

Dokumentation | DE

EL5031-0011

1-Kanal-Encoder-Interface, EnDAT-2.2, Oversampling



EtherCAT®

Inhaltsverzeichnis

1	Vorwort	7
1.1	Hinweise zur Dokumentation	7
1.2	Sicherheitshinweise	8
1.3	Wegweiser durch die Dokumentation	9
1.4	Ausgabestände der Dokumentation.....	9
1.5	Versionsidentifikation von EtherCAT-Geräten	10
1.5.1	Allgemeine Hinweise zur Kennzeichnung	10
1.5.2	Versionsidentifikation von EL-Klemmen.....	11
1.5.3	Beckhoff Identification Code (BIC).....	11
1.5.4	Elektronischer Zugriff auf den BIC (eBIC).....	13
2	EL5031-0011 - Produktbeschreibung	16
2.1	Einführung.....	16
2.2	Technische Daten	17
2.3	Start.....	18
3	Übersicht EL503x - Serie	19
4	Grundlagen der Kommunikation	20
4.1	EtherCAT-Grundlagen	20
4.2	EtherCAT-Verkabelung - Drahtgebunden	20
4.3	Allgemeine Hinweise zur Watchdog-Einstellung.....	22
4.4	EtherCAT State Machine	23
4.5	CoE-Interface	25
4.6	Distributed Clock	30
5	Grundlagen EnDat 2.2 Technologie	31
5.1	EnDat 2.2 - Bidirektionale Schnittstelle für Positionsmessgeräte	31
5.2	Anschlusstechnik	33
5.3	Kompatibilität.....	34
5.4	Funktionsbeschreibung	35
5.5	Datenübertragung	36
6	Montage und Verdrahtung	37
6.1	Hinweise zum ESD-Schutz	37
6.2	Tragschienenmontage	38
6.3	Anschluss.....	41
6.3.1	Anschlusstechnik	41
6.3.2	Verdrahtung	43
6.3.3	Schirmung.....	44
6.4	Hinweis zur Spannungsversorgung	44
6.5	Einbaulagen	45
6.6	Positionierung von passiven Klemmen	47
6.7	EL5031-0011 – Anschlussbelegung	48
6.8	EL5031-0011 – LEDs	50
6.9	Entsorgung.....	50
7	Inbetriebnahme	51
7.1	TwinCAT Quickstart	51

7.1.1	TwinCAT 2	54
7.1.2	TwinCAT 3	64
7.2	TwinCAT Entwicklungsumgebung	77
7.2.1	Installation der TwinCAT Realtime-Treiber	77
7.2.2	Hinweise zur ESI-Gerätebeschreibung	83
7.2.3	TwinCAT ESI Updater	87
7.2.4	Unterscheidung Online / Offline	87
7.2.5	OFFLINE Konfigurationserstellung	88
7.2.6	ONLINE Konfigurationserstellung	93
7.2.7	EtherCAT-Teilnehmerkonfiguration.....	101
7.2.8	Import/Export von EtherCAT-Teilnehmern mittels SCI und XTI.....	111
7.3	Allgemeine Inbetriebnahmehinweise für einen EtherCAT-Slave	117
8	EL5031-0011 - Inbetriebnahme	125
8.1	Quick Start	125
8.2	Grundlagen zur Oversampling-Funktion	126
8.3	Prozessdaten und Konfiguration	128
8.3.1	Sync Manager (SM)	128
8.3.2	PDO-Zuordnung.....	128
8.3.3	Oversampling-Einstellungen im Reiter „DC“	131
8.3.4	"StartTimeNextLatch"	133
8.4	Übersicht Kommandos und Beispiele	135
8.4.1	Kommando 0x1000 - Diag History löschen.....	136
8.4.2	Kommando 0x1001 - Diag History Test	136
8.4.3	Kommando 0x8001 - EnDat Reset	137
8.4.4	Kommando 0x8006 - EnDat lese Pos2	137
8.4.5	Kommando 0x8008 - Suppress TxPDO State (EL5032).....	138
8.4.6	Kommando 0x9000 - Lese EnDat Word	139
8.4.7	Kommando 0x9001 - Schreibe EnDat Word	140
8.5	EL5031-0011 - Objektbeschreibung und Parametrierung.....	141
8.5.1	Restore Objekt	141
8.5.2	Konfigurationsdaten	142
8.5.3	Kommando-Objekt	142
8.5.4	Eingangsdaten	143
8.5.5	Informationsdaten	144
8.5.6	Diagnostikdaten	145
8.5.7	Standardobjekte	147
9	Diagnose - Grundlagen zu Diag Messages.....	161
10	Anhang	171
10.1	Firmware Kompatibilität.....	171
10.2	Firmware Update EL/ES/ELM/EM/EP/EPP/ERPxxxx	171
10.2.1	Gerätebeschreibung ESI-File/XML	173
10.2.2	Erläuterungen zur Firmware.....	176
10.2.3	Update Controller-Firmware *.efw.....	176
10.2.4	FPGA-Firmware *.rbf.....	178
10.2.5	Gleichzeitiges Update mehrerer EtherCAT-Geräte.....	182

10.3 Wiederherstellen des Auslieferungszustandes 183
10.4 Support und Service..... 184

1 Vorwort

1.1 Hinweise zur Dokumentation

Zielgruppe

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

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

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

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

Disclaimer

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

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

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

Marken

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

Patente

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



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

Copyright

© Beckhoff Automation GmbH & Co. KG, Deutschland.

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

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

1.2 Sicherheitshinweise

Sicherheitsbestimmungen

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

Haftungsausschluss

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

Qualifikation des Personals

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

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.

1.3 Wegweiser durch die Dokumentation

HINWEIS



Weitere Bestandteile der Dokumentation

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

Titel	Beschreibung
EtherCAT System-Dokumentation (PDF)	<ul style="list-style-type: none"> • Systemübersicht • EtherCAT-Grundlagen • Kabel-Redundanz • Hot Connect • Konfiguration von EtherCAT-Geräten
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](#).

1.4 Ausgabestände der Dokumentation

Version	Kommentar
1.0	• 1. Veröffentlichung
0.1	• Vorläufige Dokumentation für EL5031-0011

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.

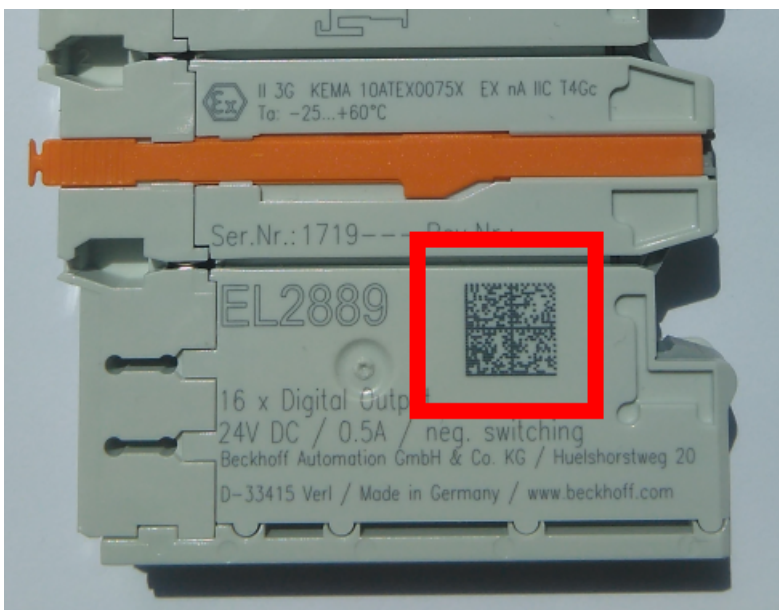


Abb. 2: BIC als Data Matrix Code (DMC, Code-Schema ECC200)

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	1P 072222
2	Beckhoff Traceability Number (BTN)	Eindeutige Seriennummer, Hinweis s. u.	SBTN	12	SBTN k4p562d7
3	Artikelbezeichnung	Beckhoff Artikelbezeichnung, z. B. EL1008	1K	32	1KEL 1809
4	Menge	Menge in Verpackungseinheit, z. B. 1, 10...	Q	6	Q1
5	Chargennummer	Optional: Produktionsjahr und -woche	2P	14	2P 401503180016
6	ID-/Seriennummer	Optional: vorheriges Seriennummer-System, z. B. bei Safety-Produkten oder kalibrierten Klemmen	51S	12	51S 678294
7	Variante	Optional: Produktvarianten-Nummer auf Basis von Standardprodukten	30P	32	30P F971, 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 **1P**072222**SBTN**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.

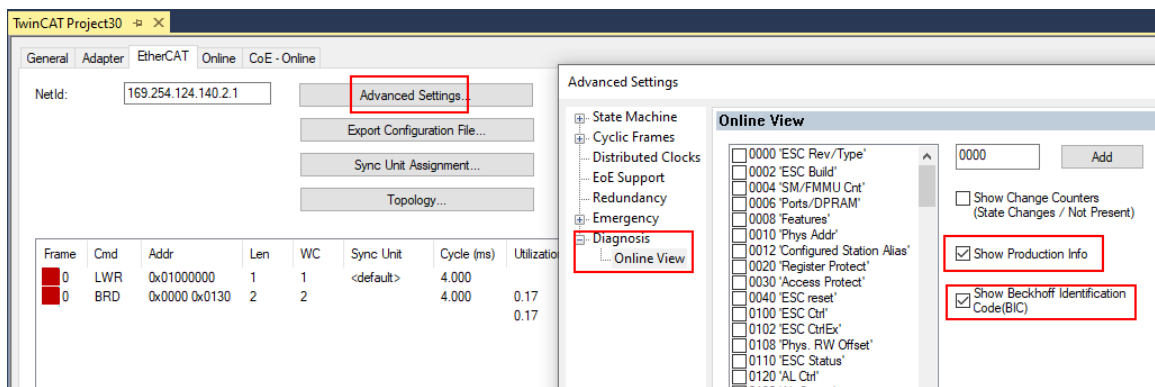
EtherCAT-Geräte (IP20, IP67)

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	0x170bfb277e

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

- Besteht das Gerät aus mehreren Sub-Geräten mit eigener Identität, aber nur das TopLevel-Gerät ist über EtherCAT zugänglich, steht im CoE-Objekt-Verzeichnis 0x10E2:01 die eBIC dieses ESC, in 0x10E2:nn folgen die eBIC der Sub-Geräte.

PROFIBUS-, PROFINET-, DeviceNet-Geräte usw.

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

2 EL5031-0011 - Produktbeschreibung

2.1 Einführung

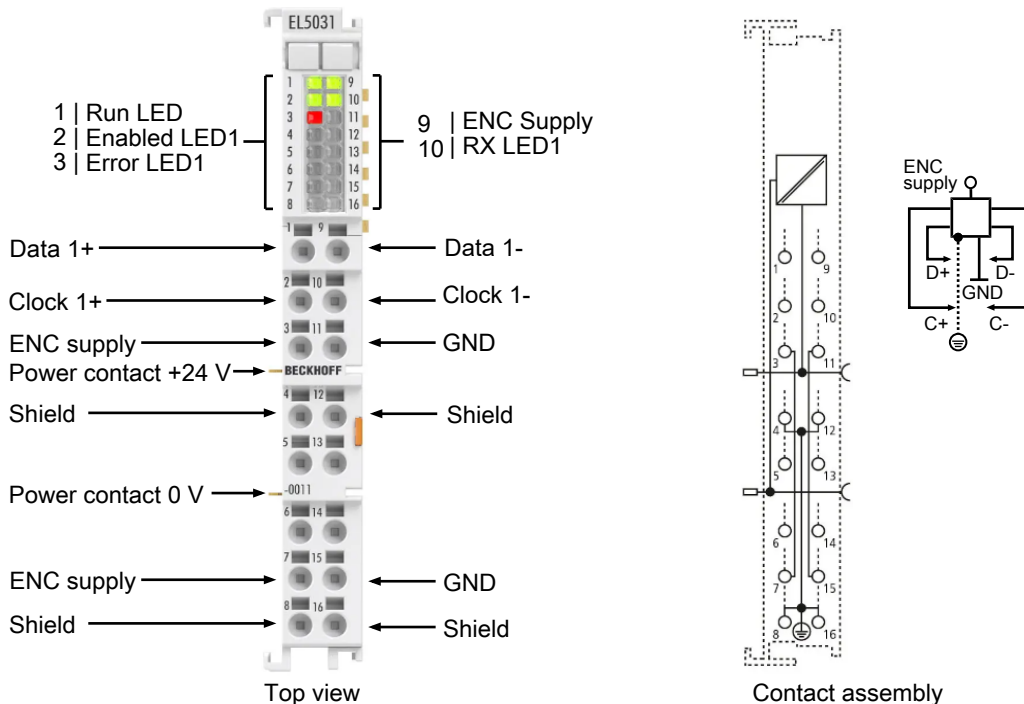


Abb. 4: EL5031-0011

Einkanaliges EnDat2.2-Interface mit Oversampling

Die EnDat2.2-EtherCAT-Klemme EL5031-0011 dient zum direkten Anschluss eines Gebers mit EnDat2.2-Interface.

Das bidirektionale Interface ermöglicht das automatische Auslesen von Positionswerten, Diagnosedaten sowie internen und externen Temperaturwerten und des elektronischen Typenschildes des Encoders. Alle messgerätespezifischen Informationen sind direkt mit dem elektronischen Typenschild verfügbar, somit ist eine Parametrierung der Klemme nicht notwendig.

Zusätzlich stellt die EL5031-0011 eine Gebersversorgung von 5 V oder optional 9 V zur Verfügung.

Die Klemme unterstützt das Oversampling-Prinzip. Die Auflösung des Positionswertes lässt sich mit diesem Verfahren auf das n-fache der Buszykluszeit steigern. Dabei wird zwischen zwei Feldbuskommunikationszyklen, konfigurierbar und zeitäquidistant, mehrmals der aktuelle Positionswert, mit einem einstellbaren ganzzahligen Vielfachen (Oversampling-Faktor: n) der Buszykluszeit erfasst. Die Übergabe eines Pakets von n Positionswerten von wahlweise je 48 Bit oder 32 Bit an die übergeordnete Steuerung findet im nächsten Feldbuskommunikationszyklus statt. Hierbei beträgt die minimale Sampling-Zeit 25 µs (maximale Sampling-Frequenz 40 kSps). Durch das Oversampling-Prinzip kann eine feinaufgelöste Positionserfassung realisiert werden, wodurch auch kleine Bewegungen detektiert werden können.

Darüber hinaus besteht die Möglichkeit, benutzerdefinierte Daten im Speicher des Gebers anzulegen, was eine kostengünstige und verkürzte Inbetriebnahme ermöglicht.

Der Positionswert wird je nach Auflösung des angeschlossenen Messgerätes mit bis zu 48 Bit ausgegeben. Zusätzlich zum Positionswert können weitere Informationen wie Statusangaben, Adressen und Daten übertragen werden. In den Parametern ist eine Liste der vom Encoder unterstützten Zusatzinformationen abgelegt.

Quick-Links

- [Grundlagen EnDat2.2 Technologie \[P. 31\]](#)
- [QuickStart \[P. 125\]](#)
- [Grundlagen zur Oversampling-Funktion \[P. 126\]](#)
- [EL5031-0011 - Objektbeschreibung und Parametrierung \[P. 141\]](#)

2.2 Technische Daten

EnDat-2.2-Interface	EL5031-0011
Technik	EnDat-2.2-Interface (Bestellbezeichnung EnDat22)
Anzahl Kanäle	1
Geberanschluss, Gebertaktfrequenz	D+, D-, C+, C-; 8 MHz
Befehle	<ul style="list-style-type: none"> • Positionswerte lesen inkl. Zusatzinformation wählbar über MRS-Code (Memory Range Select), • Parameter lesen und schreiben, • Reset-Funktionen
Auflösung	max. 48 Bit für Positionswert

Funktion und Kommunikation	EL5031-0011
Distributed Clocks	ja
Oversampling-Faktor	n = 1 ... 50 wählbar für 32 Bit Positionsdaten; n = 1 ... 25 wählbar für 64 Bit Positionsdaten
Zykluszeit	Min. 500 µs
Wandlungszeit	min. 25 µs / 40 kSps
Besondere Eigenschaften	<ul style="list-style-type: none"> • Oversampling • Speicherung der Nullpunktverschiebung, • elektronisches Typenschild, • Diagnose, • Warnung, inkl. Leitungslängenkompensation bis 100 m, • Auslesen der Geber-Temperaturwerte
Konfiguration	über EtherCAT Master/CoE

Versorgung und Potentiale	EL5031-0011
Spannungsversorgung	24 V über Powerkontakte
Nennspannung	24 V an Powerkontakt, Geberversorgung mit eingebaut, max. 0,5 A
Stromaufnahme Powerkontakte	typ. 150 mA + Last
Geberbetriebsspannung/ Geberversorgung	wahlweise 5 V _{DC} oder 9 V _{DC} (erzeugt aus den 24 V _{DC} Powerkontakten)
Potenzialtrennung	500 V (E-Bus/Feldspannung)
Stromaufnahme E-Bus	120 mA typ.

Umgebungsbedingungen	EL5031-0011
zulässiger Umgebungstemperaturbereich im Betrieb	0°C ... +55°C
zulässiger Umgebungstemperaturbereich bei Lagerung	-25°C ... +85°C
zulässige relative Luftfeuchtigkeit	95 %, keine Betauung

Allgemeine Daten	EL5031-0011
Gewicht	ca. 50 g
Abmessungen (B x H x T)	ca. 15 mm x 100 mm x 70 mm (Breite angereiht: 12 mm)
Montage	auf 35 mm Tragschiene nach EN 60715
Einbaulage	beliebig

Normen und Zulassungen	EL5031-0011
Vibrations- / Schockfestigkeit	gemäß EN 60068-2-6 / EN 60068-2-27
EMV-Festigkeit / Aussendung	gemäß EN 61000-6-2 / EN 61000-6-4
Schutzart	IP20
Zulassungen/Kennzeichnungen	CE, EAC, UKCA

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

2.3 Start

Zur Inbetriebsetzung:

- montieren Sie den EL5031-0011 wie im Kapitel Montage und Verdrahtung [[▶ 37](#)] beschrieben
- konfigurieren Sie den EL5031-0011 in TwinCAT wie im Kapitel Inbetriebnahme [[▶ 51](#)] und EL5031-0011 - Inbetriebnahme [[▶ 125](#)] beschrieben.

Zur schnellen Inbetriebnahme lesen Sie das Kapitel Inbetriebnahme -> Schnellstart [[▶ 125](#)].

3 Übersicht EL503x - Serie

Technische Daten	EL5031-0011	EL5032	EL5032-0090
Technik	EnDat-2.2-Interface		
Anzahl Kanäle	1	2	2
Spannungsversorgung (Encoder)	5 V _{DC} , 9 V _{DC}		
Befehle	<ul style="list-style-type: none"> • Positionswerte lesen inkl. Zusatzinformation wählbar über MRS-Code (Memory Range Select) • Parameter lesen und schreiben • Reset-Funktionen 		
Funktionen	<ul style="list-style-type: none"> • Speicherung der Nullpunktverschiebung • Elektronisches Typenschild • Diagnose • Warnung, inkl. Leitungslängenkompensation bis 100 m • Auslesen der Geber-Temperaturwerte 		
MTBF (+55°C)	-	-	> 790.000 h
Besondere Eigenschaften	<ul style="list-style-type: none"> • Oversampling 	<ul style="list-style-type: none"> • Integrierte Geschwindigkeitsberechnung 	<ul style="list-style-type: none"> • Integrierte Geschwindigkeitsberechnung • TwinSAFE SC

4 Grundlagen der Kommunikation

4.1 EtherCAT-Grundlagen

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

4.2 EtherCAT-Verkabelung - Drahtgebunden

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

Kabel und Steckverbinder

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

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

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

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

● Empfohlene Kabel

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

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

E-Bus-Versorgung

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

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

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

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

Abb. 5: System Manager Stromberechnung

HINWEIS

Fehlfunktion möglich!

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

4.3 Allgemeine Hinweise zur Watchdog-Einstellung

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

Der EtherCAT Slave Controller verfügt dazu über zwei Watchdogs:

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

Deren Zeiten werden in TwinCAT wie folgt einzeln parametrisiert:

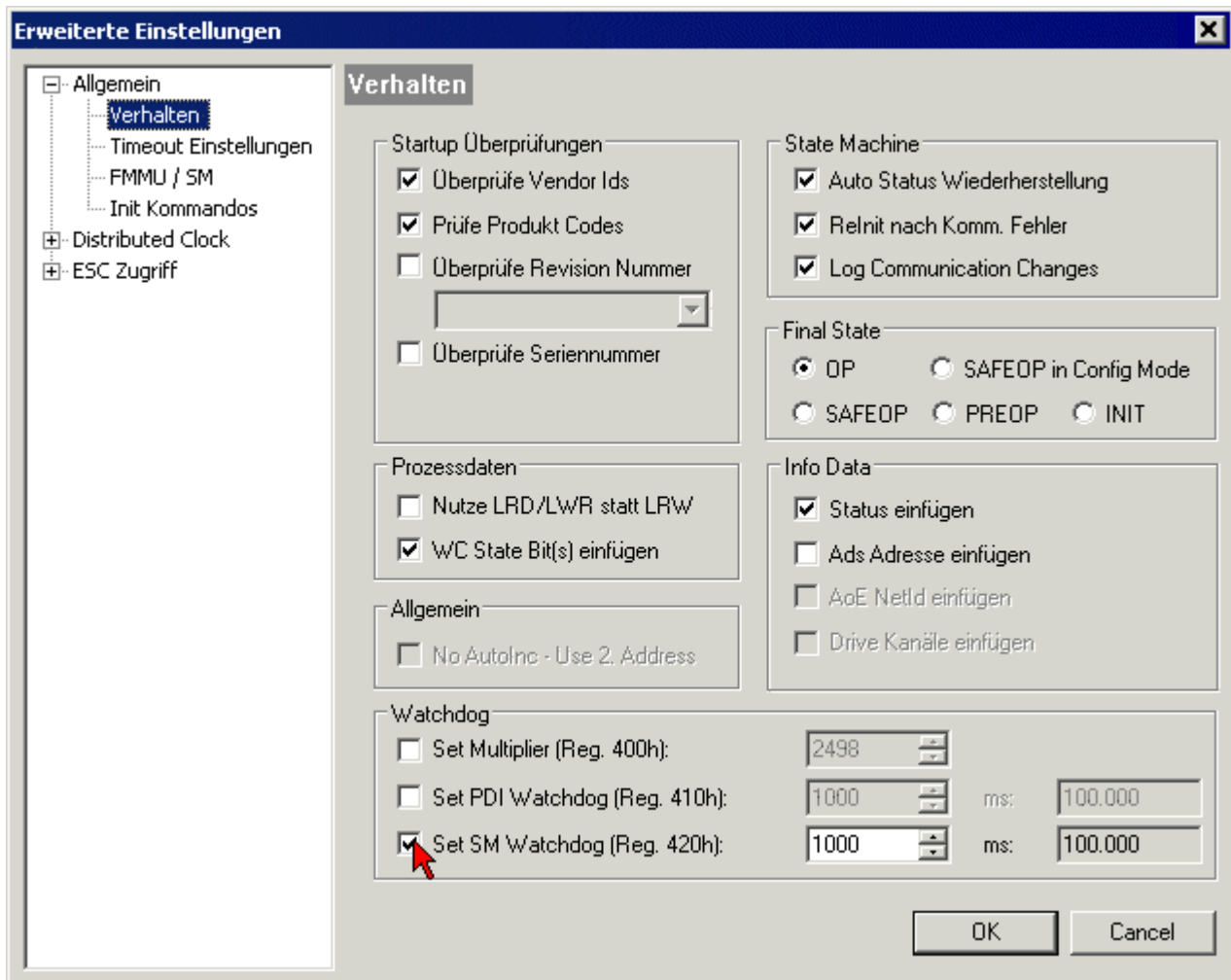


Abb. 6: Karteireiter EtherCAT -> Erweiterte Einstellungen -> Verhalten -> Watchdog

Anmerkungen:

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

SM-Watchdog (SyncManager-Watchdog)

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

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

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

PDI-Watchdog (Process Data Watchdog)

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

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

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

Berechnung

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!

4.4 EtherCAT State Machine

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

Es werden folgende Zustände unterschieden:

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

- Bootstrap

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

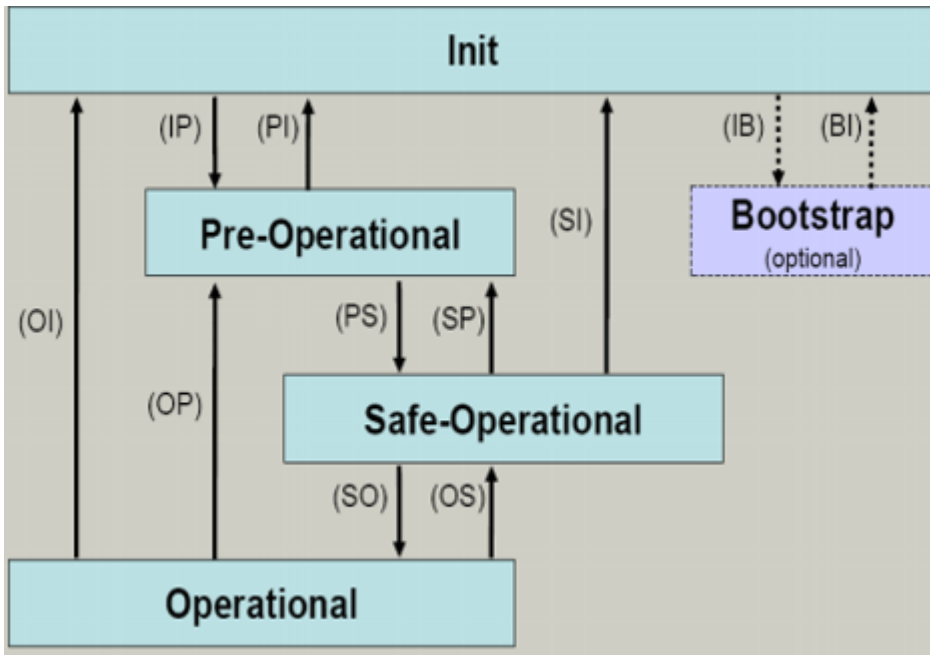


Abb. 7: Zustände der EtherCAT State Machine

Init

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

Pre-Operational (Pre-Op)

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

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

Safe-Operational (Safe-Op)

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

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

● Ausgänge im SAFEOP

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

Operational (Op)

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

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

Boot

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

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

4.5 CoE-Interface

Allgemeine Beschreibung

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

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

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

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

Die Wertebereiche sind:

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

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

Die für den EtherCAT-Feldbusanwender wichtigen Bereiche sind

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

Weitere wichtige Bereiche sind:

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

i Verfügbarkeit

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

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

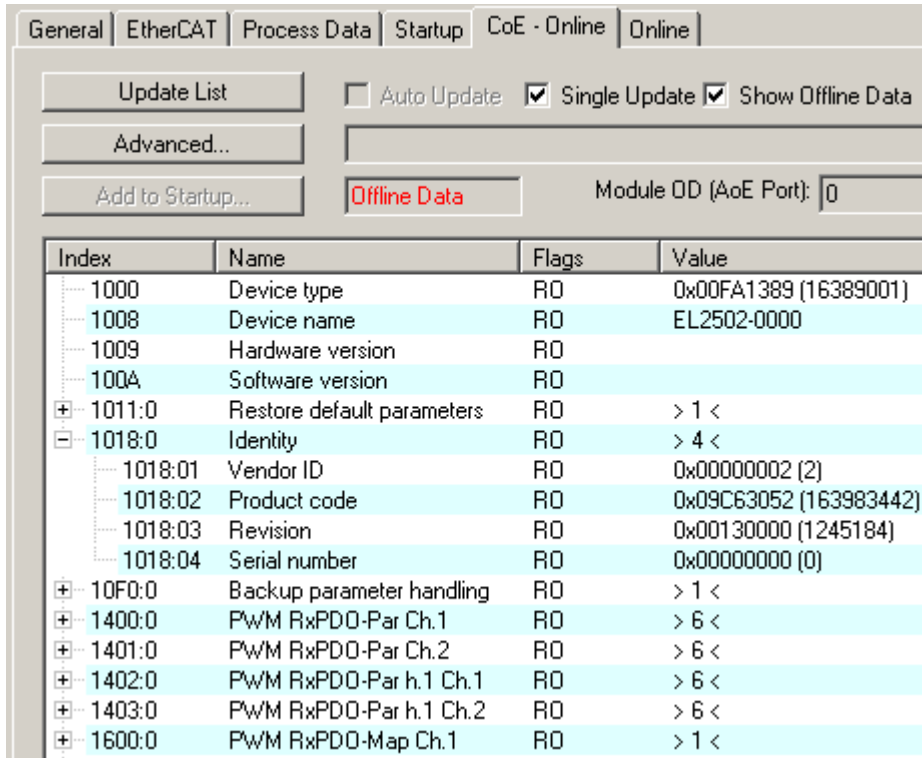


Abb. 8: Karteireiter „CoE-Online“

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

HINWEIS

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

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

- Startup-Liste führen für den Austauschfall,
- Unterscheidung zwischen Online/Offline Dictionary,
- Vorhandensein aktueller XML-Beschreibung (Download von der [Beckhoff Website](#)),
- "CoE-Reload" zum Zurücksetzen der Veränderungen
- Programmzugriff im Betrieb über die PLC (s. [TwinCAT3 | PLC-Bibliothek: Tc2 EtherCAT](#) und [Beispielprogramm R/W CoE](#))

Datenerhaltung und Funktion „NoCoeStorage“

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

- über den System Manager (siehe Abb. „Karteireiter ‚CoE-Online‘“) durch Anklicken. Dies bietet sich bei der Inbetriebnahme der Anlage bzw. Slaves an. Klicken Sie auf die entsprechende Zeile des zu parametrierenden Indizes und geben Sie einen entsprechenden Wert im „SetValue“-Dialog ein.

- aus der Steuerung bzw. PLC über ADS z. B. durch die Bausteine aus der TcEtherCAT.lib Bibliothek. Dies wird für Änderungen während der Anlagenlaufzeit empfohlen oder wenn kein System Manager bzw. Bedienpersonal zur Verfügung steht.

● Datenerhaltung

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

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

● Startup-Liste

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

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

Empfohlenes Vorgehen bei manueller Veränderung von CoE-Parametern

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

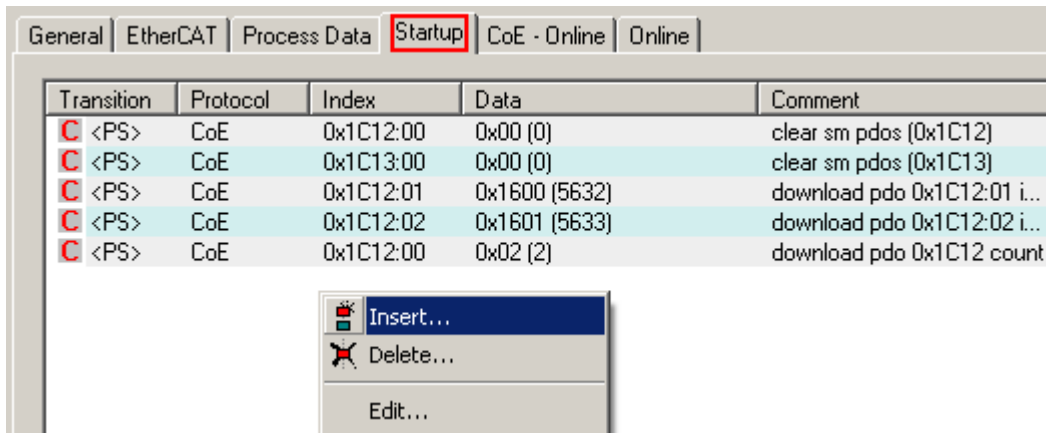


Abb. 9: Startup-Liste im TwinCAT System Manager

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

Online- / Offline Verzeichnis

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

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

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

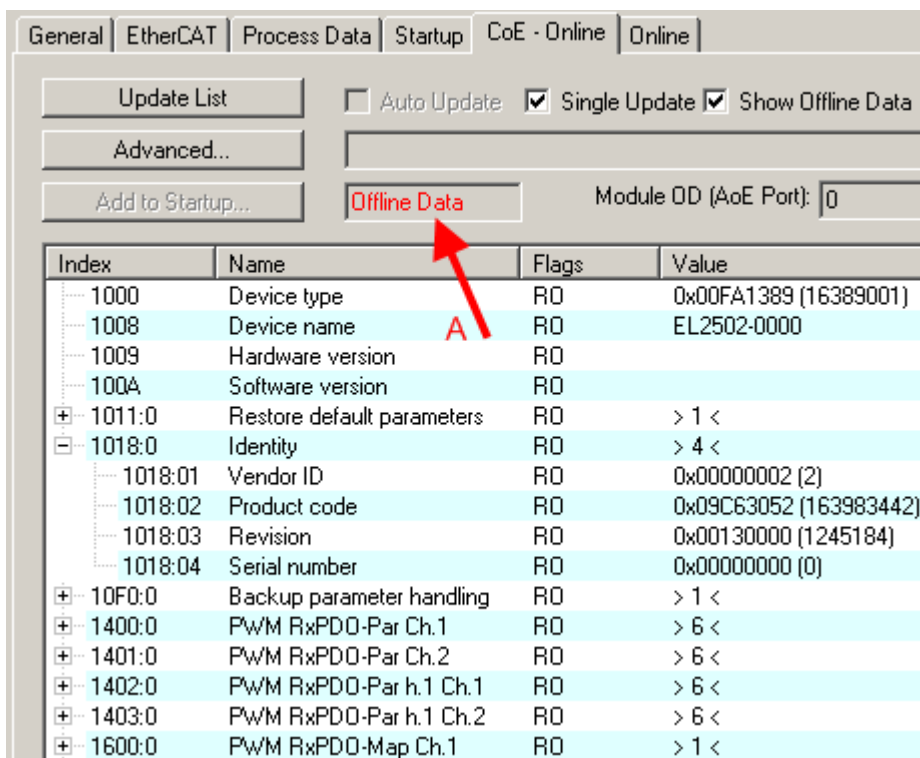


Abb. 10: Offline-Verzeichnis

- Wenn der Slave online ist,
 - wird das reale, aktuelle Verzeichnis des Slaves ausgelesen; dies kann je nach Größe und Zykluszeit einige Sekunden dauern.
 - wird die tatsächliche Identität angezeigt.
 - wird der Firmware- und Hardware-Stand des Gerätes im CoE angezeigt.
 - ist ein grünes **Online Data** zu sehen.

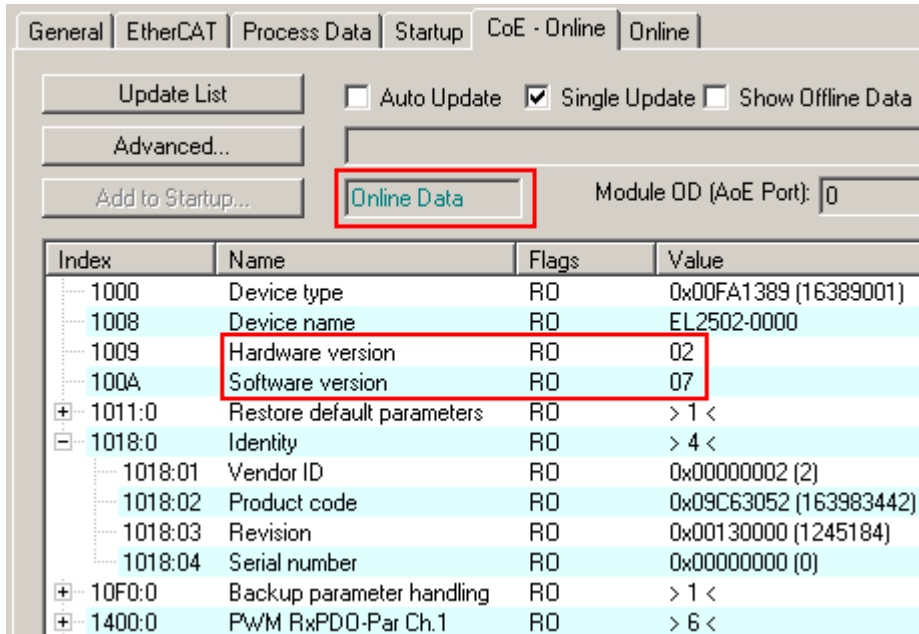


Abb. 11: Online-Verzeichnis

Kanalweise Ordnung

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

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

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

Allgemein wird dies geschrieben als 0x80n0.

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

4.6 Distributed Clock

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

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

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

5 Grundlagen EnDat 2.2 Technologie

Es sollen im Folgenden einige grundsätzliche Informationen zum Technologiebereich „EnDat-Schnittstelle“ gegeben werden. Es ist vom Anwender zu prüfen, inwieweit diese Hinweise auf seine Applikation zutreffen.

5.1 EnDat 2.2 - Bidirektionale Schnittstelle für Positionsmessgeräte

Digitale Antriebssysteme sowie Lageregelkreise mit Positionsmessgeräten zur Messwerterfassung fordern von den Messgeräten eine schnelle Datenübertragung mit hoher Übertragungssicherheit. Darüber hinaus sollen weitere Daten, wie antriebsspezifische Kennwerte, Korrekturtabellen etc. zur Verfügung gestellt werden. Für eine hohe Systemsicherheit müssen die Messgeräte in Routinen zur Fehlererkennung eingebunden sein und Diagnosemöglichkeiten bieten.

Das EnDat 2.2-Interface ist eine digitale, bidirektionale Schnittstelle für Messgeräte. Sie ist in der Lage, sowohl Positionswerte von inkrementalen und absoluten Messgeräten auszugeben als auch im Messgerät gespeicherte Informationen auszulesen, zu aktualisieren oder neue Informationen abzulegen. Aufgrund der seriellen Datenübertragung sind vier Signalleitungen ausreichend. Die Daten werden synchron zu dem von der Folge-Elektronik vorgegebenem Taktsignal übertragen. Die Auswahl der Übertragungsart (Positionswerte, Parameter, Diagnose ...) erfolgt mit Mode-Befehlen, welche die Folge-Elektronik an das Messgerät sendet. EnDat 2.2 ist als rein serielle Schnittstelle auch für sicherheitsgerichtete Anwendungen geeignet.

