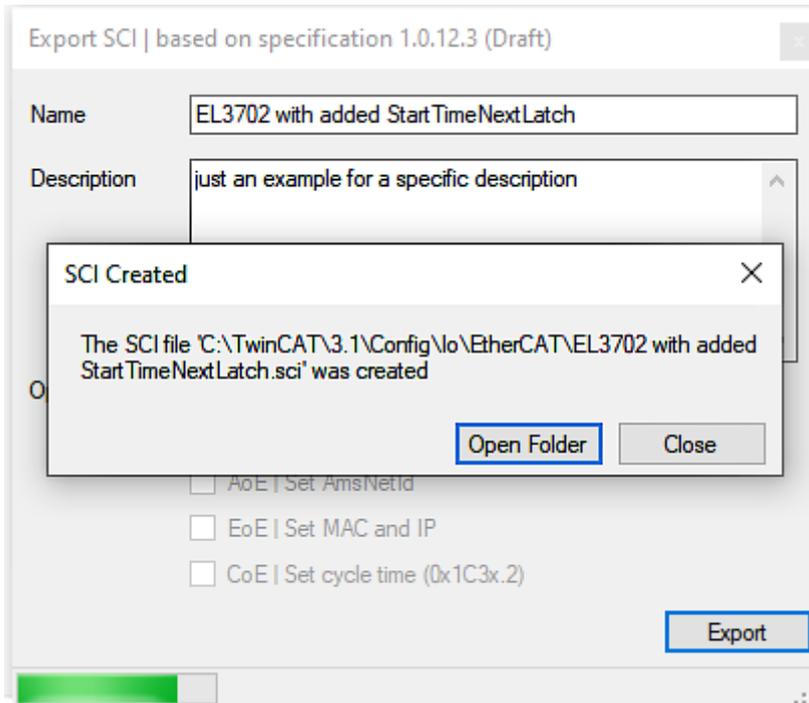
- Auswahl der zu exportierenden Slaves:

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

Dateiname:

Dateityp:

- Es erfolgt der Export:

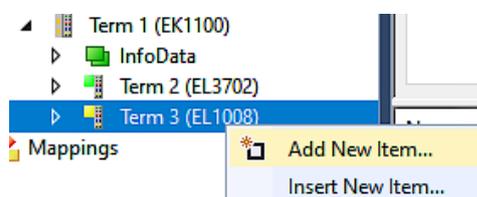


Import

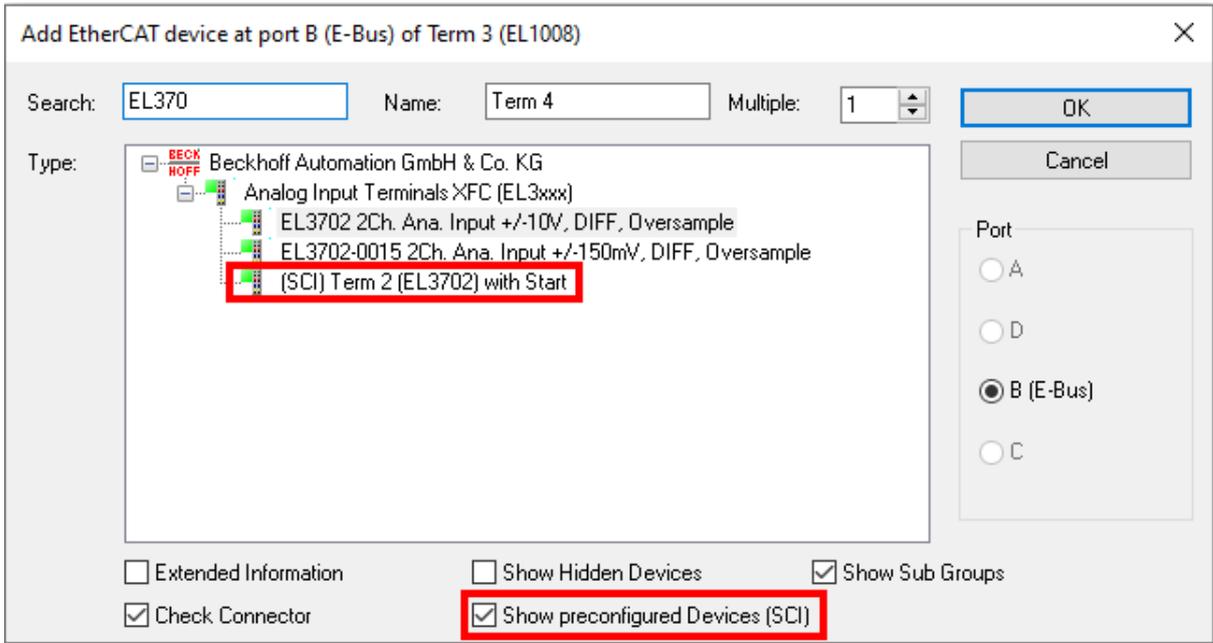
- Eine sci-Beschreibung kann wie jede normale Beckhoff-Gerätebeschreibung manuell in die TwinCAT-Konfiguration eingefügt werden.
- Die sci-Datei muss im TwinCAT-ESI-Pfad liegen, i.d.R. unter:
C:\TwinCAT\3.1\Config\Io\EtherCAT

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

- Öffnen des Auswahl-Dialogs:

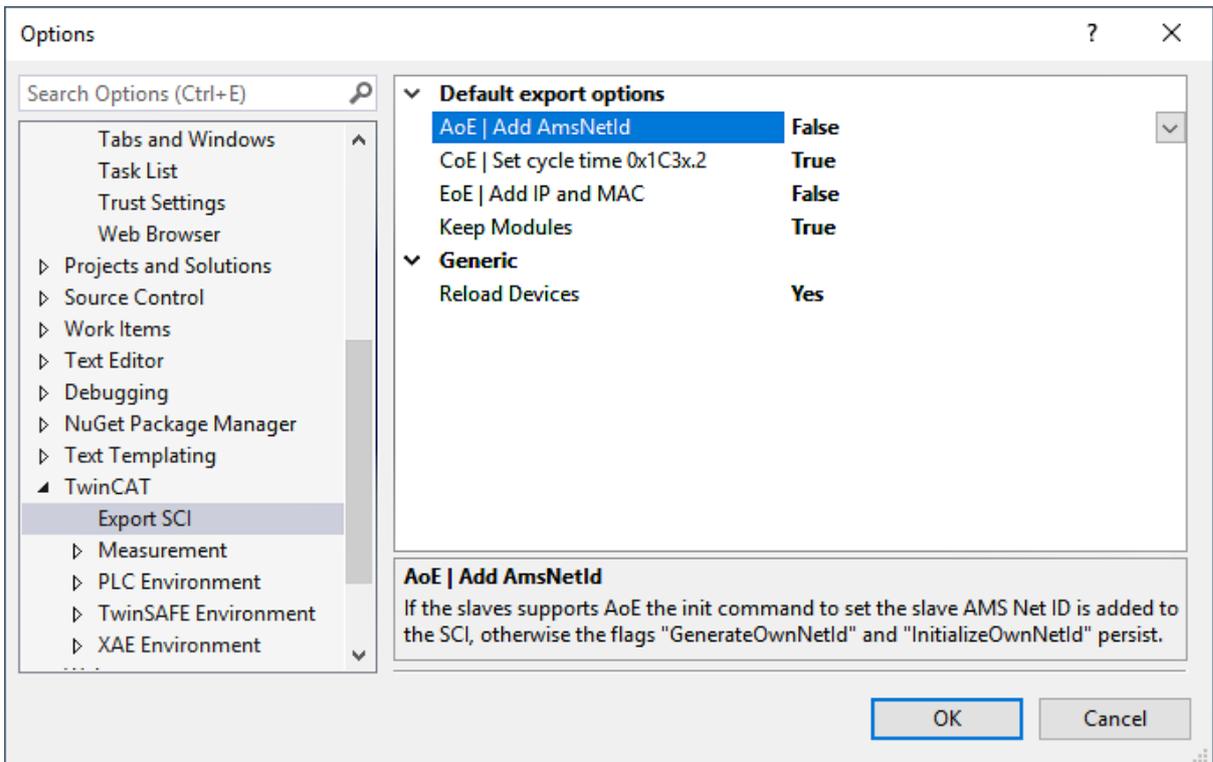


- SCI-Geräte anzeigen und gewünschtes Gerät auswählen und einfügen:



Weitere Hinweise

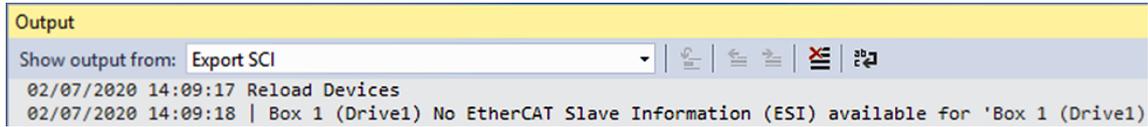
- Einstellungen für die SCI-Funktion können über den allgemeinen Options Dialog vorgenommen werden (Tools → Options → TwinCAT → Export SCI):



Erläuterung der Einstellungen:

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

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



5.2 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.

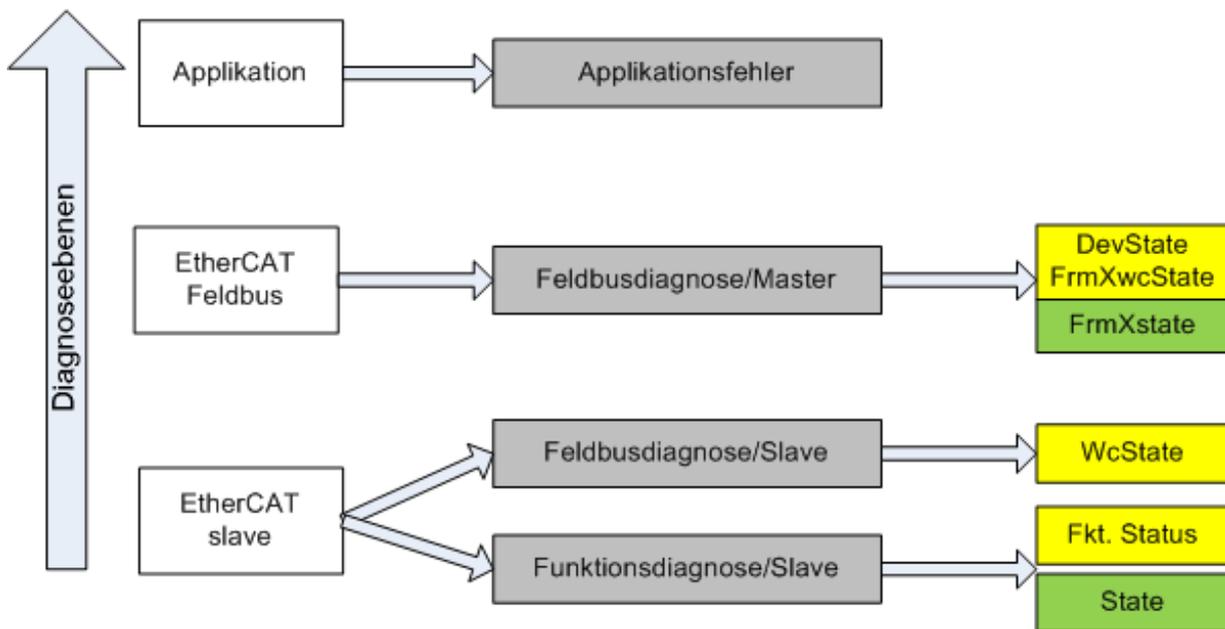


Abb. 87: Auswahl an Diagnoseinformationen eines EtherCAT-Slaves

Im Allgemeinen verfügt ein EtherCAT-Slave über

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

als auch über

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

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

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

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

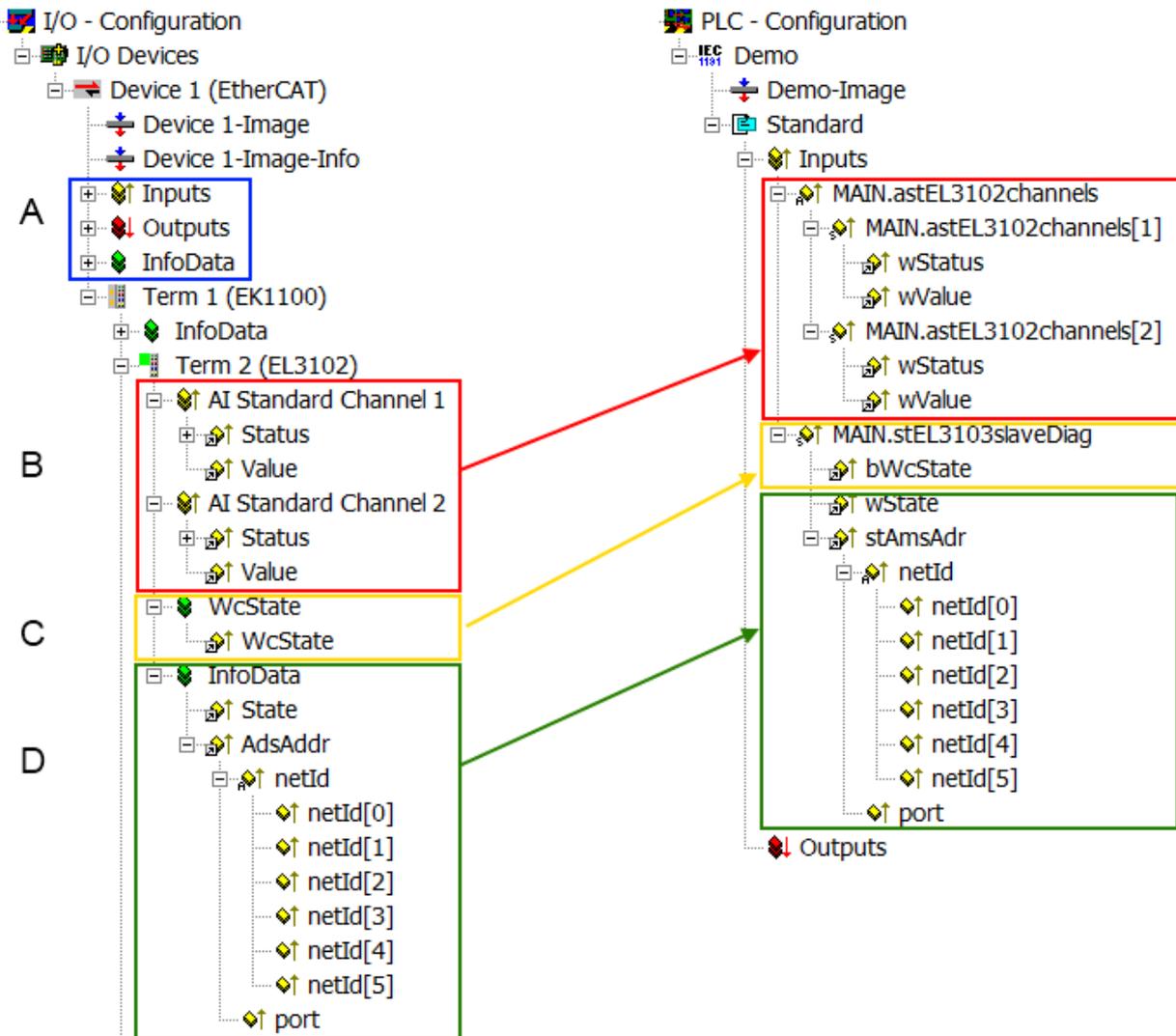


Abb. 88: Grundlegende EtherCAT-Slave Diagnose in der PLC

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*:

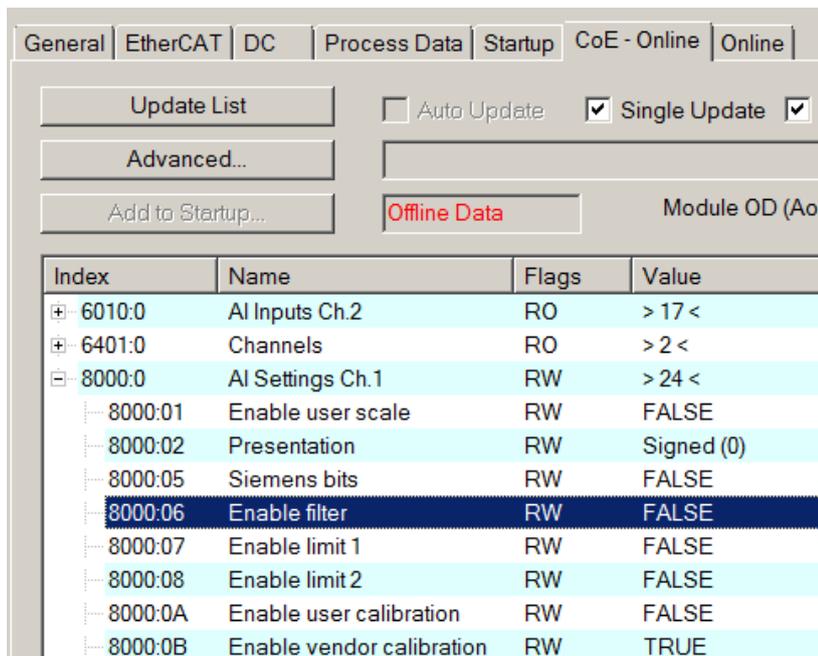


Abb. 89: EL3102, CoE-Verzeichnis

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.

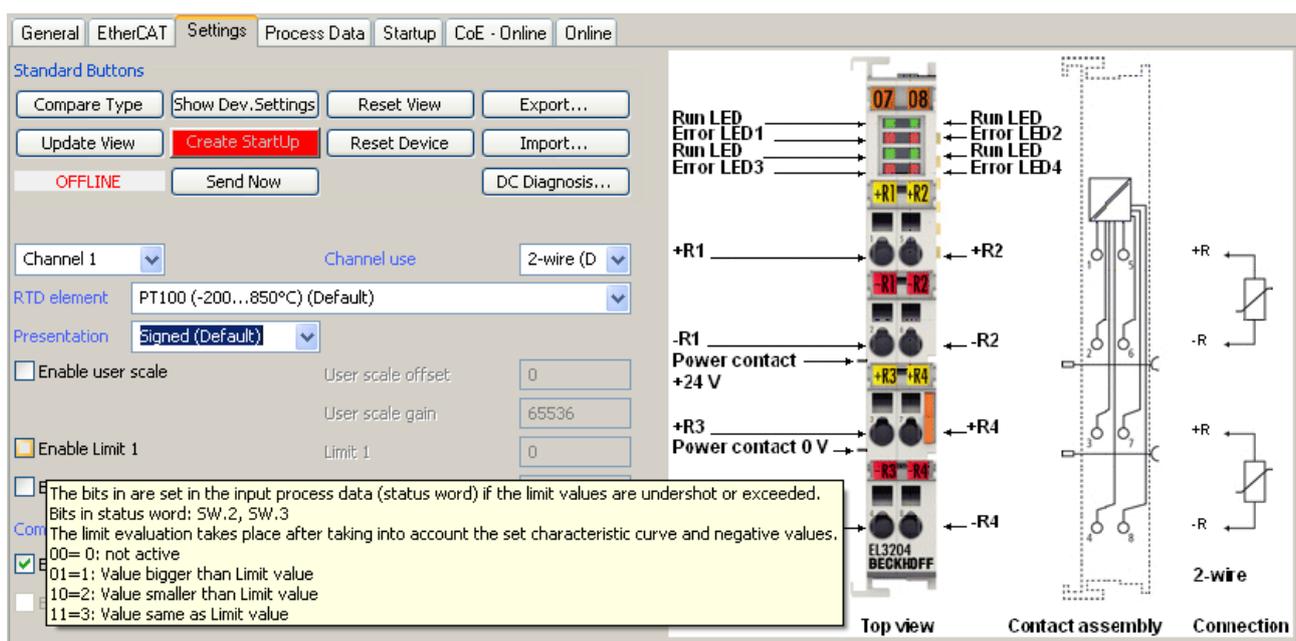


Abb. 90: Beispiel Inbetriebnahmehilfe für eine EL3204

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 \[► 35\]](#)". 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.

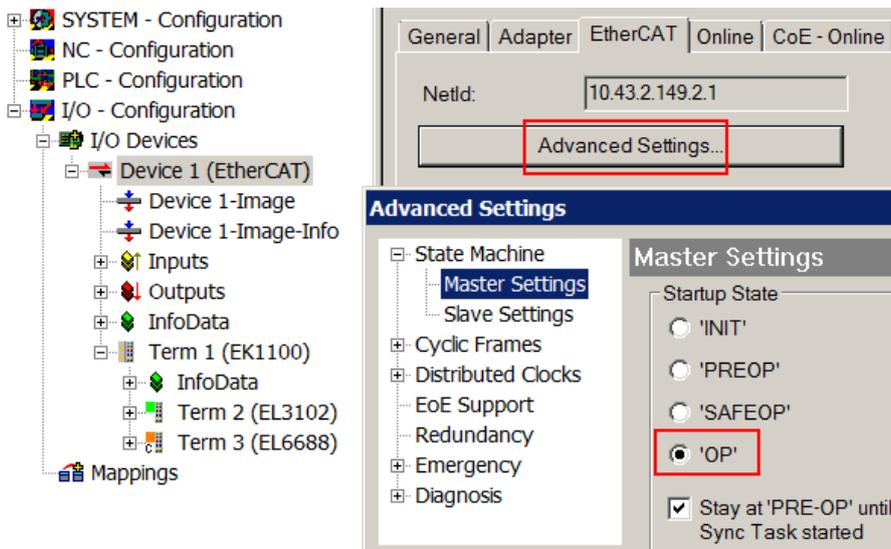


Abb. 91: Default Verhalten System Manager

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

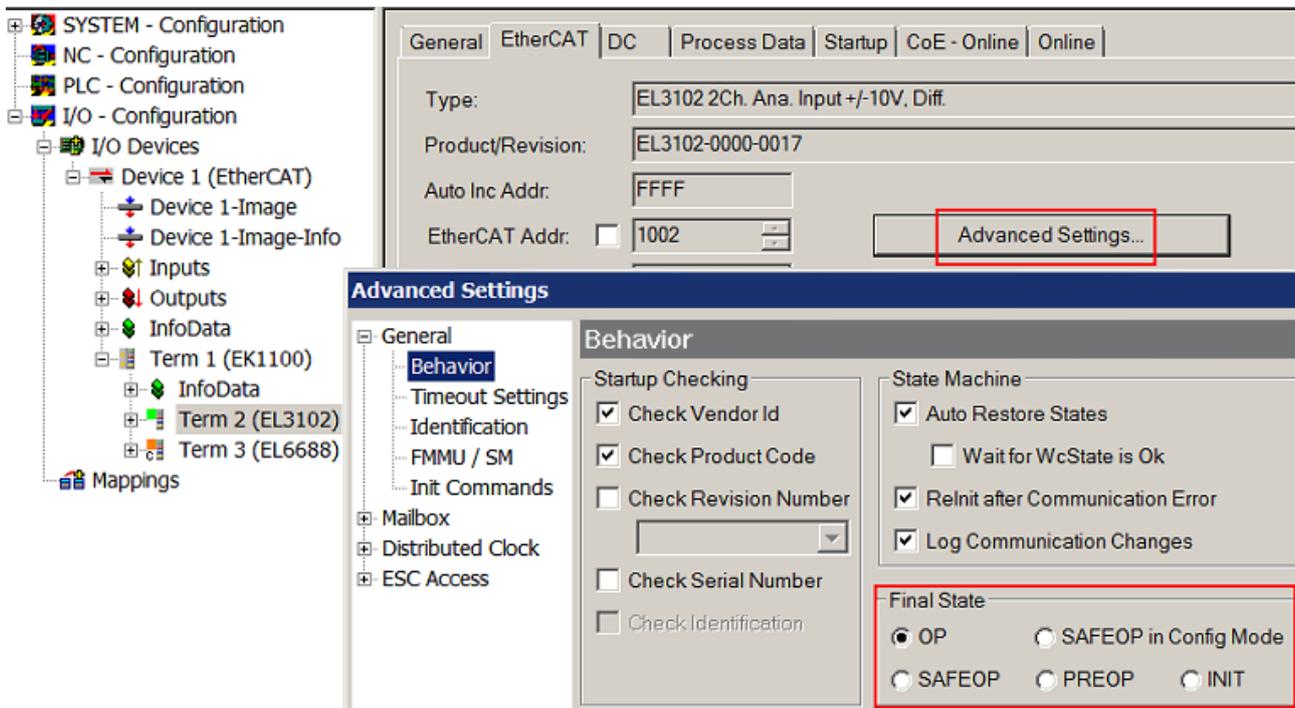


Abb. 92: Default Zielzustand im Slave

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.

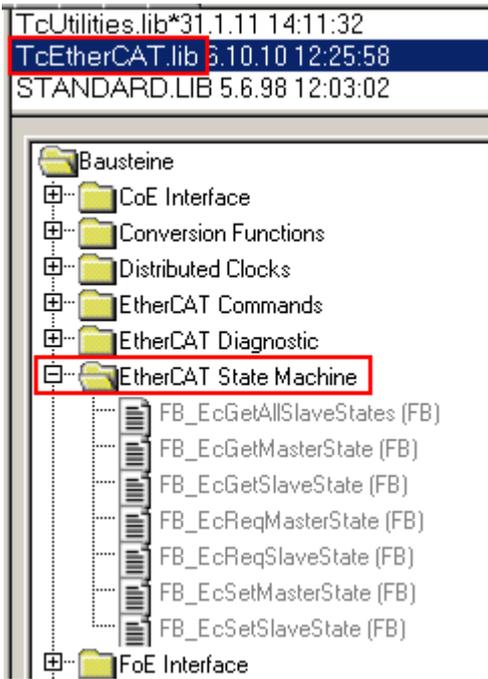


Abb. 93: PLC-Bausteine

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. 94: 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. 95: Warnmeldung E-Bus-Überschreitung

HINWEIS

Fehlfunktion möglich!

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

6 EL6821 - Inbetriebnahme

6.1 EL6821 - Integration in TwinCAT

6.1.1 EL6821 mit CX5120

Dieses Beispiel beschreibt, wie ein einfaches SPS-Programm für DALI in TwinCAT geschrieben werden kann und wie es mit der Hardware verknüpft wird.

Es soll eine einzelne Lampe angesteuert und per Taster auf den maximalen Ausgangswert geschaltet oder ausgeschaltet werden.

Beispiel: <https://infosys.beckhoff.com/content/1031/el6821/Resources/13899865611.zip>



Das TwinCAT-Projekt steht als *.zip Datei zum Download zur Verfügung. Diese muss zuerst lokal entpackt werden, damit das Archiv (*.tnzip Datei) zum Import in das TwinCAT-Projekt zur Verfügung steht.

Hardware

Einrichtung der Komponenten

1 x Embedded-PC CX5120

1 x Digitale 8-Kanal-Eingangsklemme EL1008 (für die Ein- und Ausschalt-Funktion)

1 x Netzteilklemme EL9562

1 x DALI-Klemme EL6821

1 x Endklemme EL9011

Richten Sie die Hardware und die DALI-Komponenten, wie in den entsprechenden Dokumentationen beschrieben, ein.

Das Beispiel geht davon aus, dass ein Ein-Taster auf den ersten und ein Aus-Taster auf den zweiten Eingang der EL1008 gelegt wurde. An der DALI-Adresse 0 befindet sich eine Lampe.

Software

Erstellung des SPS-Programms

Erstellen Sie ein neues **TwinCAT XAE Project** und legen Sie ein **Standard PLC Project** an. Fügen Sie im SPS-Projekt unter **References** die Tc3_DALI-Bibliothek hinzu. Erzeugen Sie eine globale Variablenliste mit den Namen *GVL_DALI* und legen Sie die folgenden Variablen an:

```
VAR_GLOBAL
  bSwitchOn           AT %I* : BOOL;
  bSwitchOff          AT %I* : BOOL;
  stEL6821InData      AT %I* : ST_EL6821InData;
  stEL6821OutData     AT %Q* : ST_EL6821OutData;
END_VAR
```

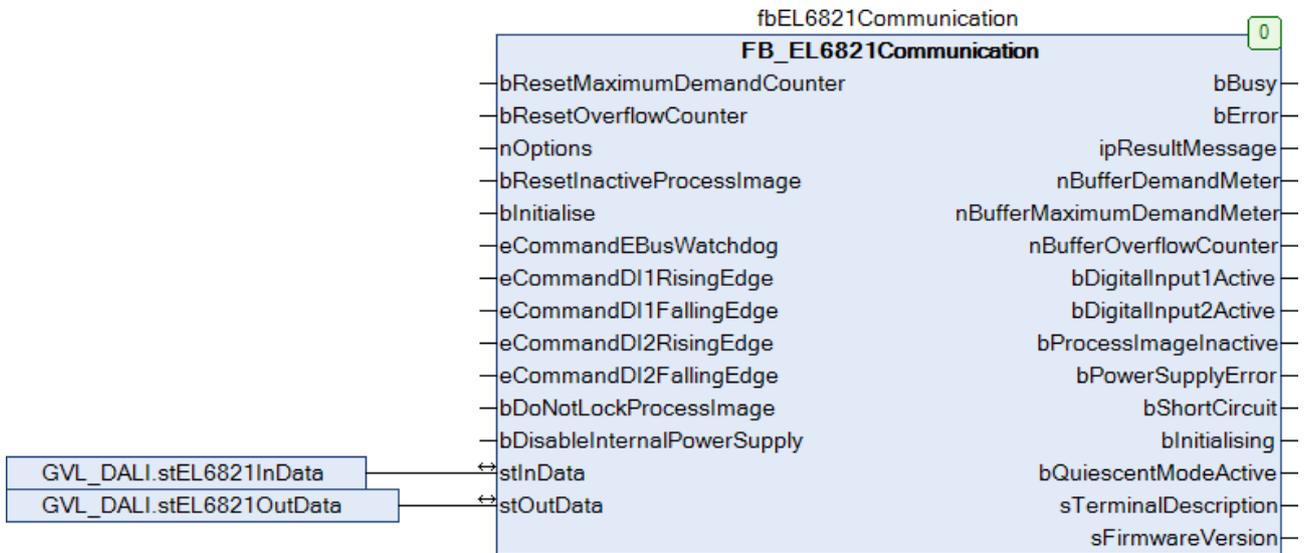
bSwitchOn: Eingangsvariable für den Ein-Taster.

bSwitchOff: Eingangsvariable für den Aus-Taster.

stEL6821InData: Eingangsvariable für die DALI-Klemme (siehe ST_EL6821InData).

stEL6821OutData: Ausgangsvariable für die DALI-Klemme (siehe ST_EL6821OutData).

Legen Sie ein Programm (CFC) für die Hintergrundkommunikation mit der DALI-Klemme an. In dem Programm wird der Baustein FB_EL6821Communication aufgerufen. Achten Sie beim Kommunikationsbaustein darauf, die Strukturen *stInData* und *stOutData* zu verknüpfen.



Legen Sie ein MAIN-Programm (CFC) an, in dem die Bausteine FB_DALI102RecallMaxLevel und FB_DALI102Off folgendermaßen deklariert werden.

```
PROGRAM MAIN
VAR
    fb102RecallMaxLevel : FB_DALI102RecallMaxLevel (Communication.fbEL6821Communication);
    fb102Off : FB_DALI102Off (Communication.fbEL6821Communication);
END_VAR
```

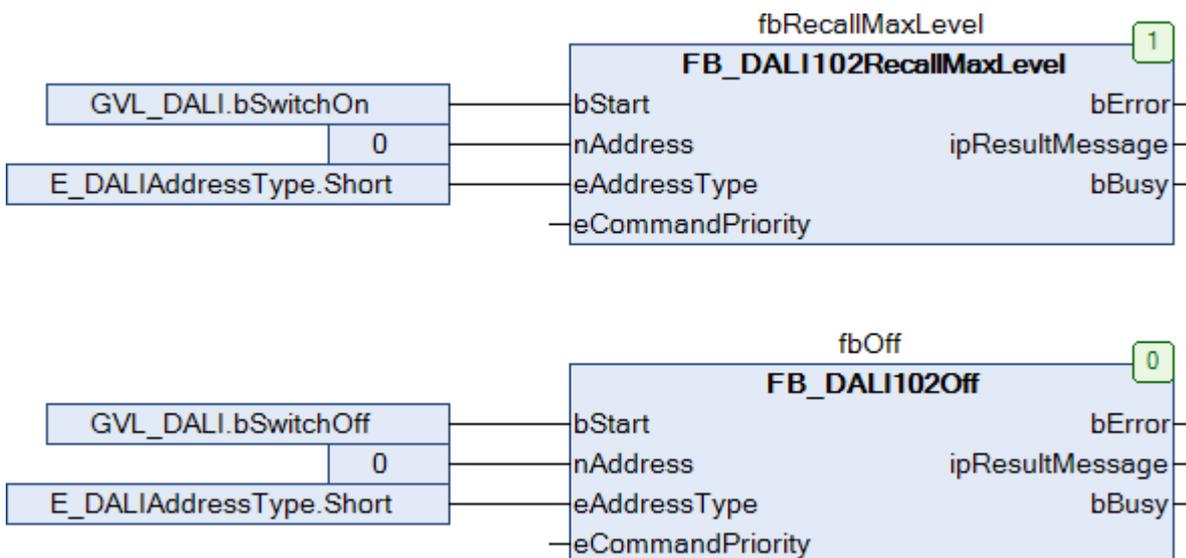
In den runden Klammern hinter der Deklaration wird der Kommunikationsbaustein angegeben. Über diese Angabe wird die Referenz zu der gewünschten DALI-Klemme festgelegt.

Weitere Informationen hierzu finden Sie unter Übergabe der Referenz auf den Kommunikationsbaustein.

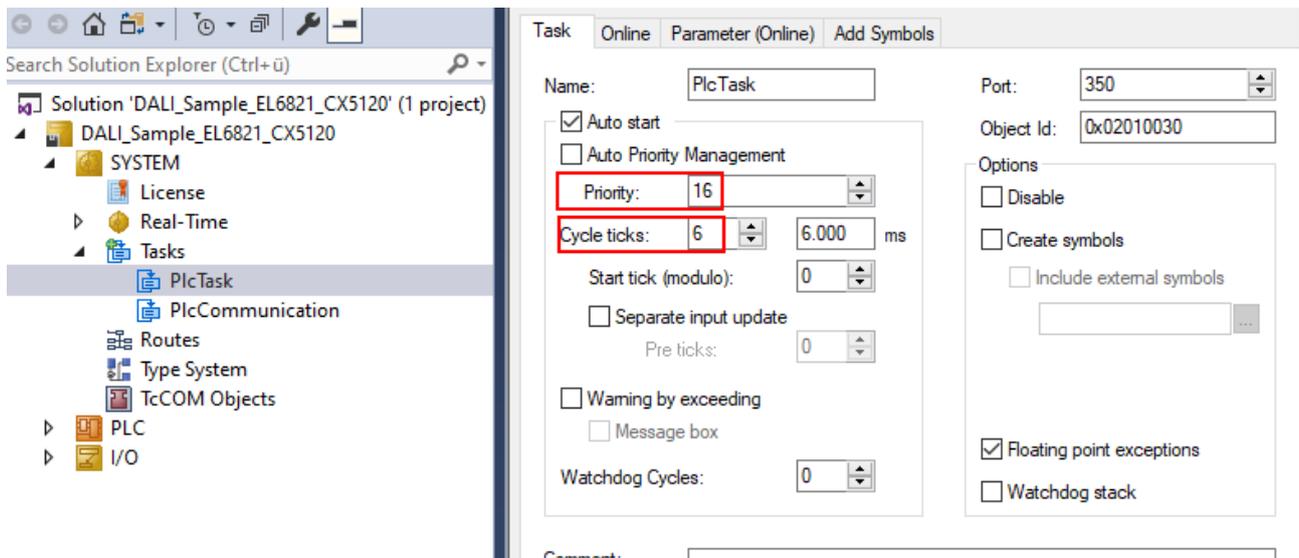
Rufen Sie die beiden Instanzen der Bausteine FB_DALI102RecallMaxLevel und FB_DALI102Off mit den folgenden Variablen auf.