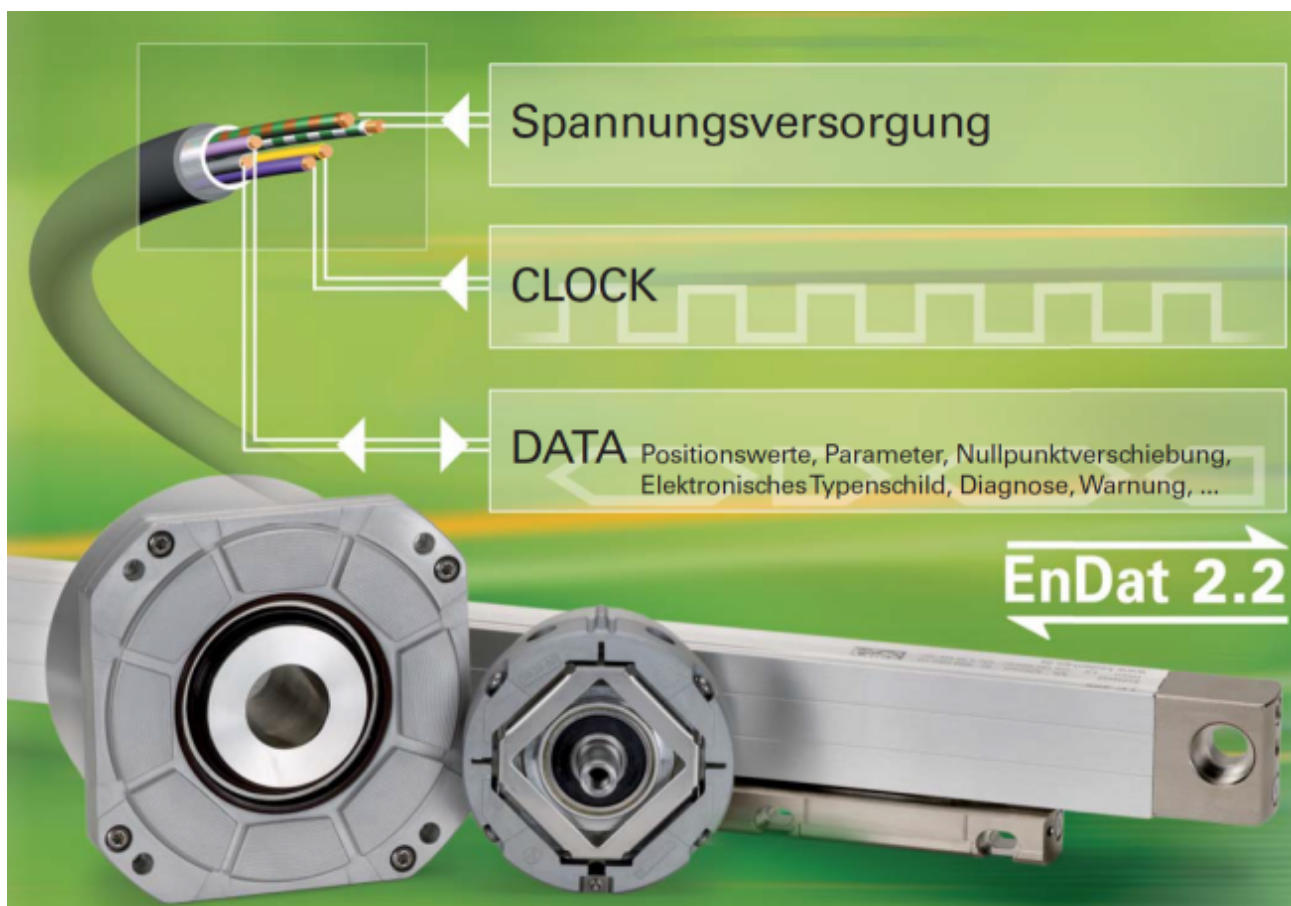


Abb. 12: Signalleitungen und Spannungsversorgung EnDat 2.2 Interface**

Inkrementalsignale und Bestellbezeichnungen (HEIDENHAIN EnDat-Interfaces)**

Manche Messgeräte stellen zusätzlich Inkrementalsignale zur Verfügung. Sie werden meist benutzt, um die Auflösung des Positionswertes zu erhöhen oder eine zweite Folge-Elektronik zu bedienen. Aktuelle Geräte-Generationen besitzen eine hohe interne Auflösung und stellen deshalb keine Inkrementalsignale mehr zur Verfügung. Ob das Messgerät Inkrementalsignale ausgibt, ist aus der Bestellbezeichnung ersichtlich:

- EnDat 01 mit Inkrementalsignalen 1 V_{SS}
- EnDat H mit Inkrementalsignalen HTL
- EnDat T mit Inkrementalsignalen TTL
- EnDat 21 ohne Inkrementalsignale
- EnDat 02 mit Inkrementalsignalen 1 V_{SS}
- EnDat 22 ohne Inkrementalsignale

**) Quelle: [Dr. Johannes HEIDENHAIN GmbH](#)

● Anschluss HEIDENHAIN EnDat-Messgeräte an Klemmen der EL503x-Serie

i An die Klemmen der [EL503x-Serie \[► 19\]](#) können nur Messgeräte, die eine Taktfrequenz von 8 MHz unterstützen, angeschlossen werden. Dies entspricht der Bestellbezeichnung EnDat22.

Messgeräte mit der Bestellbezeichnung EnDat02 können, unter Zuhilfenahme eines entsprechenden Adapterkabels ohne Inkrementalsignale, an Klemmen der EL503x-Serie mit 8 MHz betrieben werden.

5.2 Anschlussstechnik

i EnDat-02-Messgeräte-Anschluss**

EnDat-02-Messgeräte können eine steckbare Kabelbaugruppe aufweisen (z. B. LC 415 [Heidenhain]). Über die Ausführung des Adapterkabels entscheidet der Kunde, ob das Gerät mit Inkrementalsignalen [► 32] oder ohne Inkrementalsignale betrieben wird.**

Wird für das EnDat-02-Messgerät ein Adapterkabel ohne Inkrementalsignale ausgewählt, so kann die Taktfrequenz von 8 MHz realisiert und die Klemmen der EL503x-Serie eingesetzt werden.

**) Quelle: Dr. Johannes HEIDENHAIN GmbH

Die Datenübertragung vom inkrementellen oder absoluten Messaufnehmern zu Klemmen der EL503x-Serie kann mit einem einfach geschirmten 8-adrigen Kabel ausgeführt werden (s. folgende Abb.).

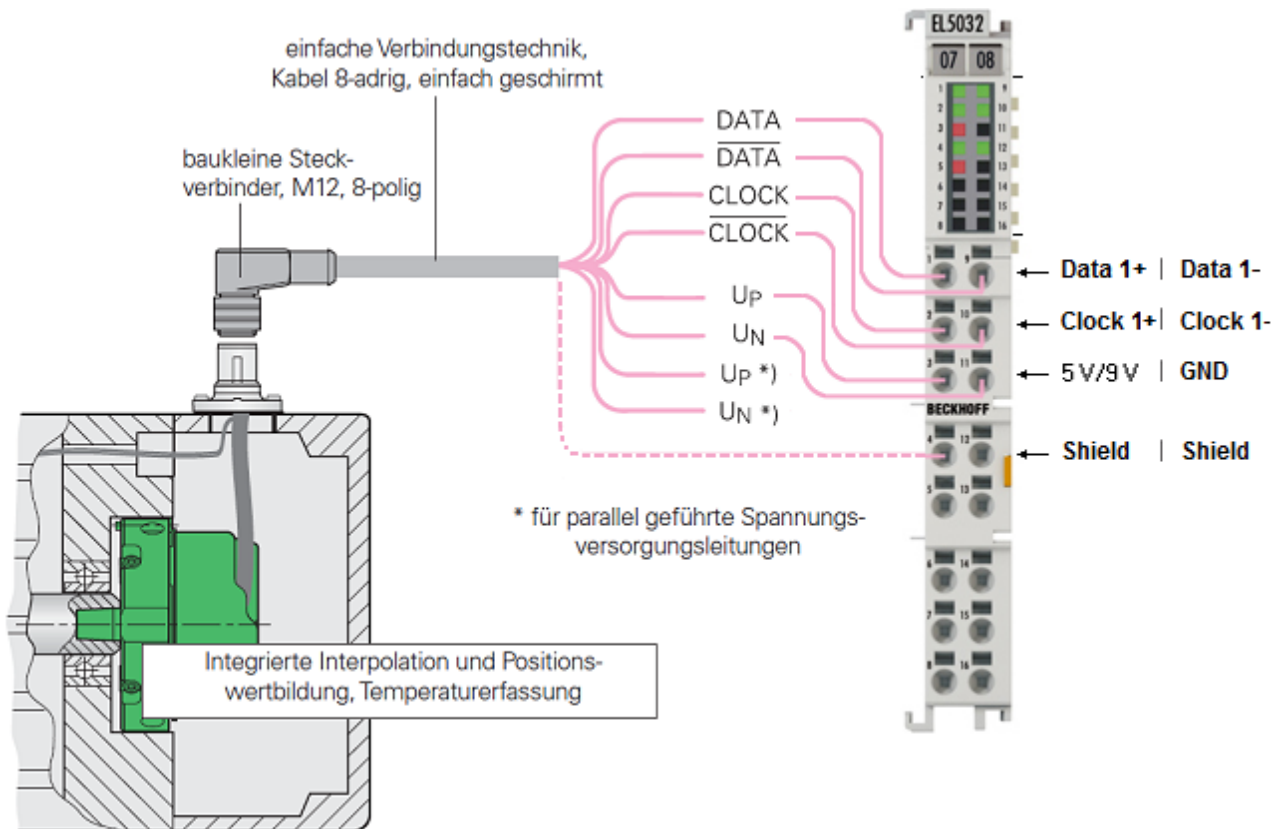


Abb. 13: Anschlussstechnik Messwertaufnehmer und z. B. EL5032

5.3 Kompatibilität

Die erweiterte Schnittstellenversion EnDat 2.2 ist von der Kommunikation, den Befehlssätzen und Zeitbedingungen kompatibel zur bisherigen Version 2.1, bietet jedoch deutliche Vorteile. So ist es zum Beispiel möglich mit dem Positionswert so genannte Zusatzinformationen zu übertragen, ohne dafür eine eigene Abfrage zu starten. Dazu wurde das Protokoll der Schnittstelle erweitert und die Zeitverhältnisse wie folgt optimiert:

- Taktfrequenz (CLOCK) erhöhen
- Rechenzeit optimieren (Positionswernermittlung innerhalb 5 μ s)
- Totzeit (Recovery Time) minimieren (1,25 bis 3,75 μ s)
- Erweiterter Spannungsversorgungsbereich ($U_p = 3,6$ bis 5,25 V bzw. 3,6 bis 14 V am Messgerät)

EnDat 2.2 mit Befehlssatz (beinhaltet Befehlssatz EnDat 2.1)

- Positionswerte für inkrementale und absolute Messgeräte
- Zusatzinformationen zum Positionswert
 - Diagnose, Testwerte
 - Absolute Positionswerte nach Referenzierung von inkrementalen Messgeräten
 - Parameter senden und empfangen
 - Kommutierung
 - Beschleunigung
 - Grenzlagesignal
 - Positionswert 2 für sicherheitsgerichtete Applikationen bzw. inkrementale Messgeräte

EnDat mit Befehlssatz 2.1

- Absolute Positionswerte
- Parameter senden und empfangen
- Reset
- Testbefehl
- Testwerte

5.4 Funktionsbeschreibung

Das EnDat-Interface überträgt in zeitlich eindeutiger Abfolge Positionswerte bzw. physikalische Zusatzgrößen und dient zum Auslesen und Beschreiben des Messgeräte- internen Speichers.

Positionswerte

Diese können mit oder ohne Zusatzinformationen übertragen werden. Die Zusatzinformationen selbst sind über den MRS-Code (**M**emory **R**ange **S**elect) wählbar. Zusammen mit dem Positionswert können auch andere Funktionen wie Parameter lesen und schreiben nach vorangegangener Speicherbereichsauswahl aufgerufen werden. Durch die gleichzeitige Übertragung mit dem Positionswert lassen sich auch von im Regelkreis befindlichen Achsen Zusatzinformationen abfragen und Funktionen ausführen.

Parameter lesen und schreiben

Die Parameter lesen und schreiben ist sowohl als separate Funktion als auch in Verbindung mit dem Positionswert möglich. Nach der Auswahl des Speicherbereichs können Parameter gelesen oder geschrieben werden.

● Werte des EndDat-Gebers Auslesen oder Beschreiben

I Greifen die Konfigurations- und Informationsdaten auf bestimmte Speicherbereiche des Endat-Gebers zu, so ist sicher zu stellen, dass zum Auslesen oder Beschreiben dieser Speicherbereiche der Geber angeschlossen und mit Spannung versorgt wird. Kann keine Kommunikation zum Endat-Geber aufgebaut werden, so erfolgt eine Fehlermeldung „Data cannot be transferred or stored to the application“.

Reset-Funktionen

Die Reset-Funktionen dienen zum Zurücksetzen des Messgeräts bei Fehlfunktionen. Ein Reset ist anstelle oder während der Positionswert-Übertragung möglich.

● Erweiterte Diagnose ab FW15

I Die EL5032 bietet ab FW15 eine erweiterte Diagnose für die EnDat-Fehlermeldung bei Multiturn-Drehgebern mit Batteriepufferung. Die Batteriebetriebszustandsfehlerquellen werden nicht automatisch zurückgesetzt. Führen Sie einen Reset über Kommando 0x8001 aus, um die Fehler zurückzusetzen!

Fehlerbehandlung nach Batterietausch bei Multiturn-Drehgebern mit Batteriepufferung

Wird bei Batteriegepufferten Multiturn-Drehgebern die Batterie getauscht, so verliert der absolute Positionswert seine Gültigkeit. EnDat 2.2 erlaubt das Auslesen und Zwischenspeichern der Fehler- und Warnmeldungen.

Nach dem Batterietausch werden folgende Objekte auf TRUE gesetzt:

- [0x9008:23 \[▶ 144\]](#) "Position error supported" und
- [0x9008:34 \[▶ 144\]](#) "Battery warning supported".

Dadurch werden die folgenden Diagnosemeldungen aktiviert:

- [0xA008:01 \[▶ 145\]](#) "Warning",
- [0xA008:02 \[▶ 145\]](#) "Error" 1,
- [0xA008:23 \[▶ 145\]](#) "Position error" und
- [0xA008:23 \[▶ 145\]](#) "Battery warning".

Diese Fehler können über das Kommando 0x8001 "EnDat Reset" zurückgesetzt werden. Eine Übersicht der Kommandos und Beispiele zur Bedienung dieser sind im Kapitel "[Übersicht Kommandos und Beispiele \[▶ 135\]](#)" zu finden.

5.5 Datenübertragung

Zur Synchronisation der Datenübertragung wird von der Folge-Elektronik ein Takt (CLOCK) vorgegeben. Im Ruhezustand liegt die Taktleitung auf HIGH-Pegel.

Taktfrequenz – Kabellänge

Mit der in den Klemmen der EL503x-Serie verwendeten Laufzeitkompensation ist bei einer Taktfrequenz von 8 MHz eine Kabellänge bis maximal 100 m möglich. Zur Gewährleistung der Funktion sind entsprechend geeignete Kabel und Steckverbinder zu verwenden.

● Weitere Informationen zur EnDat-Technologie

i Weitere Hinweise und Informationen zur EnDat-Technologie der Fa. HAIDENHAIN finden Sie unter <http://www.heidenhain.de>

**) Quelle: [Dr. Johannes HEIDENHAIN GmbH](#)

6 Montage und Verdrahtung

6.1 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.

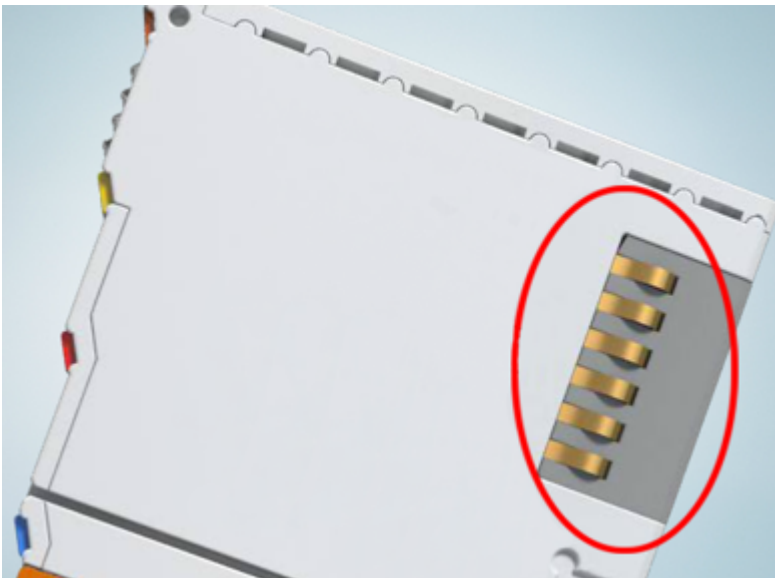


Abb. 14: Federkontakte der Beckhoff I/O-Komponenten

6.2 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

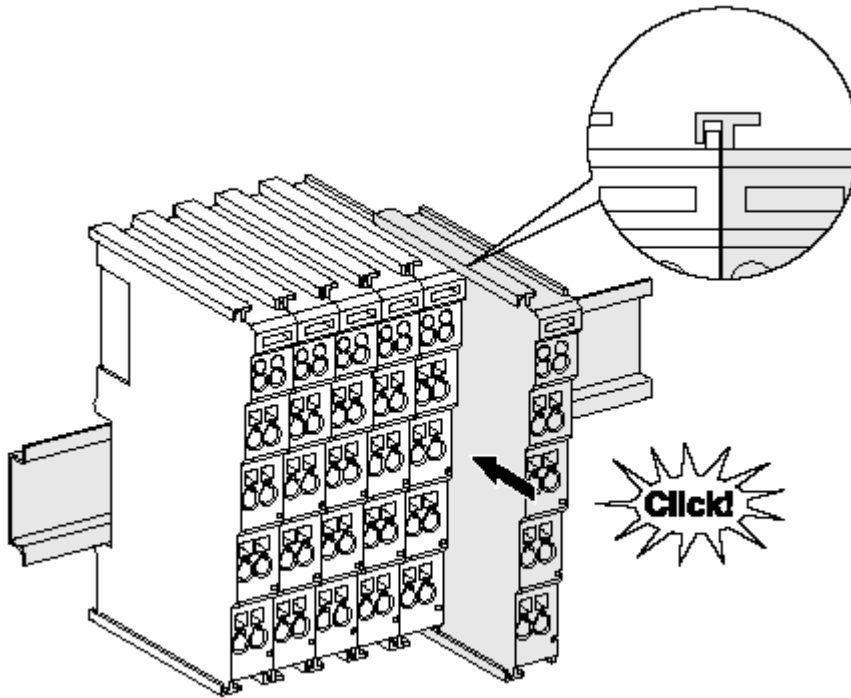


Abb. 15: Montage auf Tragschiene

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

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

i Tragschienenbefestigung

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

Demontage

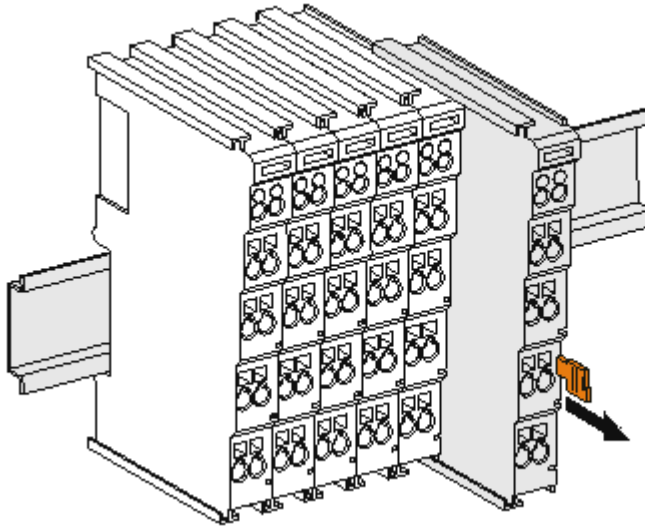


Abb. 16: Demontage von Tragschiene

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

Verbindungen innerhalb eines Busklemmenblocks

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

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

● Powerkontakte

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

PE-Powerkontakt

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

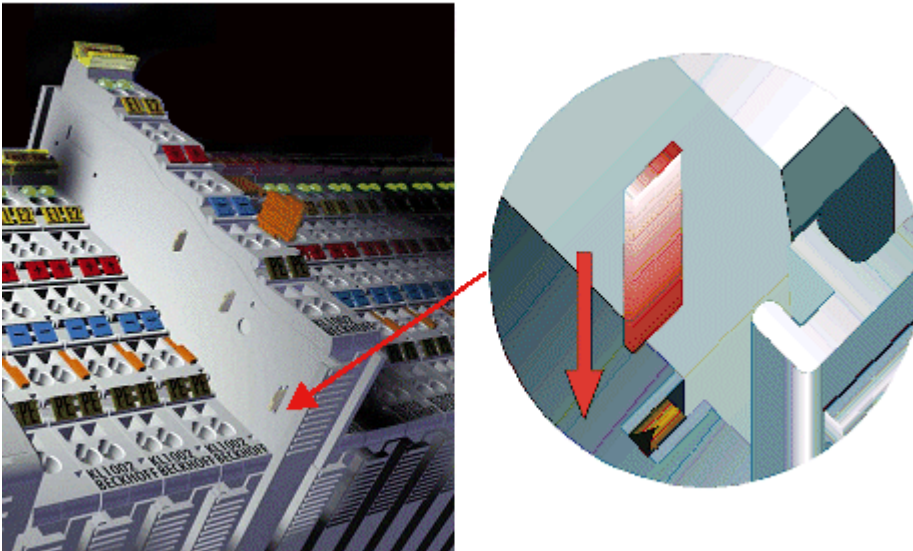


Abb. 17: Linksseitiger Powerkontakt

HINWEIS**Beschädigung des Gerätes möglich**

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

⚠️ WARNUNG**Verletzungsgefahr durch Stromschlag!**

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

6.3 Anschluss

6.3.1 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. 18: Standardverdrahtung

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

Steckbare Verdrahtung (ESxxxx / KSxxxx)



Abb. 19: 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. 20: High-Density-Klemmen

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

● Verdrahtung HD-Klemmen

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

Ultraschallverdichtete Litzen

● Ultraschallverdichtete Litzen

i An die Standard- und High-Density-Klemmen können auch ultraschallverdichtete (ultraschallverschweißte) Litzen angeschlossen werden. Beachten Sie die Tabellen zum [Leitungsquerschnitt](#) **► 44!**

6.3.2 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

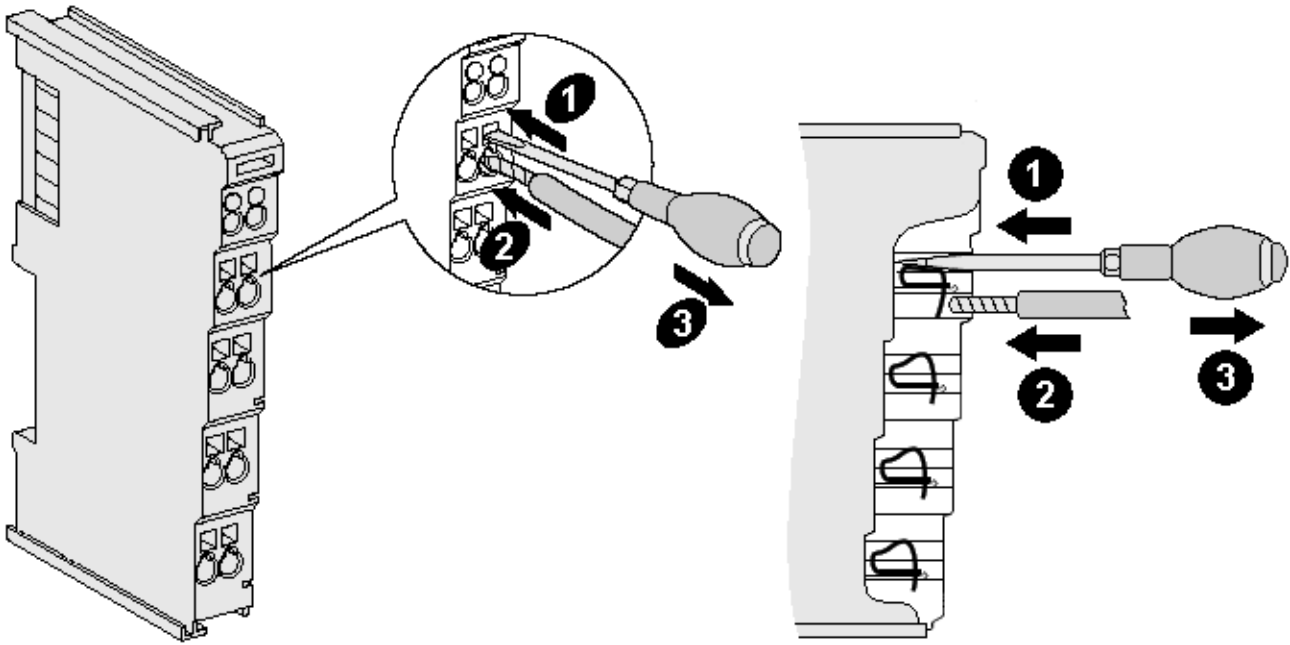


Abb. 21: Anschluss einer Leitung an eine Klemmstelle

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 [► 42]) mit 16 Klemmstellen

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

Klemmgehäuse	HD-Gehäuse
Leitungsquerschnitt (massiv)	0,08 ... 1,5 mm ²
Leitungsquerschnitt (feindrätig)	0,25 ... 1,5 mm ²
Leitungsquerschnitt (Aderleitung mit Aderendhülse)	0,14 ... 0,75 mm ²
Leitungsquerschnitt (ultraschallverdichtete Litze)	nur 1,5 mm ² (siehe Hinweis [► 42])
Abisolierlänge	8 ... 9 mm

6.3.3 Schirmung

● Schirmung



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

6.4 Hinweis zur Spannungsversorgung

⚠️ WARNUNG

Spannungsversorgung aus SELV- / PELV-Netzteil!

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

Hinweise:

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

6.5 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.

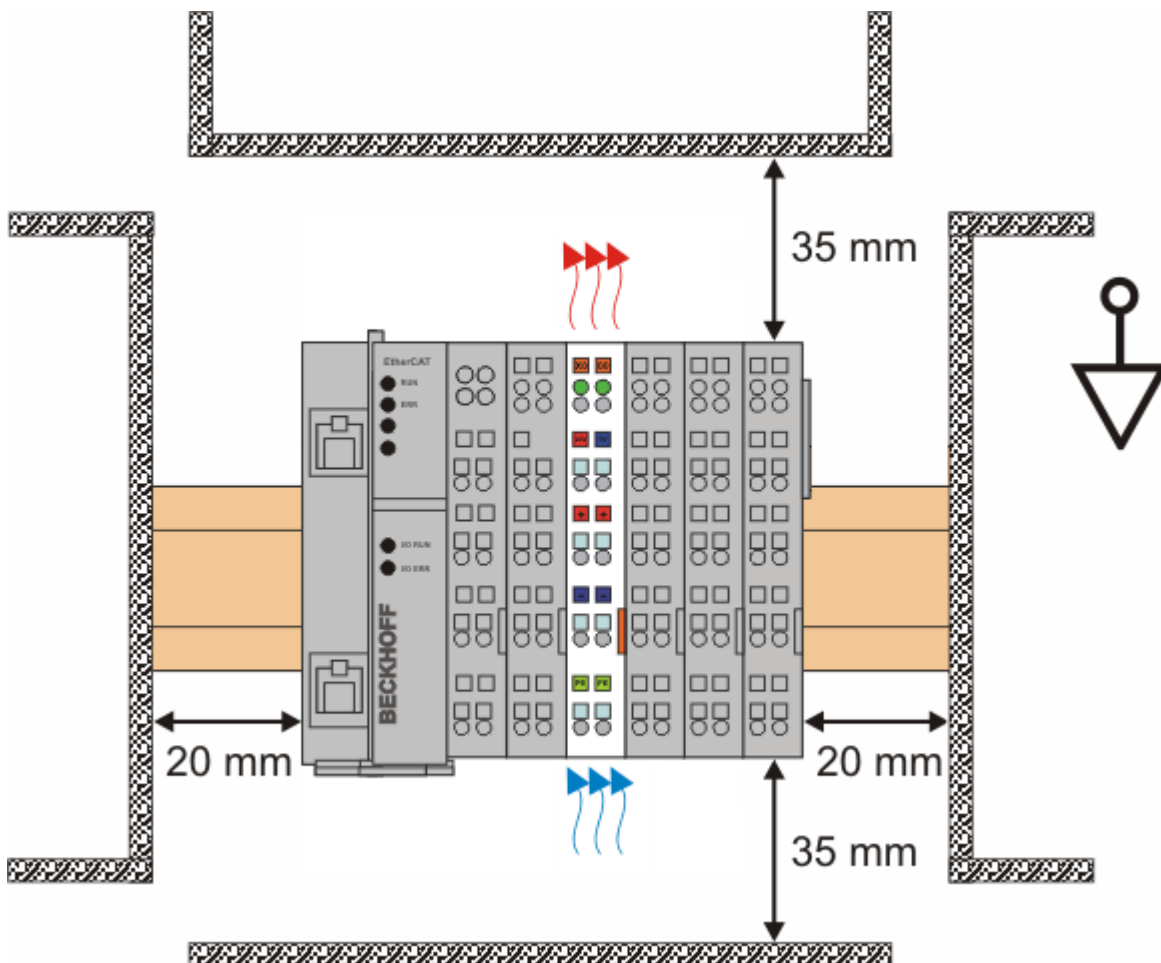


Abb. 22: Empfohlene Abstände bei Standard-Einbaulage

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.

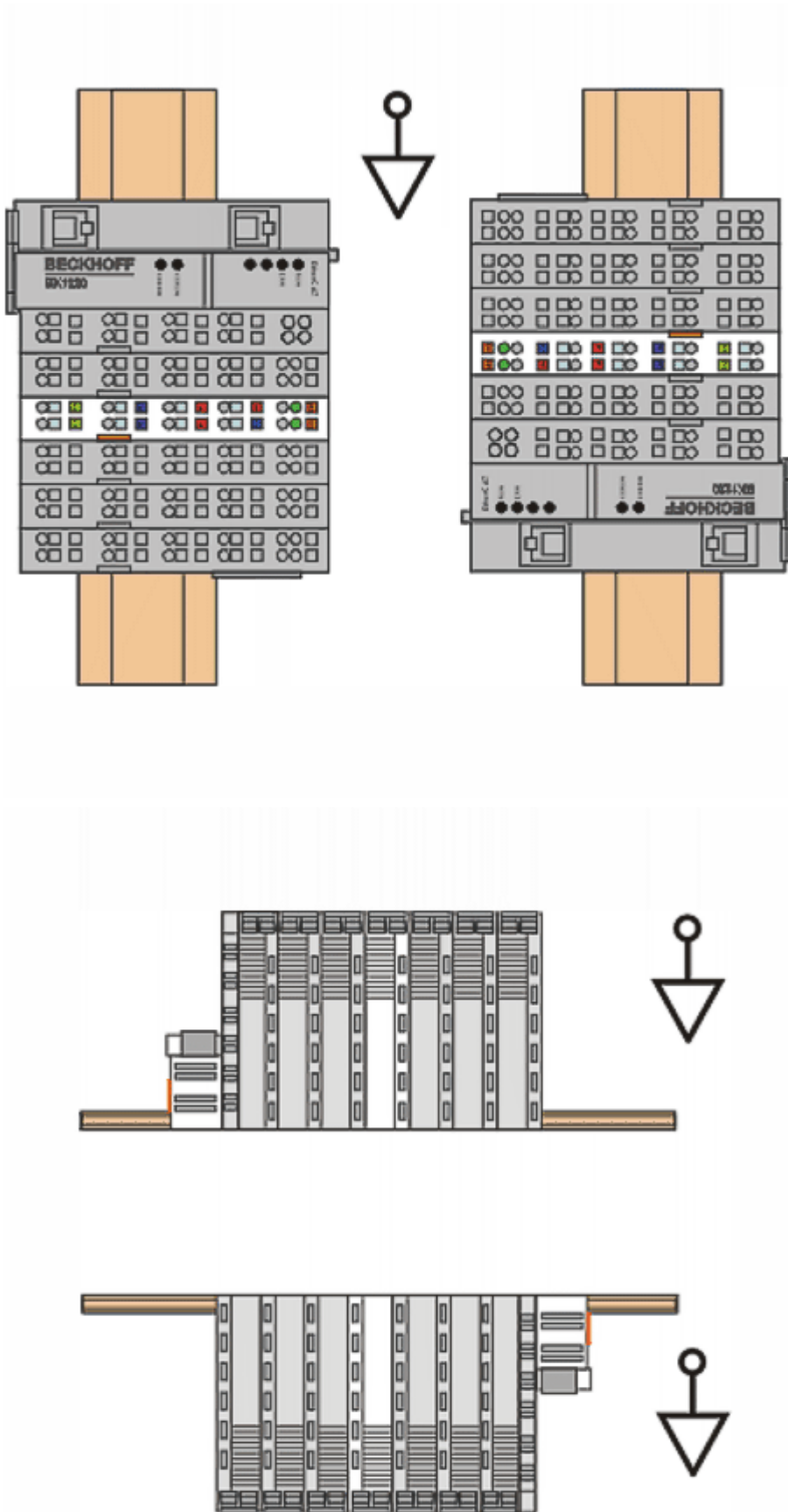


Abb. 23: Weitere Einbaulagen

6.6 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. Zu erkennen sind diese Klemmen an der nicht vorhandenen Stromaufnahme aus dem E-Bus. Um einen optimalen Datenaustausch zu gewährleisten, dürfen nicht mehr als zwei passive Klemmen direkt aneinander gereiht werden!

Beispiele für die Positionierung von passiven Klemmen (hell eingefärbt)

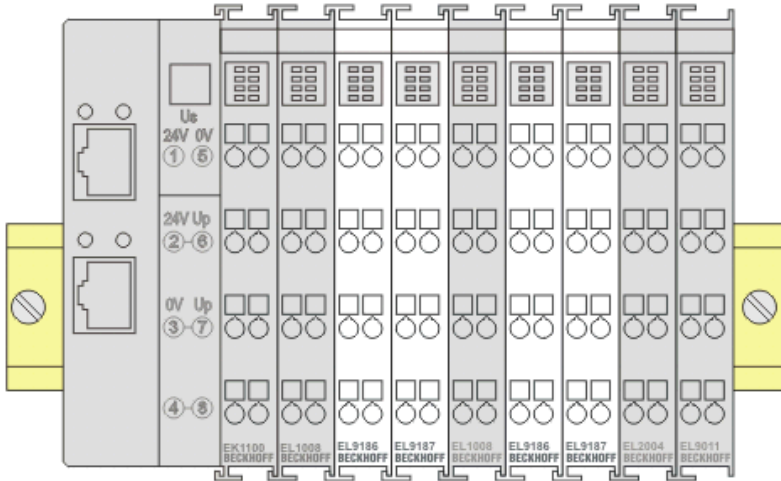


Abb. 24: Korrekte Positionierung

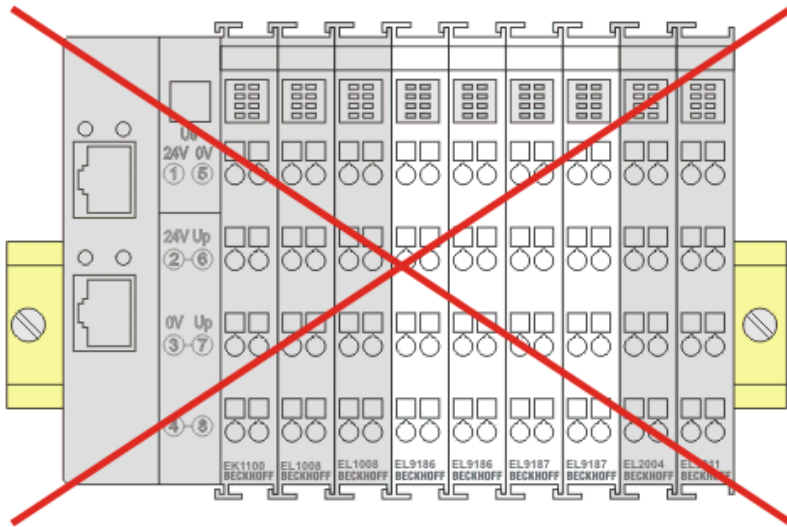


Abb. 25: Inkorrekte Positionierung

6.7 EL5031-0011 – Anschlussbelegung

HINWEIS

Beschädigung von Komponenten möglich: Geber-Versorgungsspannung beachten!

Die in den Datenblättern der Geber-Hersteller angegebenen Grenzwerte der Speisespannung sind zu beachten. Die Geberversorgungsspannung ist ggf. im Objekt `0x8008:13 [▶ 142]` anzupassen (5 V oder 9 V)! Die Geberversorgungsspannung kann über die Klemmstellen 3 und 7 abgegriffen werden.

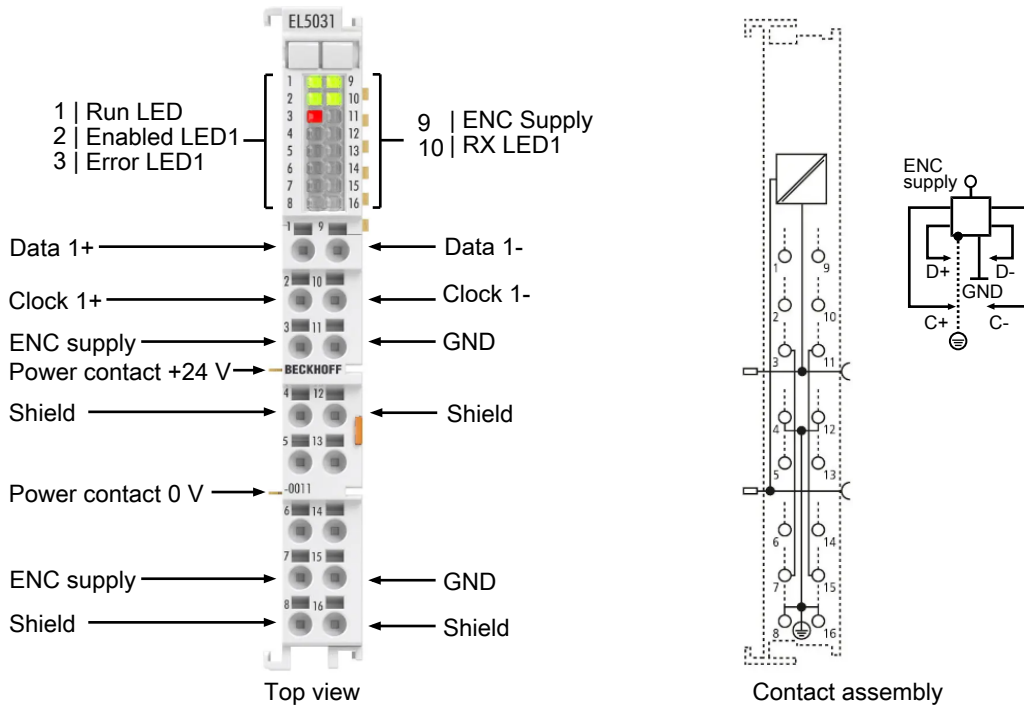


Abb. 26: Anschlussbelegung EL5031-0011

Klemmstelle		Beschreibung
Bezeichnung	Nr.	
Data 1+	1	Data + Eingang (Kanal 1)
Clock 1+	2	Clock + Eingang (Kanal 1)
ENC supply	3	Versorgungsspannung für Geber (+5 V / +9 V)
Shield	4	Schirm
n. c.	5	Nicht verbunden
n. c.	6	Nicht verbunden
ENC supply	7	Versorgungsspannung für Geber (+5 V / +9 V)
Shield	8	Schirm
Data 1-	9	Data - Eingang (Kanal 1)
Clock 1-	10	Clock - Eingang (Kanal 1)
GND	11	Masse
Shield	12	Schirm
n. c.	13	Nicht verbunden
n. c.	14	Nicht verbunden
GND	15	Masse
Shield	16	Schirm

i Weitere Anschlusshinweise

Weitere Hinweise zum Anschluss siehe Kapitel "[Grundlagen der EnDat2.2 Technologie \[► 31\]](#)".