Der Eingang *bStart* des Bausteins zum Einschalten einer Lampe mit dem maximalen Ausgangswert wird mit der globalen Variable *bSwitchOn* verknüpft.

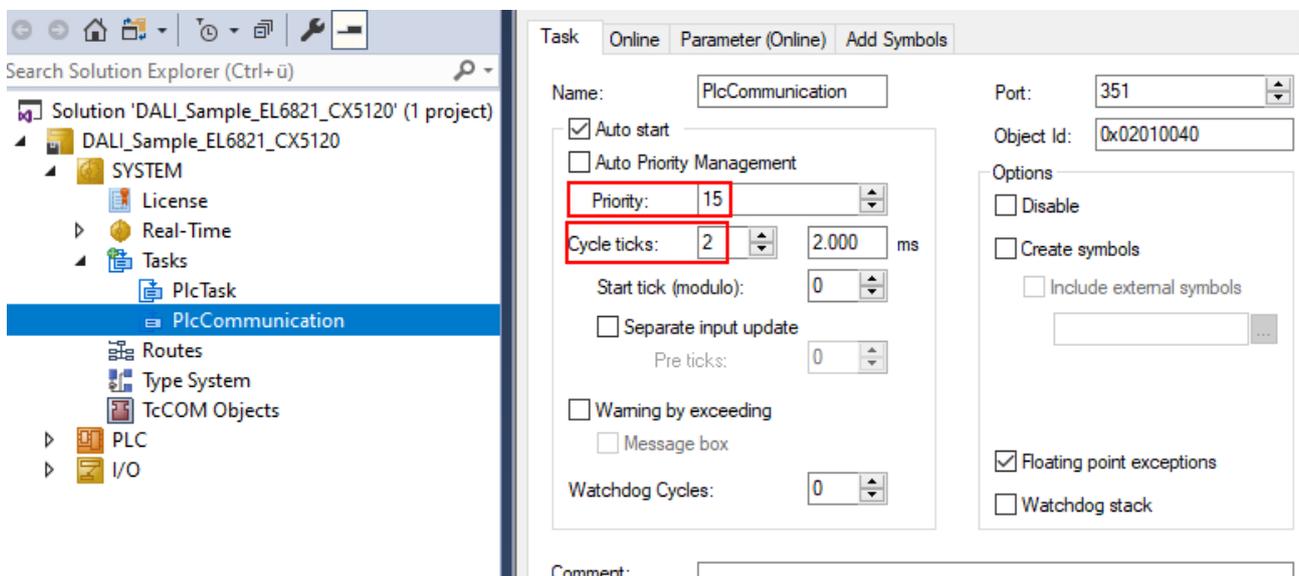
Der Eingang *bStart* des Bausteins zum Ausschalten einer Lampe wird mit der globalen Variable *bSwitchOff* verknüpft.



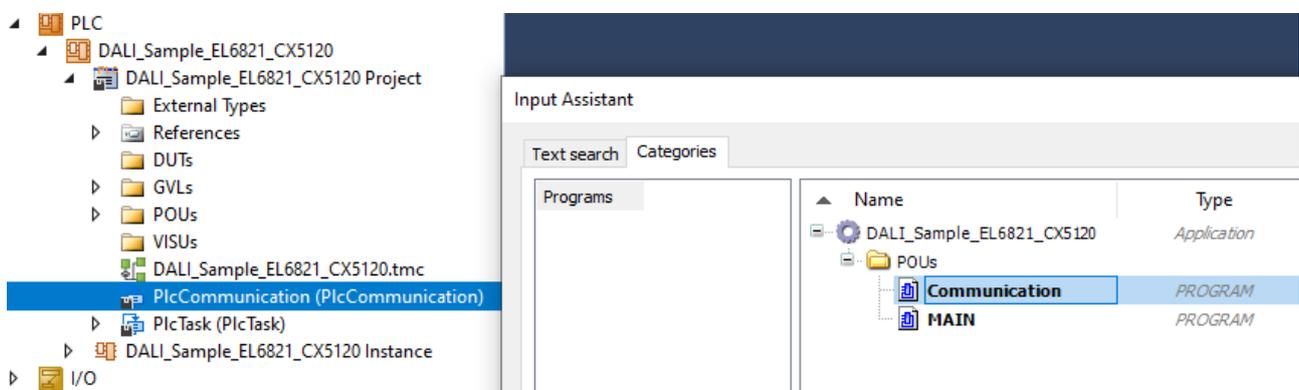
Navigieren Sie in den Bereich der Taskkonfiguration und konfigurieren die **PlcTask**. Exemplarisch erhält die Task die Priorität 16 und eine Zykluszeit von 6 ms.



Legen Sie eine weitere Task für die Hintergrundkommunikation an. Geben Sie dieser Task eine höhere Priorität (kleinere Zahl) und eine niedrigere Intervall-Zeit als der PlcTask.



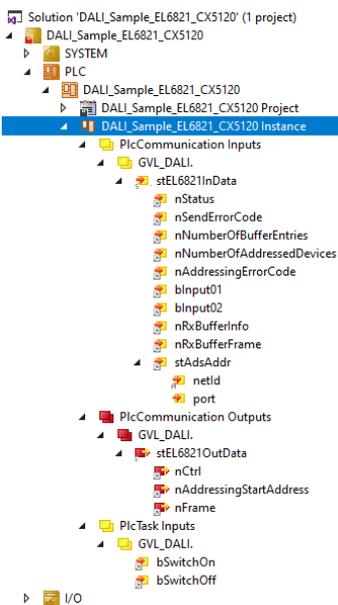
Fügen Sie dieser Task das Programm für die Kommunikation zu. Genauere Information zur Taskkonfiguration finden Sie in der Beschreibung des Bausteins FB_EL6821Communication.



E/A Konfiguration

Wählen Sie als Zielsystem den CX und lassen Sie nach dessen Hardware suchen.

In der Instanz (**DALI_Sample_EL6821_CX5120 Instance**) des SPS-Projekts, sehen Sie, dass die Ein- und Ausgangsvariablen des SPS-Programms den entsprechenden Tasks (**PlcCommunication** und **PlcTask**) zugeordnet sind.



Verknüpfen Sie die globalen Variablen des SPS-Programms nun mit den Ein- und Ausgängen der Busklemmen. Erstellen Sie die Projektmappe und aktivieren Sie die Konfiguration.

Durch Betätigen des ersten Tasters wird die Lampe mit dem maximalen Helligkeitswert eingeschaltet. Mit dem zweiten Taster kann sie wieder ausgeschaltet werden.

6.2 Inbetriebnahme EL6821

Ab TwinCAT 3.1.4024.57 stehen Dialoge für die Inbetriebnahme und Diagnose von DALI-Geräten an der EL6821 zur Verfügung.

Die Dialoge bieten nicht nur Funktionen zum Adressieren von DALI-Vorschaltgeräten und DALI-Steuergeräten, sondern auch für das Schreiben und Lesen der Parameter. Die Suchfunktion erkennt selbstständig die Typen der DALI-Geräte und zeigt diese in einer Baumstruktur an.

Name	Value	Info
Actual Level	0	0,0 %
Max Level	254	100,0 %
Min Level	254	100,0 %
Fade Rate	44.7 steps/s	
Fade Time	Disabled	
Extended Fade Time Base	1	
Extended Fade Time Multiplier	Disabled	
Power On Level	254	100,0 %
System Failure Level	254	100,0 %
DTR0	255	MASK
DTR1	0	0,0 %
DTR2	0	0,0 %
Physical Minimum (read only)	254	100,0 %
Status (read only)	10000010	Power cycle seen; Lamp failure
Light Source Types (read only)	6	LED

Des Weiteren sind sämtliche Parameter der EL6821 über TwinCAT XAE einstellbar. Somit lassen sich z. B. die DALI-Befehle definieren, die bei Betätigung der digitalen Eingänge an der EL6821 versendet werden.

DALI power supply

The behavior of the digital inputs DI1 and DI2 can be modified via the following table.

The digital inputs DI1 and DI2 (terminal points 2 and 6) have priority over automatic control through the PLC program. If the digital inputs are operated, the respective LED to the bus terminal is set. In addition, all DALI commands that are called by the PLC, are blocked.

Event	DALI command on event (to all DALI devies)
E-Bus watchdog	Do Nothing
DI1 rising edge	Off
DI1 falling edge	Do Nothing
DI2 rising edge	Recall Max Level
DI2 falling edge	Do Nothing

Do not lock the process image after DALI commands have been sent by DI1 or DI2.

Default Values Reset Inactive Process Image

[Product Database of the DALI Alliance...](#)
[Product Information...](#)

Übersicht der wichtigsten Funktionen in TwinCAT XAE für die EL6821:

- Suchen von DALI-Geräten

- Adressierung der DALI-Geräte, inklusiv Anpassen der Kurzadressen
- Szenen- und Gruppenzuordnung der DALI-Vorschaltgeräte
- Konfiguration der DALI-Vorschaltgeräte inklusiv der Parameter für die verschiedenen Gerätetypen
- Konfiguration der DALI-Steuergeräte inklusiv der Parameter für die verschiedenen Sensortypen
- Schreiben-/Lesen der Speicherbänke
- Definition der DALI-Befehle für DI1 und DI2 (getrennt für steigende und fallende Flanke)
- Definition des DALI-Befehls für den E-Bus Watchdog (Ausfall E-Bus)
- Ein-/Ausschalten des DALI-Netzteils
- Ein-/Ausschalten der Sperrung des Prozessabbildes für die SPS, sobald durch das Betätigen eines digitalen Eingangs an der EL6821 ein DALI-Befehl gesendet wird.

6.3 EL6821 - Prozessdaten

Die verfügbaren Prozessdatenobjekte (PDO) werden in der „PDO List“ im Reiter „Process Data“ angezeigt. Inhalte „PDO Content“ und Zuordnung „PDO Assignment“ der Prozessdatenobjekte können für die EL6821 nicht geändert werden. Die Eingangsprozessdaten sind dem Sync Manager 3 (SM 3), die Ausgangsprozessdaten dem Sync manager 2 (SM 2) zugeordnet.

Sync Manager SM 3 „Inputs“

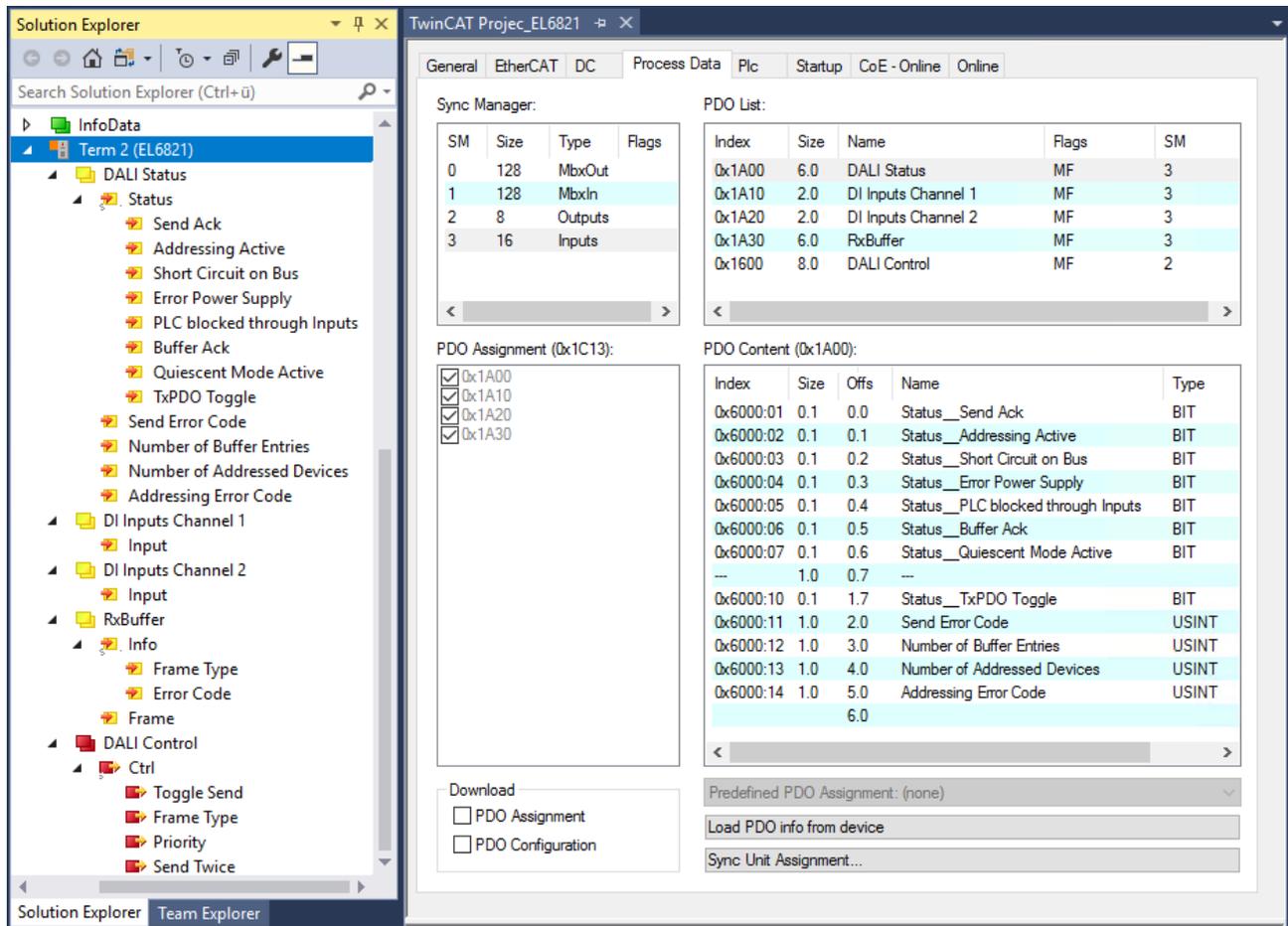


Abb. 96: EL6821 – Eingangsprozessdaten SM 3

Sehen sie dazu auch:

[0x6xxx - Eingangsdaten \[► 120\]](#)

[0x1A00 „DALI Status \[► 124\]“](#),

[0x1A10 „DI Inputs Channel 1“, \[► 125\]](#)

[0x1A20 „DI Inputs Channel 1“ \[► 125\]](#),

[0x1A30 „RxBUFFER“ \[► 125\]](#),

[0x1600 „DALI Control“ \[► 124\]](#)

Sync Manager SM 2 „Outputs“

The screenshot shows the TwinCAT software interface for configuring the Sync Manager for SM 2. The main window displays the following data:

Sync Manager:

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

PDO List:

Index	Size	Name	Flags	SM
0x1A00	6.0	DALI Status	MF	3
0x1A10	2.0	DI Inputs Channel 1	MF	3
0x1A20	2.0	DI Inputs Channel 2	MF	3
0x1A30	6.0	RxBuffer	MF	3
0x1600	8.0	DALI Control	MF	2

PDO Assignment (0x1C12):

0x1600

PDO Content (0x1600):

Index	Size	Offs	Name	Type
0x7000:01	0.1	0.0	Ctrl__Toggle Send	BIT
0x7000:02	0.3	0.1	Ctrl__Frame Type	BIT3
0x7000:05	0.3	0.4	Ctrl__Priority	BIT3
0x7000:08	0.1	0.7	Ctrl__Send Twice	BIT
0x7000:09	0.1	1.0	Ctrl__Clear RxBuffer	BIT
0x7000:0A	0.1	1.1	Ctrl__Get RxBuffer Entry	BIT
0x7000:0B	0.1	1.2	Ctrl__Release blocking of PLC Commands	BIT
0x7000:0C	0.1	1.3	Ctrl__Start Addressing	BIT
0x7000:0D	0.2	1.4	Ctrl__Addressing Options	BIT2
---	0.2	1.6	---	---
0x7000:11	1.0	2.0	Addressing Start Address	USINT
---	1.0	3.0	---	---
0x7000:13	4.0	4.0	Frame	UDINT
		8.0		

Download:

PDO Assignment
 PDO Configuration

Predefined PDO Assignment: (none)

Abb. 97: EL6821 – Ausgangsprozessdaten SM 2

Sehen Sie dazu auch:

[0x7000 – Ausgangsdaten](#) [► 121]

[0x1600 – „DALI Control“](#) [► 124]

6.4 EL6821 – Geräte-Diagnosefunktionen

Über das CoE-Verzeichnis können Diagnoseinformationen zur DALI-Kommunikation (0xA000:0 „Diag“) sowie der LED-Status (Objekt 0xF915:0 „LED Status“) ausgelesen werden.

Diagnose über das Objekt 0xA000:0

Die Klemme hat eine integrierte Diagnose, die im Objekt 0xA000:0 ausgelesen werden kann.

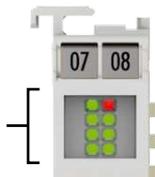
Index	Name	Flags	Value	Unit
0xA000:0	Diag	RO	> 24 <	
0xA000:01	Frames on DALI Bus	RO	0x00 (0)	
0xA000:09	Received DALI 16 Bit Frames	RO	0x00 (0)	
0xA000:0A	Received DALI 24 Bit Frames	RO	0x00 (0)	
0xA000:0C	Received DALI 32 Bit Frames	RO	0x00 (0)	
0xA000:0E	Received Backward Frames	RO	0x00 (0)	
0xA000:0F	Transmitted DALI 16 Bit Frames	RO	0x00 (0)	
0xA000:10	Transmitted DALI 24 Bit Frames	RO	0x00 (0)	
0xA000:11	Transmitted DALI 32 Bit Frames	RO	0x00 (0)	
0xA000:12	Transmitted backward Frames	RO	0x00 (0)	
0xA000:13	Erroneous Frames	RO	0x00 (0)	
0xA000:15	Collisions	RO	0x00 (0)	
0xA000:16	False Bittiming	RO	0x00 (0)	
0xA000:18	Non DALI Frames	RO	0x00 (0)	

Abb. 98: EL6821 – CoE-Objekt 0xA000 „Diag“

Index	Name	Beschreibung
0xA000:01	Frames on DALI Bus	Frames auf dem DALI-Bus
0xA000:09	Received DALI 16 Bit Frames	Empfangene DALI 16 Bit Frames
0xA000:0A	Received DALI 24 Bit Frames	Empfangene DALI 24 Bit Frames
0xA000:0C	Received DALI 32 Bit Frames	Empfangene DALI 32 Bit Frames
0xA000:0E	Received Backward Frames	Empfangene DALI 8 Bit Rückantwort-Frames
0xA000:0F	Transmitted DALI 16 Bit Frames	Gesendete DALI 16 Bit Frames
0xA000:10	Transmitted DALI 24 Bit Frames	Gesendete DALI 24 Bit Frames
0xA000:11	Transmitted DALI 32 Bit Frames	Gesendete DALI 32 Bit Frames
0xA000:12	Transmitted backward Frames	Gesendete DALI 8 Bit Rückantwort-Frames
0xA000:13	Erroneous Frames	Fehlerhafte Frames
0xA000:15	Collisions	Kollisionen Beachten Sie die Angaben und Hinweise in den Kapiteln „Prioritäten [▶ 20]“ und „Bus-Timing [▶ 21]“
0xA000:16	False Bittiming	Es wurde ein Frame empfangen, der vom vorgeschriebenen Bittiming (inkl. Toleranz) abweicht und wird deshalb als fehlerhaft erkannt.
0xA000:18	Non DALI Frames	Nicht DALI-Frames

LED-Status in Objekt 0xF915:0 am Beispiel der Klemme EL6821

- 1 | Run-LED
- 2 | Send-LED
- 3 | +24 V Power-LED
- 4 | Input 1-LED



- 5 | Error-LED
- 6 | Receive-LED
- 7 | DALI Power-LED
- 8 | Input 2-LED

F915:0	LED Status	RO	> 8 <
F915:01	Led 1	RO	0x00000000 (0)
F915:02	Led 2	RO	0x00000000 (0)
F915:03	Led 3	RO	0x00000000 (0)
F915:04	Led 4	RO	0x00000000 (0)
F915:05	Led 5	RO	0x00000000 (0)
F915:06	Led 6	RO	0x00000000 (0)
F915:07	Led 7	RO	0x00000000 (0)
F915:08	Led 8	RO	0x00000000 (0)

LED	Index	Wert	LED Status	Bedeutung		
1 Run-LED (grün)	0xF915:01	0x00 00 FF 00	Aus	EtherCAT State Machine: INIT		
		0x80 00 FF 00	Gleichmäßig blinkend	EtherCAT State Machine: PREOP		
		0x81 00 FF 00	Langsam blinkend	EtherCAT State Machine: SAFEOP		
		0x82 00 FF 00	Schnell blinkend	EtherCAT State Machine: BOOT		
		0xFF 00 FF 00	An	EtherCAT State Machine: OP		
Status-LEDs (grün)	0xF915:02	0xFF 00 FF 00	An	2/6 Signal wird gesendet/empfangen		
2 Send	0xF915:03			3 24 V Spannungsversorgung OK		
3 +24 V Power	0xF915:04			4/8 Signal an Eingang 1/2 an		
4 Input 1	0xF915:06			7 integrierte DALI Stromversorgung ist an		
6 Receive	0xF915:07			0x00 00 FF 00	Aus	2/6 kein Signal wird gesendet/empfangen
7 DALI Power	0xF915:08					3 keine 24 V Spannungsversorgung
8 Input 2-LED						4/8 kein Signal an Eingang 1/2
						7 integrierte DALI Stromversorgung ist aus
5 Error -LED (rot)	0xF915:05	0xFF 00 FF 00	An	Keine Spannungsversorgung 24 V oder Hardwarefehler		
		0x00 00 FF 00	Aus	Kein Fehler		

s. LED-Beschreibung [▶ 57]

6.5 EL6821 - Objektbeschreibung und Parametrierung

● EtherCAT ESI Device Description (XML)

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

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

i Die Parametrierung des EtherCAT-Gerätes wird über den [CoE-Online Reiter \[▶ 86\]](#) (mit Doppelklick auf das entsprechende Objekt) bzw. über den [Prozessdatenreiter \[▶ 83\]](#) (Zuordnung der PDOs) vorgenommen. Beachten Sie bei Verwendung/Manipulation der CoE-Parameter die allgemeinen [CoE-Hinweise \[▶ 37\]](#):

- StartUp-Liste führen für den Austauschfall
- Unterscheidung zwischen Online/Offline Dictionary, Vorhandensein aktueller XML-Beschreibung
- „[CoE-Reload \[▶ 142\]](#)“ zum Zurücksetzen der Veränderungen

6.5.1 Restore Objekt (0x1011)

Index 1011 Restore default parameters

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

6.5.2 Konfigurationsdaten (0x8xxx)

Index 8000 Emergency Message

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
8000:0	Emergency Message	Maximaler Subindex	UINT8	RO	>14<
8000:01	Frame Type	Frame-Typ: 0: „No Frame“ (Werkseinstellung) 1: „16 Bit“ 2: „24 Bit“ 3: „32 Bit“	BIT2	RW	0x00 (0 _{dez})
8000:03	Frame Priority	Frame-Priorität 0: „High“ (Werkseinstellung) 1: „Middle High“ 2: „Middle“ 3: „Middle Low“ 4: „Low“	BIT3	RW	0x00 (0 _{dez})
8000:06	Block PLC Options	0: „Do Nothing“ (Werkseinstellung) 1: „Block PLC Options“ SPS-gesteuerte DALI-Befehle werden ignoriert	BIT2	RW	0x00 (0 _{dez})
8000:0E	Frame	Das empfangene DALI-Telegramm (Rohdaten)	UINT32	RW	0x00000000 (0 _{dez})

Index 8001 Settings

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
8001:0	Settings	Maximaler Subindex	UINT8	RO	>1<
8001:01	Ignore non affecting Collisions	TRUE (Werkseinstellung): Kollisionen ohne Auswirkung werden ignoriert FALSE: Kollisionen ohne Auswirkung werden nicht ignoriert	BOOLEAN	RW	0x00 (0 _{dez})
8001:02	Ignore 16 Bit Frames	TRUE (Werkseinstellung): 16 Bit Frames werden ignoriert FALSE: 16 Bit Frames werden nicht ignoriert	BOOLEAN	RW	0x00 (0 _{dez})
8001:03	Ignore 24 Bit Frames	0: „Off“ (Werkseinstellung) 24 Bit Frames werden nicht ignoriert 1: „Ignore all but Events“ alles wird ignoriert, außer Ereignisse 2: „Ignore all“ alles wird ignoriert	BIT3	RW	0x00 (0 _{dez})
8001:05	Ignore 32 Bit Frames	TRUE: 32 Bit Frames werden ignoriert FALSE (Werkseinstellung): 32 Bit Frames werden nicht ignoriert	BOOLEAN	RW	0x00 (0 _{dez})
8001:08	Enable Power Supply	Spannungsversorgung aktivieren TRUE (Werkseinstellung): Spannungsversorgung wird angeschaltet FALSE: Spannungsversorgung wird ausgeschaltet	BOOLEAN	RW	0x01 (1 _{dez})
8001:09	DALI Short Address	DALI-Kurzadresse	UINT8	RW	0xFF (255 _{dez})

Index 8002 Memory Bank 2

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
8002:0	Memory Bank 2	Maximaler Subindex	UINT8	RO	>1<
8002:01	Offset of last memory area	Offset des letzten Speicherbereichs, innerhalb der Speicherbank, auf den zugegriffen werden kann.	UINT8	RO	0xFE (254 _{dez})
8002:02	Indicator Byte	Indikator-Byte	UINT8	RO	0x00 (0 _{dez})
8002:03	Lock Byte	Sperrbyte für die Speicherbank	UINT8	RO	0xFF (255 _{dez})
8002:04	Additional Device Information #03	Zusätzliche Geräteinformationen	UINT8	RW	0x00 (0 _{dez})
...	UINT8	RW	0x00 (0 _{dez})
8002:FF	Additional Device Information #254	Zusätzliche Geräteinformationen	UINT8	RW	0x00 (0 _{dez})

Index 8010 Input Settings Ch. 1

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
8010:0	Input Settings Ch. 1	Maximaler Subindex	UINT8	RO	>1<
8010:01	Frame Type falling Edge	Frame-Typ bei fallender Flanke an „Input 1“ 0: „No Frame“ (Werkseinstellung) 1: „16 Bit“ 2: „24 Bit“ 3: „32 Bit“	BIT3	RW	0x00 (0 _{dez})
8010:03	Frame Priority falling Edge	Frame-Priorität bei fallender Flanke an „Input 1“ 0: „High“ (Werkseinstellung) 1: „Middle High“ 2: „Middle“ 3: „Middle Low“ 4: „Low“	BIT3	RW	0x00 (0 _{dez})
8010:06	Block PLC Options falling Edge	0: „Do Nothing“ (Werkseinstellung) 1: „Block PLC Options“ Vorrangstellung des digitalen Eingangs „Input 1“, SPS-gesteuerte DALI-Befehle werden bei fallender Flanke an „Input 1“ gesperrt. 2: „Release“ Die Sperre des Prozessabbilds wird bei fallender Flanke an „Input 1“ wieder freigegeben.	BIT3	RW	0x00 (0 _{dez})
8010:08	Frame Type rising Edge	Frame-Typ bei steigender Flanke an „Input 1“ 0: „No Frame“ (Werkseinstellung) 1: „16 Bit“ 2: „24 Bit“ 3: „32 Bit“	BIT3	RW	0x00 (0 _{dez})
8010:0A	Frame Priority rising Edge	Frame-Priorität bei steigender Flanke an „Input 1“ 0: „High“ (Werkseinstellung) 1: „Middle High“ 2: „Middle“ 3: „Middle Low“ 4: „Low“	BIT3	RW	0x00 (0 _{dez})
8010:0D	Block PLC Options rising Edge	0: „Do Nothing“ 1: „Block PLC Options“ (Werkseinstellung) Vorrangstellung des digitalen Eingangs „Input 1“, SPS-gesteuerte DALI-Befehle werden bei steigender Flanke an „Input 1“ gesperrt. 2: „Release“ Die Sperre des Prozessabbilds wird bei steigender Flanke an „Input 1“ wieder freigegeben.	BIT3	RW	0x01 (1 _{dez})
8010:11	Frame falling Edge	Frame bei fallender Flanke an „Input 1“	UINT32	RW	0x00000000 (0 _{dez})
8010:12	Frame rising Edge	Frame bei steigender Flanke an „Input 1“	UINT32	RW	0x0000FF05 (65285 _{dez})

Index 8020 Input Settings Ch. 2

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
8020:0	Input Settings Ch. 2	Maximaler Subindex	UINT8	RO	>18<
8020:01	Frame Type falling Edge	Frame-Typ bei fallender Flanke an „Input 2“ 0: „No Frame“ (Werkseinstellung) 1: „16 Bit“ 2: „24 Bit“ 3: „32 Bit“	BIT3	RW	0x00 (0 _{dez})
8020:03	Frame Priority falling Edge	Frame-Priorität bei fallender Flanke an „Input 2“ 0: „High“ (Werkseinstellung) 1: „Middle High“ 2: „Middle“ 3: „Middle Low“ 4: „Low“	BIT3	RW	0x00 (0 _{dez})
8020:06	Block PLC Options falling Edge	0: „Do Nothing“ (Werkseinstellung) 1: „Block PLC Options“ Vorrangstellung des digitalen Eingangs „Input 2“, SPS-gesteuerte DALI-Befehle werden bei fallender Flanke an „Input 2“ gesperrt. 2: „Release“ Die Sperre des Prozessabbilds wird bei fallender Flanke an „Input 2“ wieder freigegeben.	BIT3	RW	0x00 (0 _{dez})
8020:08	Frame Type rising Edge	Frame-Typ bei steigender Flanke an „Input 2“ 0: „No Frame“ (Werkseinstellung) 1: „16 Bit“ 2: „24 Bit“ 3: „32 Bit“	BIT3	RW	0x00 (0 _{dez})
8020:0A	Frame Priority rising Edge	Frame-Priorität bei steigender Flanke an „Input 2“ 0: „High“ (Werkseinstellung) 1: „Middle High“ 2: „Middle“ 3: „Middle Low“ 4: „Low“	BIT3	RW	0x00 (0 _{dez})
8020:0D	Block PLC Options rising Edge	0: „Do Nothing“ 1: „Block PLC Options“ (Werkseinstellung) Vorrangstellung des digitalen Eingangs „Input 2“, SPS-gesteuerte DALI-Befehle werden bei steigender Flanke an „Input 2“ gesperrt. 2: „Release“ Die Sperre des Prozessabbilds wird bei steigender Flanke an „Input 2“ wieder freigegeben.	BIT3	RW	0x01 (1 _{dez})
8020:11	Frame falling Edge	Frame bei fallender Flanke an „Input 2“	UINT32	RW	0x00000000 (0 _{dez})
8020:12	Frame rising Edge	Frame bei steigender Flanke an „Input 2“	UINT32	RW	0x0000FF05 (0 _{dez})

6.5.3 Eingangsdaten (0x6xxx)

Index 6000 Status

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
6000:0	Status	Maximaler Subindex	UINT8	RO	>20<
6000:01	Status_Send Ack	Sende-Bestätigung	BOOLEAN	RO	FALSE
6000:02	Status_Addressing Active	Adressierung aktiv	BOOLEAN	RO	FALSE
6000:03	Status_Short Circuit on Bus	Kurzschluss am Bus	BOOLEAN	RO	FALSE
6000:04	Status_Error Power Supply	Bei Nutzung des internen DALI-Netzteils: Fehler Netzteil erkannt.	BOOLEAN	RO	FALSE
6000:05	Status_PLC blocked through Inputs	SPS-gesteuerte Befehle werden blockiert	BOOLEAN	RO	FALSE
6000:06	Status_Buffer Ack	Befehlspeicher „Buffer“ Wird analog zu 0x7000:0A getoggelt, wenn ein neuer Eintrag im Rx-Buffer bereitgestellt wird: Anfrage des nächsten Rx-Buffer Eintrags: 0x7000:0A von 0 auf 1 setzen. -> Wenn ein neuer Eintrag im nächsten EtherCAT-Zyklus geliefert wurde, wird das im Status quittiert durch Nachziehen von 0x6000:06 auf ebenfalls „1“.	BOOLEAN	RO	FALSE
6000:07	Status_Quiescent Mode Active	Ruhe-Modus „Quiescent Mode“ ist aktiv. Im Ruhe-Modus werden für ca. 15 min. vom DALI-Steuergerät keine Befehle und Ereignisse gesendet.	BOOLEAN	RO	FALSE
6000:10	Status_TxPDO Toggle	Toggelt wenn neue Daten zur Verfügung stehen.	BOOLEAN	RO	FALSE
6000:11	Send Error Code	Ein Fehlercode wurde gesendet.	UINT8	RO	0x00 (0 _{dez})
6000:12	Number of Buffer Entries	Anzahl der Buffer-Eingänge	UINT8	RO	0x00 (0 _{dez})
6000:13	Number of Addressed Devices	Anzahl adressierter Geräte	UINT8	RO	0x00 (0 _{dez})
6000:14	Addressing Error Code	Es ist ein Fehler bei der Adressierung aufgetreten	UINT8	RO	0x00 (0 _{dez})

*) Die Bausteine für die DALI-Befehle greifen nicht direkt auf das Prozessabbild der EL6821 zu, sondern legen die einzelnen DALI-Befehle in einem Befehlspeicher ab.

Der Baustein „FB_EL6821Communication“ liest sequenziell die DALI-Befehle aus diesem Befehlspeicher aus und gibt diese zur EL6821 weiter.

Hierdurch wird sichergestellt, dass nicht mehrere Bausteine gleichzeitig auf das Prozessabbild der EL6821 zugreifen.