- [Anschluss von Messgeräten die eine Taktfrequenz von 8 MHz unterstützen \(EnDat22\) \[► 32\]](#).
 - [Anschluss von EnDat02-Messgeräten mit Adapterkabel ohne Inkrementalsignale \[► 33\]](#)
 - [Taktfrequenz – Kabellänge \(bei 8 MHz max. Kabellänge 100 m \[► 36\]\)](#)
-

6.8 EL5031-0011 – LEDs

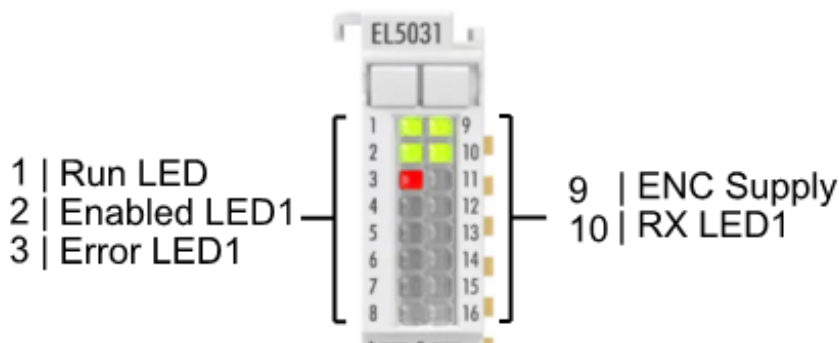


Abb. 27: EL5031-0011 - LEDs

HINWEIS

Beschädigung von Komponenten möglich: Geber-Versorgungsspannung beachten!

Die in den Datenblättern der Geber-Hersteller angegebenen Grenzwerte der Speisespannung sind zu beachten. Die Geberspannung ist ggf. im Objekt [0x80p8:13](#) [[▶ 142](#)] anzupassen (5 V oder 9 V)!

LED	Farbe	Bedeutung	
RUN (1)	grün		Diese LED gibt den Betriebszustand der Klemme wieder:
		aus	Zustand der EtherCAT State Machine: INIT = Initialisierung der Klemme
		blinkend	Zustand der EtherCAT State Machine: PREOP = Funktion für Mailbox-Kommunikation und abweichende Standard-Einstellungen gesetzt
		Einzelblitz	Zustand der EtherCAT State Machine: SAFEOP = Überprüfung der Kanäle des Sync-Managers und der Distributed Clocks. Ausgänge bleiben im sicheren Zustand
		an	Zustand der EtherCAT State Machine: OP = normaler Betriebszustand; Mailbox- und Prozessdatenkommunikation ist möglich
Enabled 1 (2)	grün	EIN	Der angeschlossene Geber ist initialisiert und betriebsbereit.
		AUS	Der angeschlossene Geber ist nicht betriebsbereit.
Error 1 (3)	rot	EIN	Kein Geber angeschlossen oder Positionswerte ungültig (CRC-Fehler, nicht referenziert, EnDat Fehlerbit gesetzt)
		BLINKT	Fehler während der Initialisierung (siehe Diag-History [▶ 161])
		AUS	Kein Fehler
ENC Supply (9)	grün	EIN	Geberspannung vorhanden
		AUS	24 V Feldspannung fehlt oder Geberspannung überlastet
RX 1 (10)	grün	BLINKT	Klemme empfängt Positionswerte

6.9 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.

7 Inbetriebnahme

7.1 TwinCAT Quickstart

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

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

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

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

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

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

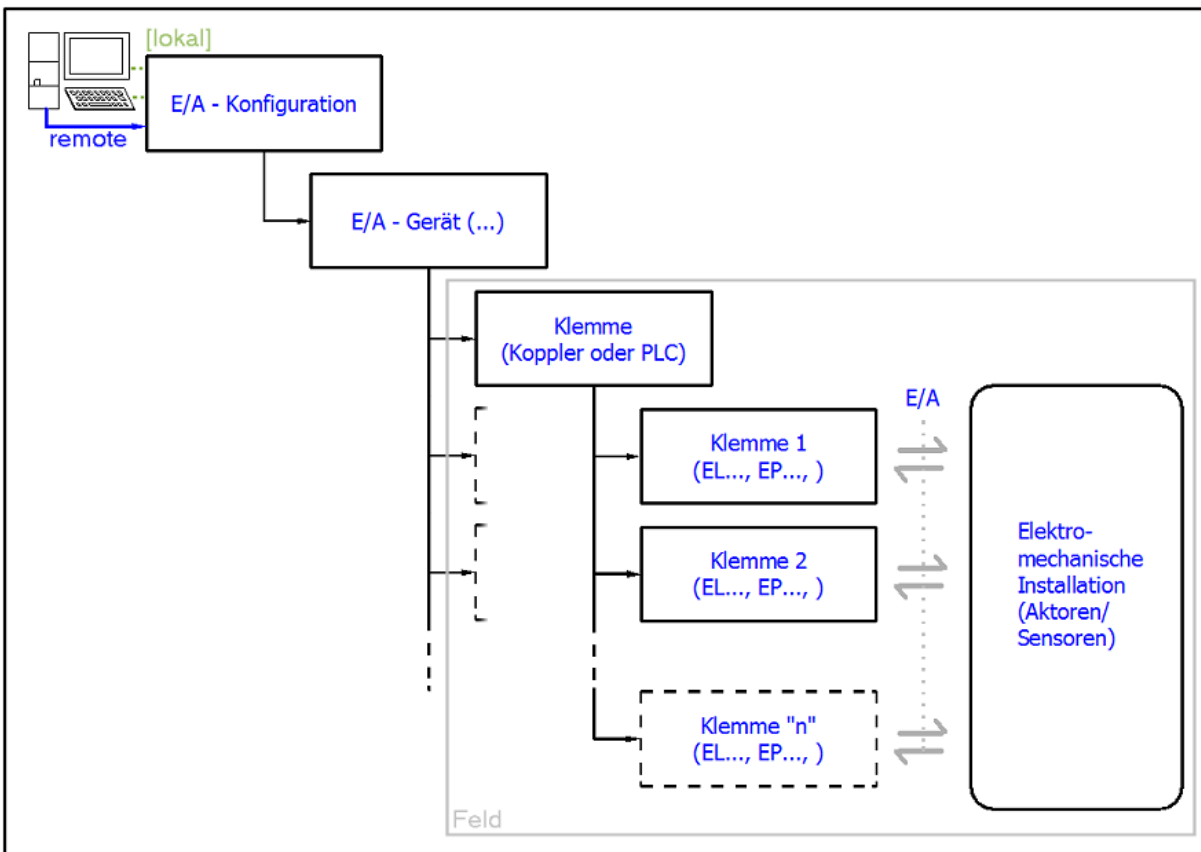


Abb. 28: Bezug von der Anwender Seite (Inbetriebnahme) zur Installation

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

Beispielkonfiguration (realer Aufbau)

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

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

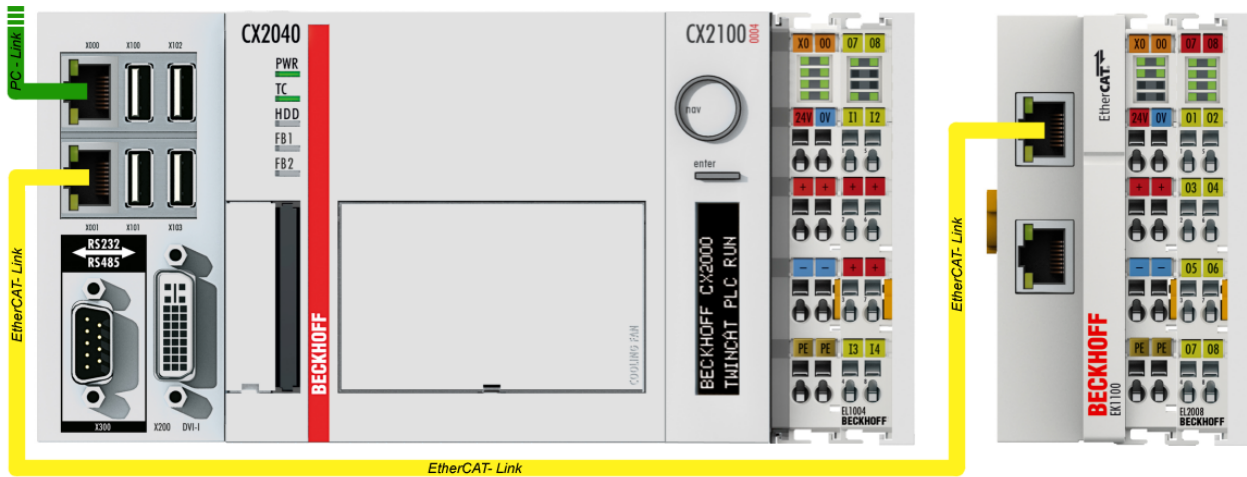


Abb. 29: Aufbau der Steuerung mit Embedded-PC, Eingabe (EL1004) und Ausgabe (EL2008)

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

7.1.1 TwinCAT 2

Startup

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

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

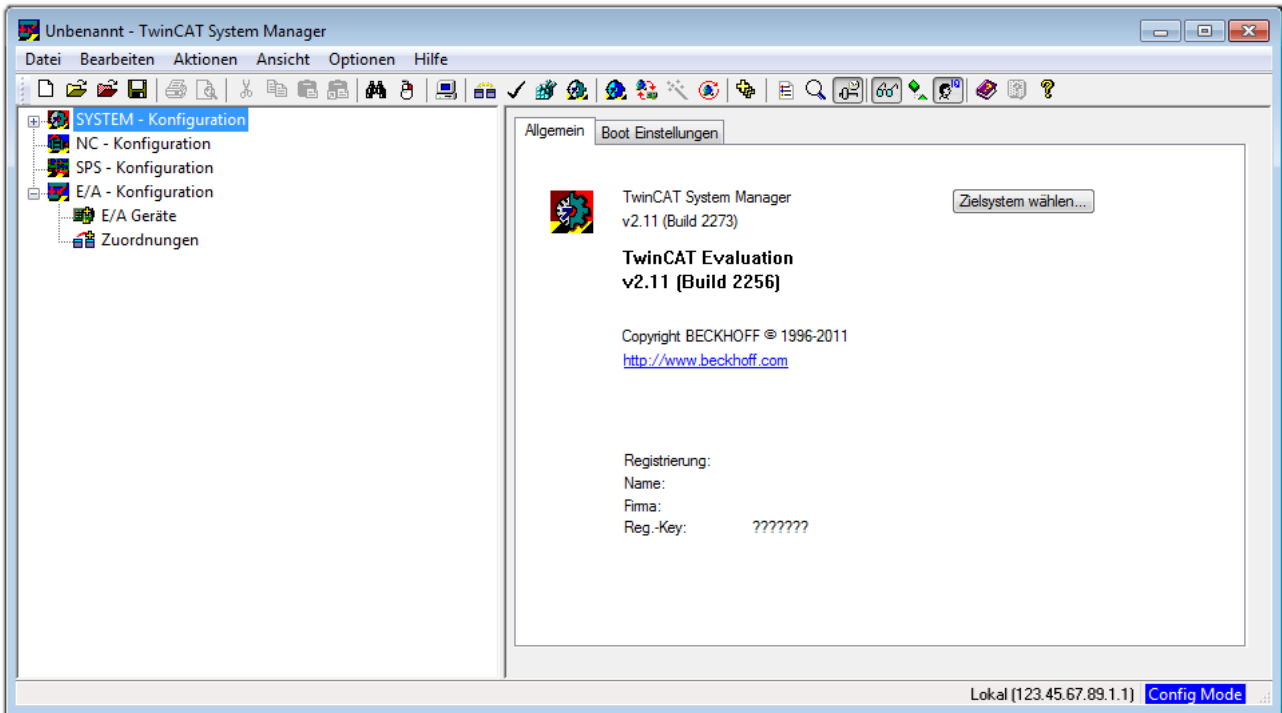



Abb. 30: Initiale Benutzeroberfläche TwinCAT 2

Es besteht generell die Möglichkeit das TwinCAT „lokal“ oder per „remote“ zu verwenden. Ist das TwinCAT System inkl. Benutzeroberfläche (Standard) auf dem betreffenden PLC installiert, kann TwinCAT „lokal“ eingesetzt werden und mit Schritt „Geräte einfügen [► 56]“ fortgesetzt werden.

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

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

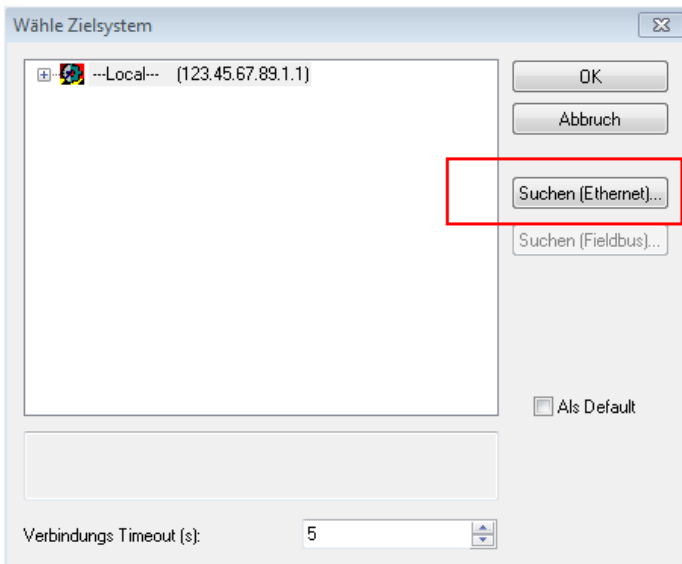


Abb. 31: Wähle Zielsystem

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

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

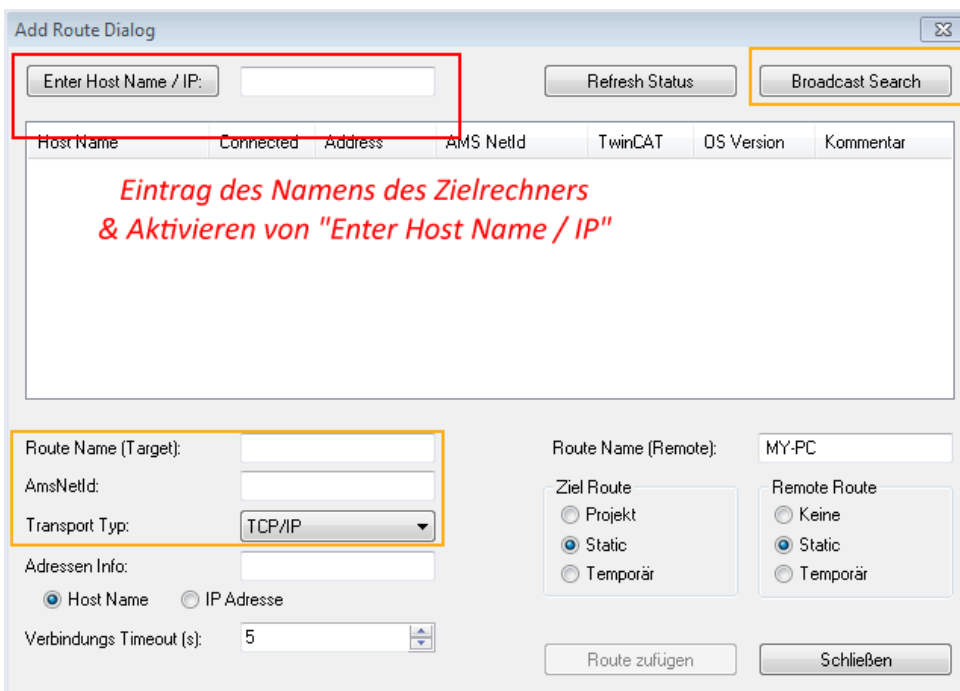
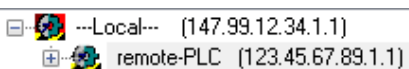


Abb. 32: PLC für den Zugriff des TwinCAT System Managers festlegen: Auswahl des Zielsystems

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



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

Geräte einfügen

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

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

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

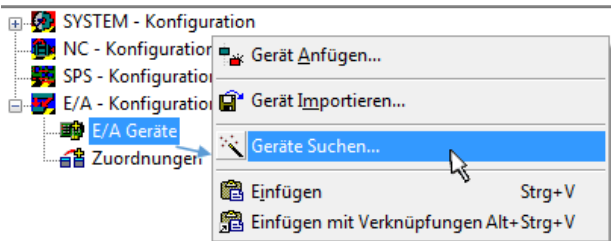


Abb. 33: Auswahl „Gerät Suchen...“

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

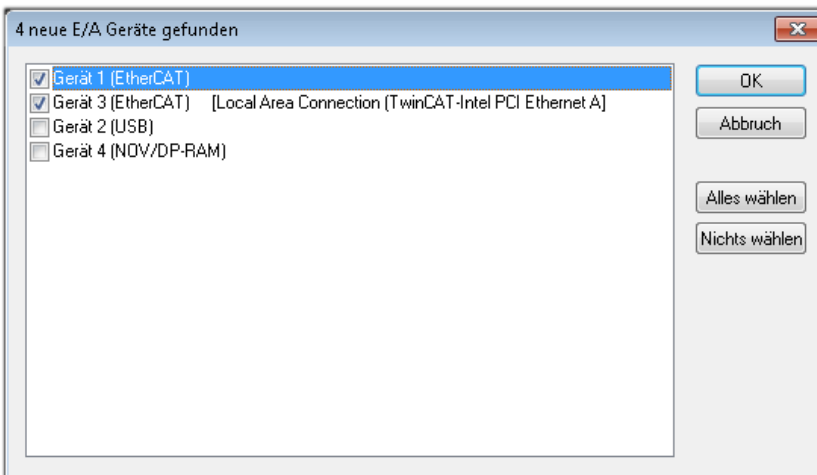


Abb. 34: Automatische Erkennung von E/A-Geräten: Auswahl der einzubindenden Geräte

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

Ausgehend von der am Anfang dieses Kapitels beschriebenen [Beispielkonfiguration](#) [► 52] sieht das Ergebnis wie folgt aus:

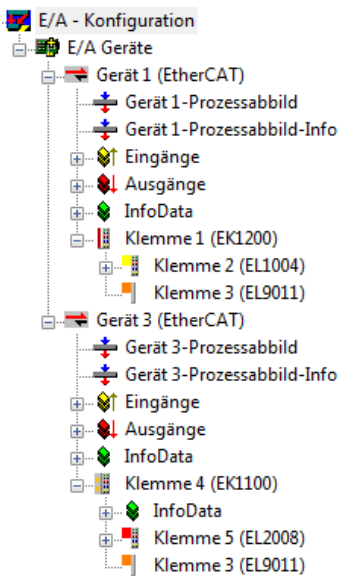


Abb. 35: Abbildung der Konfiguration im TwinCAT 2 System Manager

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

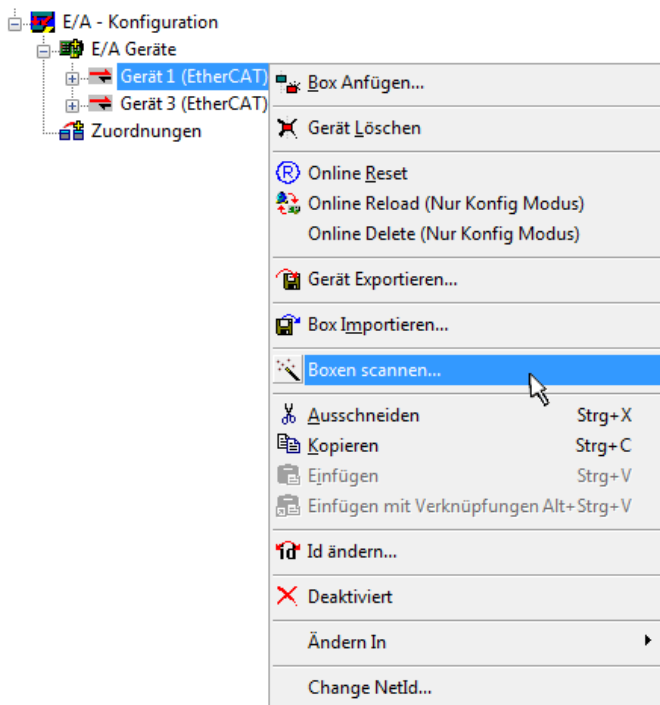


Abb. 36: Einlesen von einzelnen an einem Gerät befindlichen Klemmen

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

PLC programmieren und integrieren

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

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

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

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

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

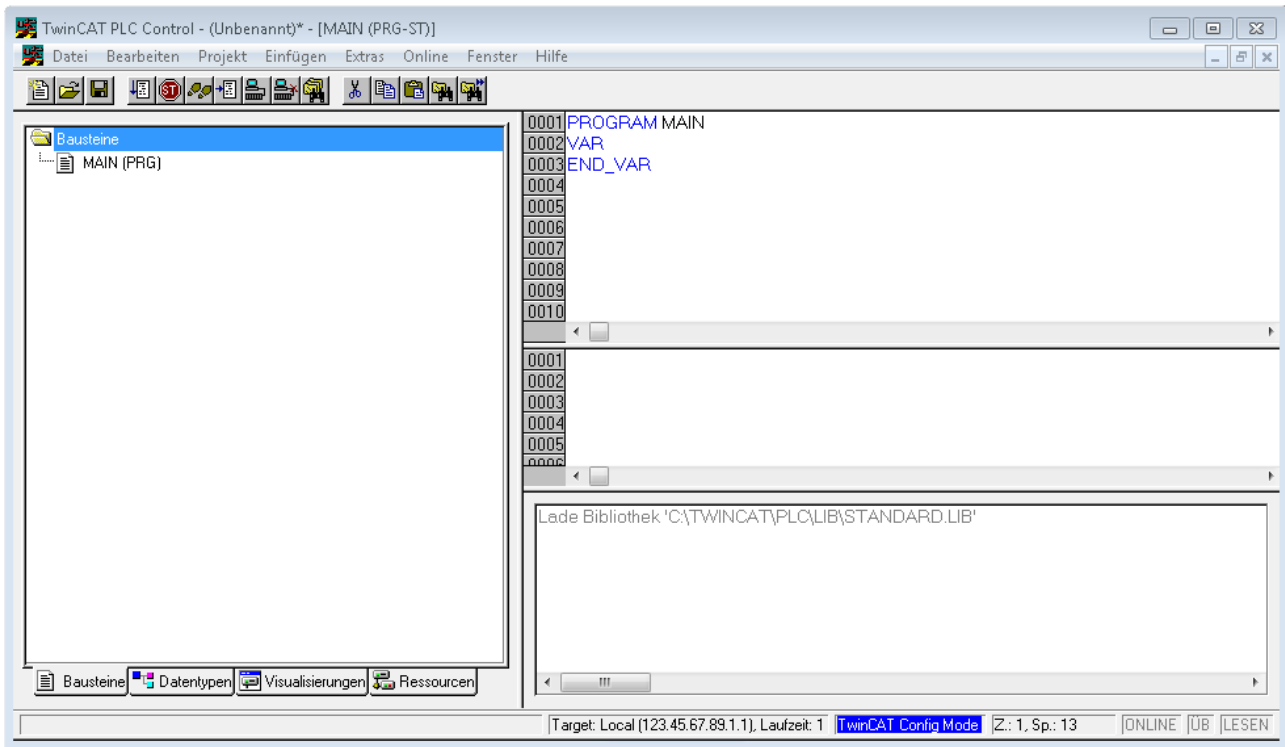


Abb. 37: TwinCAT PLC Control nach dem Start

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

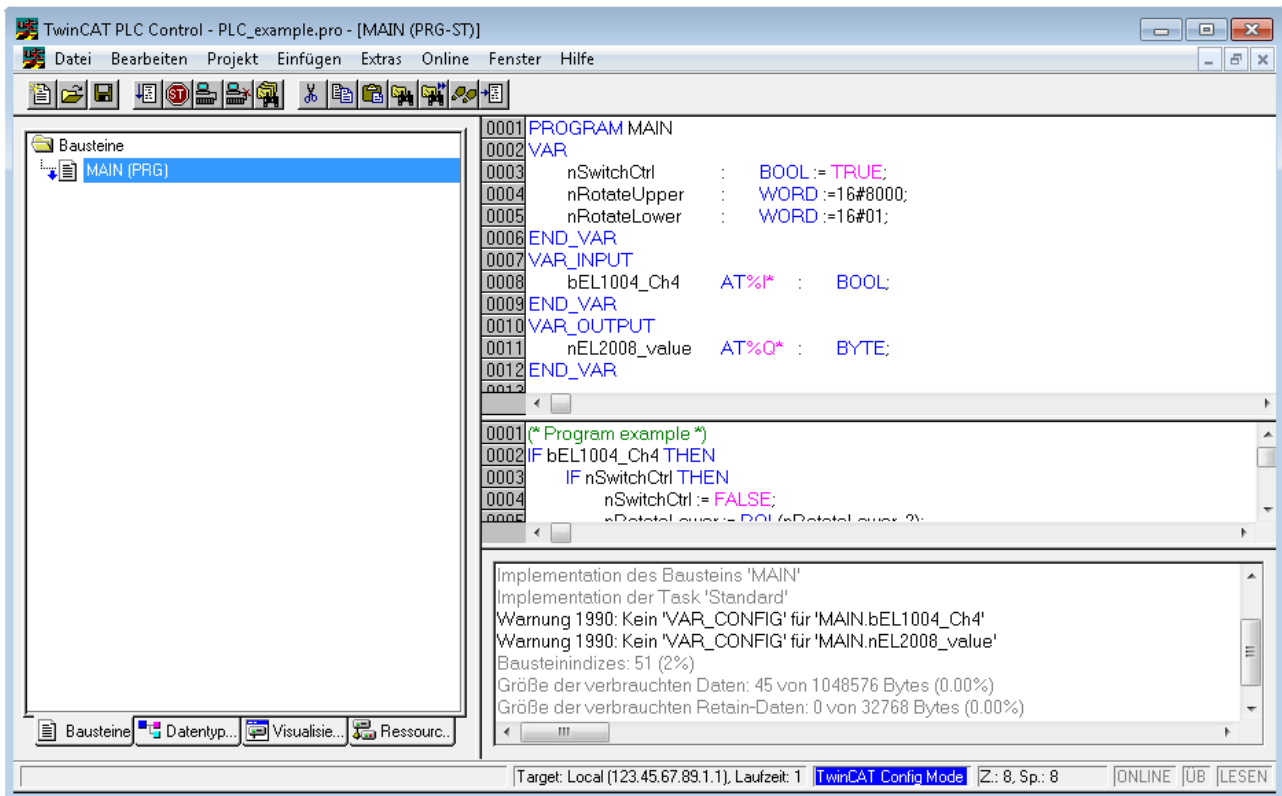


Abb. 38: Beispielprogramm mit Variablen nach einem Kompilervorgang (ohne Variablenanbindung)

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

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

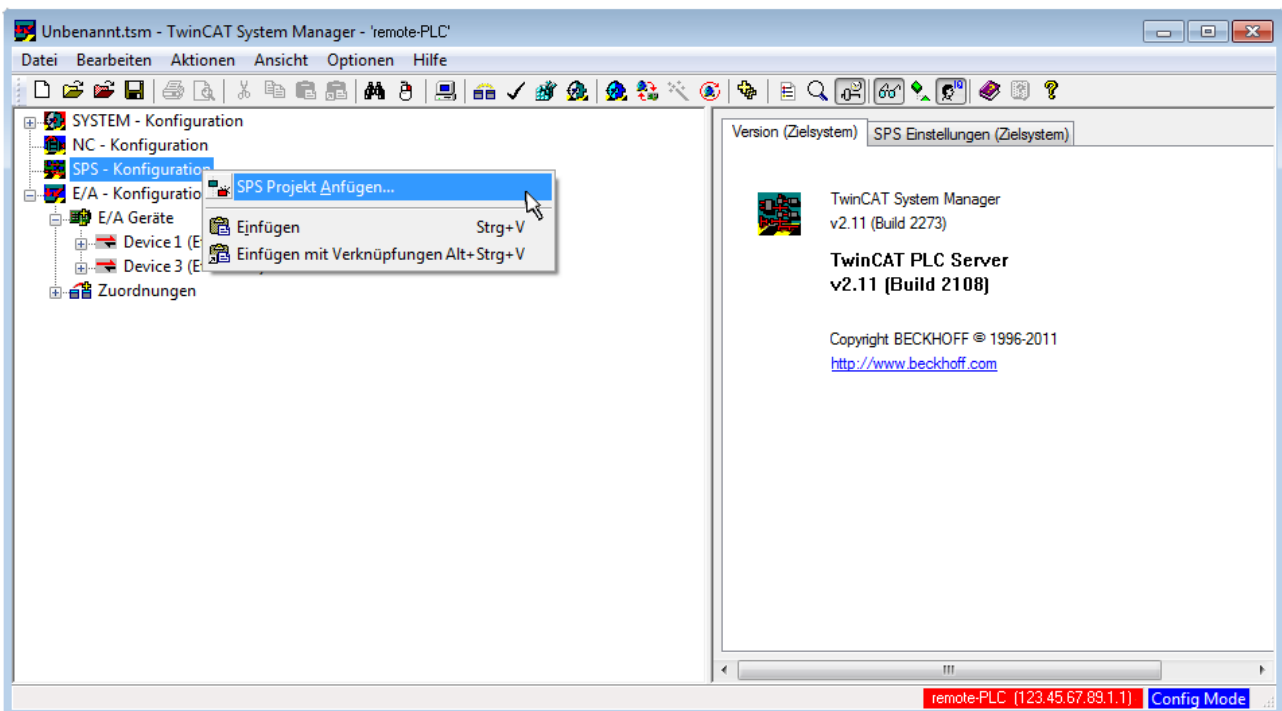


Abb. 39: Hinzufügen des Projektes des TwinCAT PLC Control

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

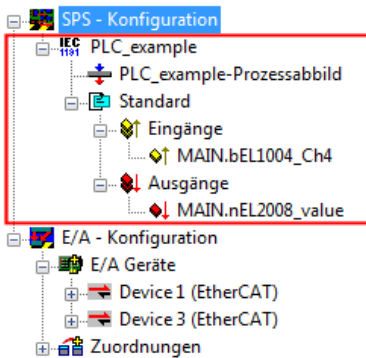


Abb. 40: Eingebundenes PLC-Projekt in der SPS-Konfiguration des System Managers

Die beiden Variablen „bEL1004_Ch4“ sowie „nEL2008_value“ können nun bestimmten Prozessobjekten der E/A-Konfiguration zugeordnet werden.

Variablen Zuordnen

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

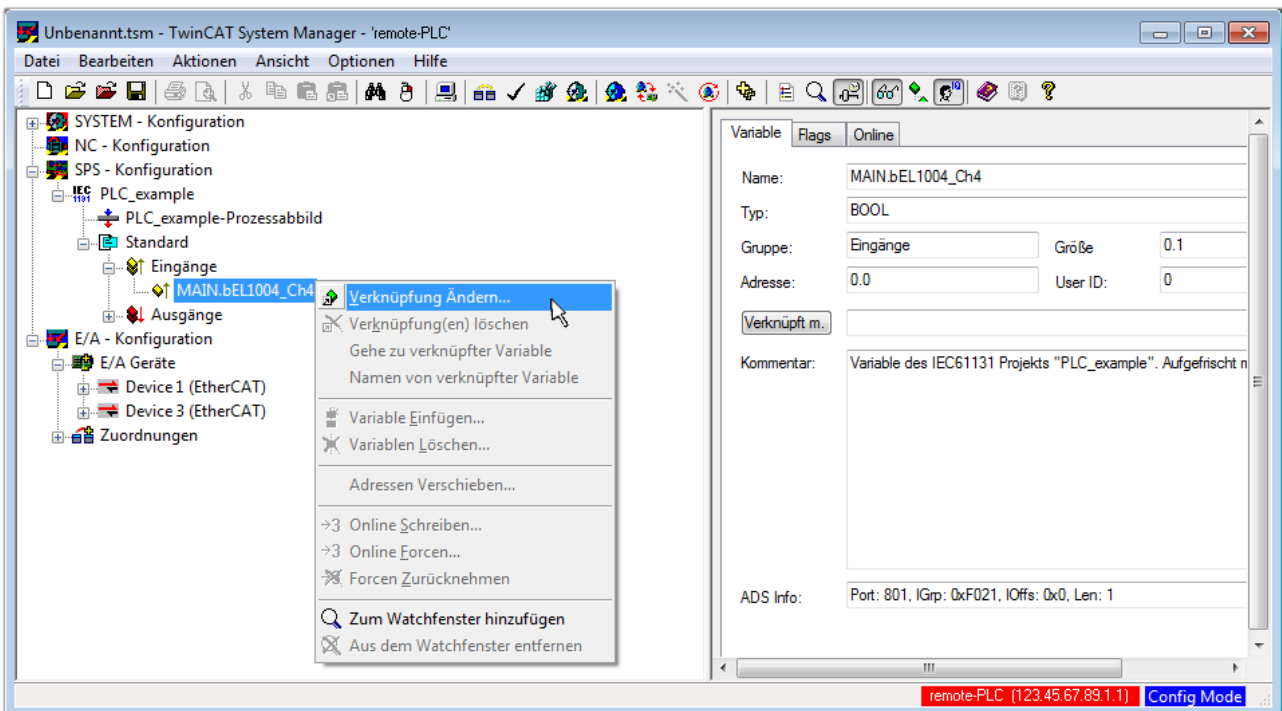


Abb. 41: Erstellen der Verknüpfungen PLC-Variablen zu Prozessobjekten

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

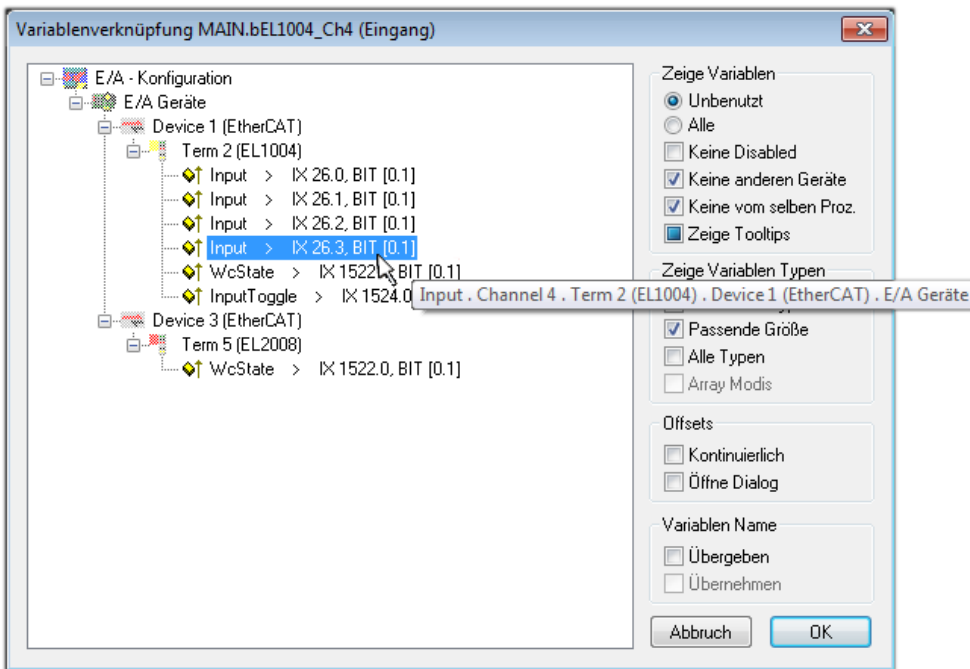


Abb. 42: Auswahl des PDO vom Typ BOOL

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

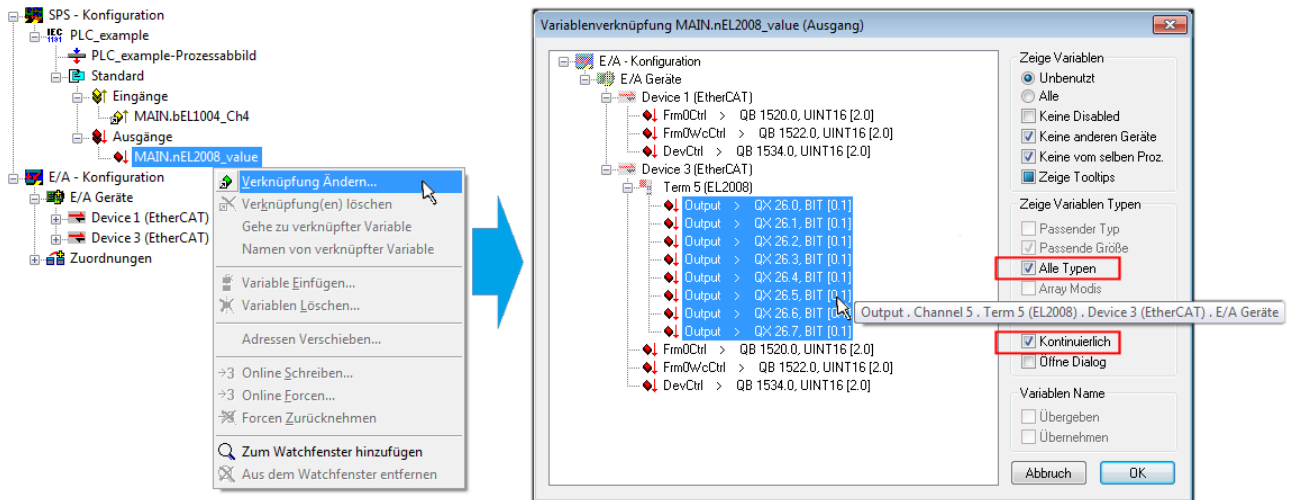



Abb. 43: Auswahl von mehreren PDO gleichzeitig: Aktivierung von „Kontinuierlich“ und „Alle Typen“

Zu sehen ist, dass überdies die Checkbox „Kontinuierlich“ aktiviert wurde. Dies ist dafür vorgesehen, dass die in dem Byte der Variablen „nEL2008_value“ enthaltenen Bits allen acht ausgewählten Ausgangsbits der Klemme EL2008 der Reihenfolge nach zugeordnet werden sollen. Damit ist es möglich, alle acht Ausgänge der Klemme mit einem Byte entsprechend Bit 0 für Kanal 1 bis Bit 7 für Kanal 8 von der PLC im Programm später anzusprechen. Ein spezielles Symbol () an dem gelben bzw. roten Objekt der Variablen zeigt an, dass hierfür eine Verknüpfung existiert. Die Verknüpfungen können z. B. auch überprüft werden, indem „Goto Link Variable“ aus dem Kontextmenü einer Variable ausgewählt wird. Dann wird automatisch das gegenüberliegende verknüpfte Objekt, in diesem Fall das PDO selektiert:

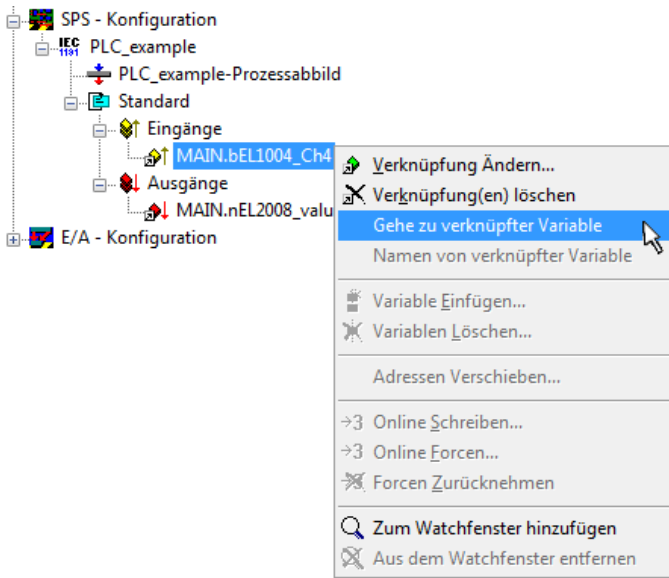

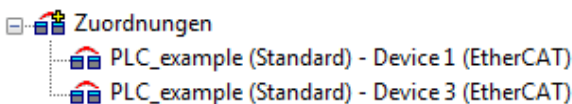


Abb. 44: Anwendung von „Goto Link Variable“ am Beispiel von „MAIN.bEL1004_Ch4“

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


Dies lässt sich entsprechend in der Konfiguration einsehen:




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

Aktivieren der Konfiguration

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

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

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

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

Starten der Steuerung

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

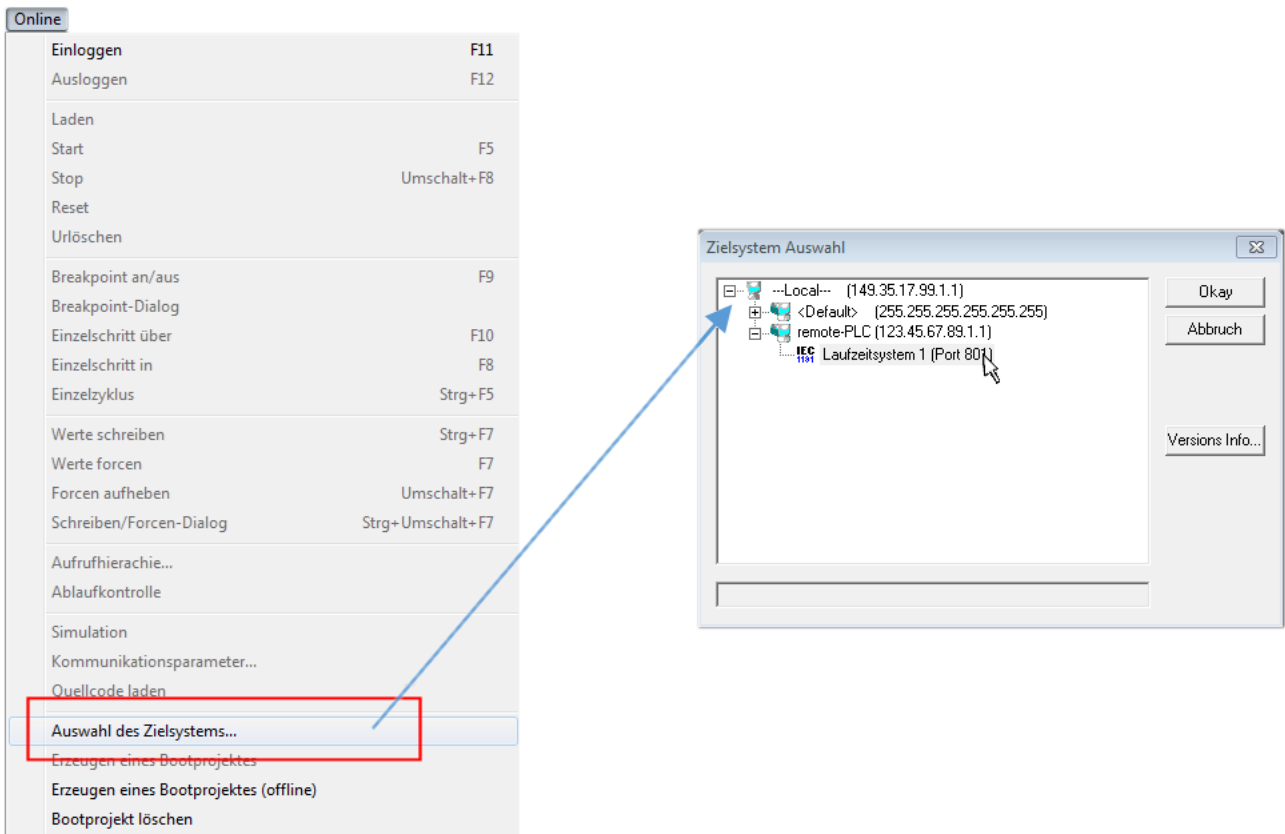



Abb. 45: Auswahl des Zielsystems (remote)

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

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

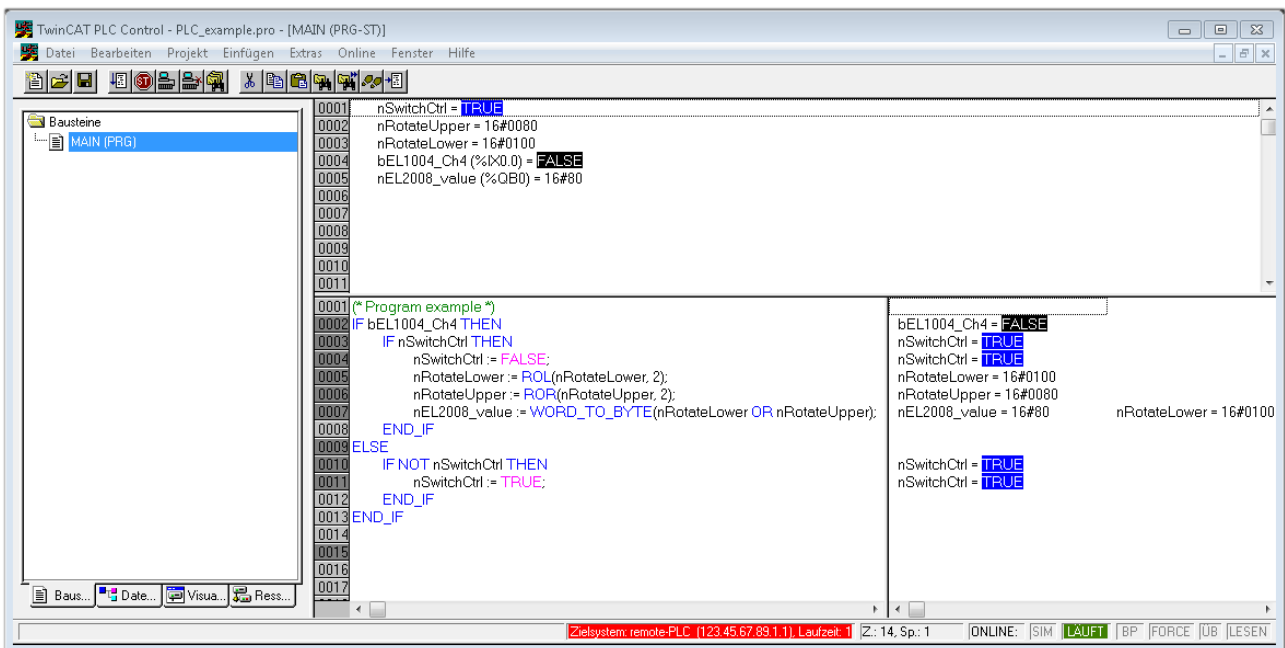


Abb. 46: PLC Control Logged-in, bereit zum Programmstart

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

7.1.2 TwinCAT 3


Startup

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

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



Abb. 47: Initiale Benutzeroberfläche TwinCAT 3

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

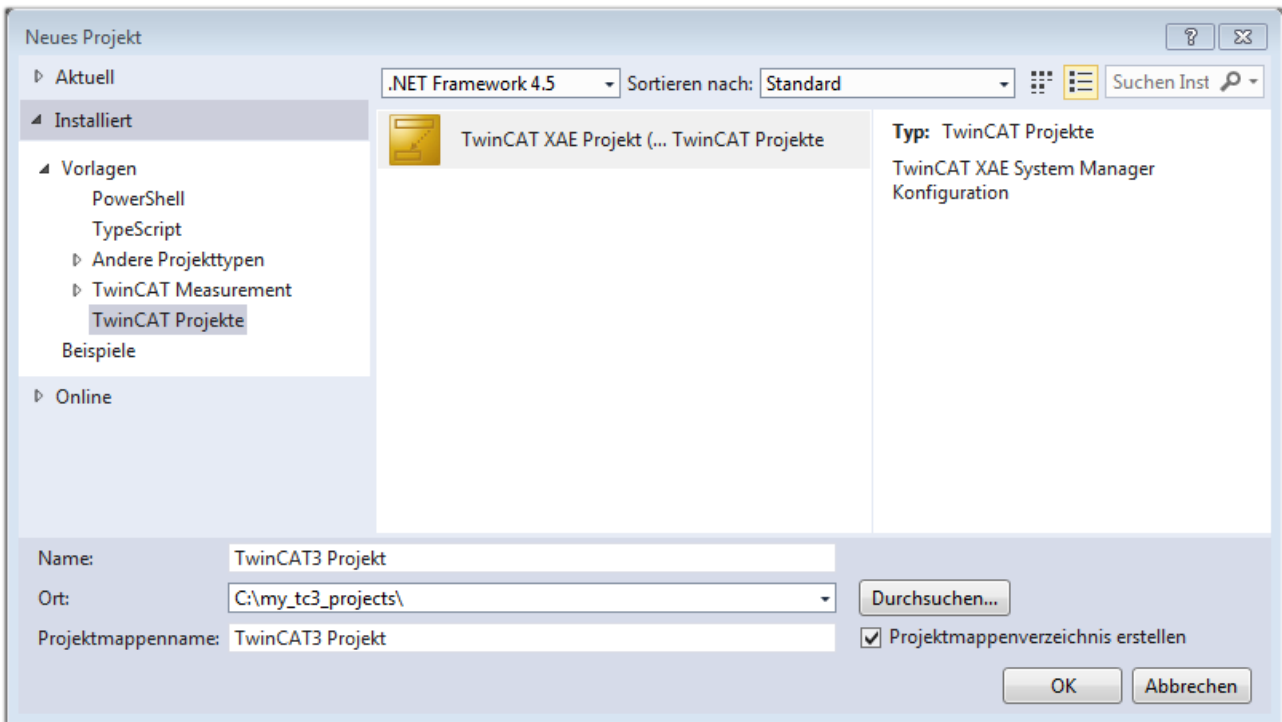


Abb. 48: Neues TwinCAT 3 Projekt erstellen

Im Projektmappen-Explorer liegt sodann das neue Projekt vor:

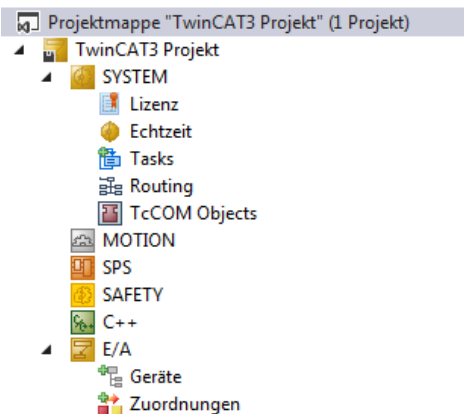
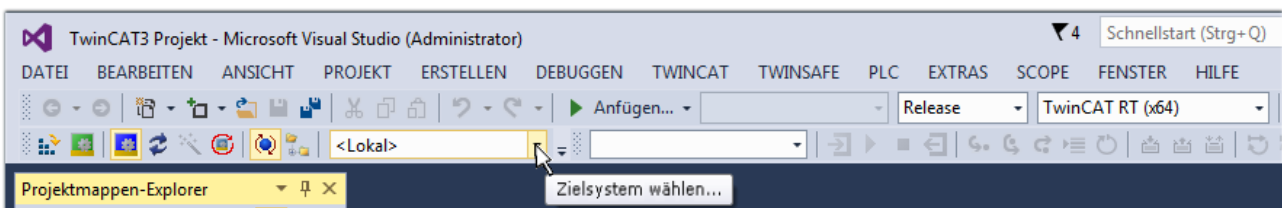


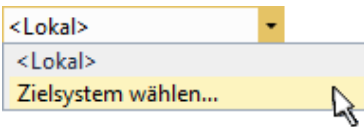
Abb. 49: Neues TwinCAT 3 Projekt im Projektmappen-Explorer

Es besteht generell die Möglichkeit das TwinCAT „lokal“ oder per „remote“ zu verwenden. Ist das TwinCAT System inkl. Benutzeroberfläche (Standard) auf dem betreffenden PLC (lokal) installiert, kann TwinCAT „lokal“ eingesetzt werden und mit Schritt „Geräte einfügen |> 67|“ fortgesetzt werden.

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



wird das pull-down Menü aufgeklappt:



und folgendes Fenster hierzu geöffnet:

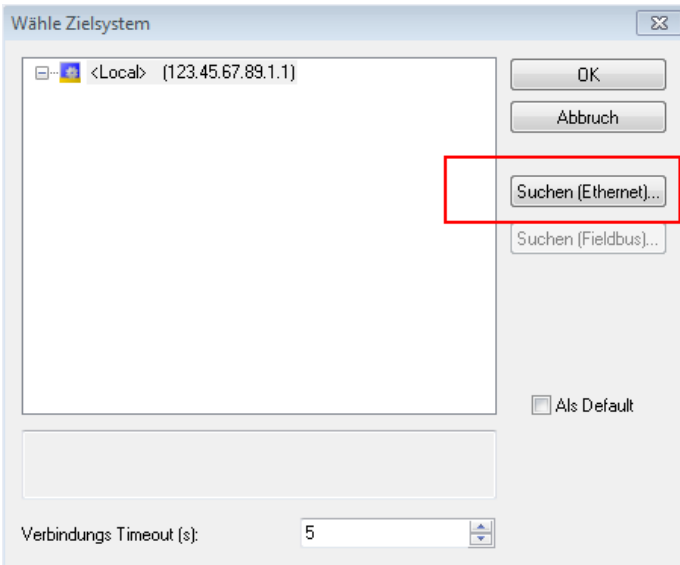


Abb. 50: Auswahldialog: Wähle Zielsystem

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

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

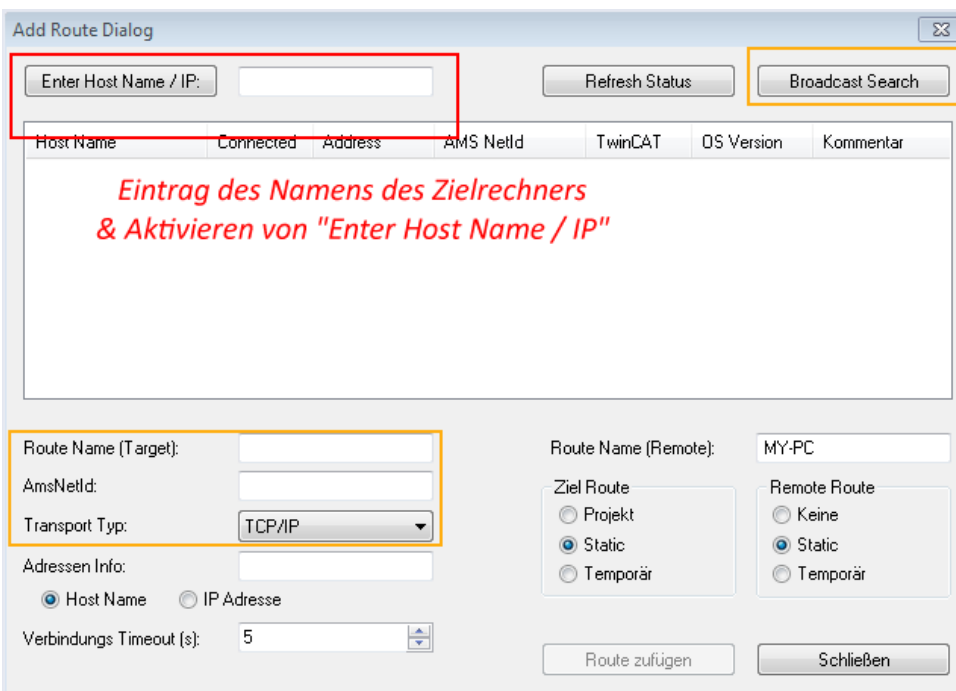
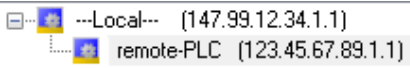


Abb. 51: PLC für den Zugriff des TwinCAT System Managers festlegen: Auswahl des Zielsystems

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



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

Geräte einfügen

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

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

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

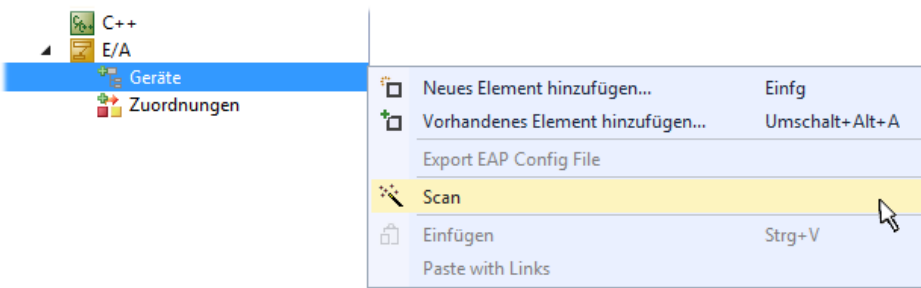


Abb. 52: Auswahl „Scan“

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

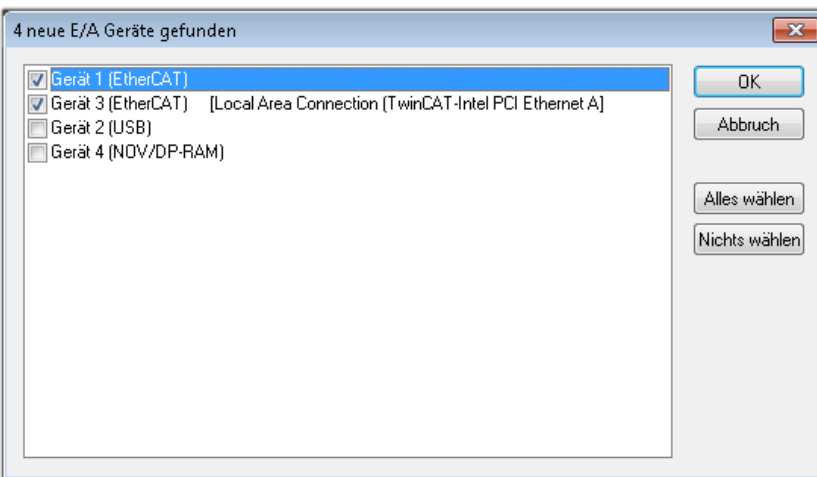


Abb. 53: Automatische Erkennung von E/A-Geräten: Auswahl der einzubindenden Geräte

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

Ausgehend von der am Anfang dieses Kapitels beschriebenen [Beispielkonfiguration](#) [► 52] sieht das Ergebnis wie folgt aus:

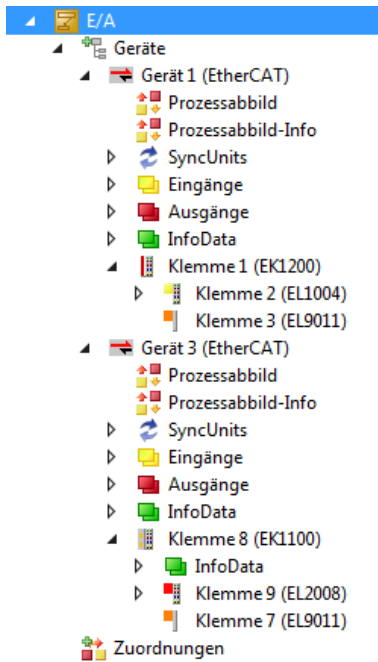


Abb. 54: Abbildung der Konfiguration in VS Shell der TwinCAT 3 Umgebung

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

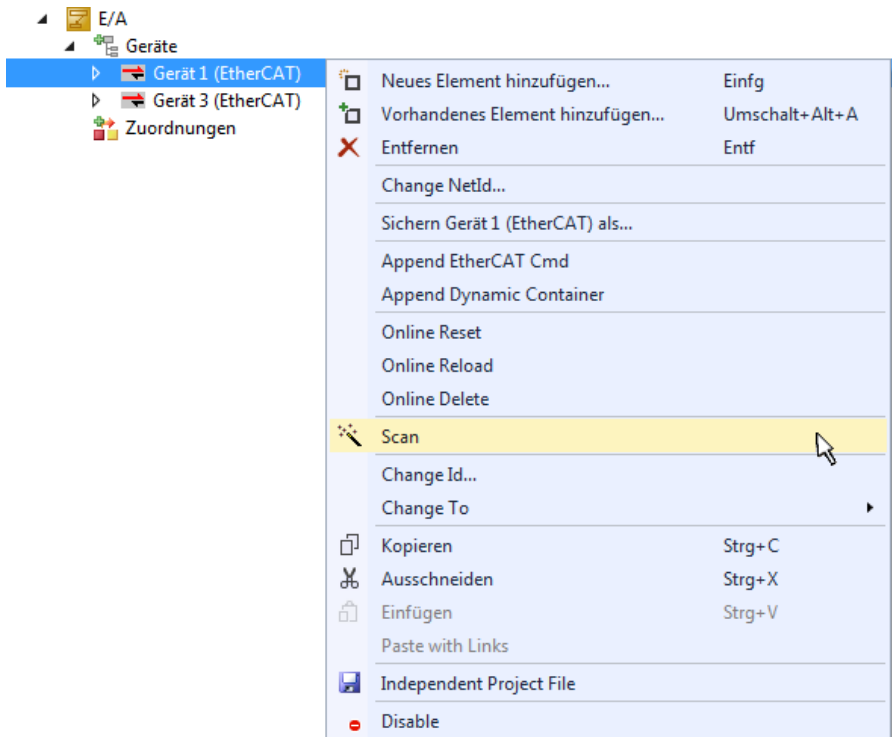


Abb. 55: Einlesen von einzelnen an einem Gerät befindlichen Klemmen

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

PLC programmieren

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

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

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

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

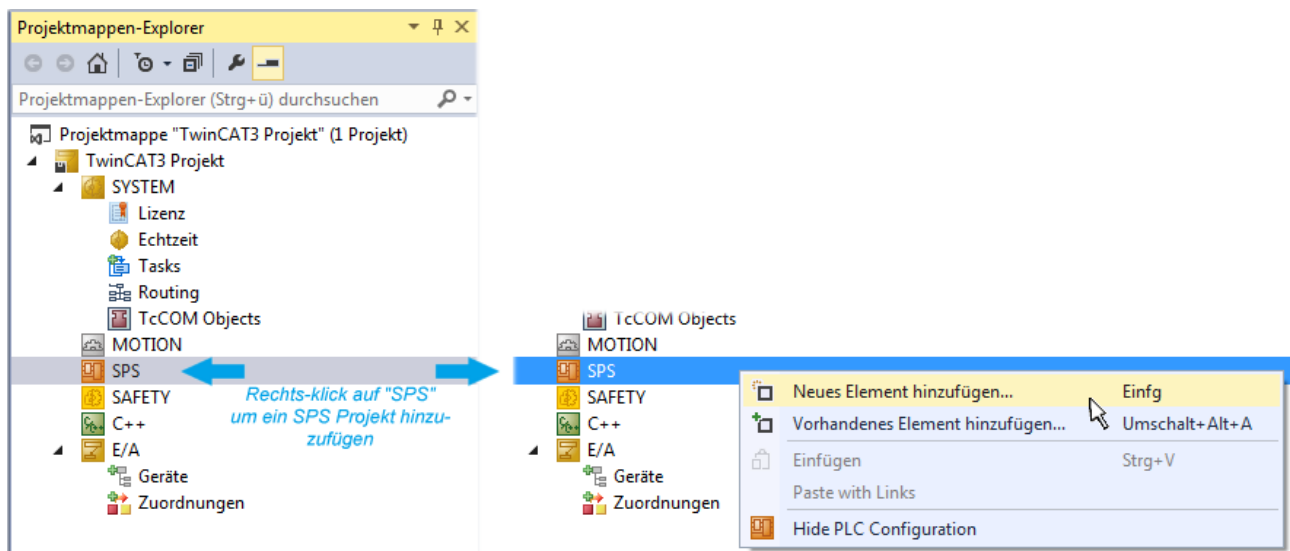


Abb. 56: Einfügen der Programmierumgebung in „SPS“

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

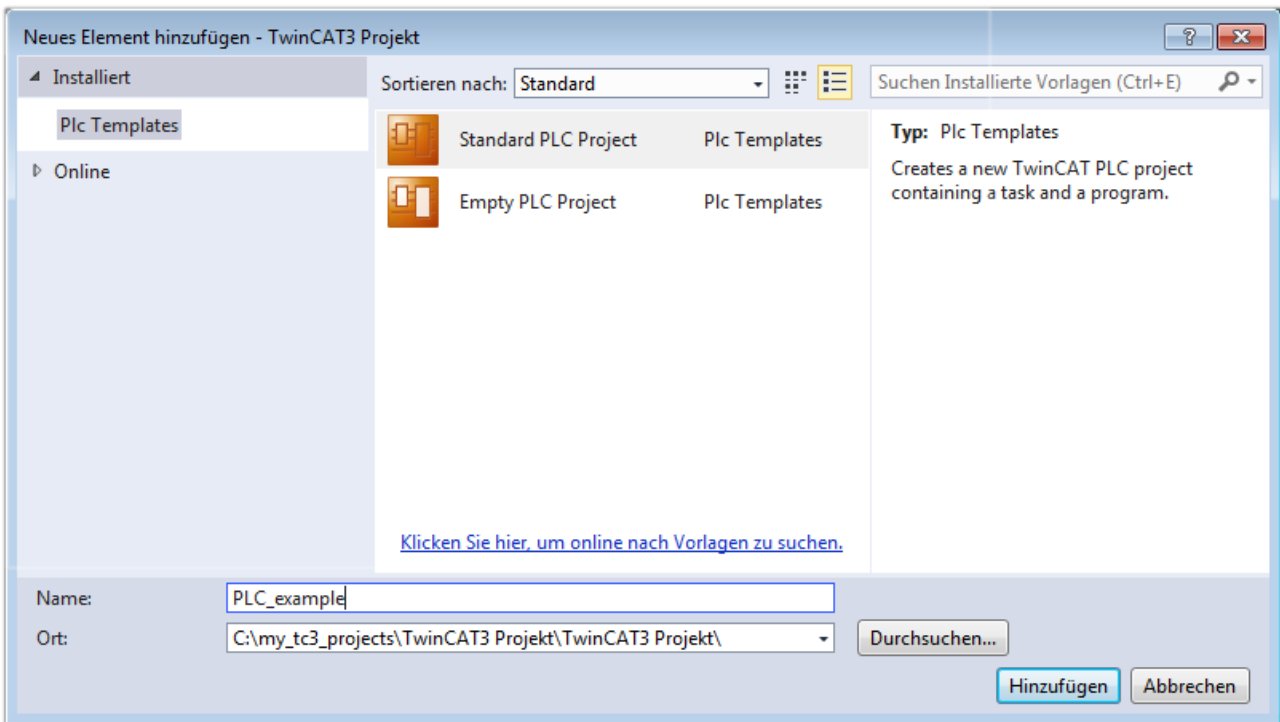


Abb. 57: Festlegen des Namens bzw. Verzeichnisses für die PLC Programmierungsumgebung

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

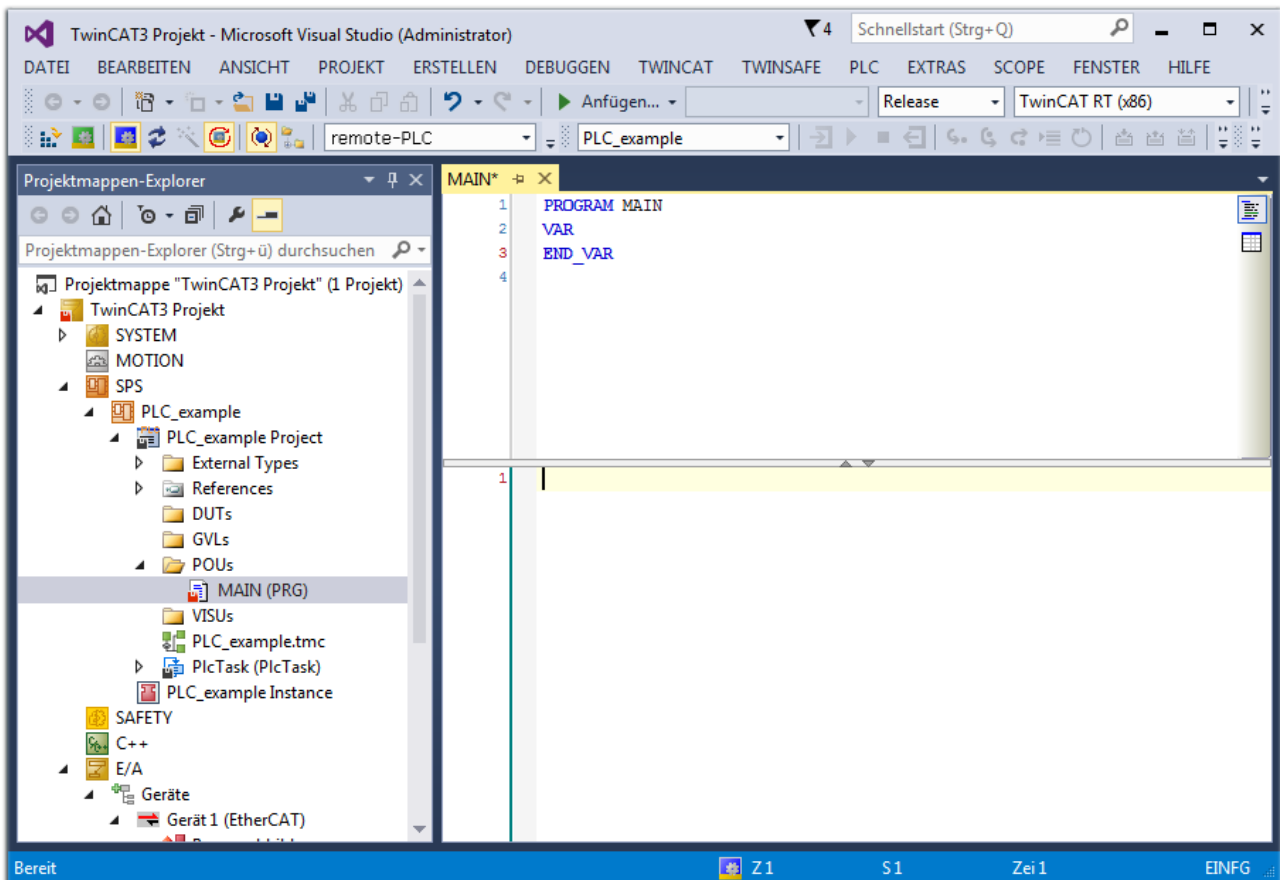


Abb. 58: Initiales Programm „Main“ des Standard PLC Projektes

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

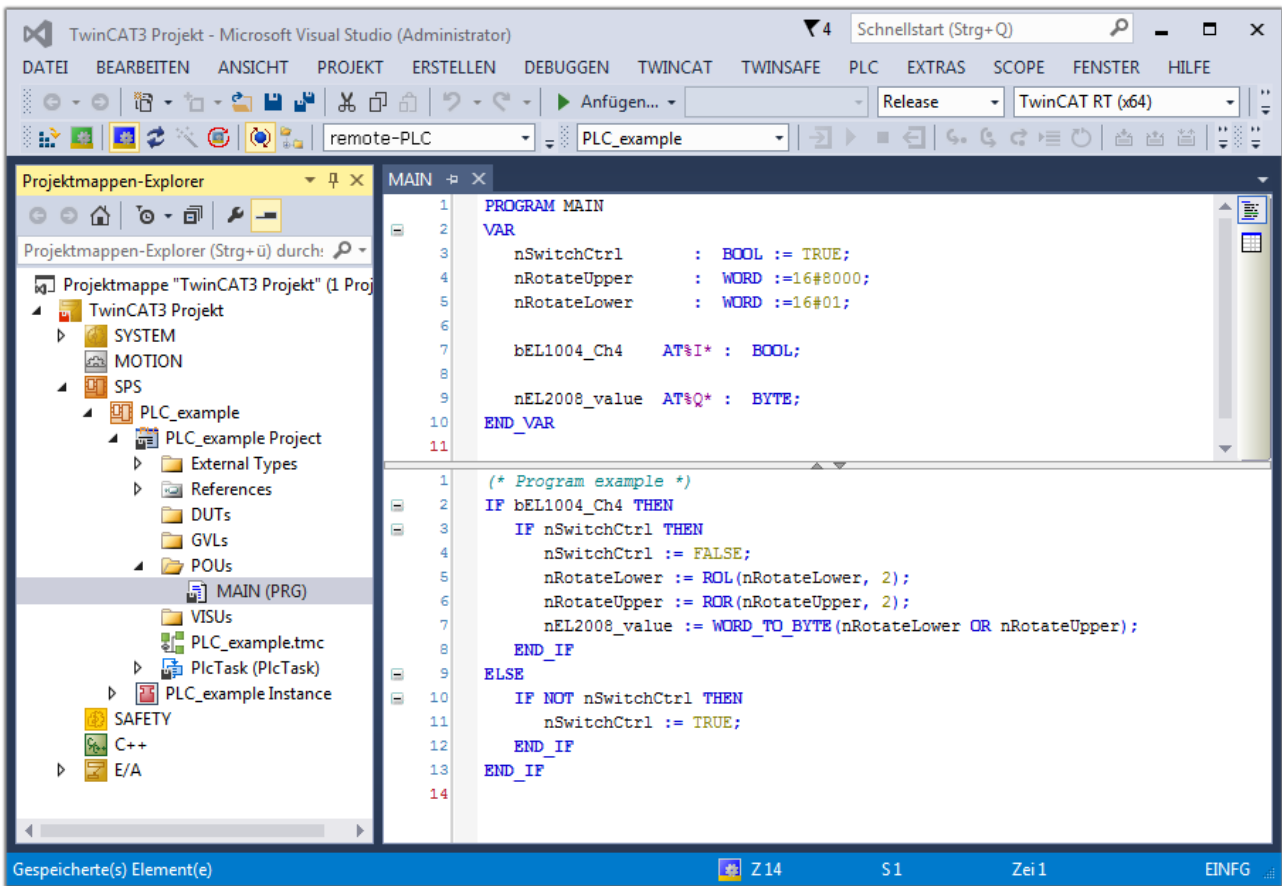


Abb. 59: Beispielprogramm mit Variablen nach einem Kompilervorgang (ohne Variablenanbindung)

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

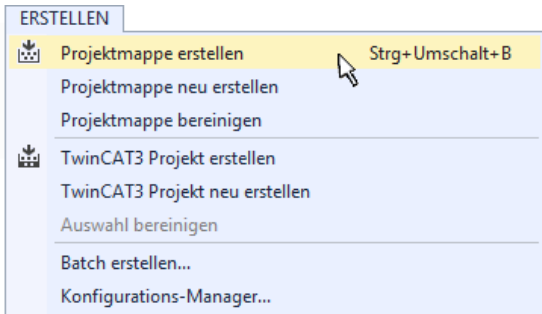
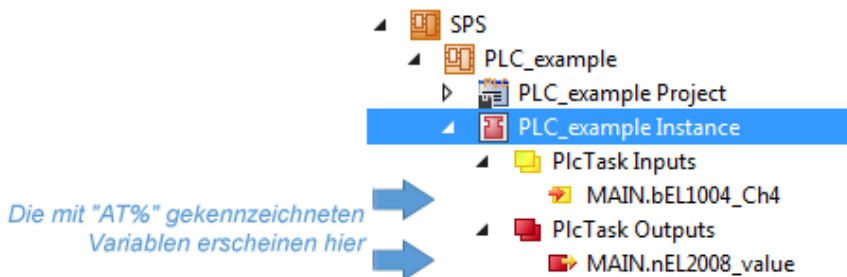