Index 6010 Input Ch. 1

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
6010:0	Input Ch. 1	Maximaler Subindex	UINT8	RO	>1<
6010:01	Input	Status des Eingangs „Input 1“	BOOLEAN	RO	FALSE

Index 6020 Input Ch. 2

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
6020:0	Input Ch. 2	Maximaler Subindex	UINT8	RO	>1<
6020:01	Input	Status des Eingangs „Input 2“	BOOLEAN	RO	FALSE

Index 6030 RxBuffer Entry

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
6030:0	RxBuffer Entry	Maximaler Subindex	UINT8	RO	>17<
6030:01	Info_Frame Type	Frame-Typ 0: „No Frame“ 1: „8 Bit Answer“ 2: „16 Bit“ 3: „24 Bit“ 4: „32 Bit“ 5: „Non DALI“	BIT3	RO	0x00 (0 _{dez})
6030:09	Info_Error Code	Fehlercode	UINT8	RO	0x00 (0 _{dez})
6030:11	Frame	Frame	UINT32	RO	0x00000000 (0 _{dez})

6.5.4 Ausgangsdaten (0x7xxx)

Index 7000 Control

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
7000:0	Control	Maximaler Subindex	UINT8	RO	>19<
7000:01	Ctrl_Toggle Send	Toggelt beim Senden	BOOLEAN	RW	FALSE
7000:02	Ctrl_Frame Type	Frame Typ 0: „16 Bit“ 1: „24 Bit“ 2: „32 Bit“	BIT3	RO	0x00 (0 _{dez})
7000:05	Ctrl_Priority	Priorität 0: „High“ 1: „Middle High“ 2: „Middle“ 3: „Middle Low“ 4: „Low“	BIT3	RO	0x00 (0 _{dez})
7000:08	Ctrl_Send Twice	DALI-Befehl zweimal senden (send twice*)	BOOLEAN	RW	FALSE
7000:09	Ctrl_Clear RxBuffer	Befehlspeicher löschen	BOOLEAN	RW	FALSE
7000:0A	Ctrl_Get RxBuffer Entry	Toggeln, um nächsten Buffer-Eintrag auszulesen (siehe 0x6000:06).	BOOLEAN	RW	FALSE
7000:0B	Ctrl_Release blocking of PLC Commands	Sperre für SPS-gesteuerte Befehle aufheben	BOOLEAN	RW	FALSE
7000:0C	Ctrl_Start Addressing	Addressierung starten	BOOLEAN	RW	FALSE
7000:0D	Ctrl Addressing Options	Adressierungsoptionen	BIT2	RO	0x00 (0 _{dez})
7000:11	Addressing Start Address	Adressierung Start-Adresse	UINT8	RO	0x00 (0 _{dez})
7000:13	Frame	Frame	UINT32	RO	0x00000000 (0 _{dez})

*) Bestimmte DALI-Befehle müssen innerhalb von 100 ms zweimal gesendet werden (send twice), ohne dass der Empfänger in der Zwischenzeit einen anderen DALI-Befehl empfangen darf (vorrangig Befehle zur Konfiguration von DALI-Geräten)

6.5.5 Diagnostikdaten (0xA000, 0xF000, 0xF915)

Index A000 Diag

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
A000:0	Diag	Maximaler Subindex	UINT8	RO	>24<
A000:01	Frames on DALI Bus	Frames auf dem DALI-Bus	UINT8	RO	0x00 (0 _{dez})
A000:09	Received DALI 16 Bit Frames	Empfangene DALI 16 Bit Frames	UINT8	RO	0x00 (0 _{dez})
A000:0A	Received DALI 24 Bit Frames	Empfangene DALI 24 Bit Frames	UINT8	RO	0x00 (0 _{dez})
A000:0C	Received DALI 32 Bit Frames	Empfangene DALI 32 Bit Frames	UINT8	RO	0x00 (0 _{dez})
A000:0E	Received backward Frames	Empfangene DALI 8 Bit Rückantwort-Frames	UINT8	RO	0x00 (0 _{dez})
A000:0F	Transmitted DALI 16 Bit Frames	Gesendete DALI 16 Bit Frames	UINT8	RO	0x00 (0 _{dez})
A000:10	Transmitted DALI 24 Bit Frames	Gesendete DALI 24 Bit Frames	UINT8	RO	0x00 (0 _{dez})
A000:11	Transmitted DALI 32 Bit Frames	Gesendete DALI 32 Bit Frames	UINT8	RO	0x00 (0 _{dez})
A000:12	Transmitted backward Frames	Gesendete DALI 8 Bit Rückantwort-Frames	UINT8	RO	0x00 (0 _{dez})
A000:13	Erroneous Frames	Fehlerhafte Frames	UINT8	RO	0x00 (0 _{dez})
A000:15	Collisions	Kollisionen	UINT8	RO	0x00 (0 _{dez})
A000:16	False Bittiming	Es wurde ein Frame empfangen, der vom vorgeschriebenen Bittiming (inkl. Toleranz) abweicht und wird deshalb als fehlerhaft erkannt.	UINT8	RO	0x00 (0 _{dez})
A000:18	Non DALI Frames	Nicht DALI-Frames	UINT8	RO	0x00 (0 _{dez})

Index F000 Modular device profile

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
F000:0	Modular device profile	Allgemeine Informationen des Modular Device Profiles	UINT8	RO	0x02 (2 _{dez})
F000:01	Module index distance	Indexabstand der Objekte der einzelnen Kanäle	UINT16	RO	0x0010 (16 _{dez})
F000:02	Maximum number of modules	Anzahl der Kanäle	UINT16	RO	0x0004 (4 _{dez})

Index F915 LED Status

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
F915:0	LED Status	Maximaler Subindex	UINT8	RO	0x10 (16 _{dez})
F915:01	Led 1	Run-LED	UINT32	RO	0x00000000 (0 _{dez})
F915:02	Led 2	Send-LED	UINT32	RO	0x00000000 (0 _{dez})
F915:03	Led 3	+24 V Power-LED	UINT32	RO	0x00000000 (0 _{dez})
F915:04	Led 4	Input 1-LED	UINT32	RO	0x00000000 (0 _{dez})
F915:05	Led 5	Error-LED	UINT32	RO	0x00000000 (0 _{dez})
F915:06	Led 6	Receive-LED	UINT32	RO	0x00000000 (0 _{dez})
F915:07	Led 7	DALI Power-LED	UINT32	RO	0x00000000 (0 _{dez})
F915:08	Led 8	Input 2-LED	UINT32	RO	0x00000000 (0 _{dez})

6.5.6 Standardobjekte

Index 1000 Device type

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
1000:0	Device type	Geräte-Typ des EtherCAT-Slaves: <ul style="list-style-type: none"> Das Lo-Word enthält das verwendete CoE Profil (5001). Das Hi-Word enthält das Modul Profil entsprechend des Modular Device Profile. 	UINT32	RO	0x00001389 (5001 _{dez})

Index 1008 Device name

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
1008:0	Device name	Geräte-Name des EtherCAT-Slaves	STRING	RO	EL6821

Index 1009 Hardware version

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

Index 100A Software version

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

Index 100B Bootloader version

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

Index 1018 Identity

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
1018:0	Identity	Informationen, um den Slave zu identifizieren	UINT8	RO	0x04 (4 _{dez})
1018:01	Vendor ID	Hersteller-ID des EtherCAT-Slaves	UINT32	RO	0x00000002 (2 _{dez})
1018:02	Product code	Produkt-Code des EtherCAT-Slaves	UINT32	RO	0x1AA53052 (447033426 _{dez})
1018:03	Revision	Revisionsnummer des EtherCAT-Slaves: <ul style="list-style-type: none"> • Das Low-Word (Bit 0-15) kennzeichnet die Sonderklammernummer. • Das High-Word (Bit 16-31) verweist auf die Gerätebeschreibung. 	UINT32	RO	-
1018:04	Serial number	Seriennummer des EtherCAT-Slaves: <ul style="list-style-type: none"> • Low-Byte <ul style="list-style-type: none"> ◦ Das Low-Byte (Bit 0-7) des Low-Words enthält das Produktionsjahr. ◦ Das High-Byte (Bit 8-15) des Low-Words enthält die Produktionswoche. • Das High-Word (Bit 16-31) ist 0 	UINT32	RO	-

Index 10E2 Manufacturer-specific Identification Code

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

Index 10F0 Backup parameter handling

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

Index 1600 DALI RxPDO-Map Control

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
1600:0	DALI RxPDO-Map Control	PDO Mapping DALI RxPDO-Map Control	UINT8	RO	>13<
1600:01	SubIndex 001	1. PDO Mapping entry (object 0x7000 (Control), entry 0x01 (Ctrl_Toggle Send))	UINT32	RO	0x7000:01, 1
1600:02	SubIndex 002	2. PDO Mapping entry (object 0x7000 (Control), entry 0x02 (Ctrl_Frame Type))	UINT32	RO	0x7000:02, 3
1600:03	SubIndex 003	3. PDO Mapping entry (object 0x7000 (Control), entry 0x05 (Ctrl_Priority))	UINT32	RO	0x7000:05, 3
1600:04	SubIndex 004	4. PDO Mapping entry (object 0x7000 (Control), entry 0x08 (Ctrl_Send Twice))	UINT32	RO	0x7000:08, 1
1600:05	SubIndex 005	5. PDO Mapping entry (object 0x7000 (Control), entry 0x09 (Ctrl_Clear RxBuffer))	UINT32	RO	0x7000:09, 1
1600:06	SubIndex 006	6. PDO Mapping entry (object 0x7000 (Control), entry 0x0A (Ctrl_Get RxBuffer Entry))	UINT32	RO	0x7000:0A, 1
1600:07	SubIndex 007	7. PDO Mapping entry (object 0x7000 (Control), entry 0x09 (Ctrl_Release blocking of PLC Commands))	UINT32	RO	0x7000:0B, 1
1600:08	SubIndex 008	8. PDO Mapping entry (object 0x7000 (Control), entry 0x09 (Ctrl_Start Addressing))	UINT32	RO	0x7000:0C, 1
1600:09	SubIndex 009	9. PDO Mapping entry (object 0x7000 (Control), entry 0x09 (Ctrl_Addressing Options))	UINT32	RO	0x7000:0D, 2
1600:0A	SubIndex 010	10. PDO Mapping entry (2 bits align)	UINT32	RO	0x0000:00, 2
1600:0B	SubIndex 011	11. PDO Mapping entry (object 0x7000 (Control), entry 0x11 (Addressing Start Address))	UINT32	RO	0x7000:11, 8
1600:0C	SubIndex 012	12. PDO Mapping entry (8 bits align)	UINT32	RO	0x0000:00, 8
1600:0D	SubIndex 013	13. PDO Mapping entry (object 0x7000 (Control), entry 0x13 (Frame))	UINT32	RO	0x7000:13, 32

Index 1A00 DALI TxPDO-Map Status

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
1A00:0	DALI TxPDO-Map Status	PDO Mapping DALI TxPDO-Map Status	UINT8	RW	>13<
1A00:01	SubIndex 001	1. PDO Mapping entry (object 0x6000 (Status), entry 0x01 (Status_Send Ack))	UINT32	RW	0x6000:01, 1
1A00:02	SubIndex 002	2. PDO Mapping entry (object 0x6000 (Status), entry 0x02 (Status_Addressing Active))	UINT32	RW	0x6000:02, 1
1A00:03	SubIndex 003	3. PDO Mapping entry (object 0x6000 (Status), entry 0x03 (Status_Short Circuit on Bus))	UINT32	RW	0x6000:03, 1
1A00:04	SubIndex 004	4. PDO Mapping entry (object 0x6000 (Status), entry 0x04 (Status_Error Power Supply))	UINT32	RW	0x6000:04, 1
1A00:05	SubIndex 005	5. PDO Mapping entry (object 0x6000 (Status), entry 0x05 (Status_PLC blocked through Inputs))	UINT32	RW	0x6000:05, 1
1A00:06	SubIndex 006	6. PDO Mapping entry (object 0x6000 (Status), entry 0x06 (Status_Buffer Ack))	UINT32	RW	0x6000:06, 1
1A00:07	SubIndex 007	7. PDO Mapping entry (object 0x6000 (Status), entry 0x07 (Status_Quiescent Mode Active))	UINT32	RW	0x6000:07, 1
1A00:08	SubIndex 008	8. PDO Mapping entry (8 bits align)	UINT32	RW	0x0000:00, 8
1A00:09	SubIndex 009	9. PDO Mapping entry (object 0x6000 (Status), entry 0x10 (Status_TxPDO Toggle))	UINT32	RW	0x6000:10, 1
1A00:0A	SubIndex 010	10. PDO Mapping entry (object 0x6000 (Status), entry 0x11 (Send Error Code))	UINT32	RW	0x6000:11, 8
1A00:0B	SubIndex 11	11. PDO Mapping entry (object 0x6000 (Status), entry 0x12 (Number of Buffer Entries))	UINT32	RW	0x6000:12, 8
1A00:0C	SubIndex 12	12. PDO Mapping entry (object 0x6000 (Status), entry 0x13 (Number of Address Devices))	UINT32	RW	0x6000:13, 8
1A00:0D	SubIndex 13	13. PDO Mapping entry (object 0x6000 (Status), entry 0x14 (Addressing Error Code))	UINT32	RW	0x6000:14, 8

Index 1A10 DI TxPDO-Map Ch. 1

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
1A10:0	DI TxPDO-Map Ch. 1	PDO Mapping DI TxPDO-Map Ch. 1	UINT8	RW	>2<
1A10:01	SubIndex 001	1. PDO Mapping entry (object 0x6010 (Input Ch. 1), entry 0x01 (Input))	UINT32	RW	0x6010:01, 1
1A10:02	SubIndex 002	2. PDO Mapping entry (15 bits align)	UINT32	RW	0x0000:00, 15

Index 1A20 DI TxPDO-Map Ch. 2

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
1A20:0	DI TxPDO-Map Ch. 2	PDO Mapping DI TxPDO-Map Ch. 2	UINT8	RW	>2<
1A20:01	SubIndex 001	1. PDO Mapping entry (object 0x6020 (Input Ch. 2), entry 0x01 (Input))	UINT32	RW	0x6020:01, 1
1A20:02	SubIndex 002	2. PDO Mapping entry (15 bits align)	UINT32	RW	0x0000:00, 15

Index 1A30 RxBuffer TxPDO-Map

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
1A30:0	RxBuffer TxPDO-Map	PDO Mapping RxBuffer TxPDO-Map	UINT8	RW	>13<
1A30:01	SubIndex 001	1. PDO Mapping entry (object 0x6030 (RxBuffer Entry), entry 0x01 (Info_Frame Type))	UINT32	RW	0x6030:01, 3
1A30:02	SubIndex 002	2. PDO Mapping entry (5 bits align)	UINT32	RW	0x0000:00, 5
1A30:03	SubIndex 003	3. PDO Mapping entry (object 0x6030 (RxBuffer Entry), entry 0x09 (Info_Error Code))	UINT32	RW	0x6030:09, 8
1A30:04	SubIndex 004	4. PDO Mapping entry (object 0x6030 (RxBuffer Entry), entry 0x11 (Frame))	UINT32	RW	0x6030:11, 32

Index 1C00 Sync manager type

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

Index 1C12 RxPDO assign

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
1C12:0	RxPDO assign	PDO Assign Outputs	UINT8	RW	0x01 (1 _{dez})
1C12:01	SubIndex 001	1. zugeordnete RxPDO (enthält den Index des zugehörigen RxPDO Mapping Objekts)	UINT16	RW	0x1600 (5632 _{dez})

Index 1C13 TxPDO assign

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
1C13:0	TxPDO assign	PDO Assign Inputs	UINT8	RW	0x02 (2 _{dez})
1C13:01	Subindex 001	1. zugeordnete TxPDO (enthält den Index des zugehörigen TxPDO Mapping Objekts)	UINT16	RW	0x1A00 (6656 _{dez})
1C13:02	Subindex 002	2. zugeordnete TxPDO (enthält den Index des zugehörigen TxPDO Mapping Objekts)	UINT16	RW	0x1A10 (6672 _{dez})
1C13:03	Subindex 003	3. zugeordnete TxPDO (enthält den Index des zugehörigen TxPDO Mapping Objekts)	UINT16	RW	0x1A20 (6688 _{dez})
1C13:04	Subindex 004	4. zugeordnete TxPDO (enthält den Index des zugehörigen TxPDO Mapping Objekts)	UINT16	RW	0x1A30 (6704 _{dez})

Index 1C32 SM output parameter

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
1C32:0	SM output parameter	Synchronisierungsparameter der Outputs	UINT8	RO	0x20 (32 _{dez})
1C32:01	Sync mode	Aktuelle Synchronisierungsbetriebsart: <ul style="list-style-type: none"> 0: FreeRun/SM-Synchron 	UINT16	RW	0x0000 (0 _{dez})
1C32:02	Cycle time	Zykluszeit (in ns): <ul style="list-style-type: none"> Free Run: Zykluszeit des lokalen Timers Synchron with SM 2 Event: Zykluszeit des Masters DC-Mode: SYNC0/SYNC1 Cycle Time 	UINT32	RW	0x000F4240 (1000000 _{dez})
1C32:03	Shift time	Zeit zwischen SYNC0 Event und Ausgabe der Outputs (in ns, nur DC-Mode)	UINT32	RO	0x00000000 (0 _{dez})
1C32:04	Sync modes supported	Unterstützte Synchronisierungsbetriebsarten: <ul style="list-style-type: none"> Bit 0 = 1: Free Run wird unterstützt Bit 1 = 1: Synchron with SM 2 Event wird unterstützt Bit 2-3 = 01: DC-Mode wird unterstützt Bit 4-5 = 10: Output Shift mit SYNC1 Event (nur DC-Mode) Bit 14 = 1: dynamische Zeiten (Messen durch Beschreiben von 0x1C32:08) 	UINT16	RO	0x000B (11 _{dez})
1C32:05	Minimum cycle time	Minimale Zykluszeit (in ns)	UINT32	RO	0x000186A0 (100000 _{dez})
1C32:06	Calc and copy time	Minimale Zeit zwischen SYNC0 und SYNC1 Event (in ns, nur DC-Mode)	UINT32	RO	0x00000000 (0 _{dez})
1C32:07	Minimum delay time	Minimale Zeit zwischen SYNC1 Event und Ausgabe der Outputs (in ns)	UINT32	RO	0x00000000 (0 _{dez})
1C32:08	Get Cycle Time	<ul style="list-style-type: none"> 0: Messung der lokalen Zykluszeit wird gestoppt 1: Messung der lokalen Zykluszeit wird gestartet <p>Die Entries 0x1C32:03, 0x1C32:05, 0x1C32:06, 0x1C32:09, 0x1C33:03 [▶ 127], 0x1C33:06 [▶ 126], 0x1C33:09 [▶ 127] werden mit den maximal gemessenen Werten aktualisiert. Wenn erneut gemessen wird, werden die Messwerte zurückgesetzt.</p>	UINT16	RW	0x0000 (0 _{dez})
1C32:09	Maximum Delay time	Zeit zwischen SYNC1 Event und Ausgabe der Outputs (in ns, nur DC-Mode)	UINT32	RO	0x00000000 (0 _{dez})
1C32:0B	SM event missed counter	Anzahl der ausgefallenen SM-Events im OPERATIONAL (nur im DC-Mode)	UINT16	RO	0x0000 (0 _{dez})
1C32:0C	Cycle exceeded counter	Anzahl der Zykluszeitverletzungen im OPERATIONAL (Zyklus wurde nicht rechtzeitig fertig bzw. der nächste Zyklus kam zu früh)	UINT16	RO	0x0000 (0 _{dez})
1C32:0D	Shift too short counter	Anzahl zu kurzer Abstände zwischen SYNC0 und SYNC1 Event (nur im DC-Mode)	UINT16	RO	0x0000 (0 _{dez})
1C32:20	Sync error	Im letzten Zyklus war die Synchronisierung nicht korrekt (Ausgänge wurden zu spät ausgegeben, nur im DC-Mode)	BOOLEAN	RO	0x00 (0 _{dez})

Index 1C33 SM input parameter

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
1C33:0	SM input parameter	Synchronisierungsparameter der Inputs	UINT8	RO	0x20 (32 _{dez})
1C33:01	Sync mode	<ul style="list-style-type: none"> 0: Free Run 1: Synchron with SM 3 Event (keine Outputs vorhanden) 2: DC - Synchron with SYNC0 Event 3: DC - Synchron with SYNC1 Event 34: Synchron with SM 2 Event (Outputs vorhanden) 	UINT16	RW	0x0000 (0 _{dez})
1C33:02	Cycle time	Zykluszeit (in ns): <ul style="list-style-type: none"> Free Run: Zykluszeit des lokalen Timers Synchron with SM 2 Event: Zykluszeit des Masters DC-Mode: SYNC0/SYNC1 Cycle Time 	UINT32	RW	0x000F4240 (10000 _{dez})
1C33:03	Shift time	Zeit zwischen SYNC0-Event und Einlesen der Inputs (in ns, nur DC-Mode)	UINT32	RO	0x00000384 (900 _{dez})
1C33:04	Sync modes supported	Unterstützte Synchronisierungsbetriebsarten: <ul style="list-style-type: none"> Bit 0: Free Run wird unterstützt Bit 1: Synchron with SM 2 Event wird unterstützt (Outputs vorhanden) Bit 1: Synchron with SM 3 Event wird unterstützt (keine Outputs vorhanden) Bit 2-3 = 01: DC-Mode wird unterstützt Bit 4-5 = 01: Input Shift durch lokales Ereignis (Outputs vorhanden) Bit 4-5 = 10: Input Shift mit SYNC1 Event (keine Outputs vorhanden) Bit 14 = 1: dynamische Zeiten (Messen durch Beschreiben von 0x1C32:08 [▶ 126] oder 0x1C33:08) 	UINT16	RO	0x000B (11 _{dez})
1C33:05	Minimum cycle time	Minimale Zykluszeit (in ns)	UINT32	RO	0x000186A0 (100000 _{dez})
1C33:06	Calc and copy time	Zeit zwischen Einlesen der Eingänge und Verfügbarkeit der Eingänge für den Master (in ns, nur DC-Mode)	UINT32	RO	0x00000000 (0 _{dez})
1C33:07	Minimum delay time	Min. Zeit zwischen SYNC1-Event und Einlesen der Eingänge (in ns, nur DC-Mode)	UINT32	RO	0x00000384 (900 _{dez})
1C33:08	Get Cycle Time	<ul style="list-style-type: none"> 0: Messung der lokalen Zykluszeit wird gestoppt 1: Messung der lokalen Zykluszeit wird gestartet Die Entries 0x1C32:03, 0x1C32:05, 0x1C32:06, 0x1C32:09 werden mit den maximal gemessenen Werten aktualisiert. Wenn erneut gemessen wird, werden die Messwerte zurückgesetzt	UINT16	RW	0x0000 (0 _{dez})
1C33:09	Maximum delay time	Zeit zwischen SYNC1-Event und Einlesen der Eingänge (in ns, nur DC-Mode)	UINT32	RO	0x00000000 (0 _{ez})
1C33:0B	SM event missed counter	Anzahl der ausgefallenen SM-Events im OPERATIONAL (nur im DC-Mode)	UINT16	RO	0x0000 (0 _{dez})
1C33:0C	Cycle exceeded counter	Anzahl der Zykluszeitverletzungen im OPERATIONAL (Zyklus wurde nicht rechtzeitig fertig bzw. der nächste Zyklus kam zu früh)	UINT16	RO	0x0000 (0 _{dez})
1C33:0D	Shift too short counter	Anzahl zu kurzer Abstände zwischen SYNC0 und SYNC1 Event (nur im DC-Mode)	UINT16	RO	0x0000 (0 _{dez})
1C33:20	Sync error	Im letzten Zyklus war die Synchronisierung nicht korrekt (Ausgänge wurden zu spät ausgegeben, nur im DC-Mode)	BOOLEAN	ROO	0x00 (0 _{dez})

Index F008 Code word

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

7 Programmierung

Die Programmierung der EL6821 erfolgt ausschließlich über Funktionsbausteine der SPS-Bibliotheken. Die Programmierung erfolgt ausschließlich über TwinCAT-3-Funktionsbausteine.

Siehe Software-Dokumentation im Beckhoff-Information-System.

TwinCAT 3: [TwinCAT 3](#) | [PLC Lib: Tc3_DALI](#)

8 Anhang

8.1 EtherCAT AL Status Codes

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

8.2 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 [▶ 130] . 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!	

EL6821			
Hardware (HW)	Firmware (FW)	Revision-Nr..	Release-Datum
00	01	EL6821-0000-0016	05/2024
	02		08/2024
	03		12/2024
01*	04*	EL6821-0000-0017	09/2024

*) 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.

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

Dieses Kapitel beschreibt das Geräte-Update für Beckhoff EtherCAT-Slaves der Serien EL/ES, ELM, EM, EK, EP, EPP und ERP. Ein FW-Update sollte nur nach Rücksprache mit dem Beckhoff Support durchgeführt werden.

HINWEIS

Nur TwinCAT 3 Software verwenden!

Ein Firmware-Update von Beckhoff IO Geräten ist ausschließlich mit einer TwinCAT 3-Installation durchzuführen. Es empfiehlt sich ein möglichst aktuelles Build, kostenlos zum Download verfügbar auf der [Beckhoff-Website](#).

Zum Firmware-Update kann TwinCAT im sog. FreeRun-Modus betrieben werden, eine kostenpflichtige Lizenz ist dazu nicht nötig.

Das für das Update vorgesehene Gerät kann in der Regel am Einbauort verbleiben; TwinCAT ist jedoch im FreeRun zu betreiben. Zudem ist auf eine störungsfreie EtherCAT Kommunikation zu achten (keine „LostFrames“ etc.).

Andere EtherCAT-Master-Software wie z. B. der EtherCAT-Konfigurator sind nicht zu verwenden, da sie unter Umständen nicht die komplexen Zusammenhänge beim Update von Firmware, EEPROM und ggf. weiteren Gerätebestandteilen unterstützen.

Speicherorte

In einem EtherCAT-Slave werden an bis zu drei Orten Daten für den Betrieb vorgehalten:

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

HINWEIS

Applikationsspezifisches Beschreiben des ESI-EEPROM

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

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

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

- Je nach Funktionsumfang und Performance besitzen EtherCAT-Slaves einen oder mehrere lokale Controller zur Verarbeitung von IO-Daten. Das darauf laufende Programm ist die so genannte **Firmware** im Format *.efw.
- In bestimmten EtherCAT-Slaves kann auch die EtherCAT Kommunikation in diesen Controller integriert sein. Dann ist der Controller meist ein so genannter **FPGA**-Chip mit der *.rbf-Firmware.

Kundenseitig zugänglich sind diese Daten nur über den Feldbus EtherCAT und seine Kommunikationsmechanismen. Beim Update oder Auslesen dieser Daten ist insbesondere die azyklische Mailbox-Kommunikation oder der Registerzugriff auf den ESC in Benutzung.

Der TwinCAT System Manager bietet Mechanismen, um alle drei Teile mit neuen Daten programmieren zu können, wenn der Slave dafür vorgesehen ist. Es findet üblicherweise keine Kontrolle durch den Slave statt, ob die neuen Daten für ihn geeignet sind, ggf. ist ein Weiterbetrieb nicht mehr möglich.

Vereinfachtes Update per Bundle-Firmware

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

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

Nach dem Update sollte eine Erfolgskontrolle durchgeführt werden

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

HINWEIS

Beschädigung des Gerätes möglich!

- ✓ Beim Herunterladen von neuen Gerätedateien ist zu beachten

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

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

8.3.1 Gerätebeschreibung ESI-File/XML

HINWEIS

ACHTUNG bei Update der ESI-Beschreibung/EEPROM

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

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

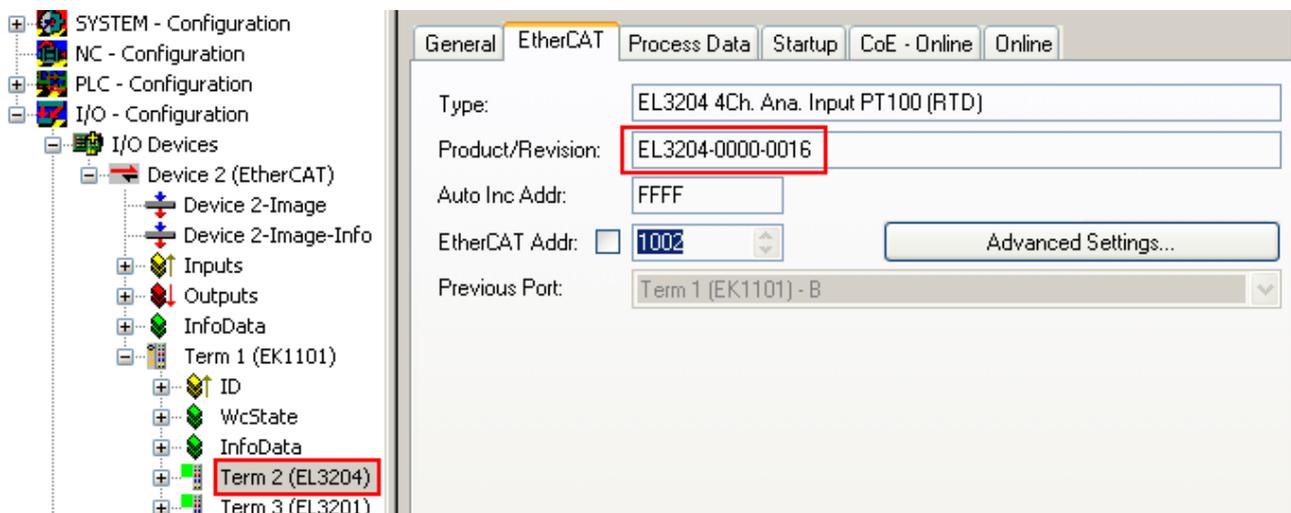


Abb. 99: Geräteerkennung aus Name EL3204-0000 und Revision -0016

Die konfigurierte Kennung muss kompatibel sein mit der tatsächlich als Hardware eingesetzten Gerätebeschreibung, d. h. der Beschreibung die der Slave (hier: EL3204) beim Start geladen hat. Üblicherweise muss dazu die konfigurierte Revision gleich oder niedriger der tatsächlich im Klemmenverbund befindlichen sein.

Weitere Hinweise hierzu entnehmen Sie bitte der [EtherCAT System-Dokumentation](#).

i Update von XML/ESI-Beschreibung

Die Geräteversion steht in engem Zusammenhang mit der verwendeten Firmware bzw. Hardware. Nicht kompatible Kombinationen führen mindestens zu Fehlfunktionen oder sogar zur endgültigen Außerbetriebsetzung des Gerätes. Ein entsprechendes Update sollte nur in Rücksprache mit dem Beckhoff Support ausgeführt werden.

Anzeige der Slave-Kennung ESI

Der einfachste Weg die Übereinstimmung von konfigurierter und tatsächlicher Gerätebeschreibung festzustellen, ist im TwinCAT-Modus Config/FreeRun das Scannen der EtherCAT-Boxen auszuführen:

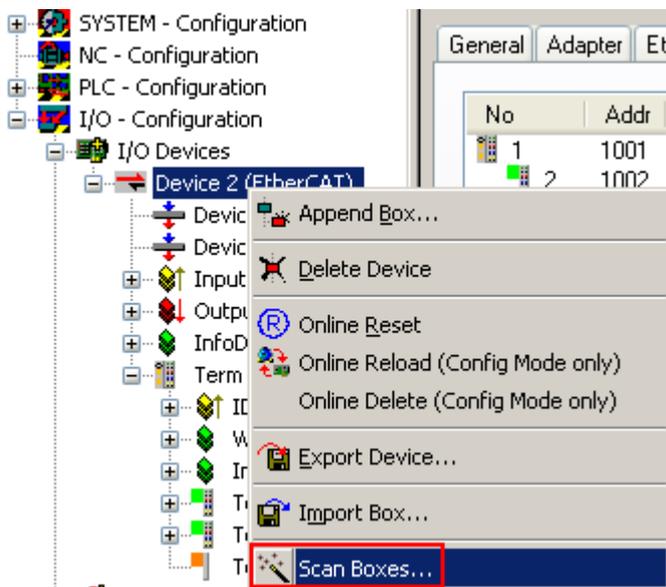


Abb. 100: Rechtsklick auf das EtherCAT-Gerät bewirkt das Scannen des unterlagerten Feldes

Wenn das gefundene Feld mit dem konfigurierten übereinstimmt, erscheint



Abb. 101: Konfiguration identisch

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

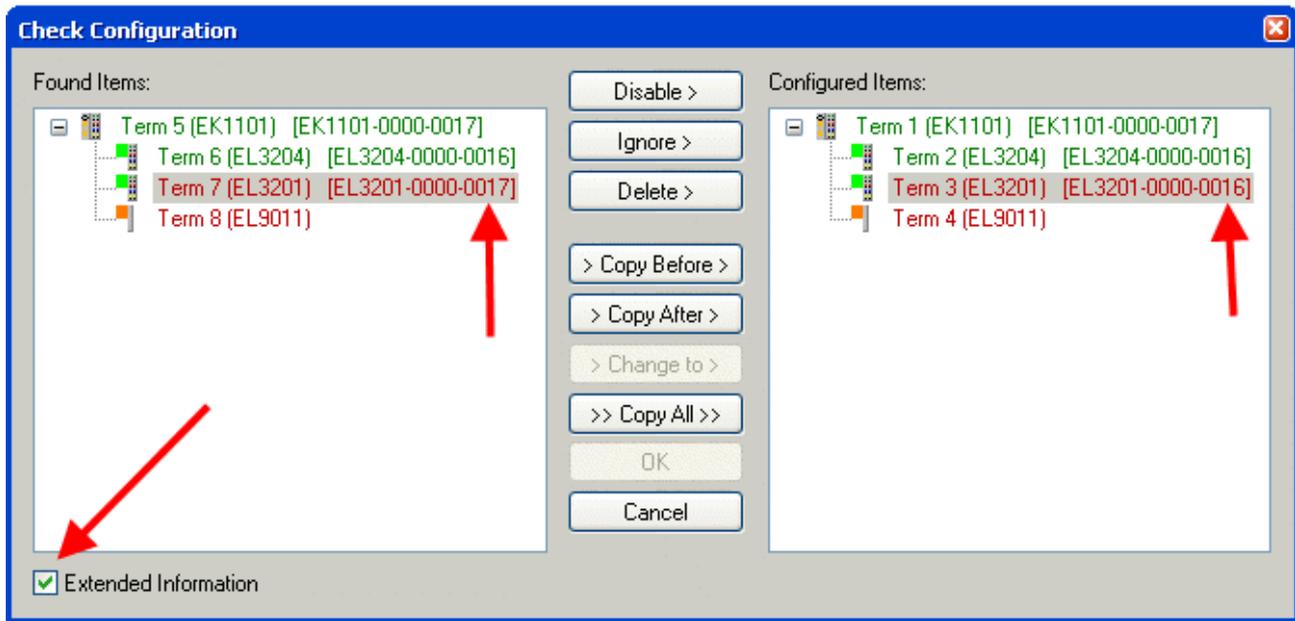


Abb. 102: Änderungsdialog

In diesem Beispiel in Abb. *Änderungsdialog*, wurde eine EL3201-0000-0017 vorgefunden, während eine EL3201-0000-0016 konfiguriert wurde. In diesem Fall bietet es sich an, mit dem *Copy Before*-Button die Konfiguration anzupassen. Die Checkbox *Extended Information* muss gesetzt werden, um die Revision angezeigt zu bekommen.