Abb. 60: Kompilierung des Programms starten

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



Variablen Zuordnen

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

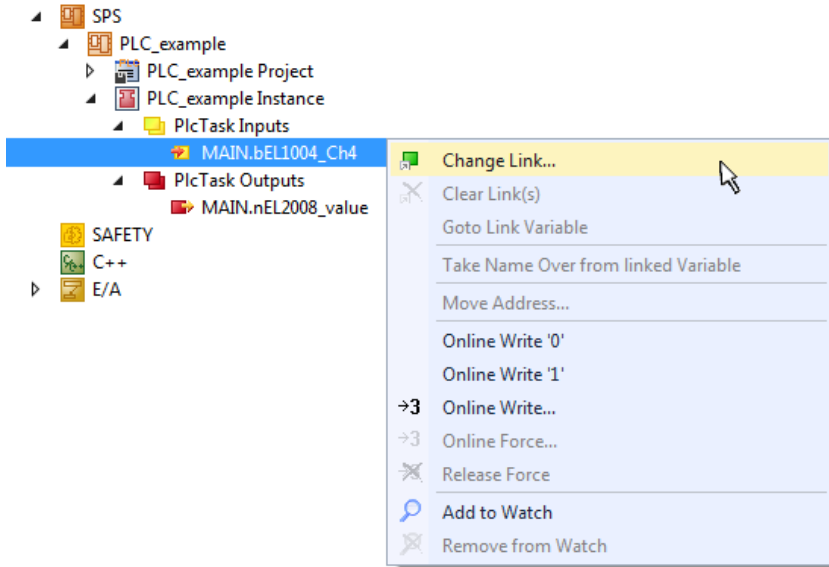


Abb. 61: Erstellen der Verknüpfungen PLC-Variablen zu Prozessobjekten

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

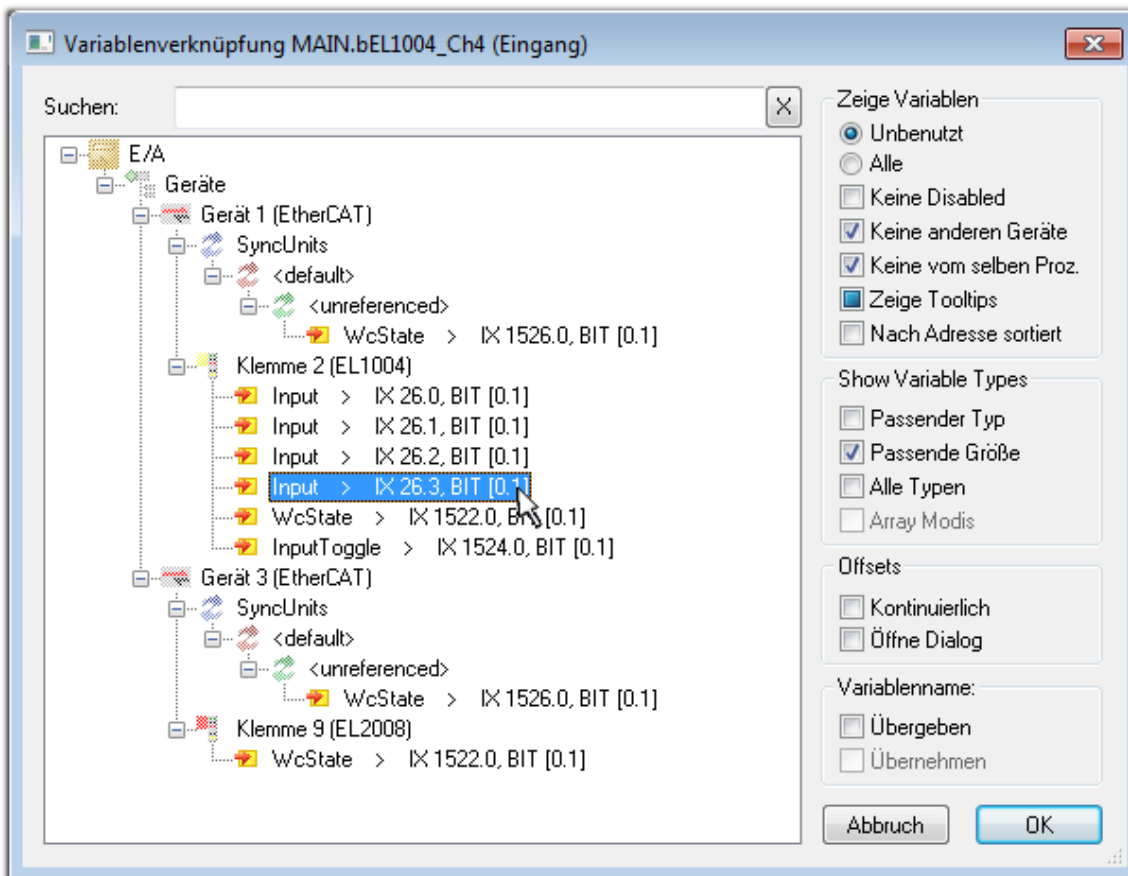


Abb. 62: Auswahl des PDO vom Typ BOOL

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

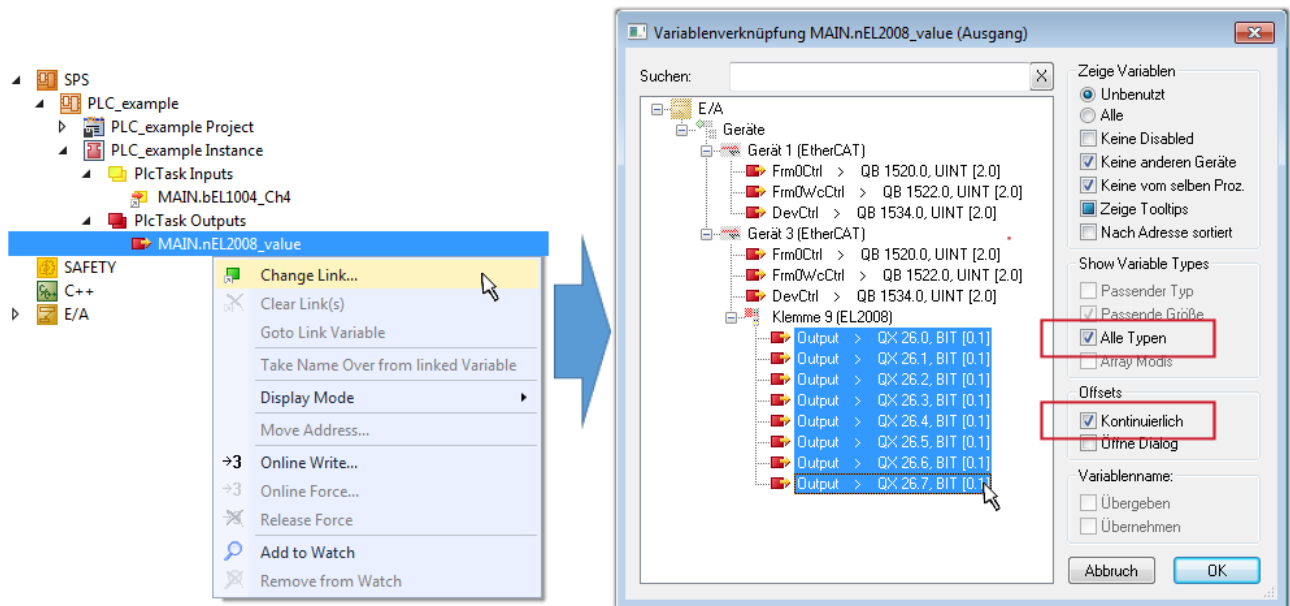



Abb. 63: Auswahl von mehreren PDO gleichzeitig: Aktivierung von „Kontinuierlich“ und „Alle Typen“

Zu sehen ist, dass überdies die Checkbox „Kontinuierlich“ aktiviert wurde. Dies ist dafür vorgesehen, dass die in dem Byte der Variablen „nEL2008_value“ enthaltenen Bits allen acht ausgewählten Ausgangsbits der Klemme EL2008 der Reihenfolge nach zugeordnet werden sollen. Damit ist es möglich, alle acht Ausgänge der Klemme mit einem Byte entsprechend Bit 0 für Kanal 1 bis Bit 7 für Kanal 8 von der PLC im Programm später anzusprechen. Ein spezielles Symbol () an dem gelben bzw. roten Objekt der Variablen zeigt an, dass hierfür eine Verknüpfung existiert. Die Verknüpfungen können z. B. auch überprüft werden, indem „Goto Link Variable“ aus dem Kontextmenü einer Variable ausgewählt wird. Dann wird automatisch das gegenüberliegende verknüpfte Objekt, in diesem Fall das PDO selektiert:

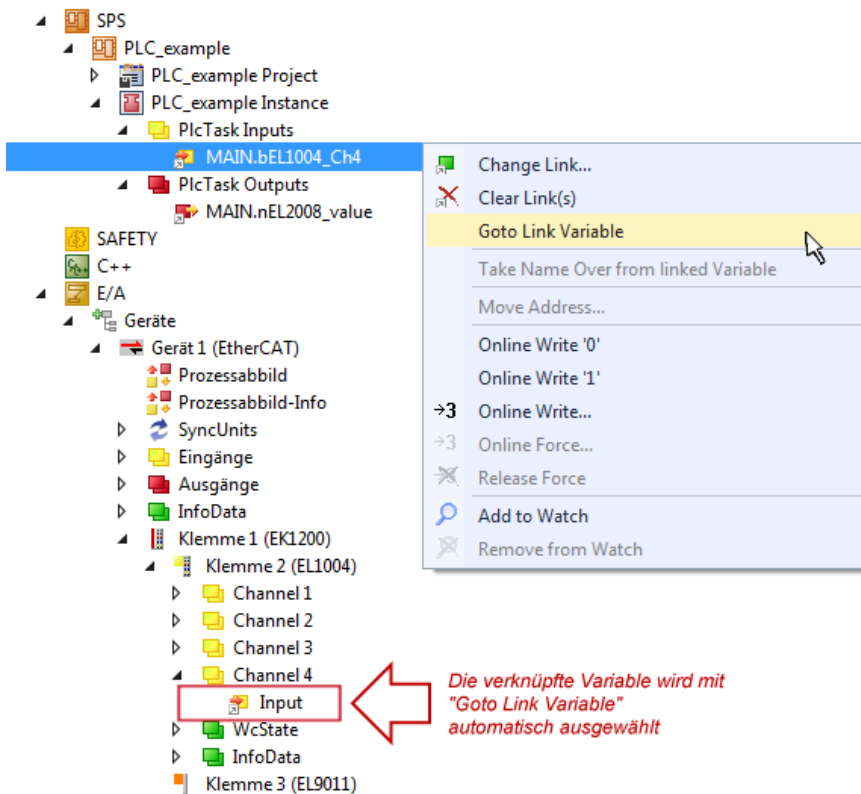


Abb. 64: Anwendung von "Goto Link Variable" am Beispiel von „MAIN.bEL1004_Ch4“

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

i Hinweis zur Art der Variablen-Zuordnung

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

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

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

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

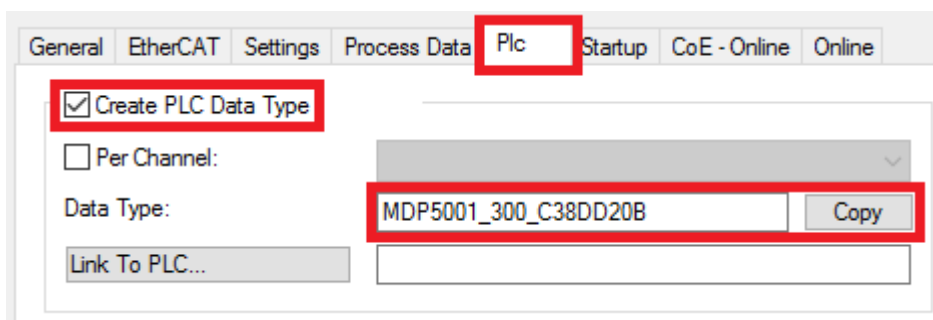


Abb. 65: Erzeugen eines SPS Datentyps

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

```

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

Abb. 66: Instance_of_struct

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

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

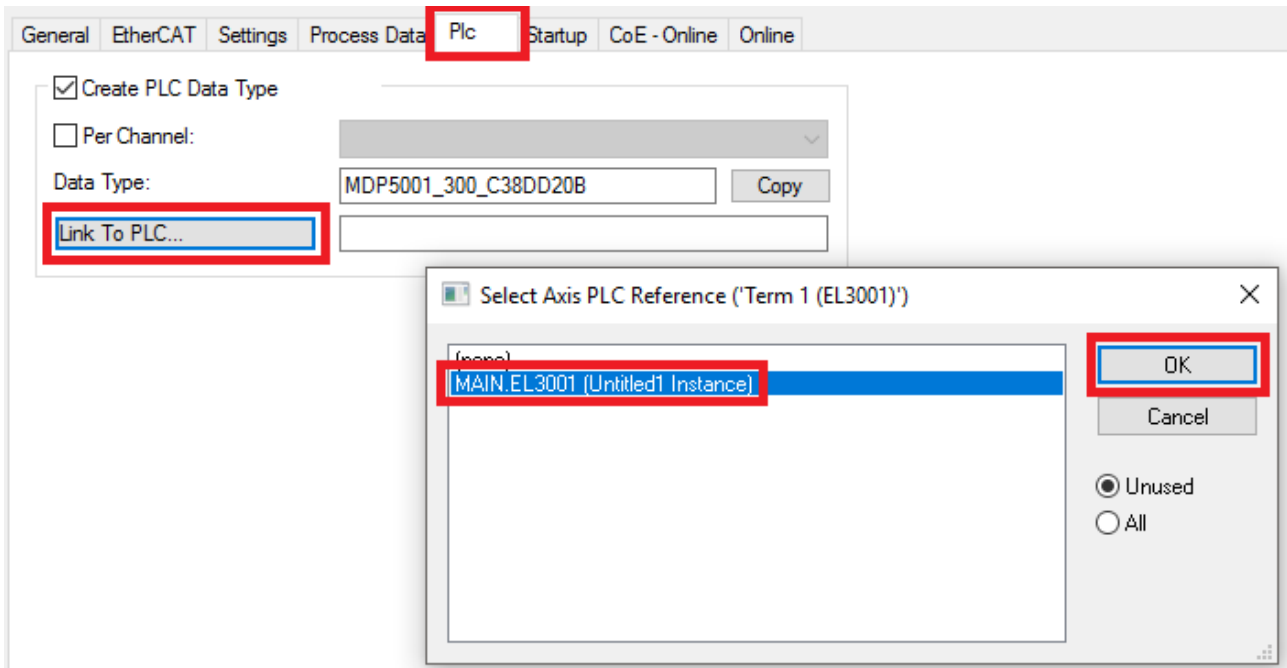


Abb. 67: Verknüpfung der Struktur

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

```

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

```


1  nVoltage := EL3001.MDP5001_300_Input.
    
```

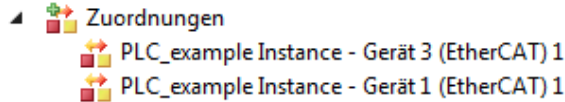
A tooltip is visible over the code, showing the structure members: MDP5001_300_AI_Standard_Status and MDP5001_300_AI_Standard_Value.


Abb. 68: Lesen einer Variable aus der Struktur der Prozessdaten

Aktivieren der Konfiguration


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

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

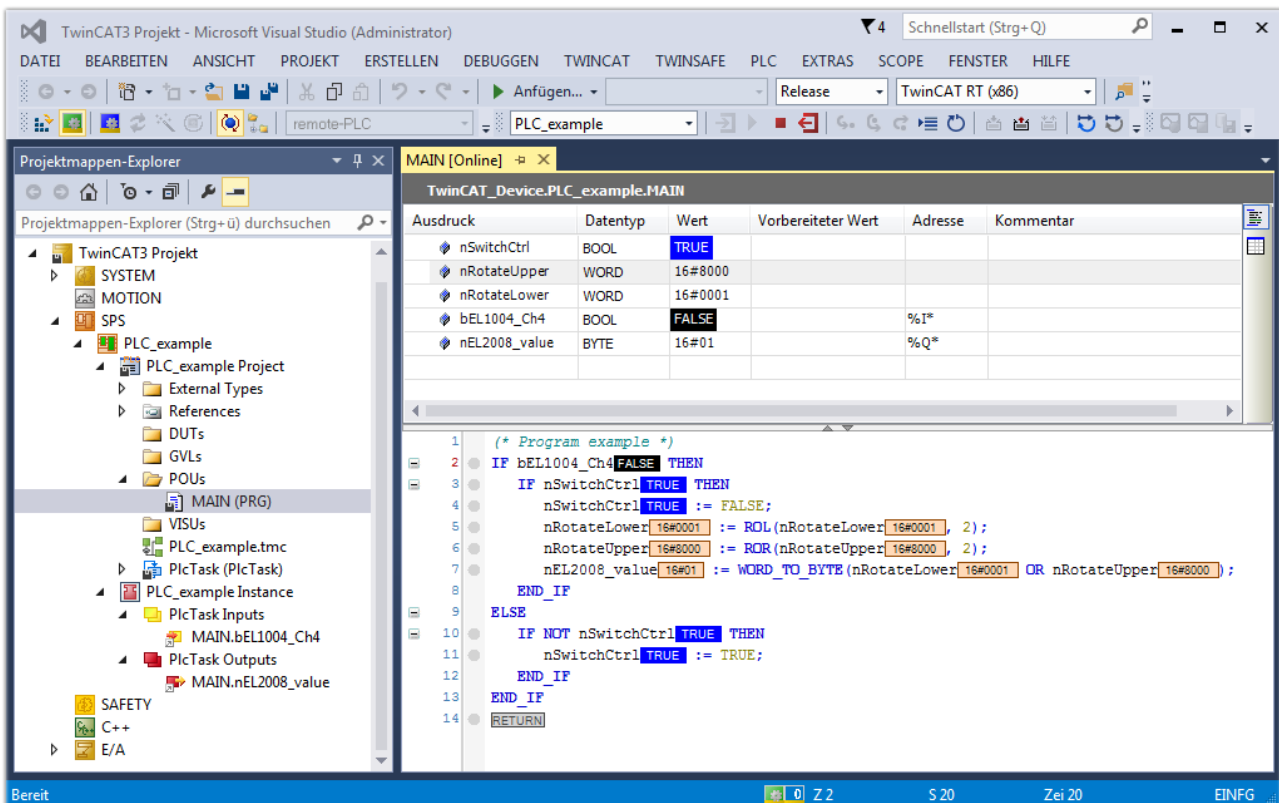


Einige Sekunden später wird der entsprechende Status des Run Modus mit einem rotierenden Symbol  unten rechts in der Entwicklungsumgebung VS Shell angezeigt. Das PLC System kann daraufhin wie im Folgenden beschrieben gestartet werden.

Starten der Steuerung

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

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





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

```

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

Abb. 69: TwinCAT 3 Entwicklungsumgebung (VS Shell): Logged-in, nach erfolgten Programmstart

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

7.2 TwinCAT Entwicklungsumgebung

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

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

Details:

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

Zusätzlich bietet:

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

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

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

7.2.1 Installation der TwinCAT Realtime-Treiber

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

Dies kann auf mehreren Wegen vorgenommen werden.

A: Über den TwinCAT Adapter-Dialog

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

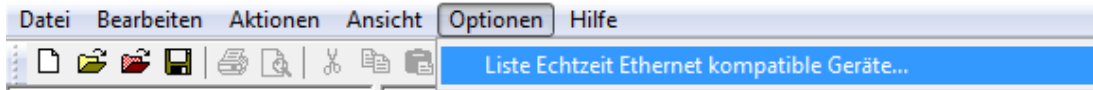


Abb. 70: Aufruf im System Manager (TwinCAT 2)

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

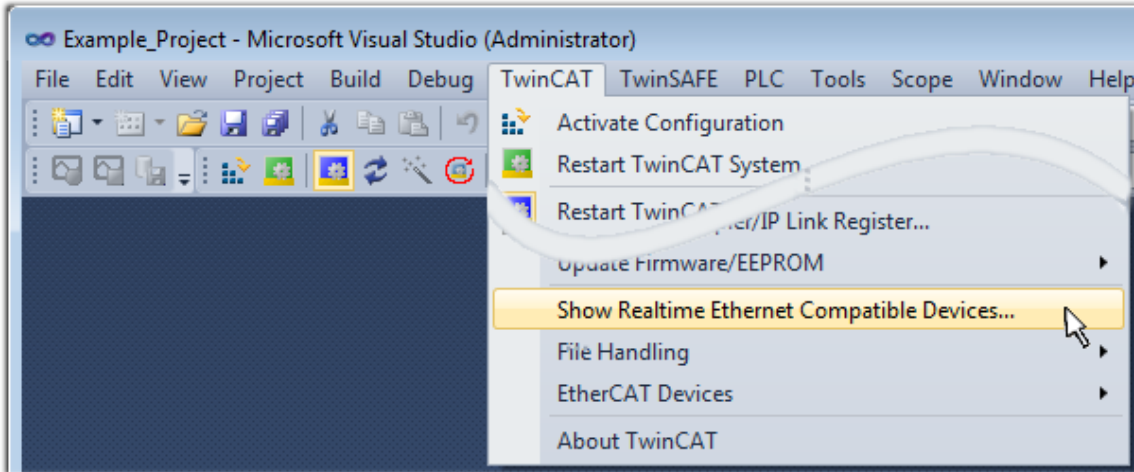


Abb. 71: Aufruf in VS Shell (TwinCAT 3)

B: Über TcRtelInstall.exe im TwinCAT-Verzeichnis

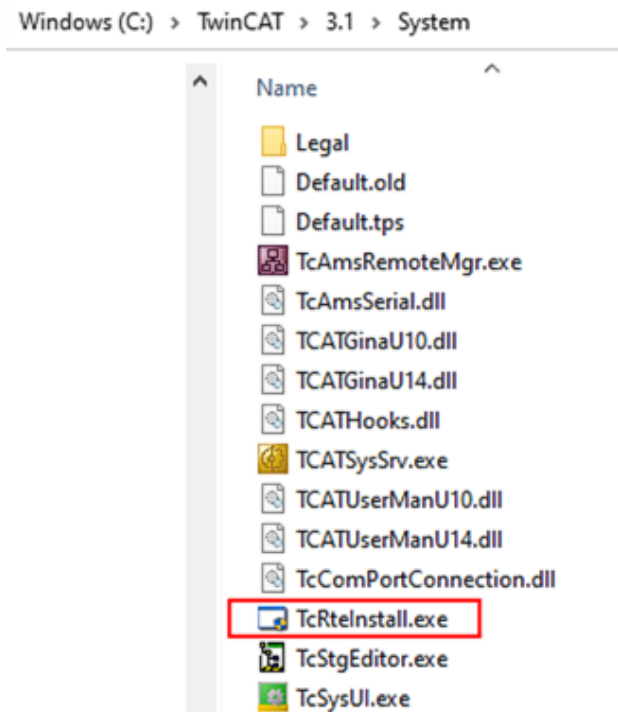


Abb. 72: TcRtelInstall.exe im TwinCAT-Verzeichnis

In beiden Fällen erscheint der folgende Dialog:

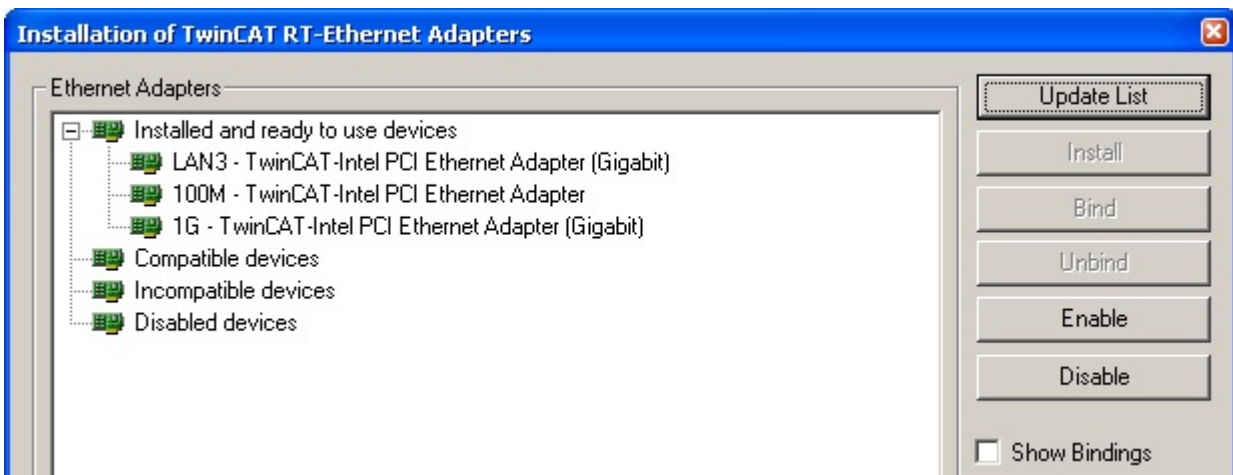


Abb. 73: Übersicht Netzwerkschnittstellen

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

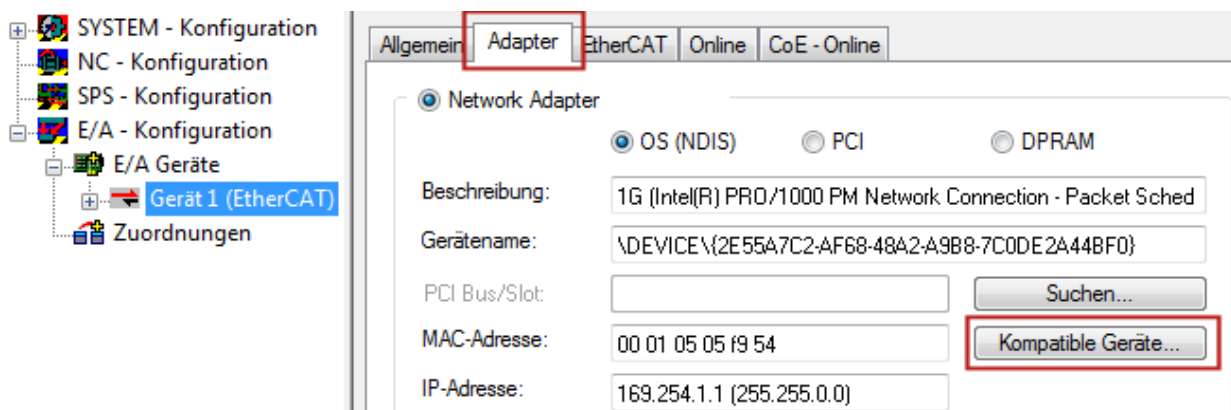
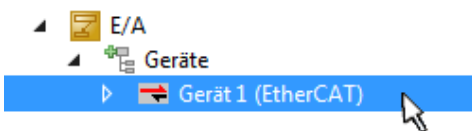


Abb. 74: Eigenschaft von EtherCAT-Gerät (TwinCAT 2): Klick auf „Kompatible Geräte...“ von „Adapter“

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)

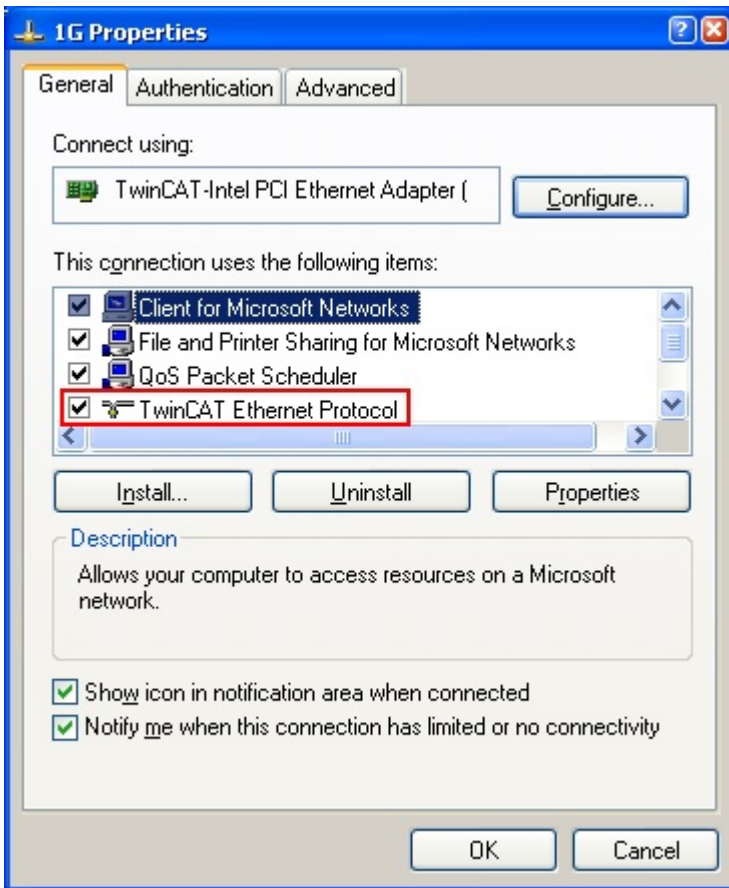


Abb. 75: Windows-Eigenschaften der Netzwerkschnittstelle

Eine korrekte Einstellung des Treibers könnte wie folgt aussehen:

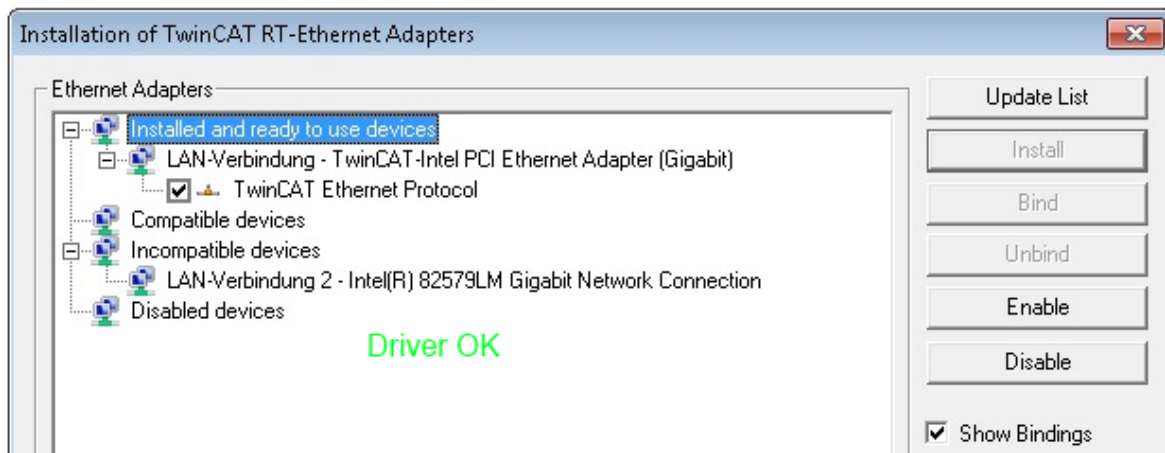


Abb. 76: Beispielhafte korrekte Treiber-Einstellung des Ethernet Ports

Andere mögliche Einstellungen sind zu vermeiden:

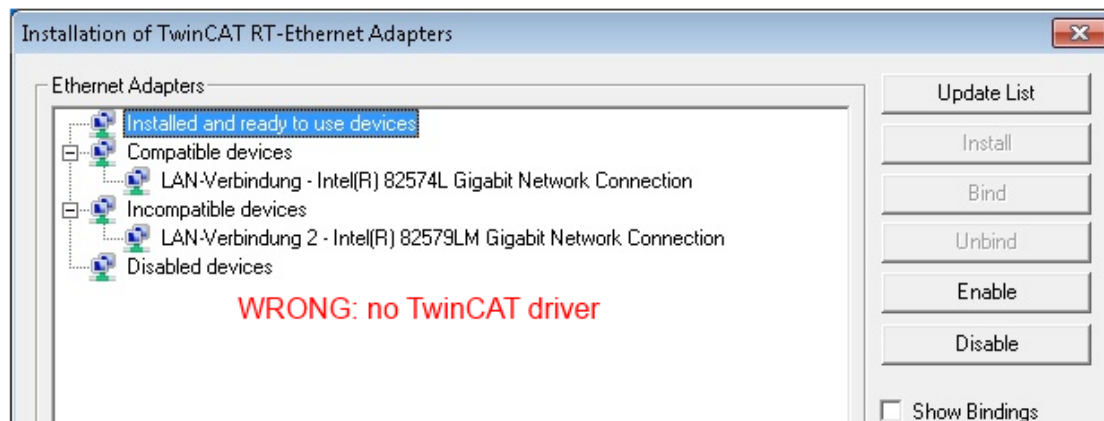
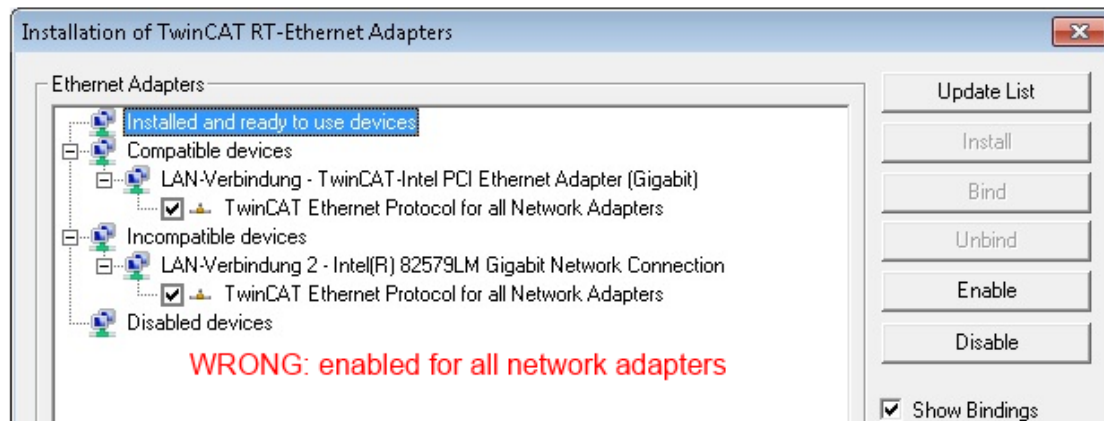
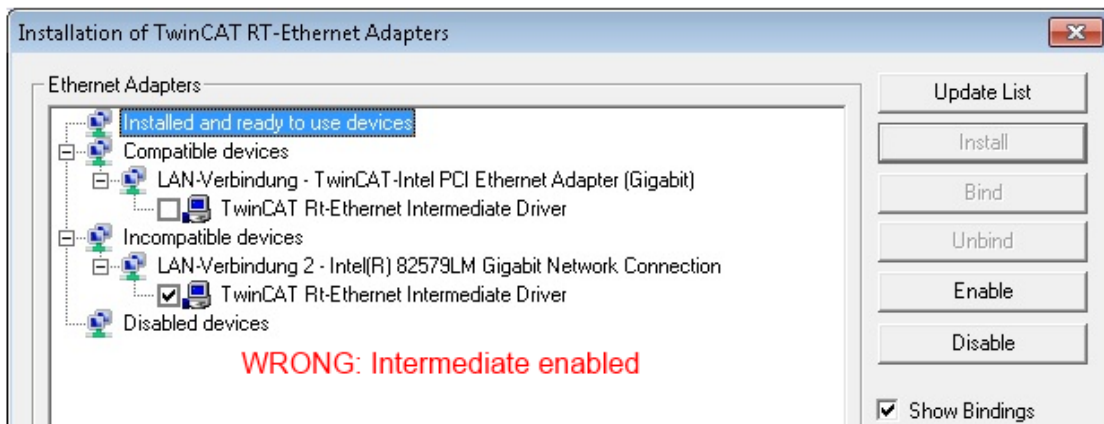
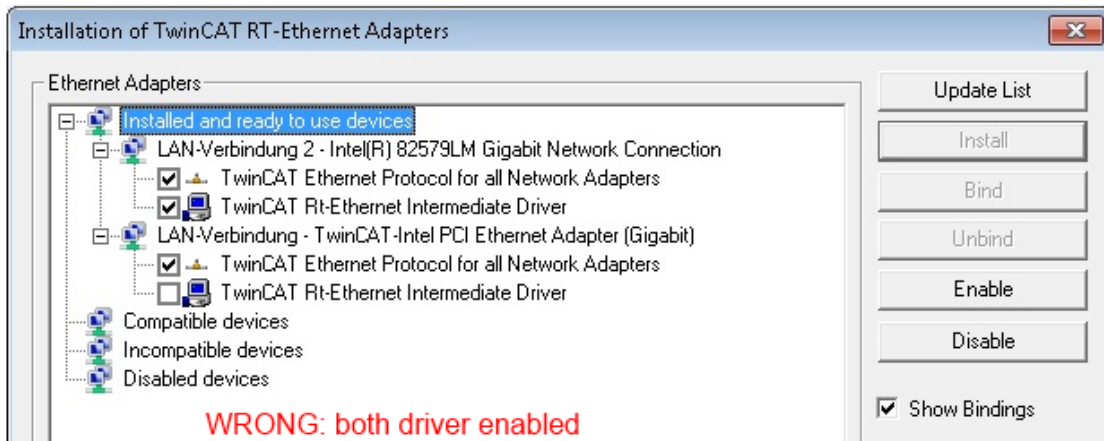


Abb. 77: Fehlerhafte Treiber-Einstellungen des Ethernet Ports

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.

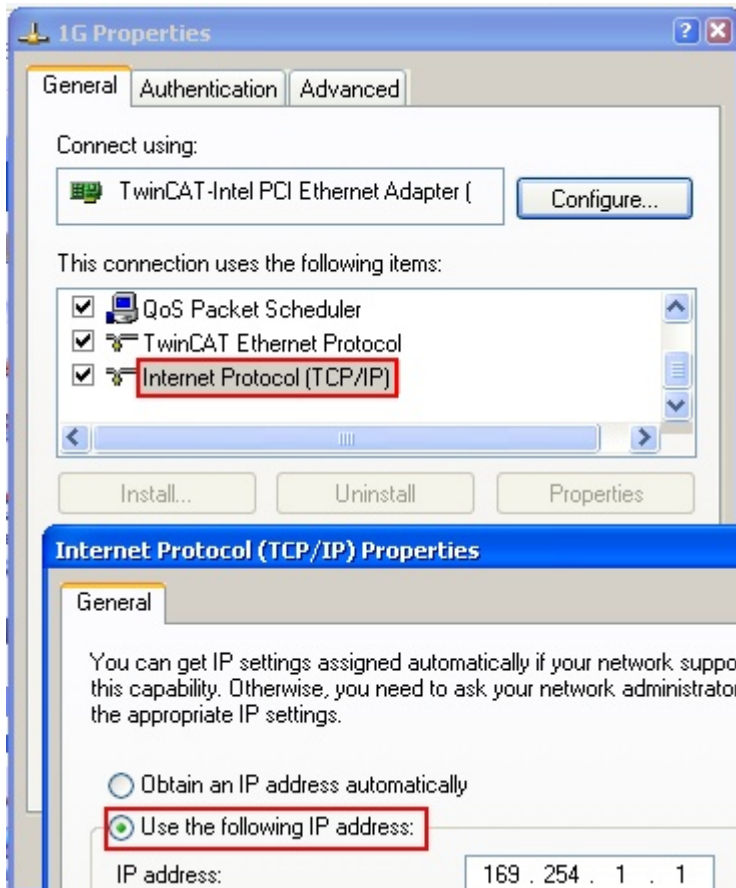


Abb. 78: TCP/IP-Einstellung des Ethernet Ports

7.2.2 Hinweise zur ESI-Gerätebeschreibung

Installation der neuesten ESI-Device-Description

Der TwinCAT EtherCAT-Master/System Manager benötigt zur Konfigurationserstellung im Online- und Offline-Modus die Gerätebeschreibungsdateien der zu 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 \[► 87\]](#) 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 Dateiararten 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“

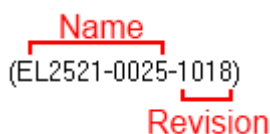


Abb. 79: Gerätebezeichnung: Struktur

Die Bestellbezeichnung aus Typ + Version (hier: EL2521-0025) beschreibt die Funktion des Gerätes. Die Revision gibt den technischen Fortschritt wieder und wird von Beckhoff verwaltet. Prinzipiell kann ein Gerät mit höherer Revision ein Gerät mit niedrigerer Revision ersetzen, wenn z. B. in der Dokumentation nicht anders angegeben. Jeder Revision zugehörig ist eine eigene ESI-Beschreibung. Siehe weitere [Hinweise \[► 10\]](#).

Online Description

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

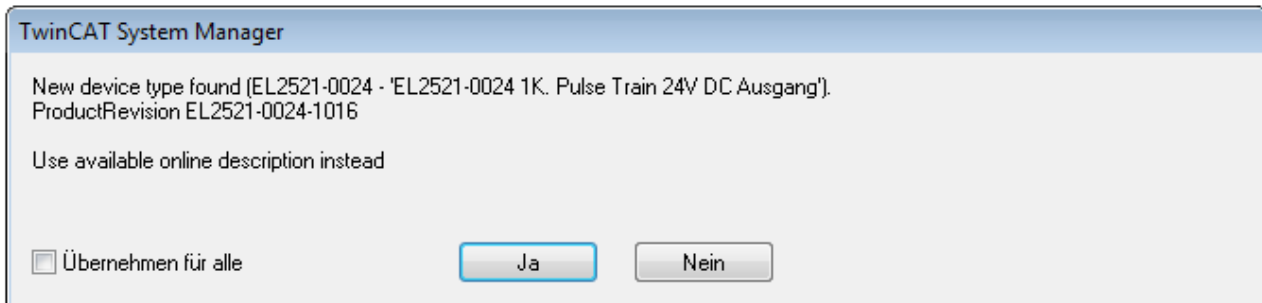


Abb. 80: Hinweisfenster OnlineDescription (TwinCAT 2)

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

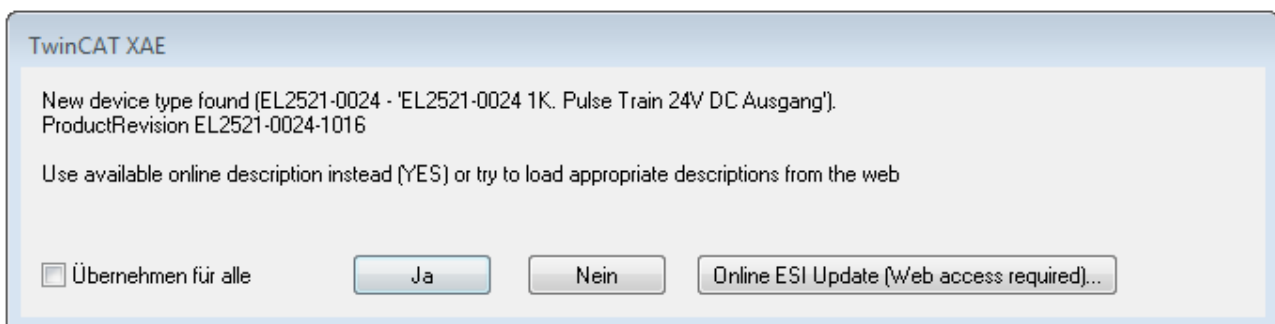


Abb. 81: Hinweisfenster OnlineDescription (TwinCAT 3)

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

HINWEIS

Veränderung der „üblichen“ Konfiguration durch Scan

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

Siehe dazu insbesondere das Kapitel „Allgemeine Hinweise zur Verwendung von Beckhoff EtherCAT IO-Komponenten“ und zur manuellen Konfigurationserstellung das Kapitel „Offline Konfigurationserstellung [► 88]“.

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. 82: 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. 83: 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.

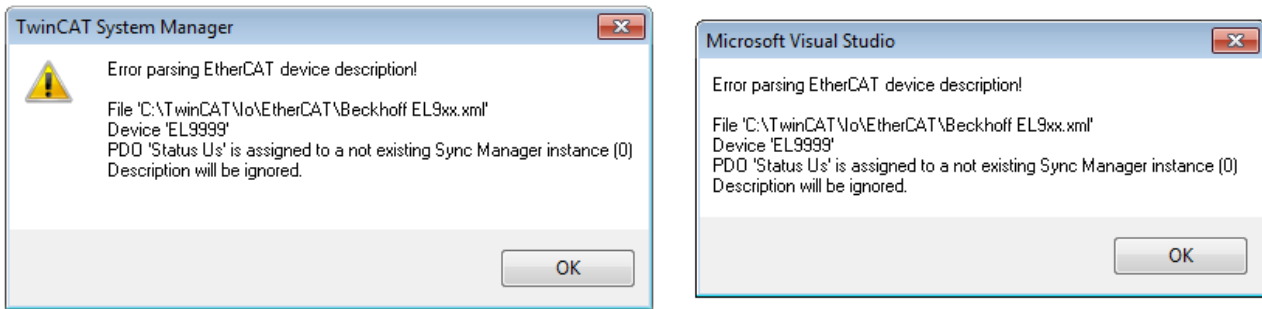


Abb. 84: Hinweisfenster fehlerhafte ESI-Datei (links: TwinCAT 2; rechts: TwinCAT 3)

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

7.2.3 TwinCAT ESI Updater

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

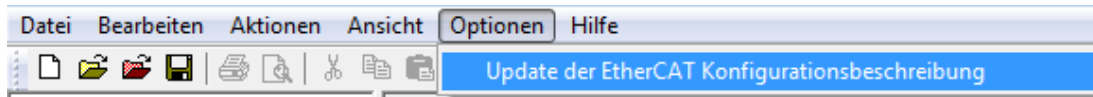


Abb. 85: Anwendung des ESI Updater (>=TwinCAT 2.11)

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

Auswahl bei TwinCAT 3:

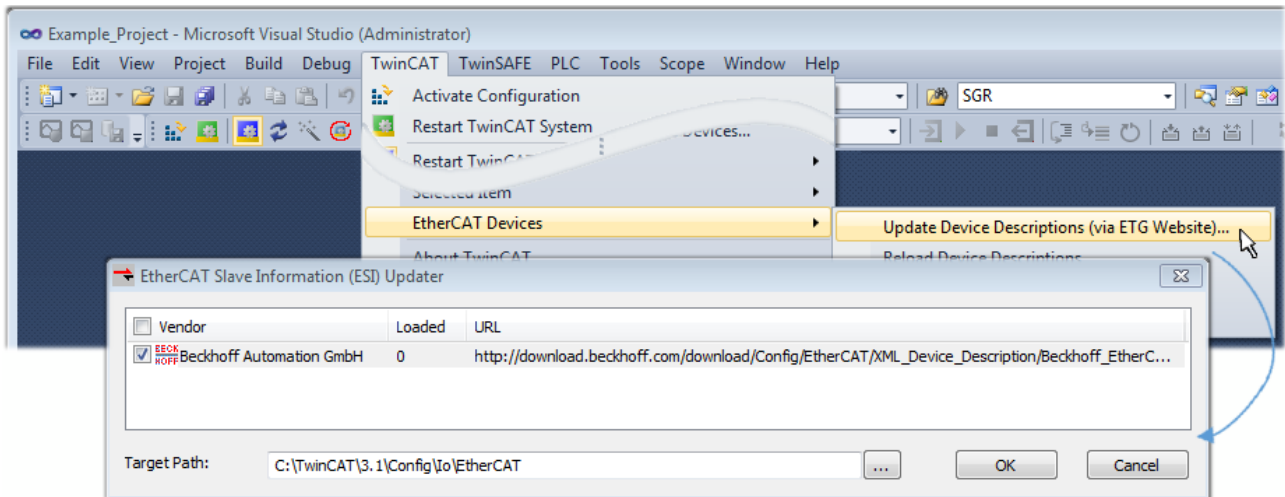


Abb. 86: Anwendung des ESI Updater (TwinCAT 3)

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)...“.

7.2.4 Unterscheidung Online / Offline

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

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

In jedem Fall prüft der EtherCAT-Master bei jedem realen Hochlauf, ob die vorgefundenen Slaves der Konfiguration entsprechen. Dieser Test kann in den erweiterten Slave-Einstellungen parametrisiert werden. Siehe hierzu den Hinweis „Installation der neuesten ESI-XML-Device-Description“ [▶ 83].

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 [► 93] (Ethernet-Port am IPC)
- Erkennen der angeschlossenen EtherCAT-Teilnehmer [► 94]. Dieser Schritt kann auch unabhängig vom vorangehenden durchgeführt werden.
- Problembehandlung [► 97]

Auch kann der Scan bei bestehender Konfiguration [► 98] zum Vergleich durchgeführt werden.

7.2.5 OFFLINE Konfigurationserstellung

Anlegen des Geräts EtherCAT

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

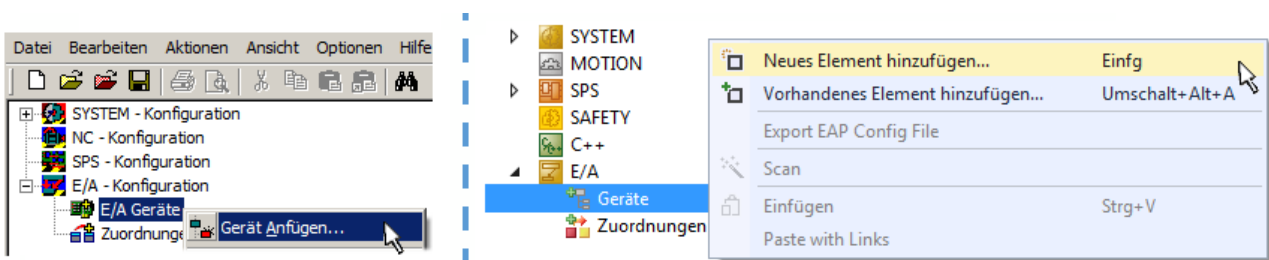


Abb. 87: Anfügen eines EtherCAT Device: links TwinCAT 2; rechts TwinCAT 3

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.

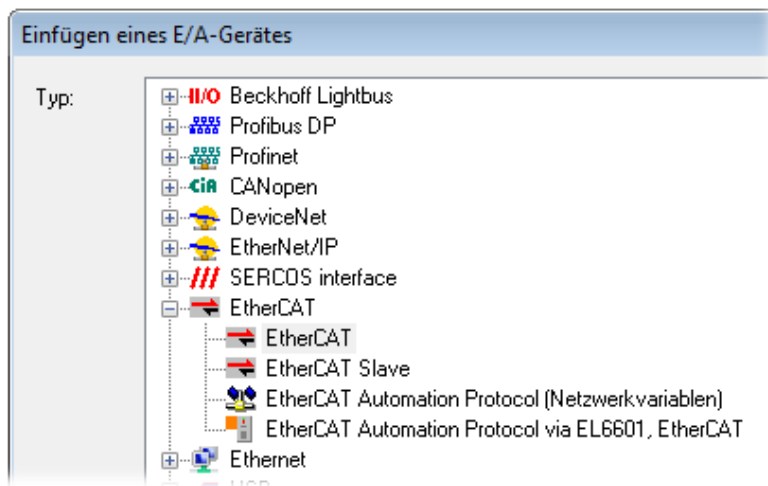


Abb. 88: Auswahl EtherCAT Anschluss (TwinCAT 2.11, TwinCAT 3)

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

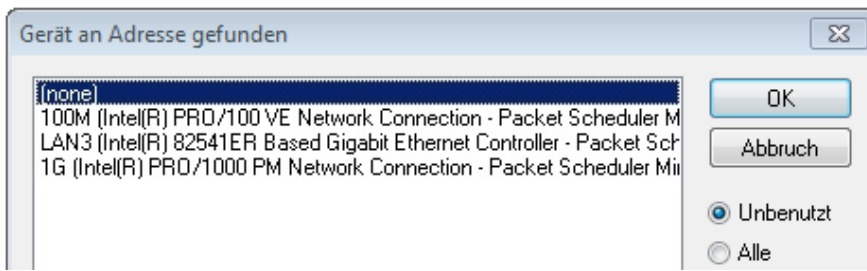


Abb. 89: Auswahl Ethernet Port

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)“.

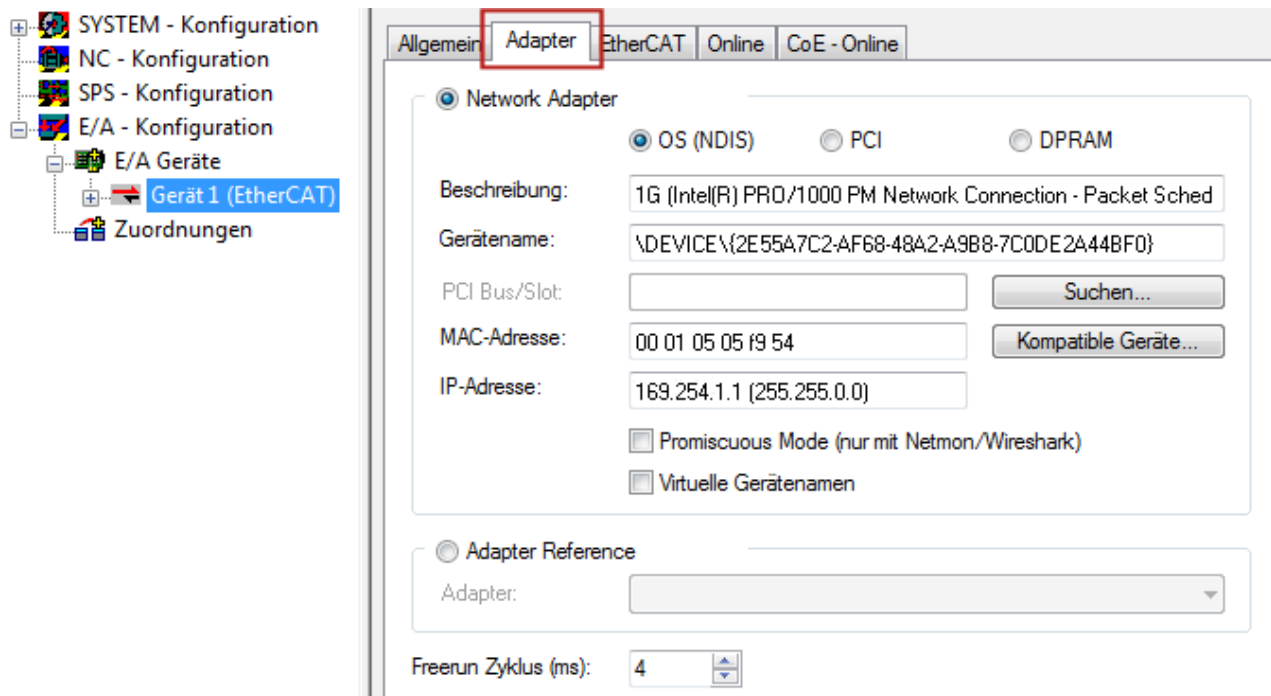
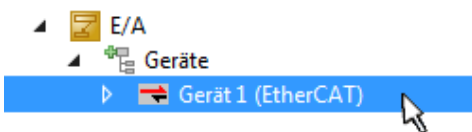


Abb. 90: Eigenschaften EtherCAT-Gerät (TwinCAT 2)

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](#) [|> 77](#)].

Definieren von EtherCAT-Slaves

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

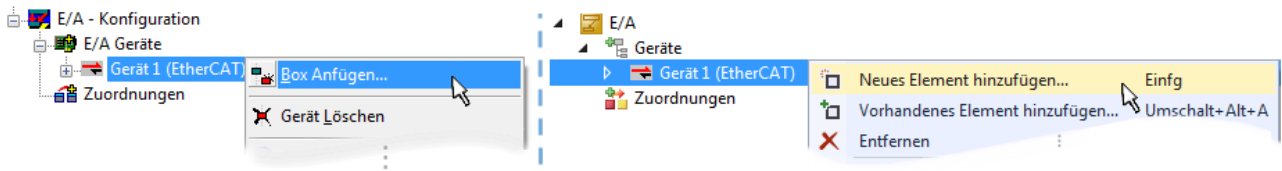


Abb. 91: Anfügen von EtherCAT-Geräten (links: TwinCAT 2; rechts: TwinCAT 3)

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).

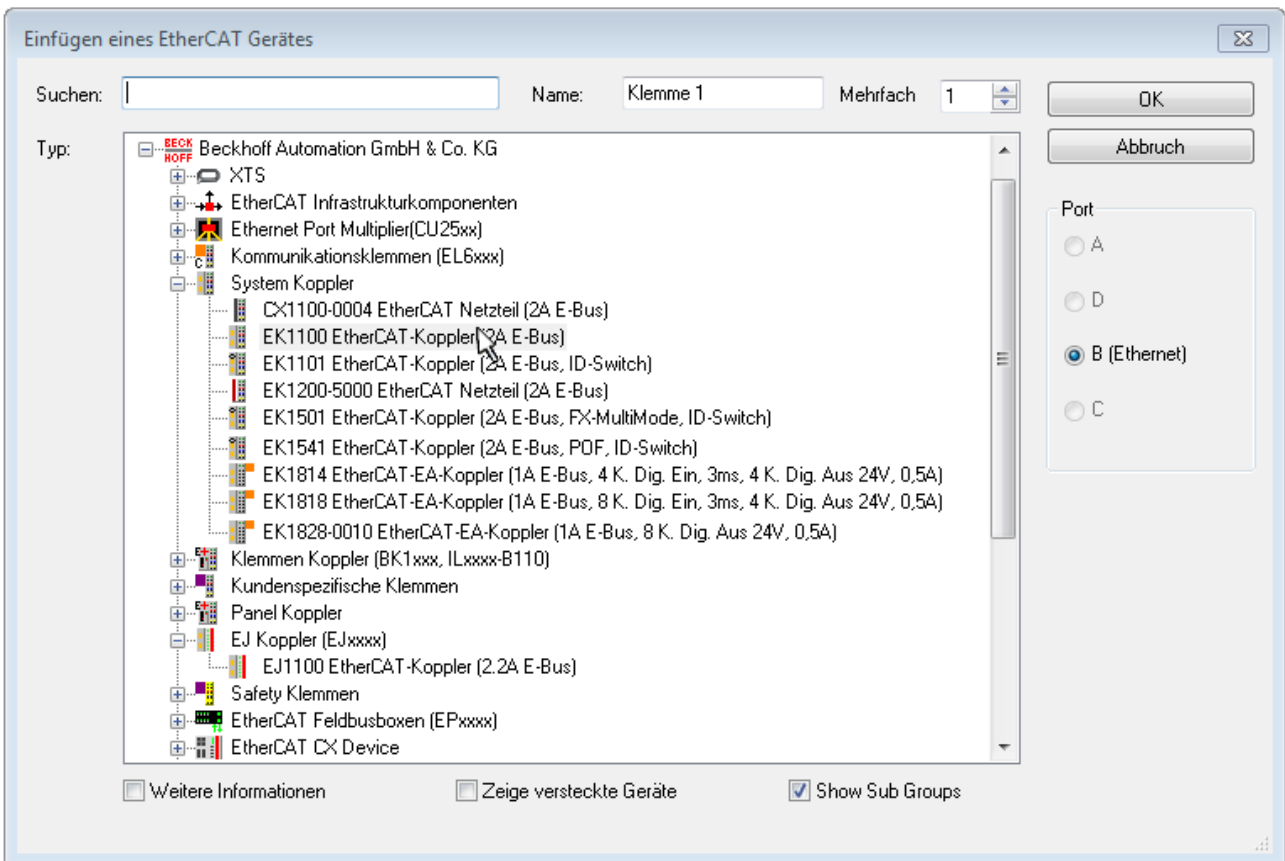


Abb. 92: Auswahldialog neues EtherCAT-Gerät

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.

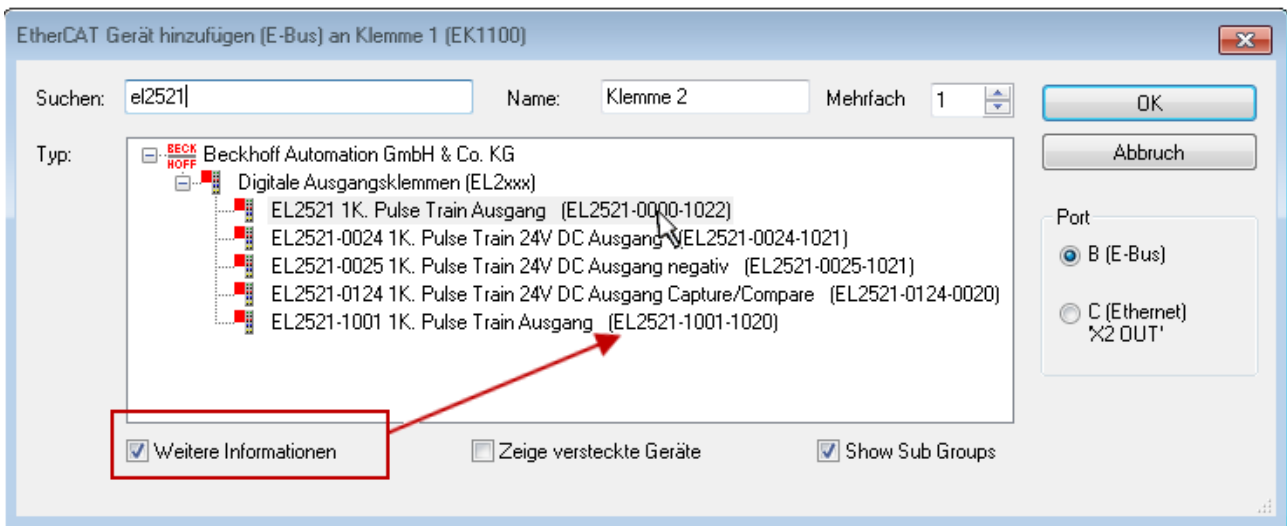


Abb. 93: Anzeige Geräte-Revision

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“.

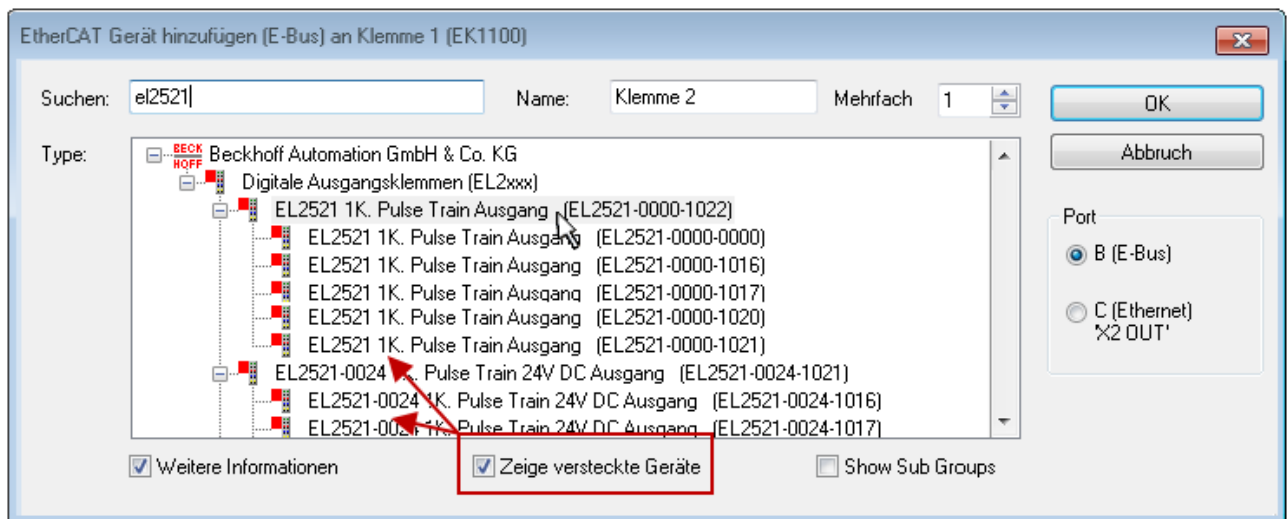


Abb. 94: Anzeige vorhergehender Revisionen

i Geräte-Auswahl nach Revision, Kompatibilität

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

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

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

Beispiel

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

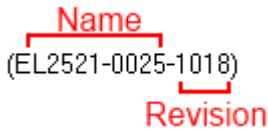


Abb. 95: Name/Revision Klemme

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

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

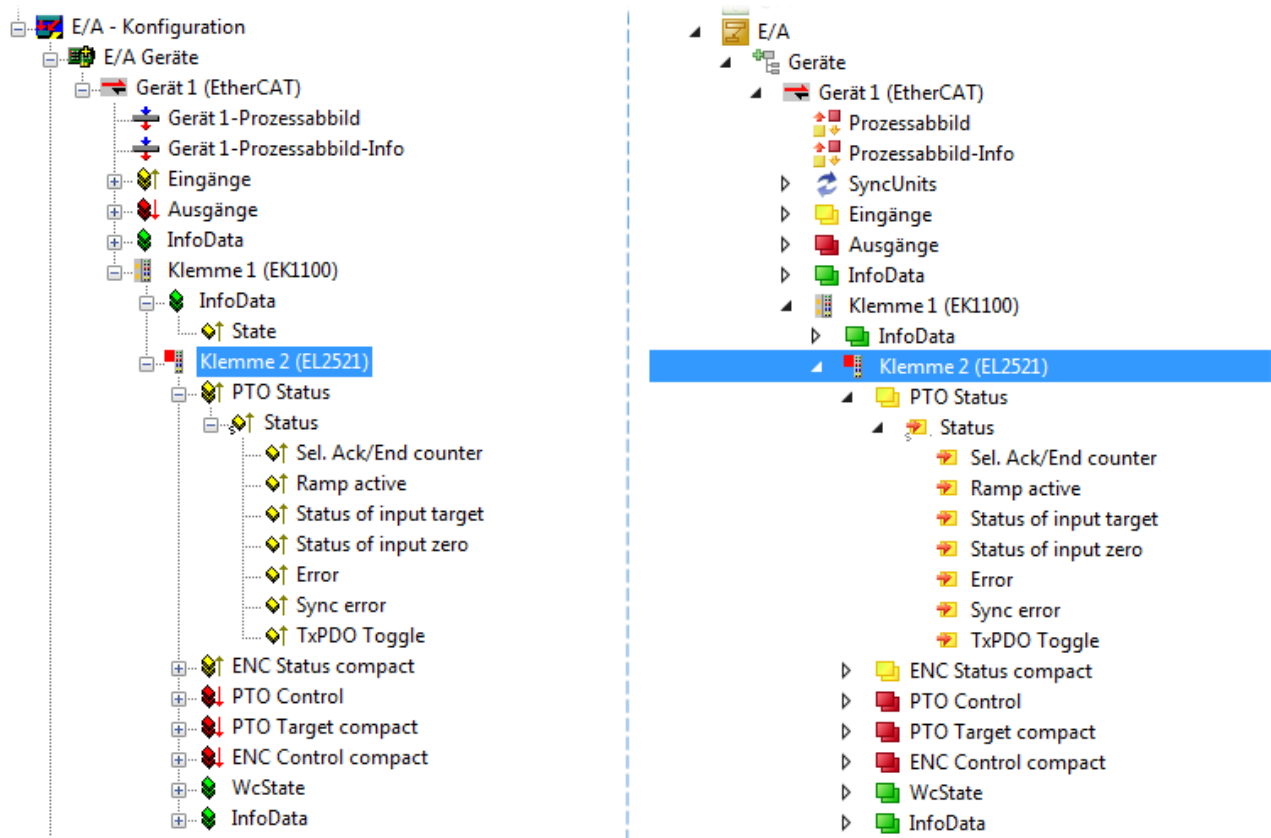




Abb. 96: EtherCAT Klemme im TwinCAT-Baum (links: TwinCAT 2; rechts: TwinCAT 3)



7.2.6 ONLINE Konfigurationserstellung

Erkennen / Scan des Geräts EtherCAT

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

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

TwinCAT lässt sich in diesem Modus versetzen:

- TwinCAT 2: durch Auswahl von  aus der Menüleiste oder über „Aktionen“ → „Starten/Restarten von TwinCAT in Config-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. 97: 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.

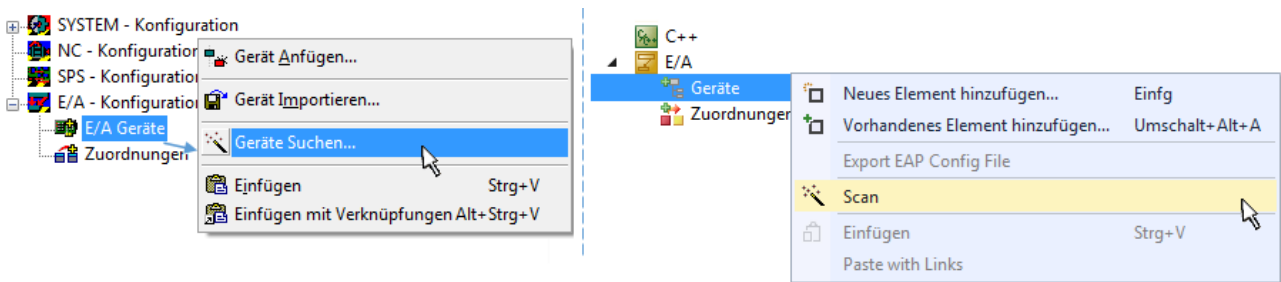


Abb. 98: Scan Devices (links: TwinCAT 2; rechts: TwinCAT 3)

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.

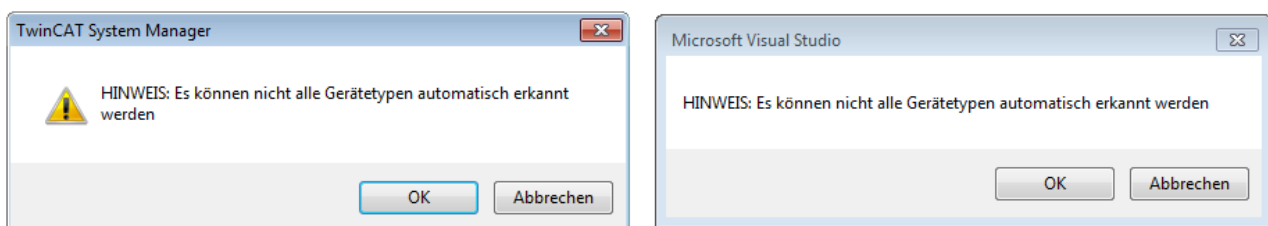


Abb. 99: Hinweis automatischer GeräteScan (links: TwinCAT 2; rechts: TwinCAT 3)

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.

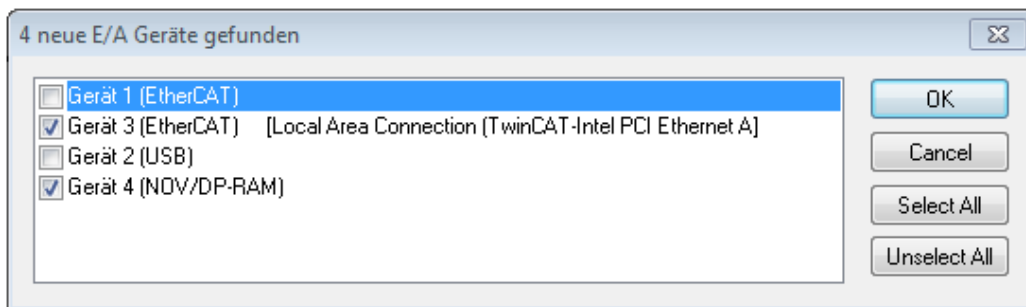


Abb. 100: Erkannte Ethernet-Geräte

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](#) [▶ 77].

Erkennen/Scan der EtherCAT Teilnehmer

● Funktionsweise Online Scan

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

Name
(EL2521-0025-1018)
Revision

Abb. 101: 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](#) [▶ 98] 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:

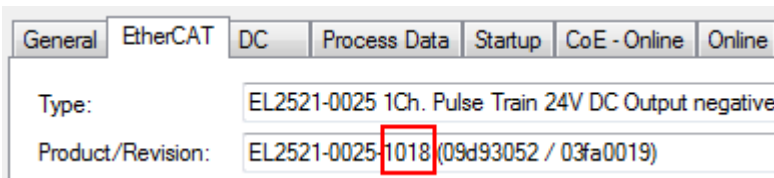


Abb. 102: Einbau EtherCAT-Klemme mit Revision -1018

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

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

Nach einiger Zeit erweitert Beckhoff die EL2521-0025 um ein neues Feature C. Deshalb wird die FW geändert, nach außen hin kenntlich durch einen höheren FW-Stand **und eine neue Revision -1019**. Trotzdem unterstützt das neue Gerät natürlich Funktionen und Schnittstellen der Vorgängerversion(en), eine Anpassung von „B.tsm“ oder gar „B.pro“ ist somit nicht nötig. Die Serienmaschinen können weiterhin mit „B.tsm“ und „B.pro“ gebaut werden, zur Kontrolle der aufgebauten Maschine ist ein vergleichender Scan [► 98] 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:

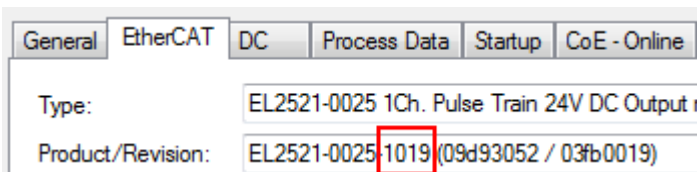


Abb. 103: Erkennen EtherCAT-Klemme mit Revision -1019

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

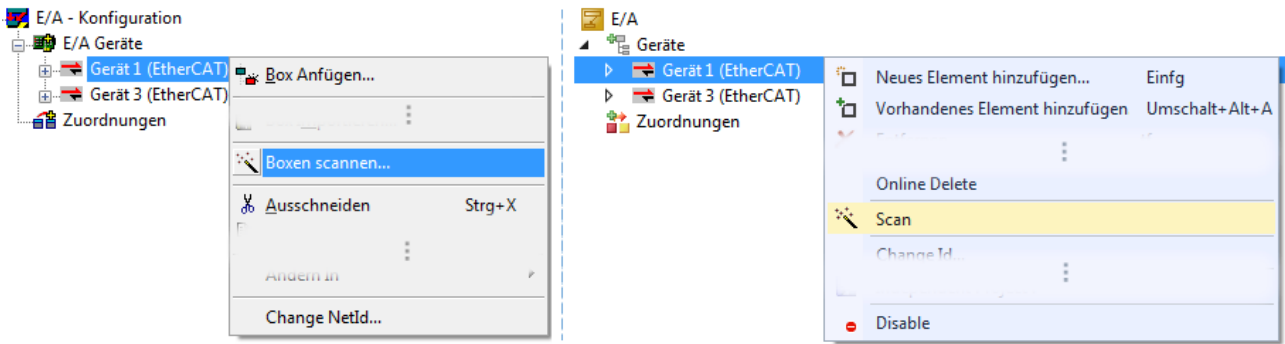


Abb. 105: Manuelles Scannen nach Teilnehmern auf festgelegtem EtherCAT Device (links: TC2; rechts TC3)

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



Abb. 106: Scanfortschritt am Beispiel von TwinCAT 2

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



Abb. 107: 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. 108: Anzeige des Wechsels zwischen „Free Run“ und „Config Mode“ unten rechts in der Statusleiste



Abb. 109: 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.

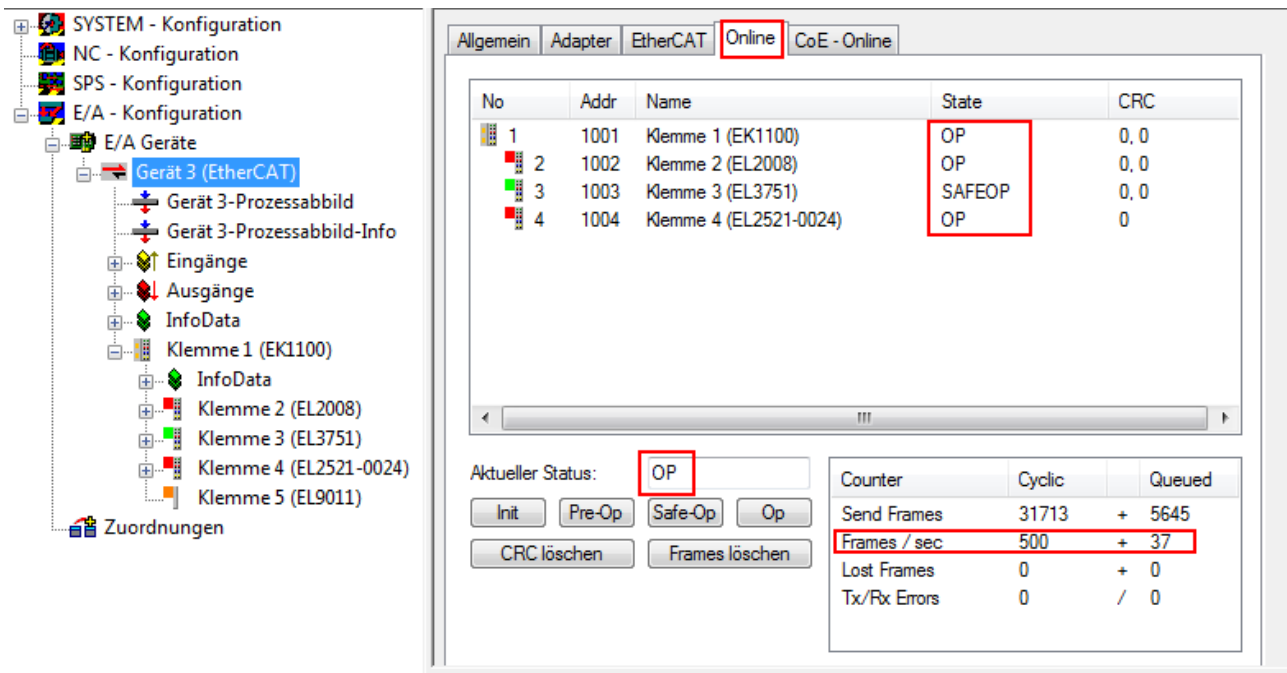


Abb. 110: Beispielhafte Online-Anzeige

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 \[▶ 88\]](#) 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.

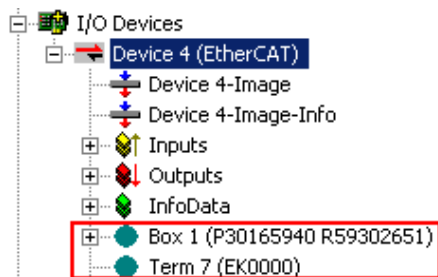


Abb. 111: Fehlerhafte Erkennung

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

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

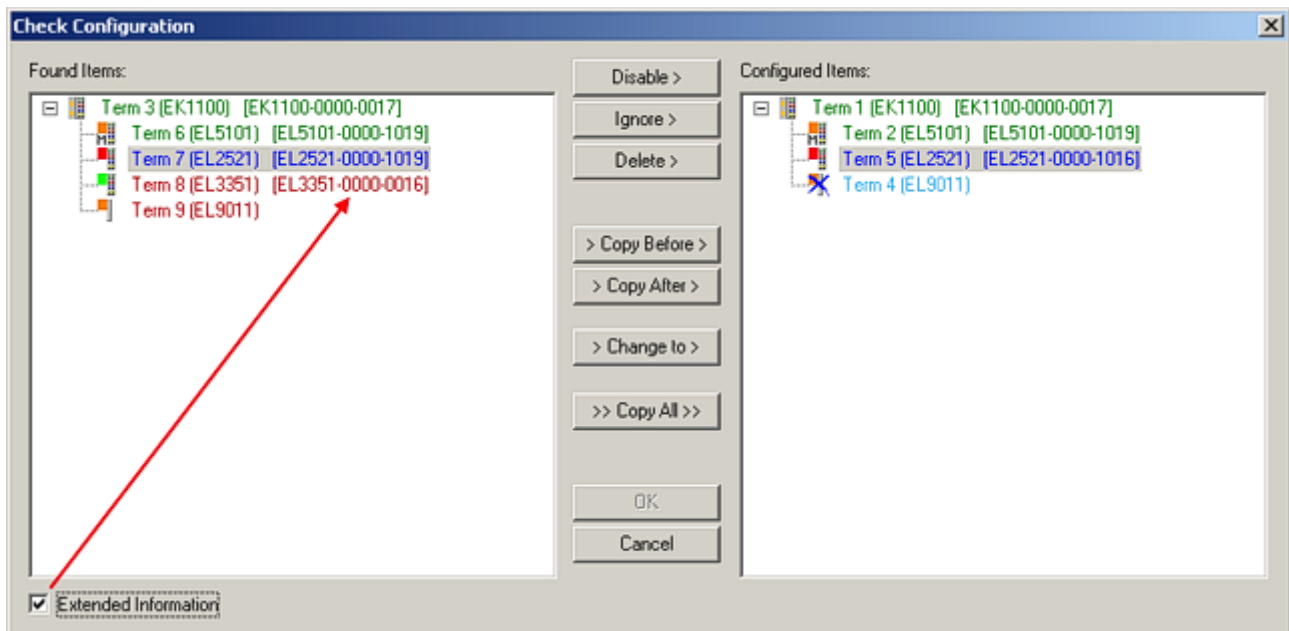


Abb. 113: Korrekturdialog

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

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