Änderung der Slave-Kennung ESI

Die ESI/EEPROM-Kennung kann unter TwinCAT wie folgt aktualisiert werden:

- Es muss eine einwandfreie EtherCAT-Kommunikation zum Slave hergestellt werden
- Der State des Slave ist unerheblich
- Rechtsklick auf den Slave in der Online-Anzeige führt zum Dialog *EEPROM Update*, Abb. *EEPROM Update*

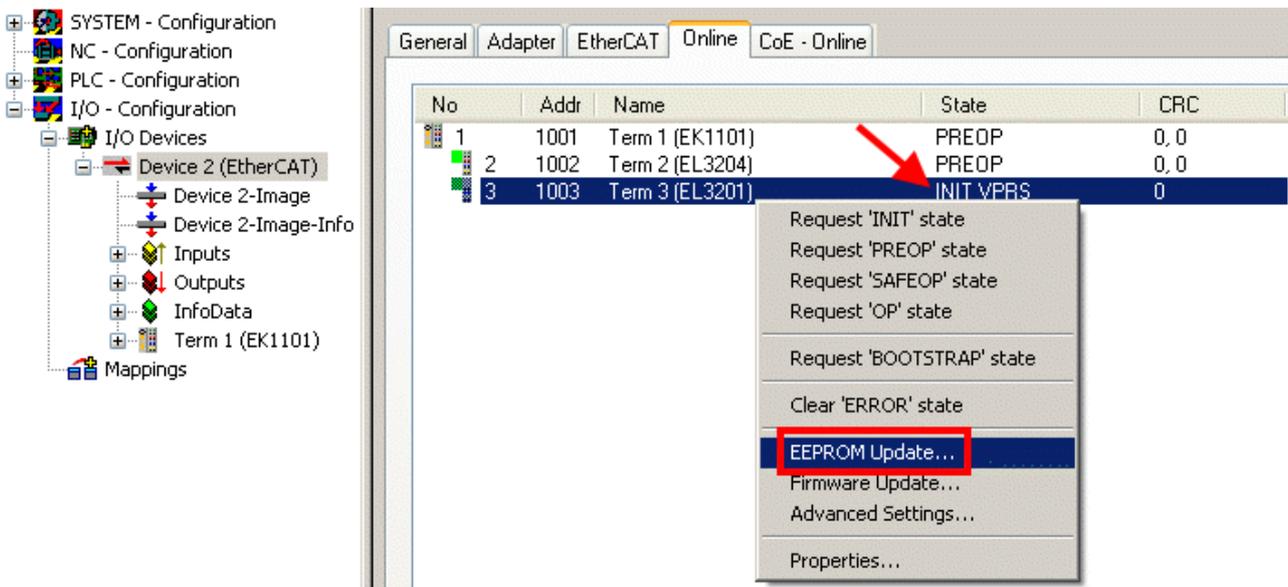


Abb. 103: EEPROM Update

Im folgenden Dialog wird die neue ESI-Beschreibung ausgewählt, s. Abb. *Auswahl des neuen ESI*. Die CheckBox *Show Hidden Devices* zeigt auch ältere, normalerweise ausgeblendete Ausgaben eines Slave.

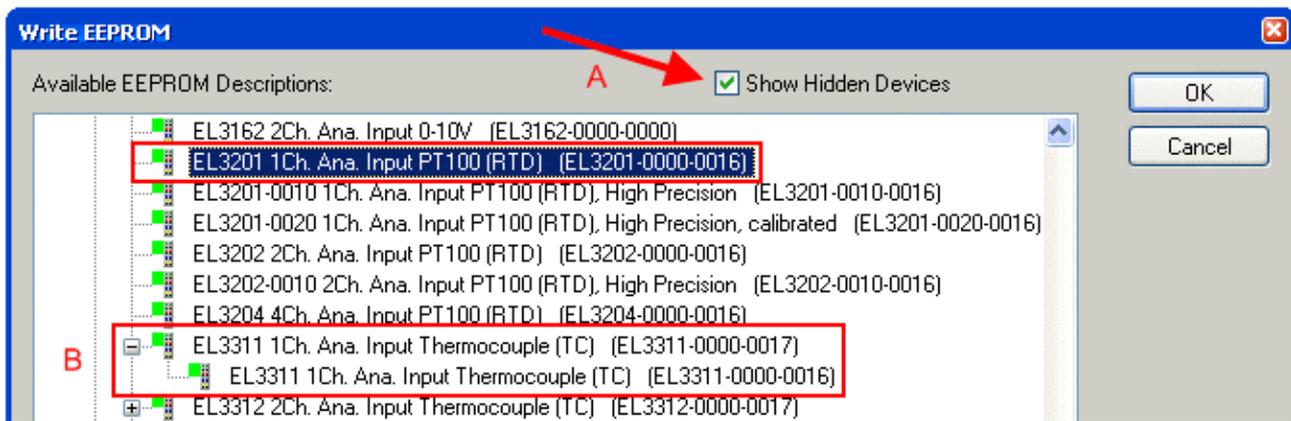


Abb. 104: Auswahl des neuen ESI

Ein Laufbalken im System Manager zeigt den Fortschritt - erst erfolgt das Schreiben, dann das Verifying.

● Änderung erst nach Neustart wirksam

i Die meisten EtherCAT-Geräte lesen eine geänderte ESI-Beschreibung umgehend bzw. nach dem Aufstarten aus dem INIT ein. Einige Kommunikationseinstellungen wie z. B. Distributed Clocks werden jedoch erst bei PowerOn gelesen. Deshalb ist ein kurzes Abschalten des EtherCAT-Slave nötig, damit die Änderung wirksam wird.

8.3.2 Erläuterungen zur Firmware

Versionsbestimmung der Firmware

Versionsbestimmung mit dem TwinCAT System Manager

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

● CoE-Online und Offline-CoE

i Es existieren zwei CoE-Verzeichnisse:

- **online:** es wird im EtherCAT-Slave vom Controller angeboten, wenn der EtherCAT-Slave dies unterstützt. Dieses CoE-Verzeichnis kann nur bei angeschlossenem und betriebsbereitem Slave angezeigt werden.
- **offline:** in der EtherCAT Slave Information ESI/XML kann der Default-Inhalt des CoE enthalten sein. Dieses CoE-Verzeichnis kann nur angezeigt werden, wenn es in der ESI (z. B. „Beckhoff EL5xx.xml“) enthalten ist.

Die Umschaltung zwischen beiden Ansichten kann über den Button *Advanced* vorgenommen werden.

In Abb. *Anzeige FW-Stand EL3204* wird der FW-Stand der markierten EL3204 in CoE-Eintrag 0x100A mit 03 angezeigt.

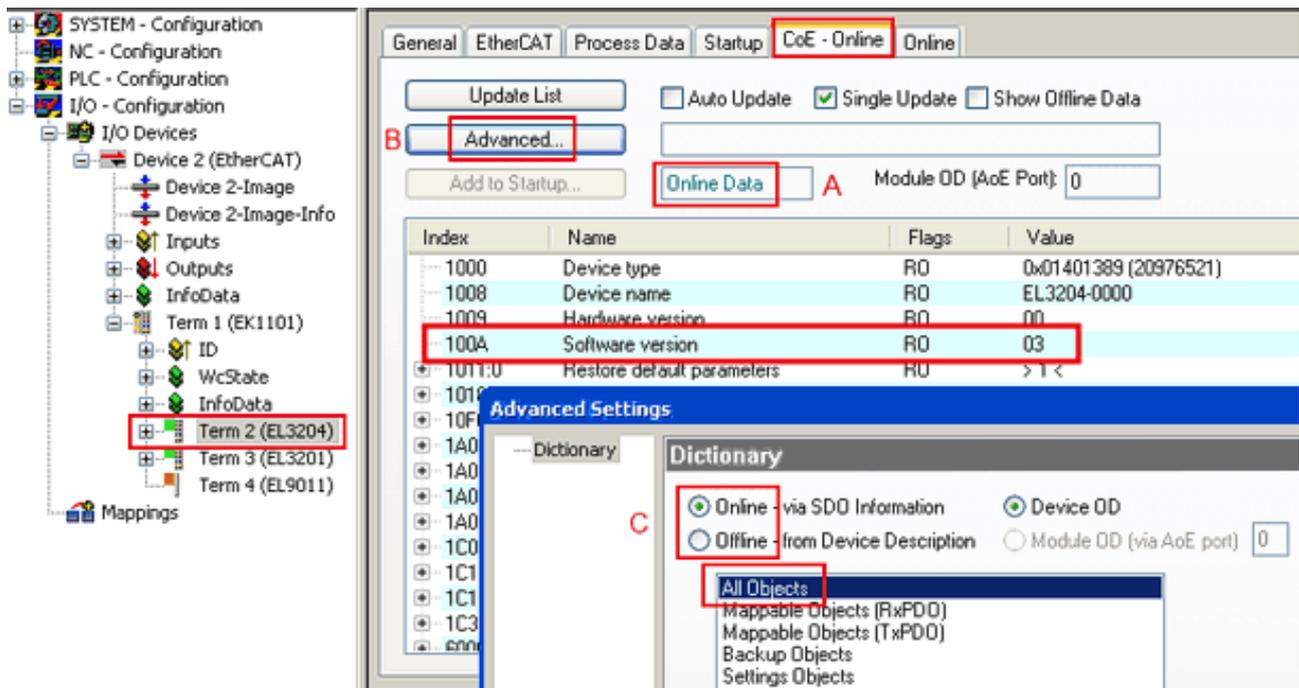


Abb. 105: Anzeige FW-Stand EL3204

TwinCAT 2.11 zeigt in (A) an, dass aktuell das Online-CoE-Verzeichnis angezeigt wird. Ist dies nicht der Fall, kann durch die erweiterten Einstellungen (B) durch *Online* und Doppelklick auf *All Objects* das Online-Verzeichnis geladen werden.

8.3.3 Update Controller-Firmware *.efw

● CoE-Verzeichnis

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

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

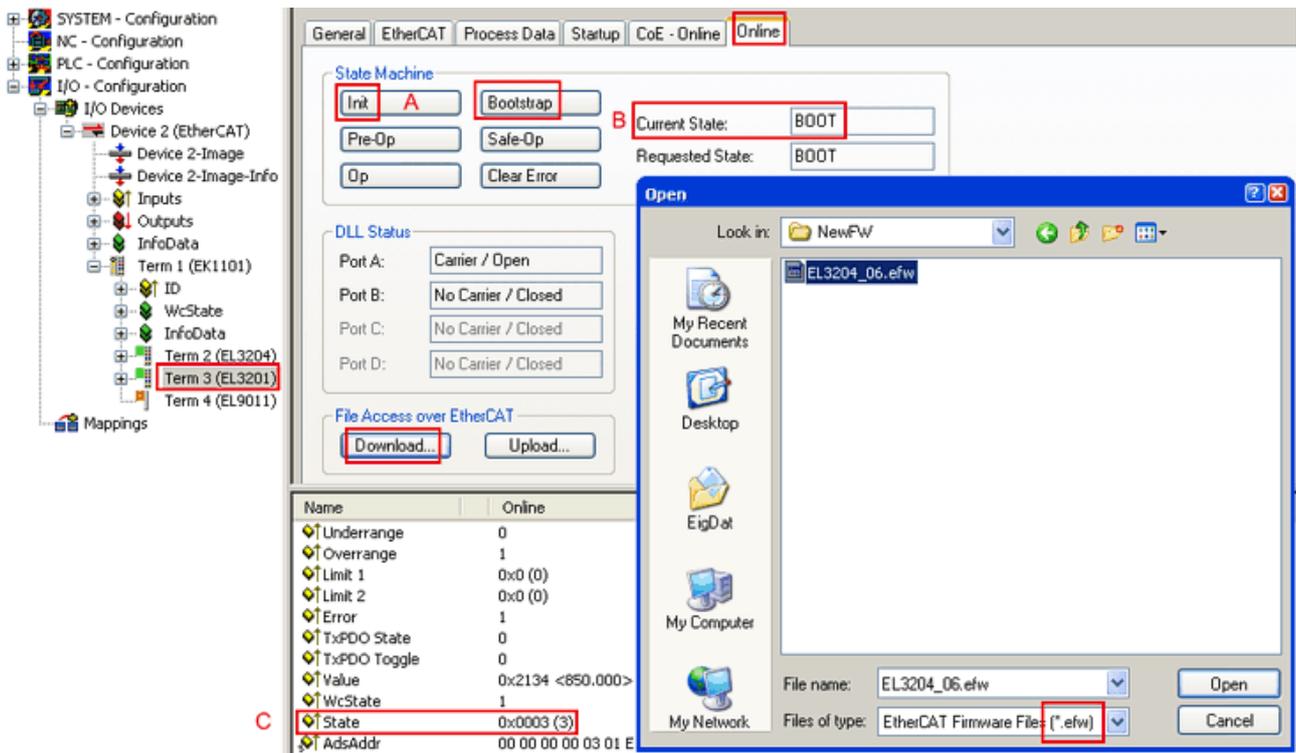
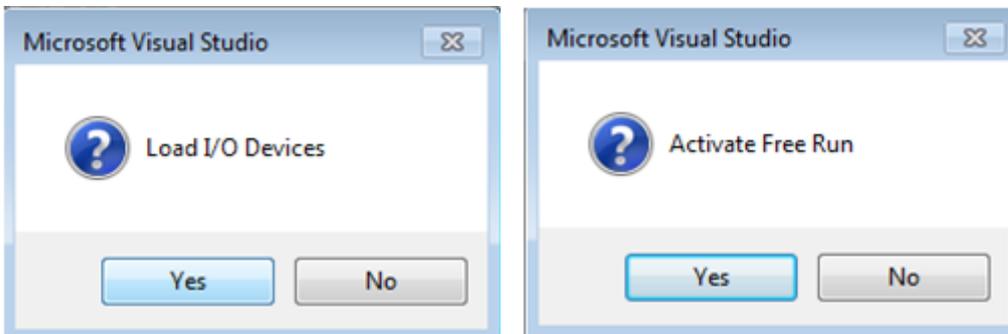


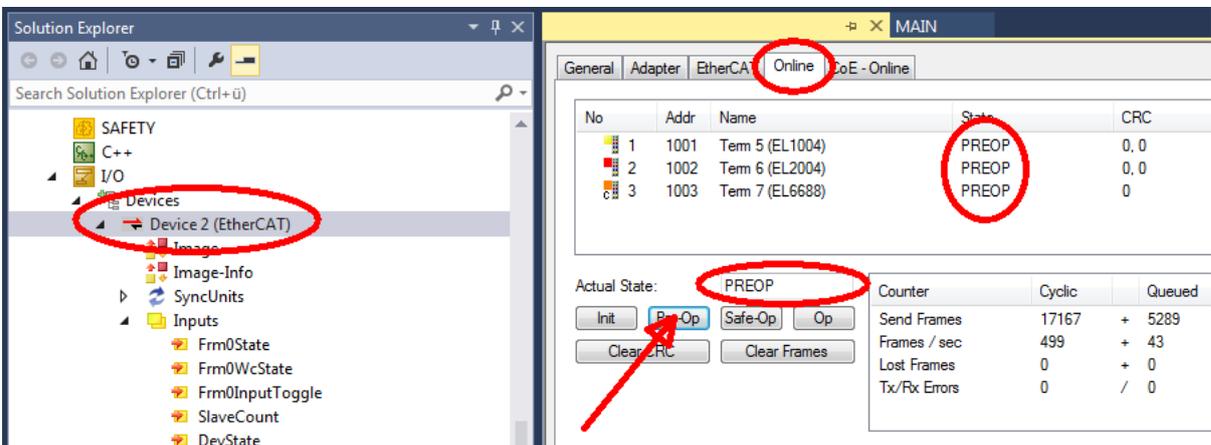
Abb. 106: Firmware Update

Es ist folgender Ablauf einzuhalten, wenn keine anderen Angaben z. B. durch den Beckhoff Support vorliegen. Gültig für TwinCAT 2 und 3 als EtherCAT-Master.

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

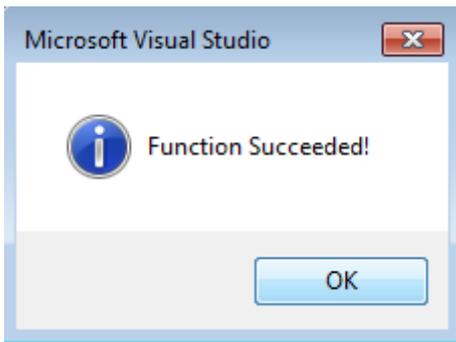


- EtherCAT-Master in PreOP schalten



- Slave in INIT schalten (A)
- Slave in BOOTSTRAP schalten

- Kontrolle des aktuellen Status (B, C)
- Download der neuen *efw-Datei, abwarten bis beendet. Ein Passwort wird in der Regel nicht benötigt.



- Nach Beendigung des Download in INIT schalten, dann in PreOP
- Slave kurz stromlos schalten (nicht unter Spannung ziehen!)
- Im CoE 0x100A kontrollieren ob der FW-Stand korrekt übernommen wurde.

8.3.4 FPGA-Firmware *.rbf

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

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

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

Versionsbestimmung mit dem TwinCAT System-Manager

Der TwinCAT System Manager zeigt die Version der FPGA-Firmware an. Klicken Sie hierzu auf die Ethernet-Karte Ihres EtherCAT-Stranges (im Beispiel Gerät 2) und wählen Sie den Karteireiter *Online*.

Die Spalte *Reg:0002* zeigt die Firmware-Version der einzelnen EtherCAT-Geräte in hexadezimaler und dezimaler Darstellung an.