i Geräte-Auswahl nach Revision, Kompatibilität

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

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

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

Beispiel

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

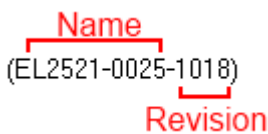


Abb. 114: Name/Revision Klemme

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.

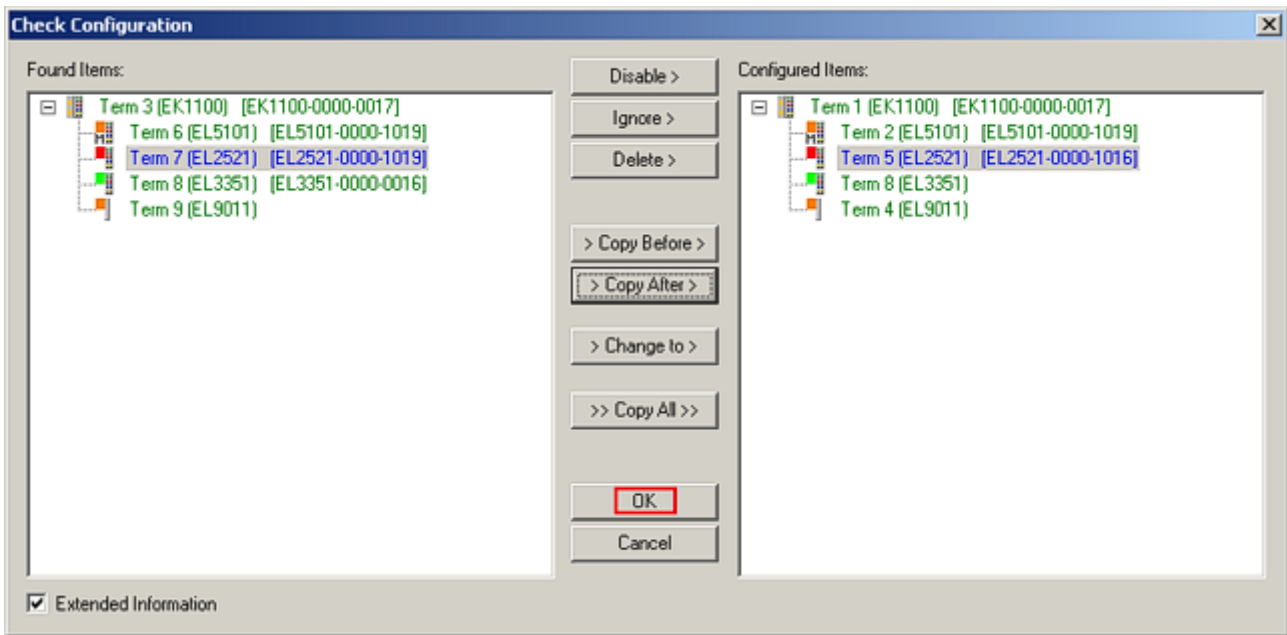


Abb. 115: Korrekturdialog mit Änderungen

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.

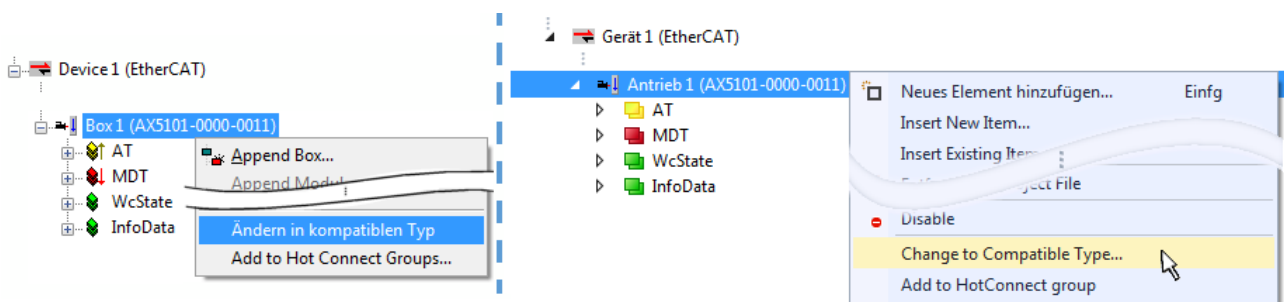


Abb. 116: Dialog „Change to Compatible Type...“ (links: TwinCAT 2; rechts TwinCAT 3)

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

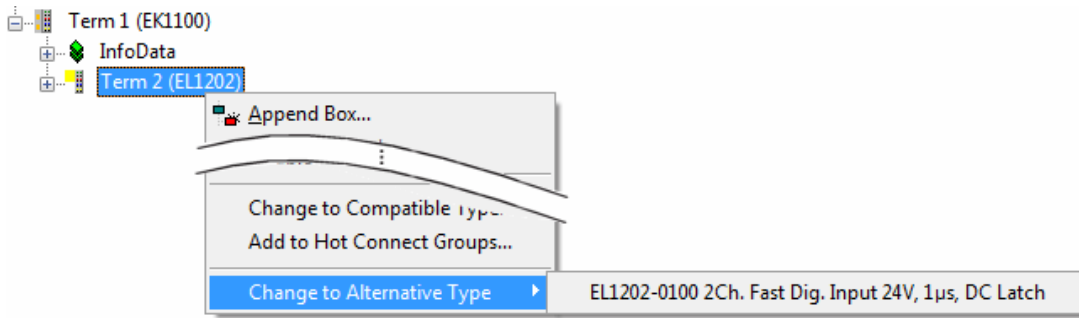


Abb. 117: TwinCAT 2 Dialog Change to Alternative Type

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.

7.2.7 EtherCAT-Teilnehmerkonfiguration

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

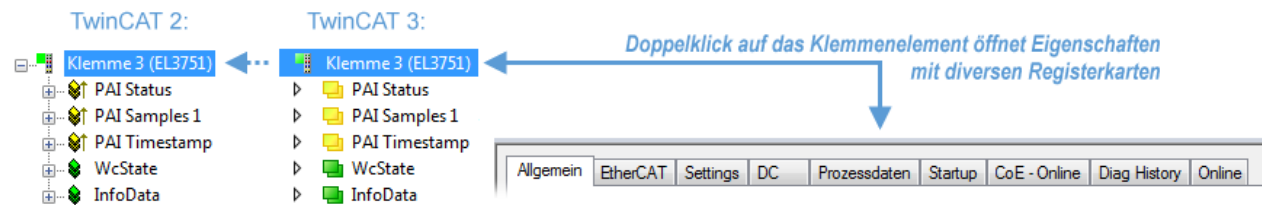


Abb. 118: „Baumzweig“ Element als Klemme EL3751

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“

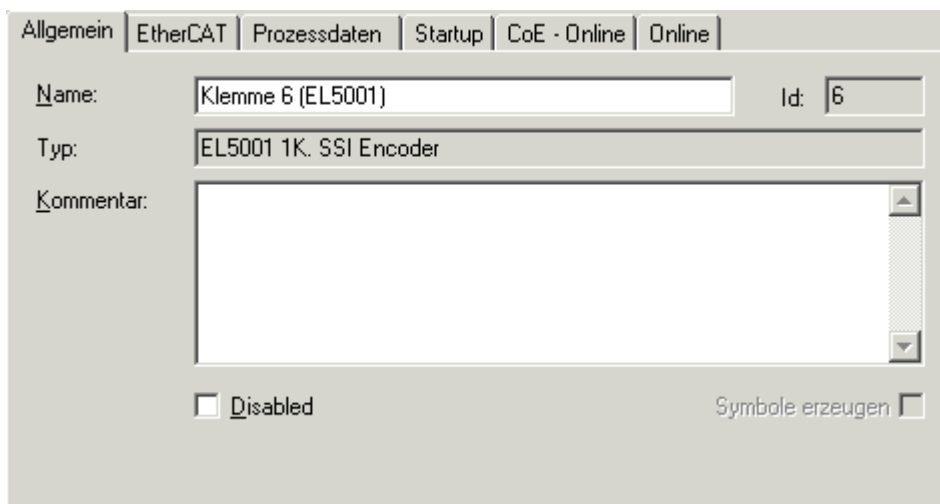


Abb. 119: Karteireiter „Allgemein“

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. 120: Karteireiter „EtherCAT“

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

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

Karteireiter „Prozessdaten“

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

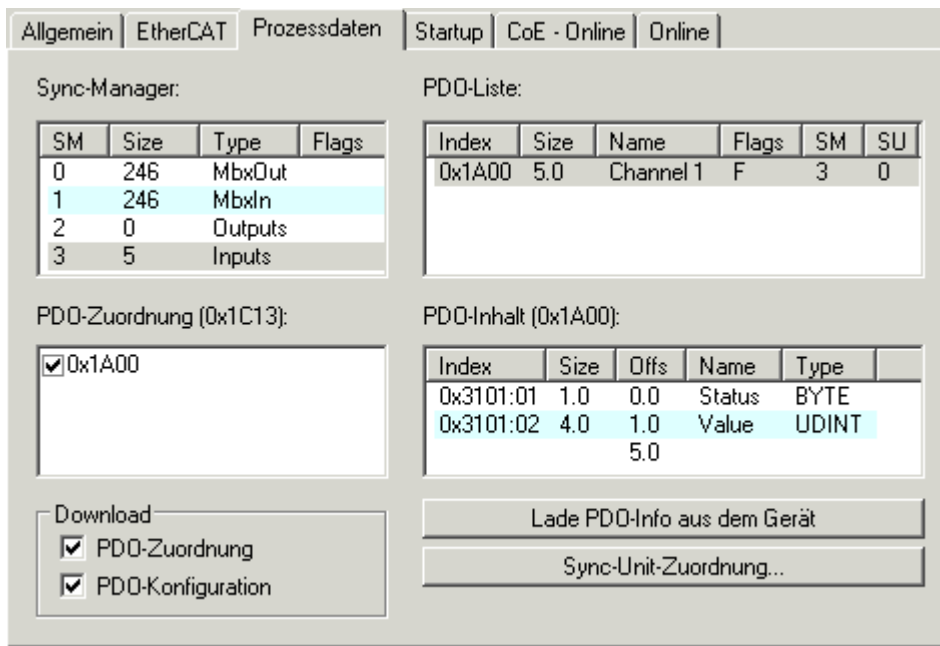


Abb. 121: Karteireiter „Prozessdaten“

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.

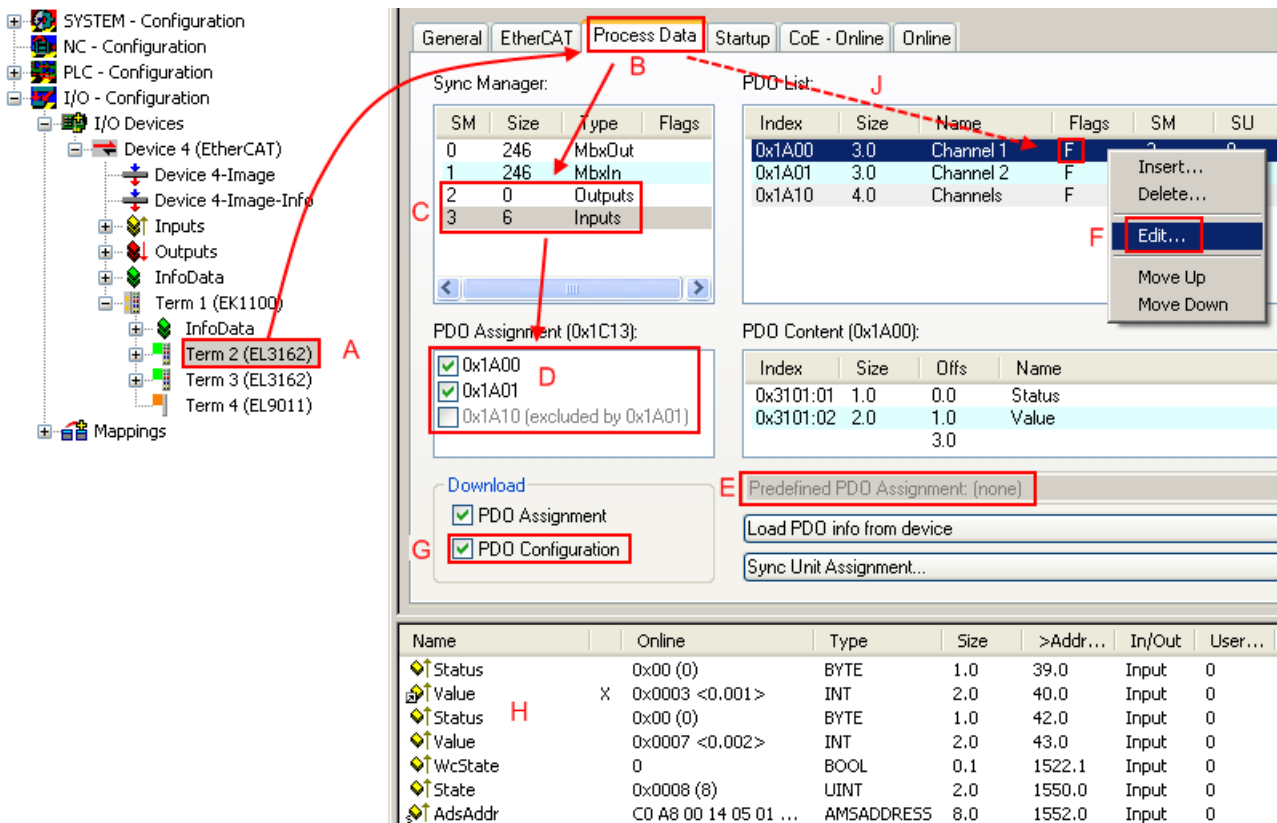


Abb. 122: Konfigurieren der Prozessdaten

Manuelle Veränderung der Prozessdaten

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

Eine [detaillierte Beschreibung](#) [► 109] 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.

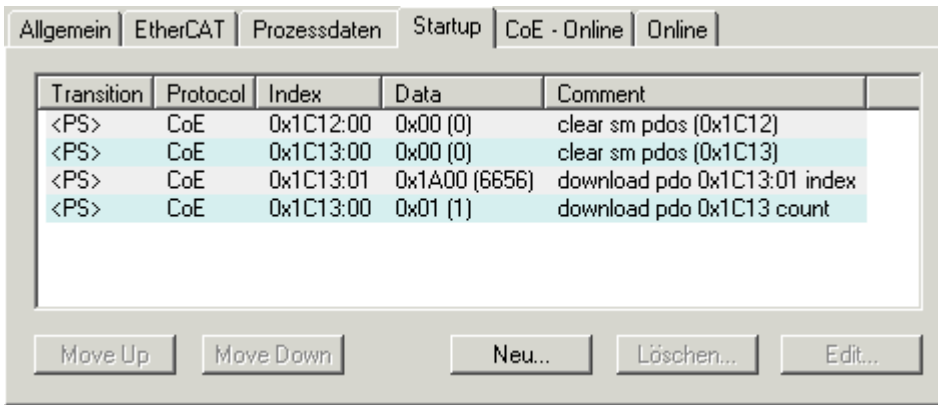


Abb. 123: Karteireiter „Startup“

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.

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

Abb. 124: 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.

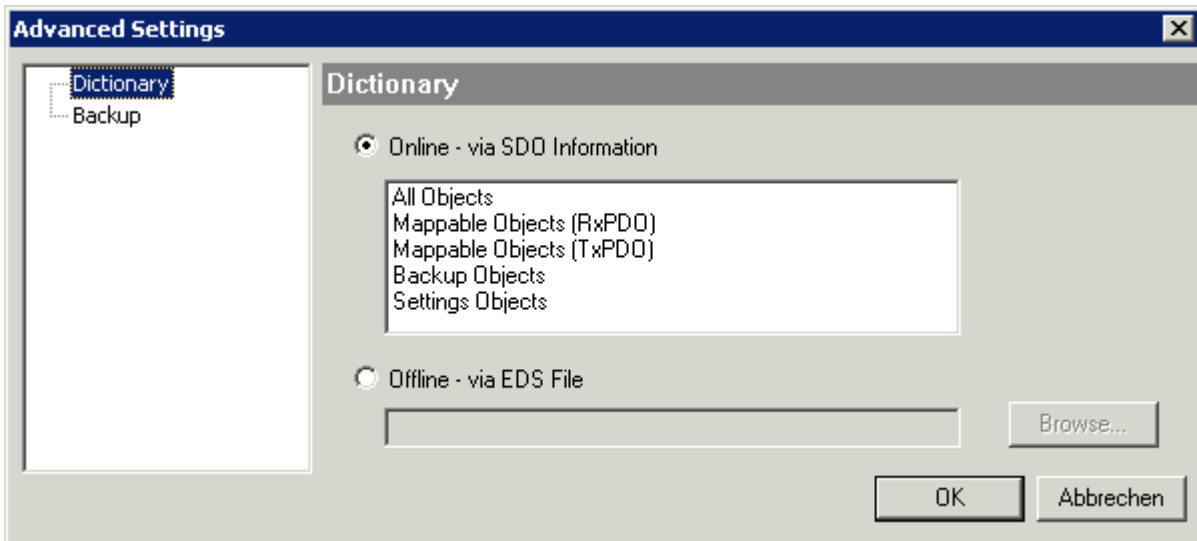


Abb. 125: Dialog „Advanced settings“

- 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“

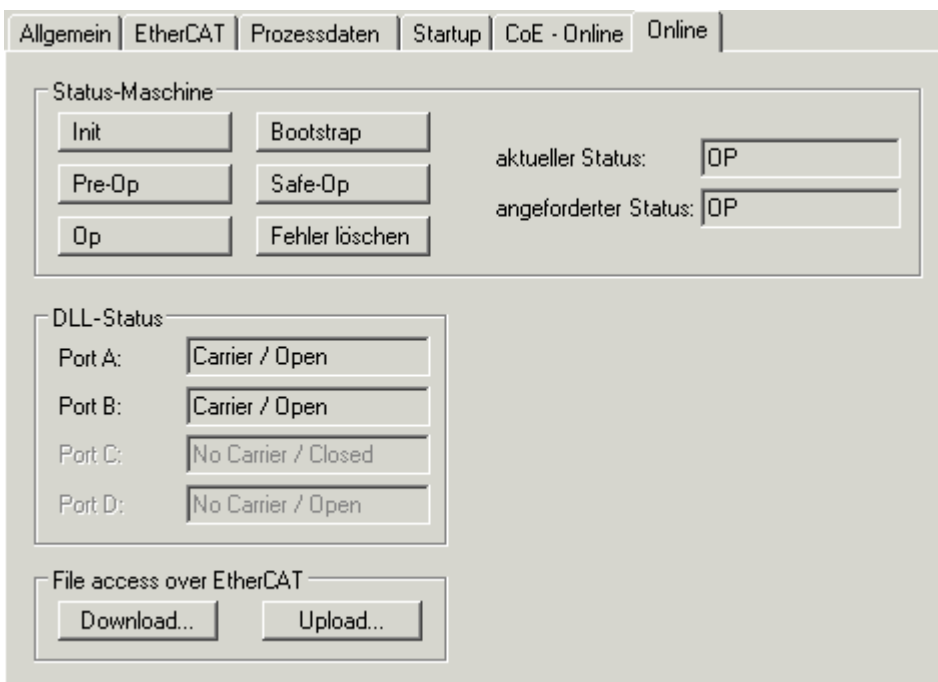


Abb. 126: Karteireiter „Online“

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.
- Angefordertes 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)

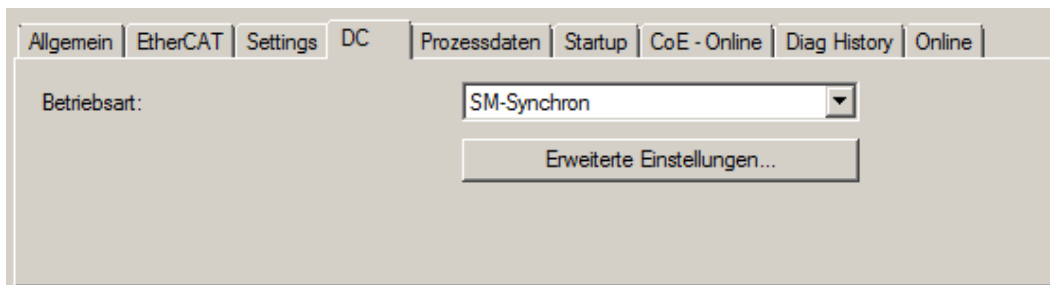


Abb. 127: Karteireiter „DC“ (Distributed Clocks)

Betriebsart	Auswahlmöglichkeiten (optional): <ul style="list-style-type: none"> • FreeRun • SM-Synchron • DC-Synchron (Input based) • DC-Synchron
Erweiterte Einstellungen...	Erweiterte Einstellungen für die Nachregelung der echtzeitbestimmende TwinCAT-Uhr

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

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

7.2.7.1 Detaillierte Beschreibung des Karteireiters „Prozessdaten“

Sync-Manager

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

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

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

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

PDO-Zuordnung

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

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

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

● Aktivierung der PDO-Zuordnung



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

a) der EtherCAT-Slave einmal den Statusübergang PS (von Pre-Operational zu Safe-Operational) durchlaufen (siehe [Karteireiter Online \[► 107\]](#))

b) der System-Manager die EtherCAT-Slaves neu laden

(Schaltfläche  bei TwinCAT 2 bzw.  bei TwinCAT 3)

PDO-Liste

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

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

PDO-Inhalt

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

Download

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

PDO-Zuordnung

Falls dieses Kontrollkästchen angewählt ist, wird die PDO-Zuordnung, die in der PDO-Zuordnungsliste konfiguriert ist, beim Startup zum Gerät heruntergeladen. Die notwendigen, zum Gerät zu sendenden Kommandos können in auf dem Karteireiter [Startup \[► 104\]](#) betrachtet werden.

PDO-Konfiguration

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

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

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

7.2.8.1 Grundlagen

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

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

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

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

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

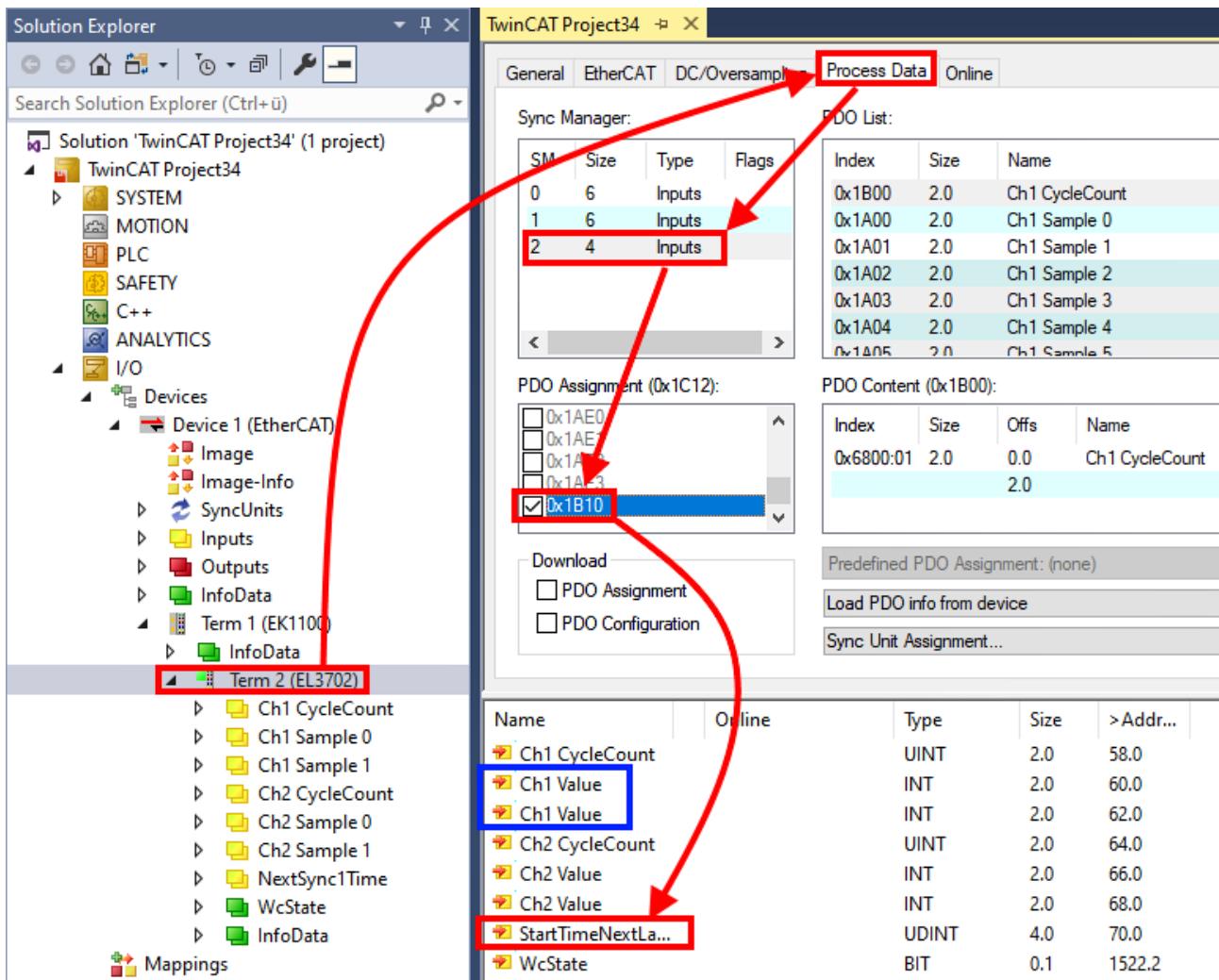
Nun kann der Bedarf entstehen, den veränderten Slave derartig in anderen Projekten wiederzuverwenden, ohne darin äquivalente Konfigurationsveränderungen an dem Slave nochmals vornehmen zu müssen. Um dies zu bewerkstelligen, ist wie folgt vorzugehen:

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

Dazu bietet TwinCAT zwei Methoden:

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

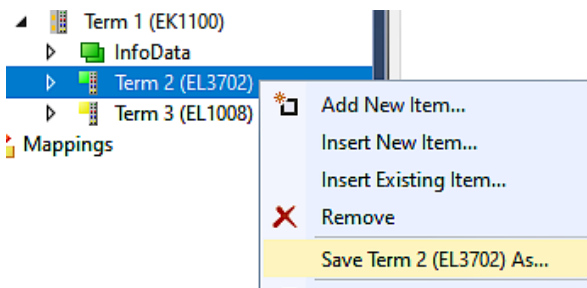
Zur Veranschaulichung im Folgenden ein Beispiel: eine EL3702-Klemme in Standard-Einstellung wird auf 2-fach Oversampling umgestellt (blau) und das optionale PDO „StartTimeNextLatch“ wahlweise hinzugefügt (rot):



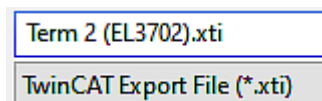
Die beiden genannten Methoden für den Export und Import der veränderten Klemme werden im Folgenden demonstriert.

7.2.8.2 Das Vorgehen innerhalb TwinCAT mit xti-Dateien

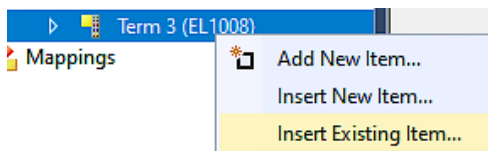
Jedes IO Gerät kann einzeln exportiert/abgespeichert werden:



Die xti-Datei kann abgelegt:



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



7.2.8.3 Das Vorgehen innerhalb und außerhalb TwinCAT mit sci-Datei

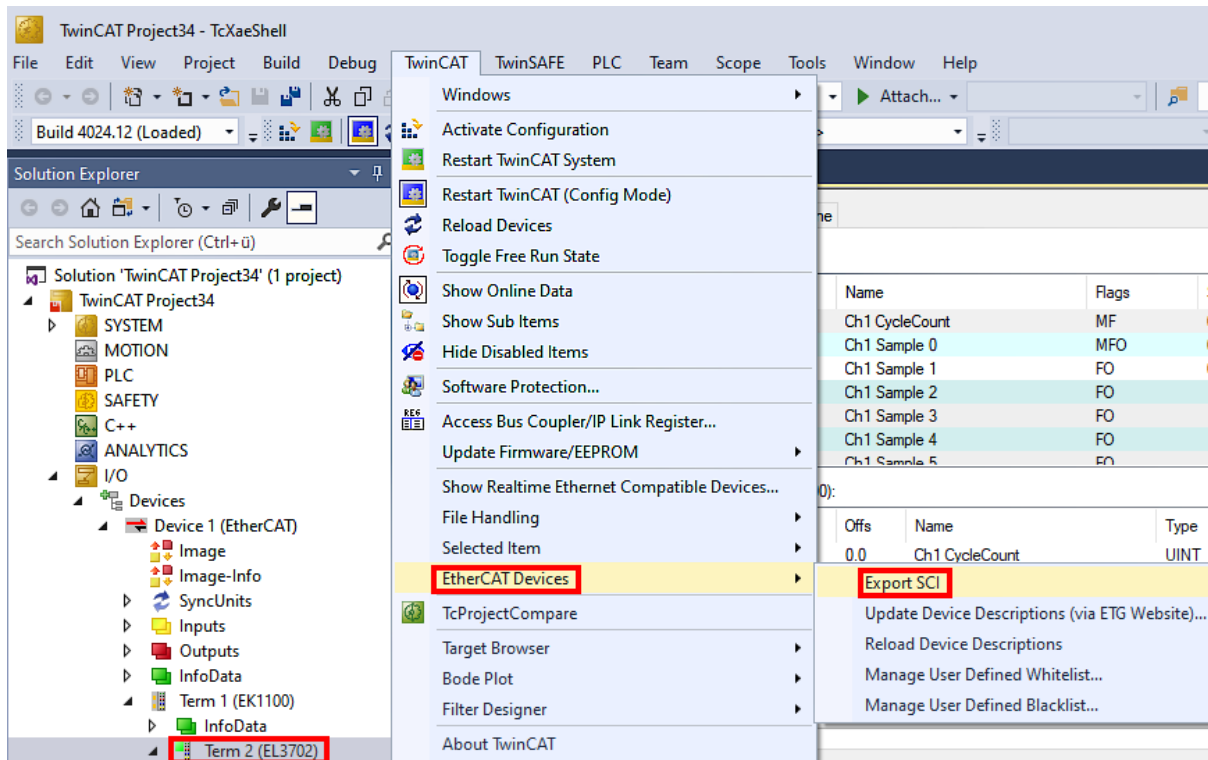
Hinweis Verfügbarkeit (2021/01)

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

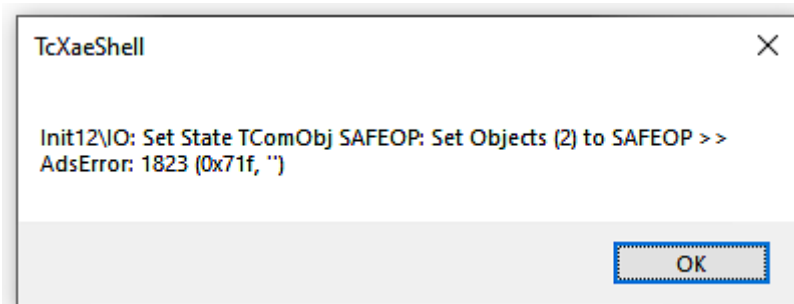
Die Slave Configuration Information (SCI) beschreibt eine bestimmte vollständige Konfiguration für einen EtherCAT-Slave (Klemme, Box, Antrieb...) basierend auf den Einstellungsmöglichkeiten der Gerätebeschreibungdatei (ESI, EtherCAT-Slave Information). Das heißt, sie umfasst PDO, CoE, Synchronisierung.

Export:

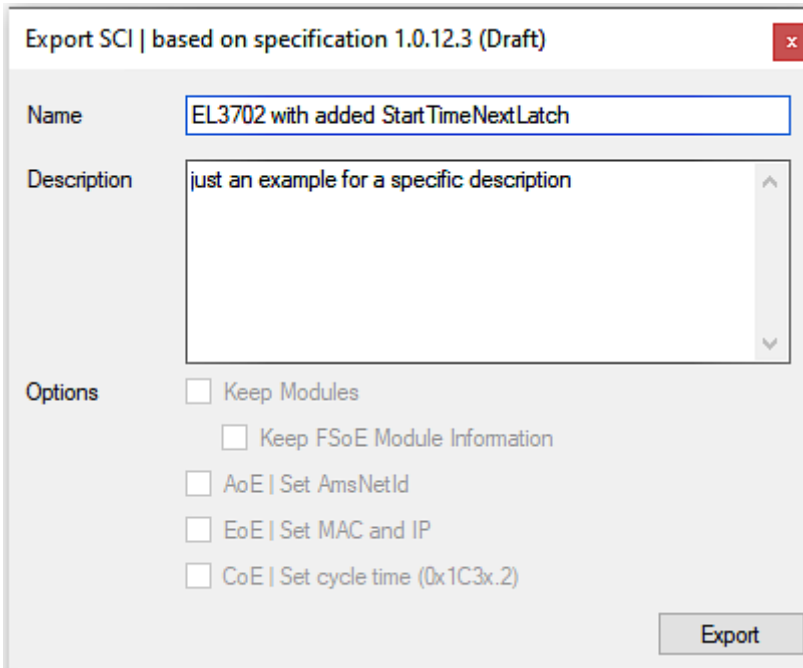
- einzelnes Gerät (auch Mehrfachauswahl möglich) über das Menü auswählen:
TwinCAT → EtherCAT Devices → Export SCI.



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



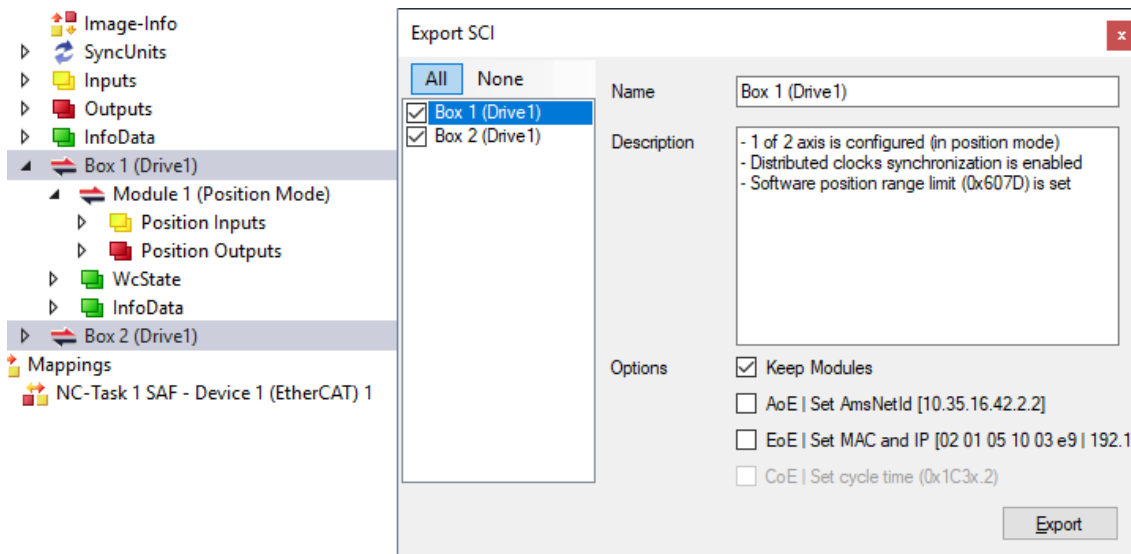
- Im Weiteren kann eine Beschreibung angegeben werden:



- Erläuterungen zum Dialogfenster:

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

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

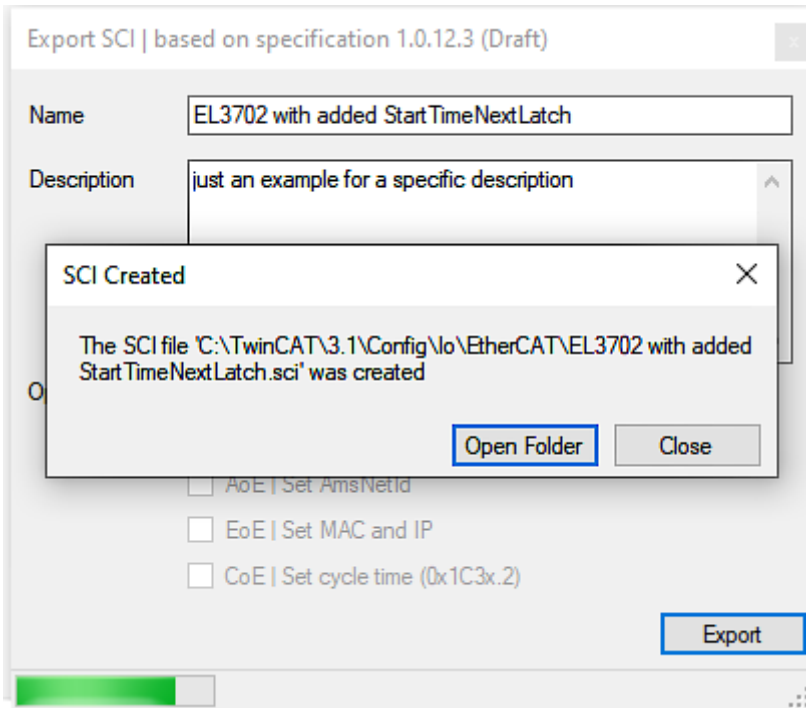


- Auswahl der zu exportierenden Slaves:

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

Dateiname:
 Dateityp:

- Es erfolgt der Export:

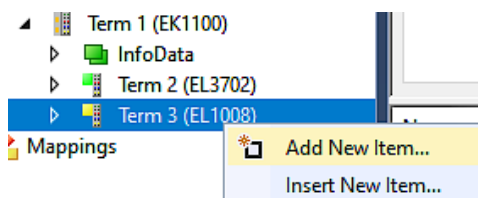


Import

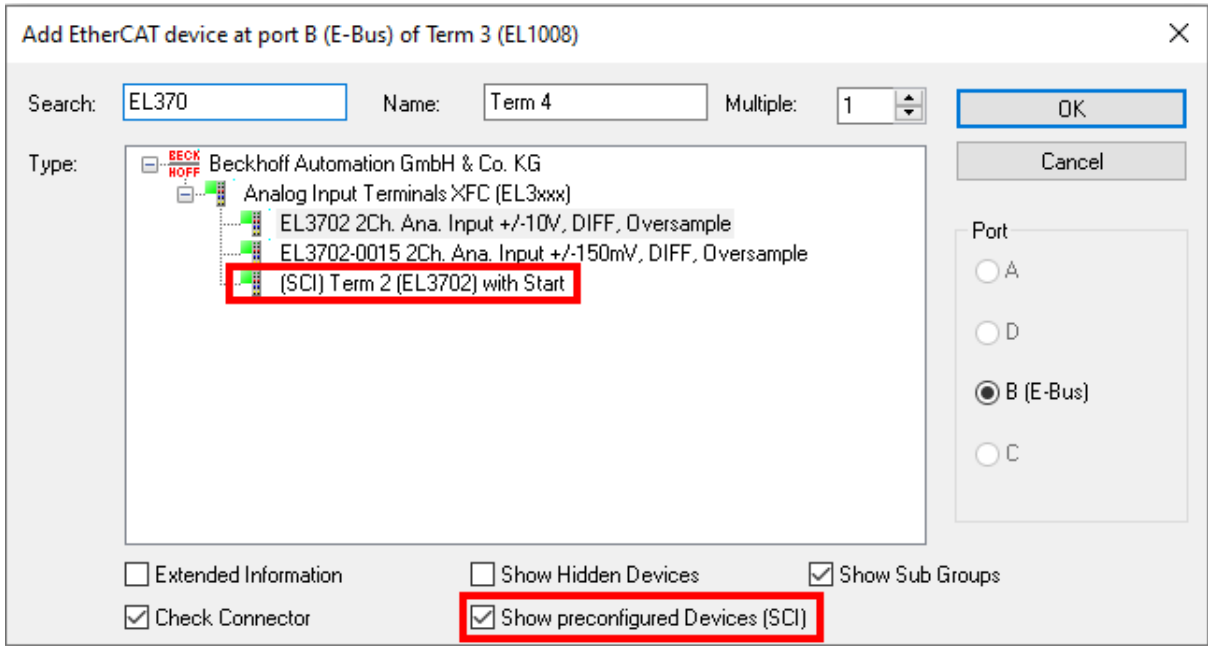
- Eine sci-Beschreibung kann wie jede normale Beckhoff-Gerätebeschreibung manuell in die TwinCAT-Konfiguration eingefügt werden.
- Die sci-Datei muss im TwinCAT-ESI-Pfad liegen, i.d.R. unter:
C:\TwinCAT\3.1\Config\Io\EtherCAT

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

- Öffnen des Auswahl-Dialogs:

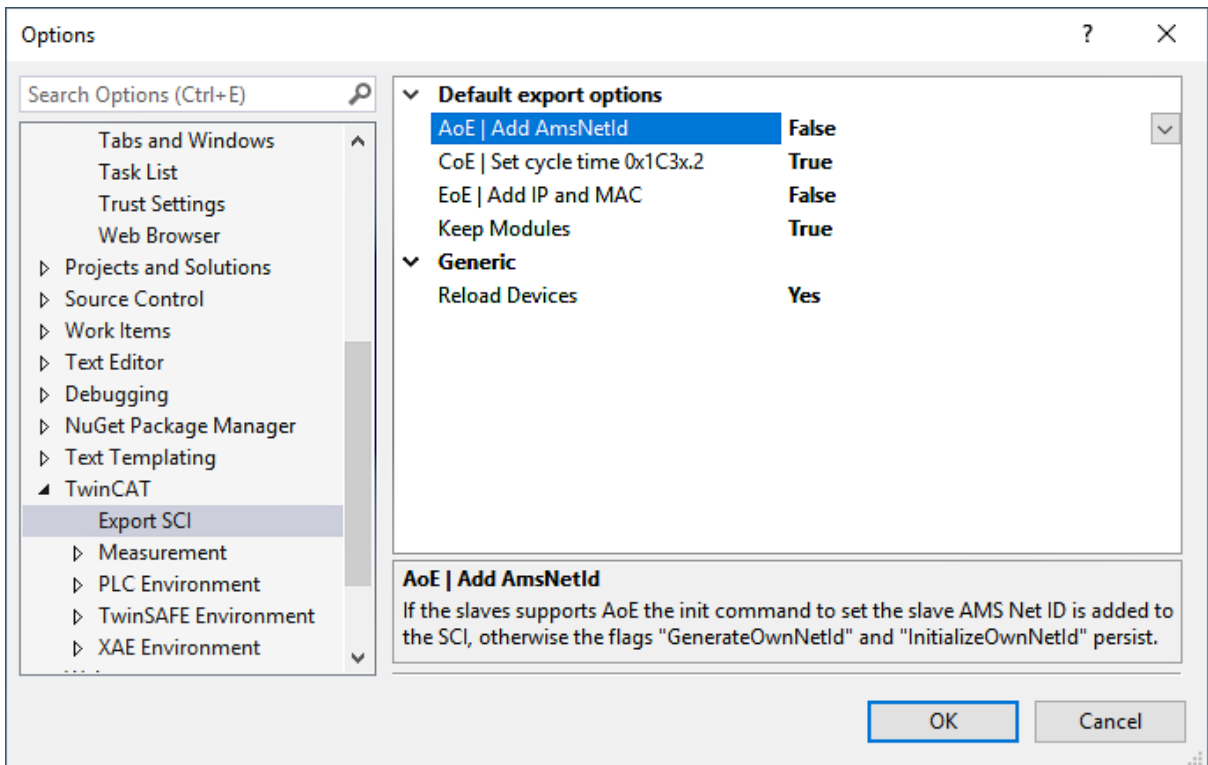


- SCI-Geräte anzeigen und gewünschtes Gerät auswählen und einfügen:



Weitere Hinweise

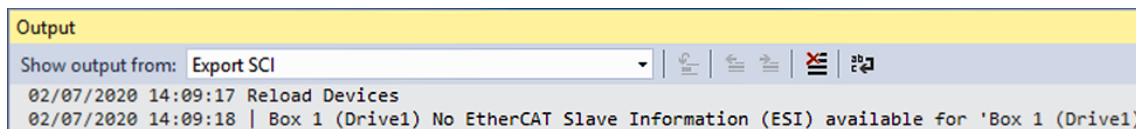
- Einstellungen für die SCI-Funktion können über den allgemeinen Options Dialog vorgenommen werden (Tools → Options → TwinCAT → Export SCI):



Erläuterung der Einstellungen:

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

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



7.3 Allgemeine Inbetriebnahmehinweise für einen EtherCAT-Slave

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

Diagnose in Echtzeit: WorkingCounter, EtherCAT State und Status

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

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

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

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

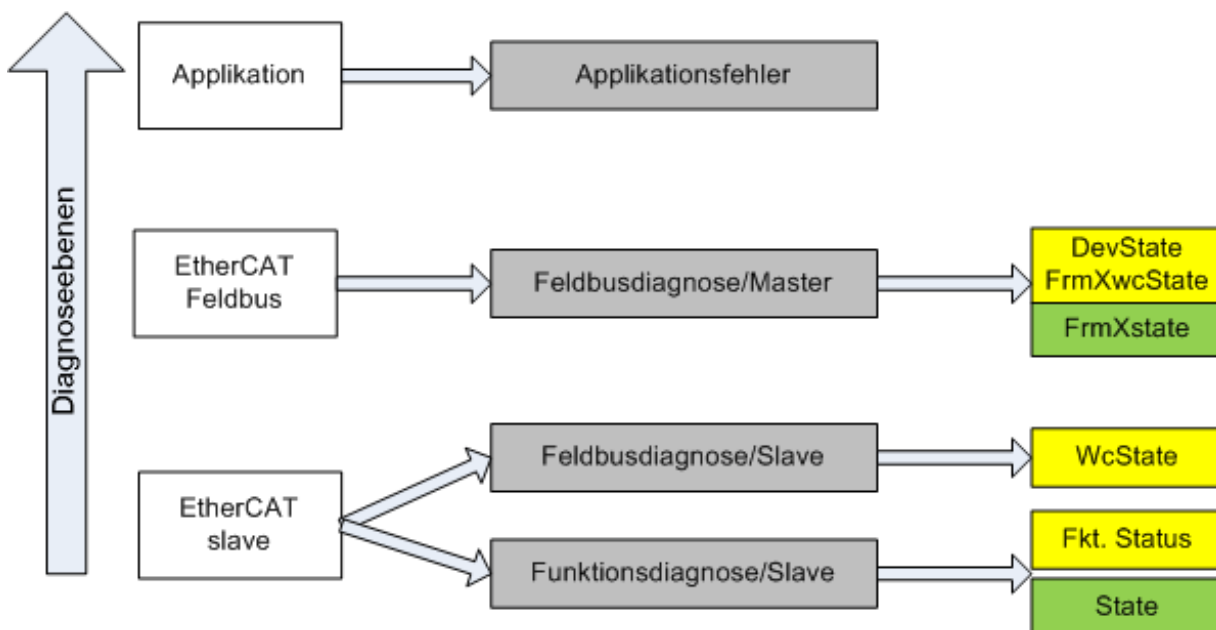


Abb. 128: Auswahl an Diagnoseinformationen eines EtherCAT-Slave

Im Allgemeinen verfügt ein EtherCAT-Slave über

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

als auch über

- kanal-typische Funktionsdiagnose (geräteabhängig)
Siehe entsprechende Gerätedokumentation

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

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

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

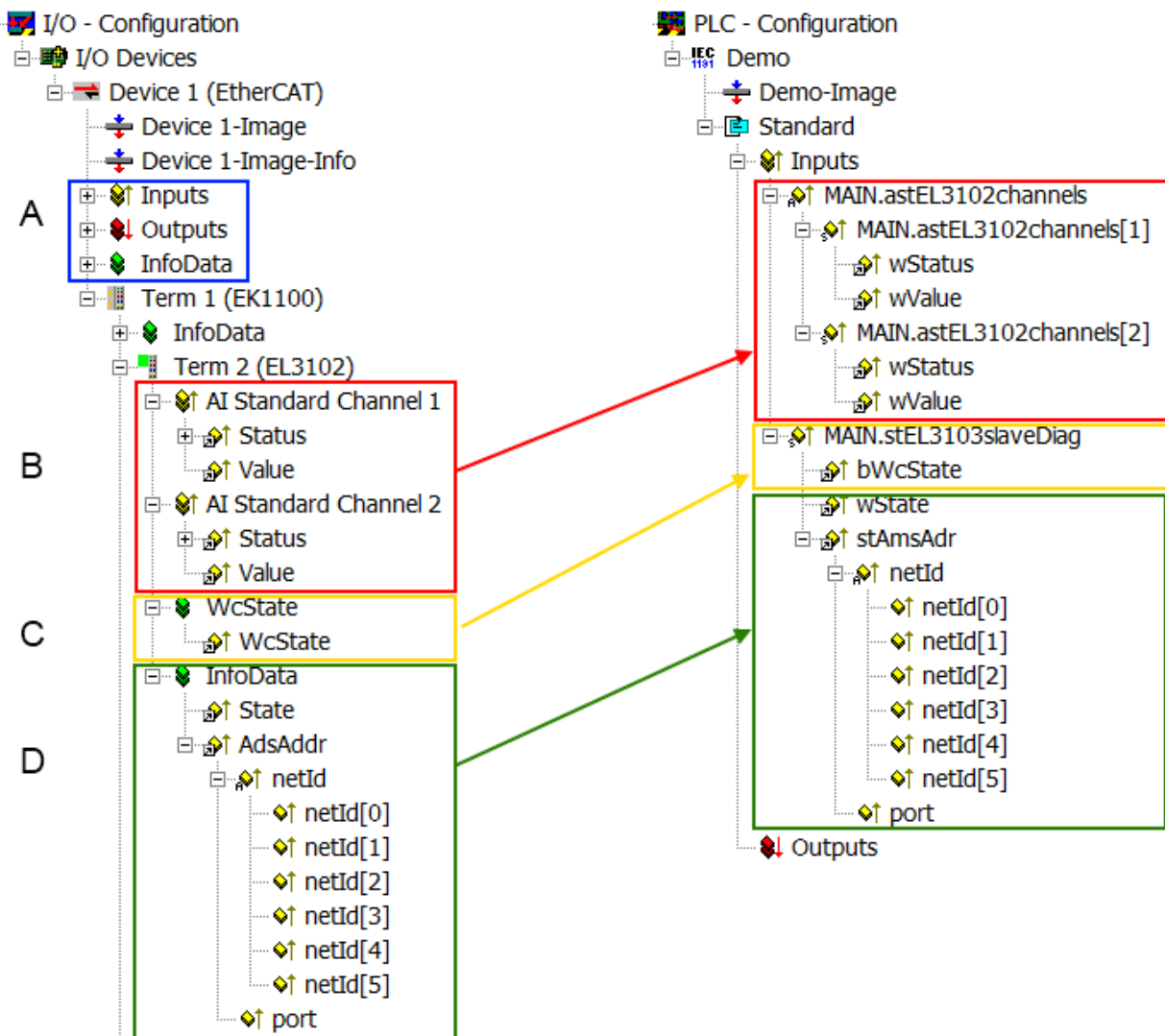


Abb. 129: Grundlegende EtherCAT-Slave Diagnose in der PLC

Dabei werden folgende Aspekte abgedeckt:

Kennzeichen	Funktion	Ausprägung	Anwendung/Auswertung
A	Diagnoseinformationen des EtherCAT-Master zyklisch aktualisiert (gelb) oder azyklisch bereitgestellt (grün).		Zumindest der DevState ist in der PLC zyklusaktuell auszuwerten. Die Diagnoseinformationen des EtherCAT-Master bieten noch weitaus mehr Möglichkeiten, die in der EtherCAT-Systemdokumentation behandelt werden. Einige Stichworte: <ul style="list-style-type: none"> • 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 1. am EtherCAT-Slave als auch inhaltsidentisch 2. als Sammelvariable am EtherCAT-Master (siehe Punkt A) zur Verlinkung bereitgestellt.	WcState (Working Counter) 0: gültige Echtzeitkommunikation im letzten Zyklus 1: ungültige Echtzeitkommunikation ggf. Auswirkung auf die Prozessdaten anderer Slaves, die in der gleichen SyncUnit liegen	Damit sich die übergeordnete PLC-Task (oder entsprechende Steueranwendungen) auf korrekte Daten verlassen kann, muss dort der Kommunikationsstatus des EtherCAT-Slaves ausgewertet werden. Deshalb werden solche Informationen zyklusaktuell mit den Prozessdaten bereitgestellt.
D	Diagnoseinformationen des EtherCAT-Masters, die zwar am Slave zur Verlinkung dargestellt werden, aber tatsächlich vom Master für den jeweiligen Slave ermittelt und dort dargestellt werden. Diese Informationen haben keinen Echtzeit-Charakter weil sie <ul style="list-style-type: none"> • nur selten/nie verändert werden, außer beim Systemstart • selbst auf azyklischem Weg ermittelt werden (z.B. EtherCAT-Status) 	State aktueller Status (INIT..OP) des Slaves. Im normalen Betriebszustand muss der Slave im OP (=8) sein. <i>AdsAddr</i> Die ADS-Adresse ist nützlich, um aus der PLC/Task über ADS mit dem EtherCAT-Slave zu kommunizieren, z.B. zum Lesen/Schreiben auf das CoE. Die AMS-NetID eines Slaves entspricht der AMS-NetID des EtherCAT-Masters, über den <i>port</i> (= EtherCAT Adresse) ist der einzelne Slave ansprechbar.	Informationsvariablen des EtherCAT-Masters, die azyklisch aktualisiert werden, d.h. in einem Zyklus eventuell nicht den letztmöglichen Stand abbilden. Deshalb ist ein Auslesen solcher Variablen über ADS möglich.