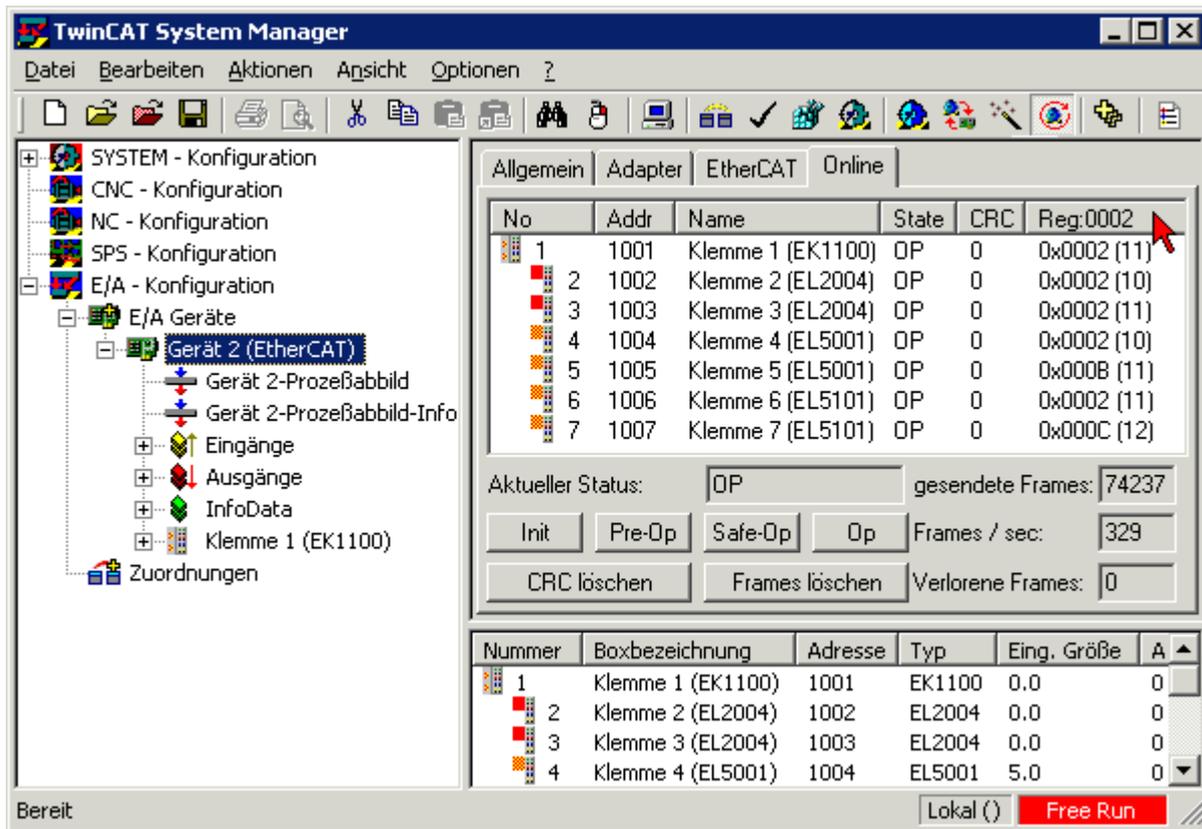
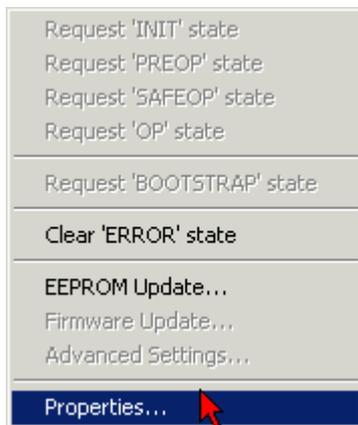


Abb. 107: Versionsbestimmung FPGA-Firmware

Falls die Spalte *Reg:0002* nicht angezeigt wird, klicken sie mit der rechten Maustaste auf den Tabellenkopf und wählen im erscheinenden Kontextmenü, den Menüpunkt *Properties*.

Abb. 108: Kontextmenu *Eigenschaften (Properties)*

In dem folgenden Dialog *Advanced Settings* können Sie festlegen, welche Spalten angezeigt werden sollen. Markieren Sie dort unter *Diagnose/Online Anzeige* das Kontrollkästchen vor *'0002 ETxxxx Build'* um die Anzeige der FPGA-Firmware-Version zu aktivieren.

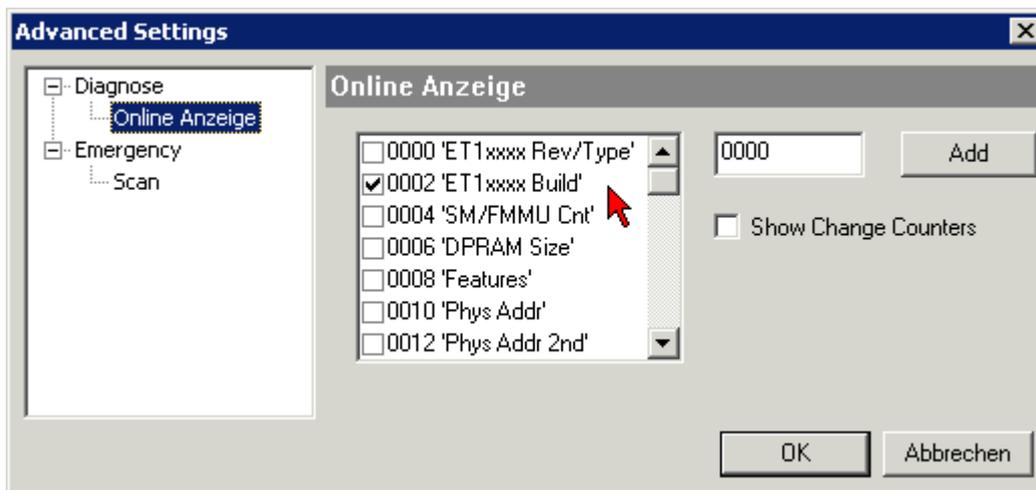


Abb. 109: Dialog *Advanced settings*

Update

Für das Update der FPGA-Firmware

- eines EtherCAT-Kopplers, muss auf diesem Koppler mindestens die FPGA-Firmware-Version 11 vorhanden sein.
- einer E-Bus-Klemme, muss auf dieser Klemme mindestens die FPGA-Firmware-Version 10 vorhanden sein.

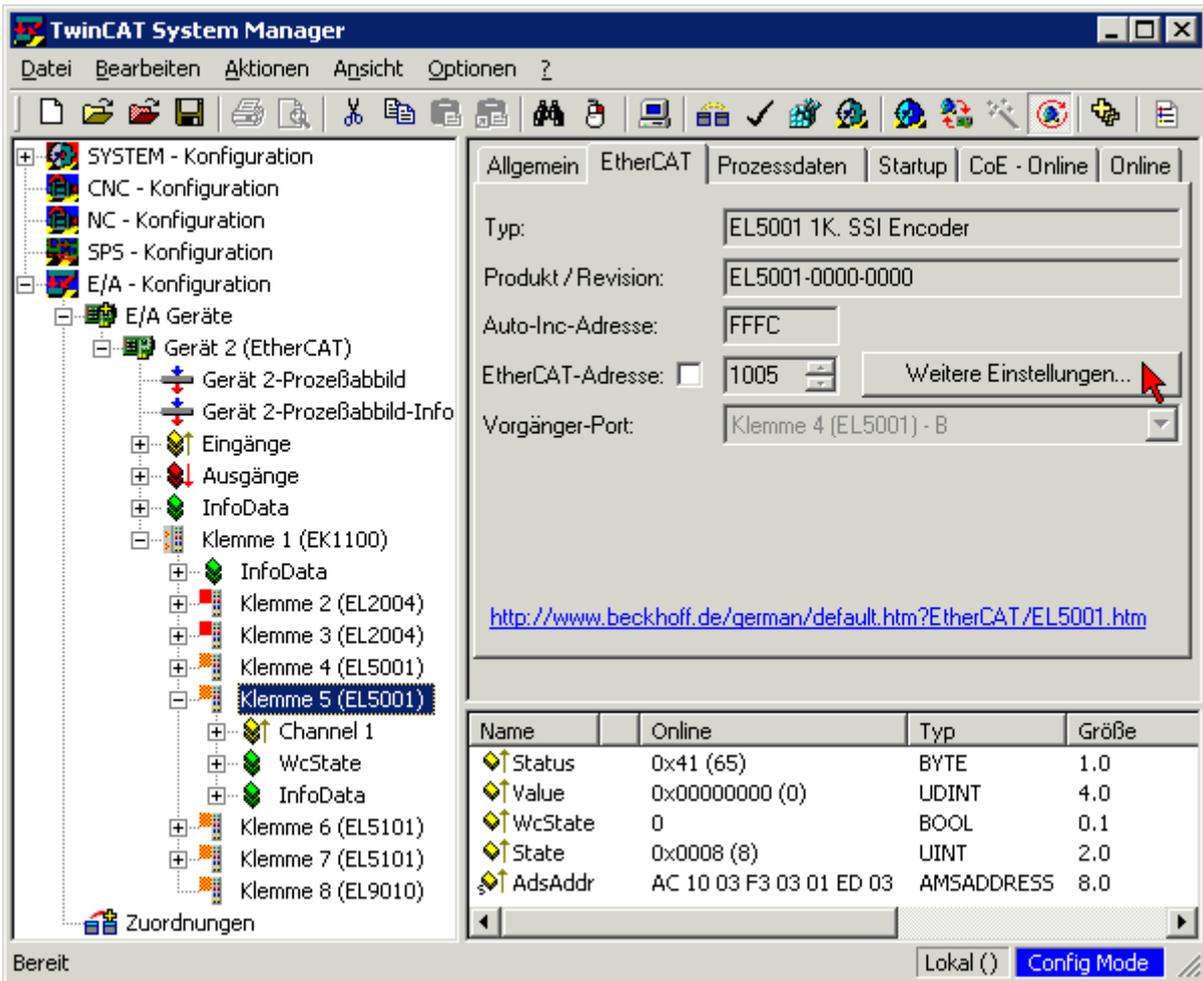
Ältere Firmware-Stände können nur vom Hersteller aktualisiert werden!

Update eines EtherCAT-Geräts

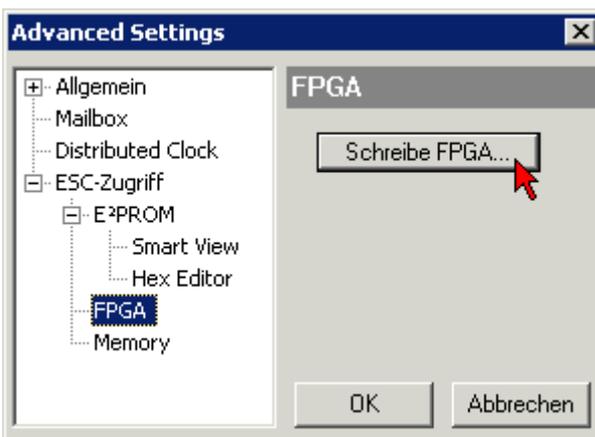
Es ist folgender Ablauf einzuhalten, wenn keine anderen Angaben z. B. durch den Beckhoff Support vorliegen:

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

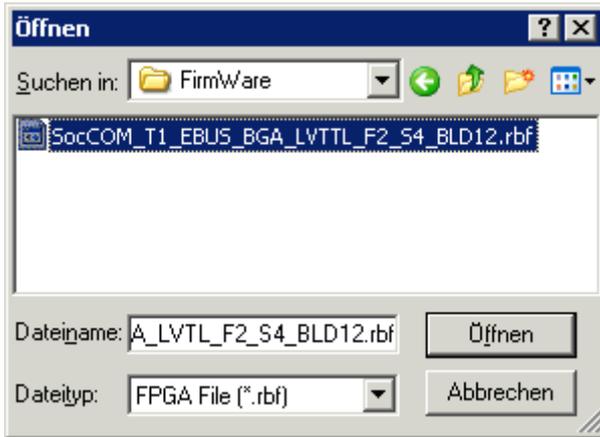
- Wählen Sie im TwinCAT System Manager die Klemme an, deren FPGA-Firmware Sie aktualisieren möchten (im Beispiel: Klemme 5: EL5001) und klicken Sie auf dem Karteireiter *EtherCAT* auf die Schaltfläche *Weitere Einstellungen*:



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



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



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

HINWEIS

Beschädigung des Gerätes möglich!

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

8.3.5 Gleichzeitiges Update mehrerer EtherCAT-Geräte

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

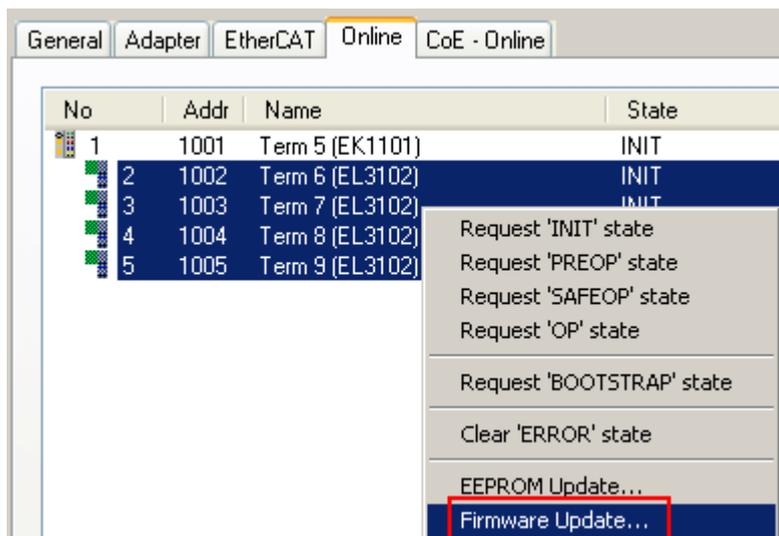


Abb. 110: Mehrfache Selektion und FW-Update

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

8.4 Wiederherstellen des Auslieferungszustandes

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

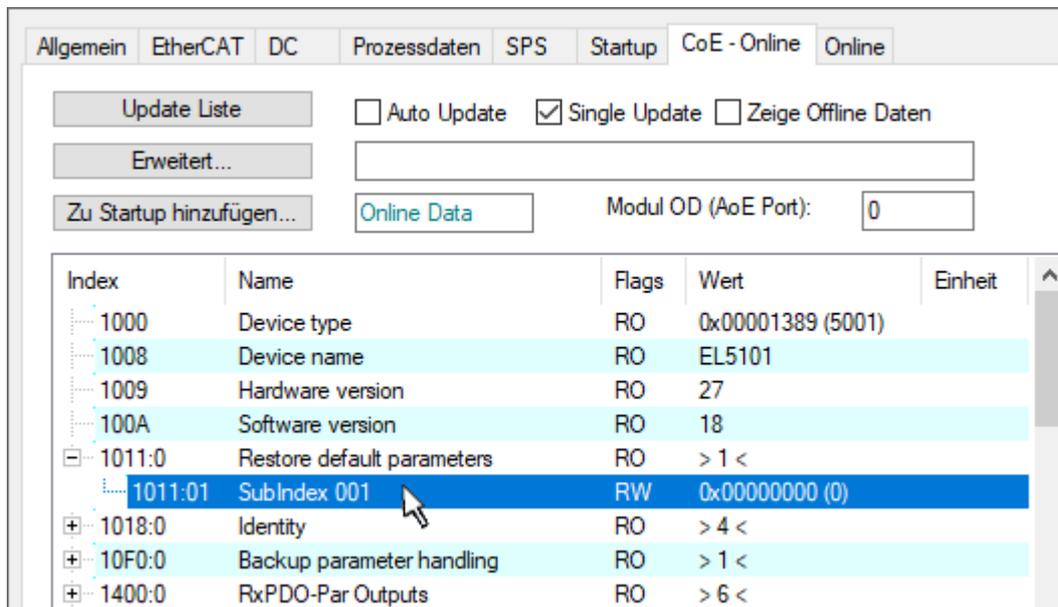


Abb. 111: Auswahl des PDO *Restore default parameters*

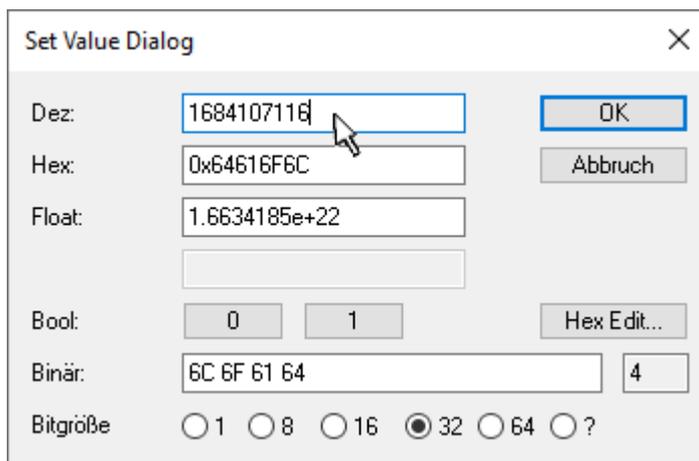


Abb. 112: Eingabe des Restore-Wertes im Set Value Dialog

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

- Alle veränderbaren CoE-Einträge werden auf die Default-Werte zurückgesetzt.
- Die Werte können nur erfolgreich zurückgesetzt werden, wenn der Reset auf das Online-CoE, d. h. auf dem Slave direkt angewendet wird. Im Offline-CoE können keine Werte verändert werden.
- TwinCAT muss dazu im Zustand RUN oder CONFIG/Freerun befinden, d. h. EtherCAT Datenaustausch findet statt. Auf fehlerfreie EtherCAT-Übertragung ist zu achten.
- Es findet keine gesonderte Bestätigung durch den Reset statt. Zur Kontrolle kann zuvor ein veränderbares Objekt umgestellt werden.
- Dieser Reset-Vorgang kann auch als erster Eintrag in die StartUp-Liste des Slaves mit aufgenommen werden, z. B. im Statusübergang PREOP->SAFEOP oder, wie in Abb. *CoE-Reset als StartUp-Eintrag*, bei SAFEOP->OP

Alle Backup-Objekte werden so in den Auslieferungszustand zurückgesetzt.

i Alternativer Restore-Wert

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

Eine falsche Eingabe des Restore-Wertes zeigt keine Wirkung!

8.5 Support und Service

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

Beckhoff Niederlassungen und Vertretungen

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

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

Dort finden Sie auch weitere Dokumentationen zu Beckhoff Komponenten.

Support

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

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

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

Service

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

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

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

Unternehmenszentrale Deutschland

Beckhoff Automation GmbH & Co. KG

Hülshorstweg 20
33415 Verl
Deutschland

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

Trademark statements

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

Third-party trademark statements

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

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

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

Mehr Informationen:
www.beckhoff.com/EL6821

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