HINWEIS

Diagnoseinformationen

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

CoE-Parameterverzeichnis

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

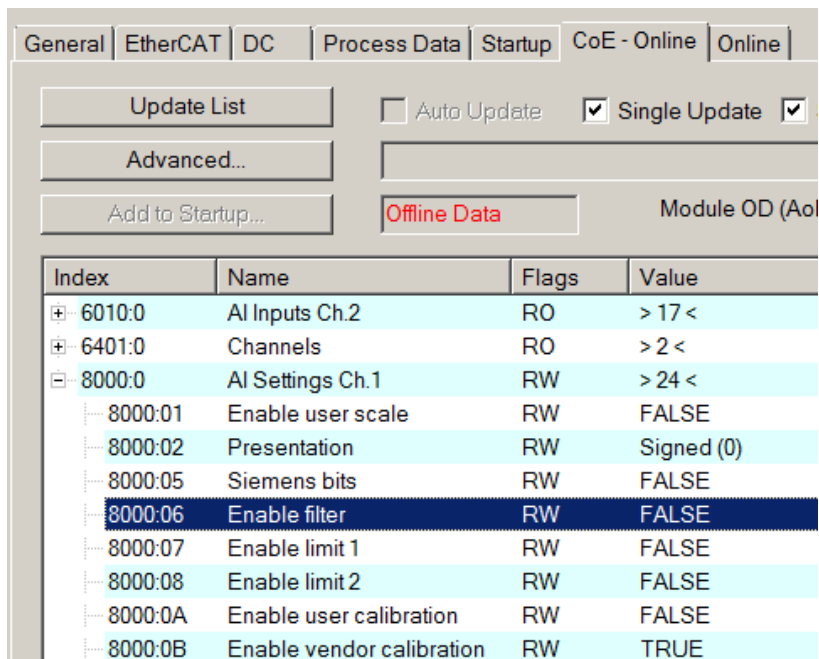


Abb. 130: EL3102, CoE-Verzeichnis

i EtherCAT-Systemdokumentation

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

Einige Hinweise daraus in Kürze:

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

Inbetriebnahmehilfe im TwinCAT System Manager

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

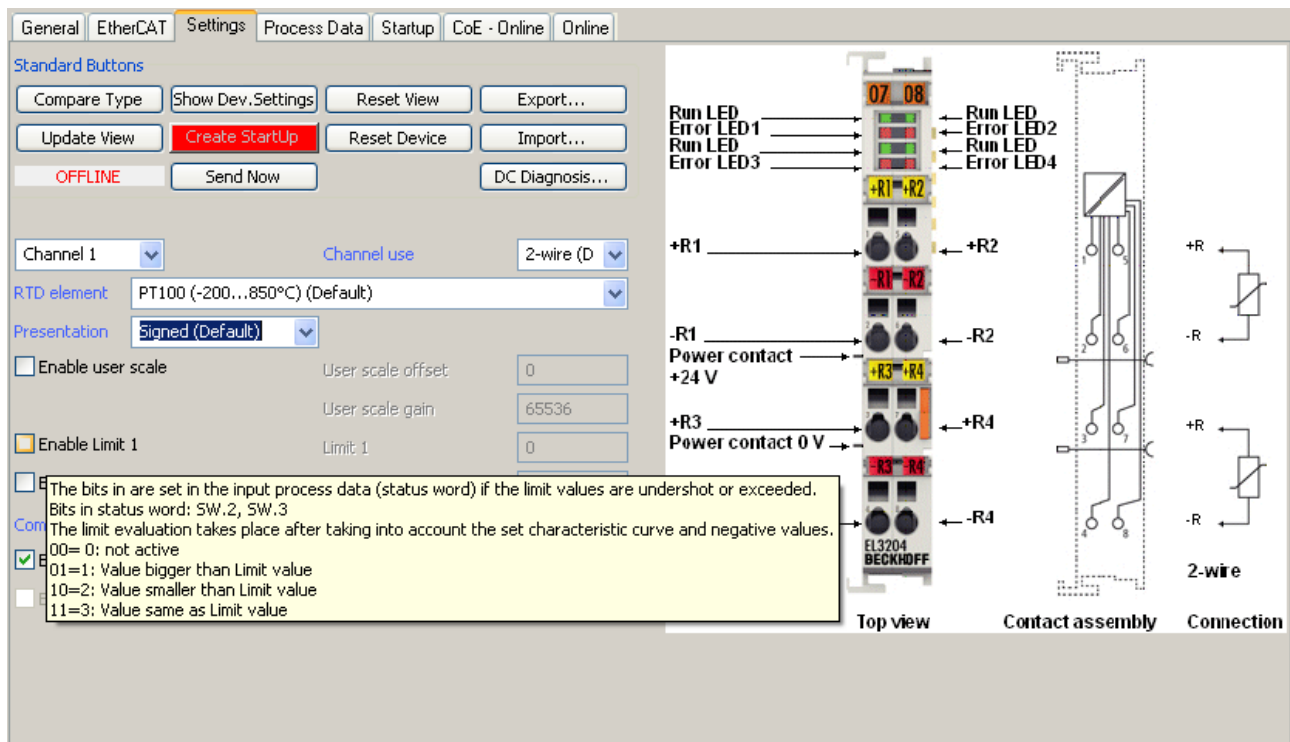


Abb. 131: Beispiel Inbetriebnahmehilfe für eine EL3204

Diese Inbetriebnahme verwaltet zugleich

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

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

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

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

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

- INIT
- PREOP
- SAFEOP
- OP

zu durchlaufen. Der EtherCAT-Master ordnet diese Zustände an in Abhängigkeit der Initialisierungsroutinen, die zur Inbetriebnahme des Gerätes durch die ES/XML und Anwendereinstellungen (Distributed Clocks (DC), PDO, CoE) definiert sind. Siehe dazu auch Kapitel "Grundlagen der Kommunikation, EtherCAT State Machine [▶ 23]. 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.

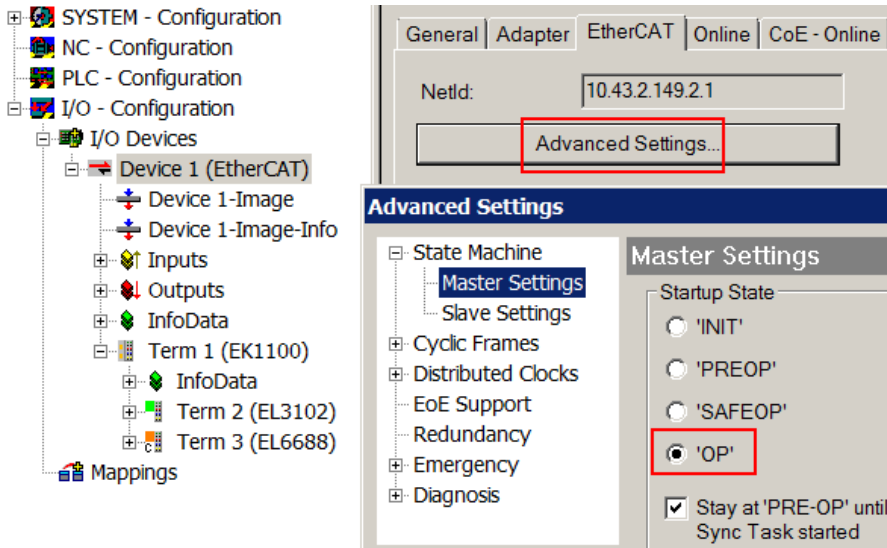


Abb. 132: Default Verhalten System Manager

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

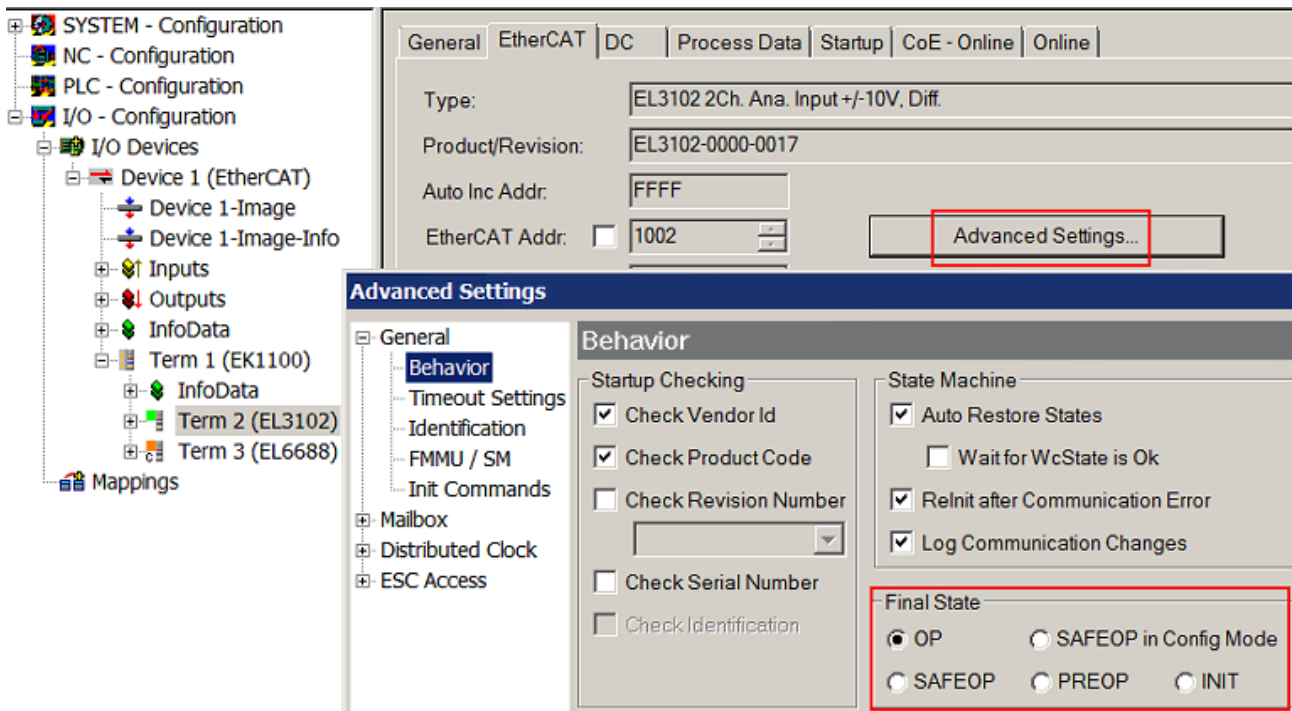


Abb. 133: Default Zielzustand im Slave

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.

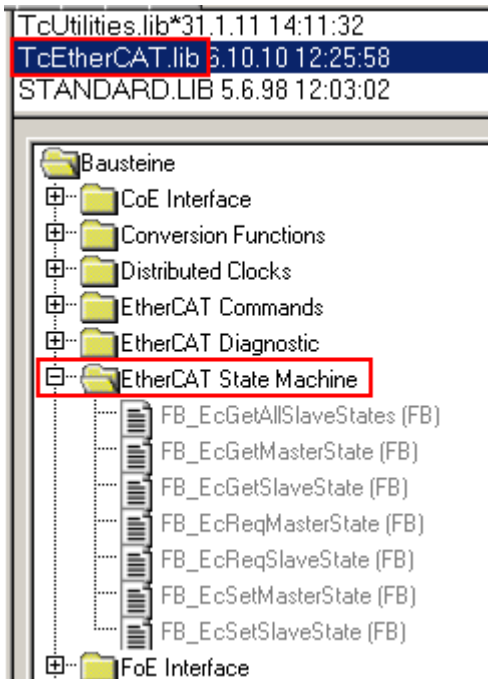


Abb. 134: PLC-Bausteine

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.

<div style="display: flex; justify-content: space-between; border-bottom: 1px solid black;"> General Adapter EtherCAT Online CoE - Online </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; border-bottom: 1px solid black;"> NetId: <input type="text" value="10.43.2.149.2.1"/> Advanced Settings... </div>						
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. 135: 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:

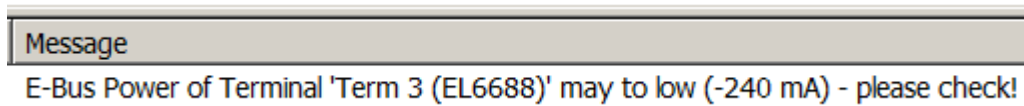


Abb. 136: Warnmeldung E-Bus-Überschreitung

HINWEIS

Achtung! Fehlfunktion möglich!

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

8 EL5031-0011 - Inbetriebnahme

8.1 Quick Start

Für eine Standard-Inbetriebnahme der EL5031-0011 mit EnDat 2.2-Gebern gehen Sie wie folgt vor:

1. Installieren Sie die EL5031-0011 im E-Bus Klemmenstrang an einem EtherCAT Koppler, z. B. EK1100 oder EK1501.
2. Schließen Sie den EnDat 2.2-Geber nach Anschlusschema (Data(+/-), Clock(+/-) und Versorgungsspannung) an.
Der Geber muss EnDat 2.2 und eine Taktfrequenz ≥ 8 MHz unterstützen.
3. Richten Sie eine korrekte EtherCAT-Konfiguration mit der Klemme ein.
Da das Gerät vorliegt und elektrisch erreichbar ist, ist dies am einfachsten durch Scannen der Geräte [► 93] zu erreichen.
4. Aktivieren Sie den EtherCAT-Master und starten Sie die Klemme in den OP-Zustand
In den Input-Variablen muss die EL5031-0011 State=8 und WC=0 liefern.

HINWEIS



Kein Übergang nach OP-State bei fehlerhafter DC-Synchronisation

Für das Oversampling ist ein Taktgeber im EtherCAT-Gerät erforderlich, der die einzelnen Ausgabemuster auslöst. Dazu wird die lokale Uhr im EtherCAT-Gerät, genannt „Distributed Clock“ (DC) genutzt.

DC-fähige Slaves lassen sich nicht in den OP-Status schalten, wenn ihre lokale Uhr nicht eingeregelt ist bzw. sie fallen wieder aus dem OP-Status, wenn die Regelung misslingt („Sync lost“).

- Beachten Sie die Beschreibungen und Hinweise zu Distributed Clocks in der EtherCAT System-Dokumentation.
 - Stimmt die Anzahl der Prozessdaten nicht mit dem Oversampling-Faktor n überein, wird das EtherCAT-Gerät zwar den OP-Status erreichen, aber keine Prozessdaten erzeugen!
- ⇒ Stellen Sie den Oversampling-Faktor über den Reiter „DC“ [► 131] ein, die zugehörigen Prozessdaten werden dann automatisch automatisch eingestellt.

5. Eine Parametrierung des EnDat 2.2-Geber, in den CoE-Einstellungen der EL5031-0011 ist in den wenigsten Fällen notwendig, da der EnDat 2.2-Geber sich durch ein elektronisches Typenschild identifiziert.
6. Im Objekt 0x8008:13 [► 142] kann eine Geberspannung von 5 V (Default-Einstellung) oder 9 V eingestellt werden.
7. Der gewünschte Oversampling-Faktor und die Größe der Positionsdaten (Standard = 64 Bit, Compact = 32 Bit) ist im Reiter „DC“ [► 131] unter „Operation Mode“ auszuwählen.

Die Daten können nun über die Prozessdaten [► 141] abgelesen werden.

● Parameter werden nur im „PreOP“ aktualisiert

I über die EnDAT 2.2 Schnittstelle können neben den Positionswerten des Encoders auch verschiedene, im Gerät gespeicherte, Parameter („Elektronisches Typenschild“) ausgelesen werden. Um eine effiziente Datenübertragung zu gewährleisten, werden die zusätzlichen Informationen und Parameter, nur im „PreOP“ Zustand abgeholt. Sie können in folgenden Objekten ausgelesen werden:

- 0x9008 [► 144] „FB EnDat Info data“ und
- 0xA008 [► 145] „FB EnDat Diag data“.

8.2 Grundlagen zur Oversampling-Funktion

Die EtherCAT Klemme EL5031-0011 ist ein Interface zum direkten Anschluss von einem EnDat 2.2-Geber. Durch die Oversampling-Eigenschaft kann die Klemme mehrmals je Buszyklus die aktuelle Position des Gebers auslesen.

Oversampling

Eine herkömmliche Encoder-Interface Klemme erfasst mit jedem Buszyklus einen Positionswert ("Position") und gibt ihn im nächsten Feldbuszyklus an die übergeordnete Steuerung weiter. Die EL5031-0011 erfasst zwischen zwei Feldbuskommunikationszyklen konfigurierbar und zeitäquidistant mehrmals den aktuellen Positionswert.

Die Übergabe eines Pakets von n Positionswerten von je 64 Bit (je 32 Bit im Compact-Mode) an die übergeordnete Steuerung findet im nächsten Feldbuskommunikationszyklus statt. Dieses Verfahren wird "Oversampling" genannt.

Distributed Clocks (DC)

Für das Oversampling ist ein Taktgeber in der Klemme nötig, der die einzelnen Messwernerfassungen auslöst. Dazu wird die lokale Uhr in der Klemme genutzt, genannt Distributed Clock (DC) (s. [Kapitel Distributed Clock \[▶ 30\]](#)). In der EL5031-0011 ist die Distributed Clock mit einem Umfang von 64 Bit realisiert (ausreichend für die nächsten 584 Jahre)

SYNC0-Interrupt

Abhängig von der Zykluszeit wird durch die lokale Uhr in der Klemme ein Interrupt ausgelöst. Dieser Interrupt wird SYNC0 genannt. Bei jedem SYNC0-Signal wird der Positionswert, entsprechend dem eingestellten Oversampling-Faktor n , erfasst. Die Werte werden nacheinander in einem Puffer abgelegt. Durch die Generierung des SYNC0-Pulses aus der lokalen synchronisierten Uhr im Distributed-Clocks-Verbund ist gewährleistet, dass die Erfassung des Positionswertes in zeitlich hochkonstant gleichen Abständen erfolgt.

Alle lokalen Uhren in den unterstützenden EtherCAT-Slaves sind synchronisiert. Dadurch ist es möglich, EtherCAT-Slaves (hier: Klemmen) unabhängig von ihrer jeweiligen Entfernung untereinander gleichzeitig ihre Messwerte erfassen zu lassen. Der EtherCAT Master wie z. B. Beckhoff TwinCAT konfiguriert die EL5031-0011 Klemmen so, dass ihre SYNC0 zum gleichen Zeitpunkt auftreten. Diese Gleichzeitigkeit liegt im Rahmen der Distributed-Clocks-Genauigkeit von < 100 ns.

Zeitstempel der Prozessdaten

Die EL5031-0011 bietet mit dem Prozessdatum „StartTimeNextLatch“ einen 64-Bit-Zeitstempel für jeden Prozessdatenblock. Dieses ist im Reiter „Prozessdaten“ über die PDO-Zuordnung von 0x1A01 „FB Inputs NextSyncTime“ in der Werkseinstellung bereits aktiviert (s. [Kapitel „Prozessdaten und Konfiguration“](#)). [\[▶ 128\]](#) Dabei ist der in jedem Zyklus übertragene Datenblock Sample-Werte + Zeitstempel nicht zusammenhängig.

Der zeitliche Zusammenhang ist in folgendem Beispiel dargestellt.

Beispiel: Zwei EL5031-0011 Klemmen mit gleichem Oversampling-Faktor (n = 50)

Der EtherCAT Master wie z. B. Beckhoff TwinCAT konfiguriert beide EL5031-0011 so, dass ihre SYNC0 zum gleichen Zeitpunkt auftreten.

Annahme: die EtherCAT-Buszykluszeit $T_{\text{SYNC0}} = 2 \text{ ms}$. Somit wird der SYNC0 in allen EL5031-0011 alle 2 ms ausgelöst.

- Beide Klemmen arbeiten mit einem übereinstimmenden Oversampling-Faktor (z. B. $n = 50$),
 - der SYNC0-Puls tritt in beiden EL5031-0011 zur gleichen Zeit auf, Die Sampling-Zeit beträgt hier also $T_{\text{SYNC0}} / 50 = 40 \mu\text{s}$.
- **Hinweis** Werden in den eingesetzten EL5031-0011 verschiedene Oversampling-Faktoren verwendet, tritt zwar der SYNC0 Puls weiterhin gleichzeitig auf, die Erfassung der Positionsdaten unter den beiden Klemmen ist, auf Grund der unterschiedlichen Oversampling-Faktoren, nicht mehr konstant.
- Das SYNC0-Signal in der Klemme füllt den internen Puffer mit 50 Positionswerten.
- SYNC0 läuft synchron mit der Zykluszeit und löst die Bereitstellung des gefüllten Puffers als Prozessdatum aus. Gleichzeitig wird der „StartTimeNextLatch“ aus der lokalen Distributed Clock abgeholt.
- Dabei wird das data array zusammen mit der SYNC0-Zeit (Next SYNC0 time) zusammengestellt.
- Der nächste EtherCAT-Zyklus holt diese Daten ab.

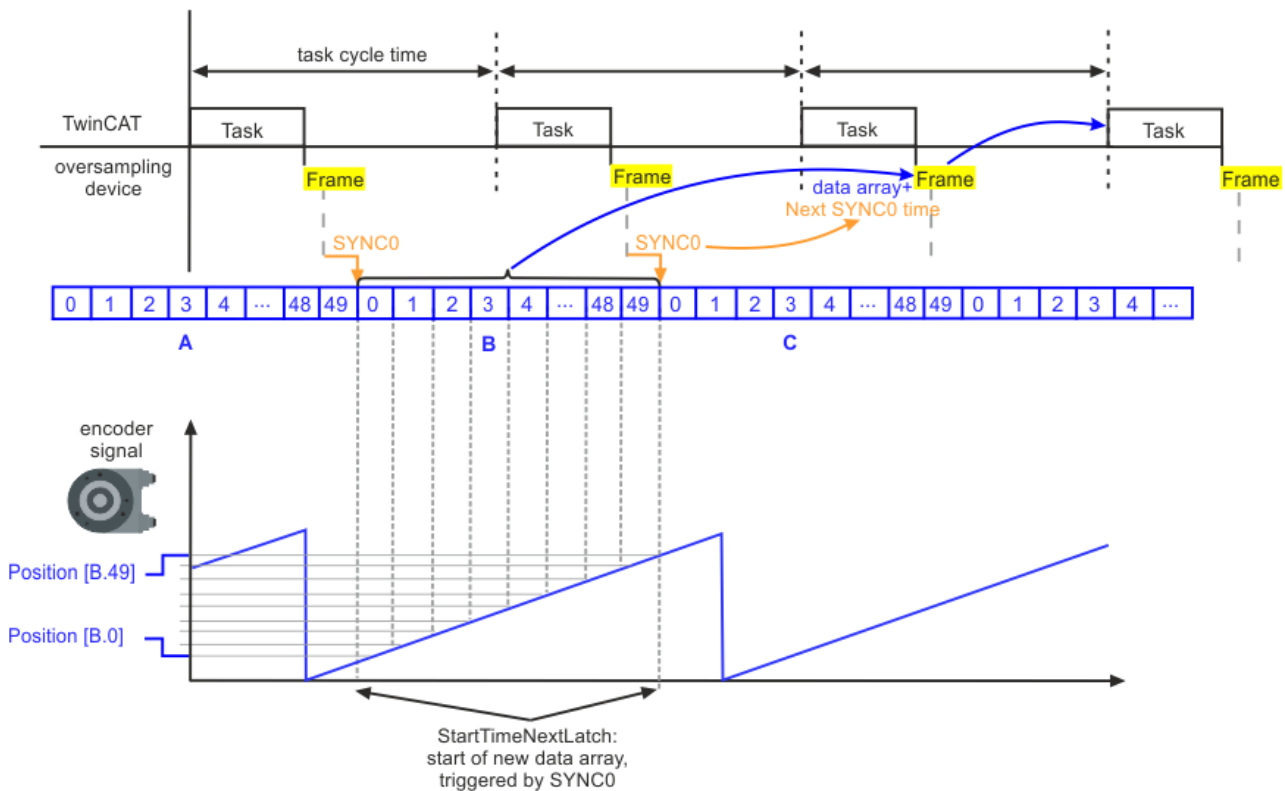


Abb. 137: EL5031-0011 – Zeitlicher Zusammenhang SYNC0-Signal und SyncManager-Interrupt

Maximale Sampling-Frequenz, Minimale Zykluszeit

Minimale Sampling-Zeit (T_{SYNC0} / n), maximale Sampling-Frequenz ($F_{\text{SYNC0}} * n$)
 Eine kleinere Sampling-Zeit (T_{SYNC0} / n) als $25 \mu\text{s}$ ist für die EL5031-0011 nicht zulässig!
 Die maximale Sampling-Frequenz ($F_{\text{SYNC0}} * n$) beträgt für die EL5031-0011 also 40 kSps (Samples per second).

Minimale Zykluszeit (T_{SYNC0})

Die minimale Zykluszeit von $500 \mu\text{s}$ bei einem Oversampling-Faktor von $n = 20$ darf nicht unterschritten werden.

8.3 Prozessdaten und Konfiguration

8.3.1 Sync Manager (SM)

Der Umfang der angebotenen Prozessdaten wird im Reiter „Prozessdaten“ dargestellt (siehe folgende Abb.).

The screenshot shows the TwinCAT software interface with the 'Process Data' tab selected. The 'Sync Manager' section displays the following data:

SM	Size	Type	Flags
0	128	MbxOut	
1	128	MbxIn	
2	0	Outputs	
3	18	Inputs	

The 'PDO List' table is as follows:

Index	Size	Name	Flags	SM	SU
0x1A00	2.0	FB Inputs Status	F	3	0
0x1A01	8.0	FB Inputs NextSyncTime	F	3	0
0x1A10	8.0	FB Inputs 1 Samples Position	F	3	0
0x1A11	4.0	FB Inputs 1 Samples Position compact	F	0	0
0x1A12	16.0	FB Inputs 2 Samples Position	F	0	0
0x1A13	8.0	FB Inputs 2 Samples Position compact	F	0	0
0x1A14	32.0	FB Inputs 4 Samples Position	F	0	0
0x1A15	16.0	FB Inputs 4 Samples Position compact	F	0	0
0x1A16	40.0	FB Inputs 5 Samples Position	F	0	0
0x1A17	20.0	FB Inputs 5 Samples Position compact	F	0	0
0x1A18	64.0	FB Inputs 8 Samples Position	F	0	0
0x1A19	32.0	FB Inputs 8 Samples Position compact	F	0	0
0x1A1A	80.0	FB Inputs 10 Samples Position	F	0	0
0x1A1B	40.0	FB Inputs 10 Samples Position compact	F	0	0
0x1A1C	128.0	FB Inputs 16 Samples Position	F	0	0
0x1A1D	64.0	FB Inputs 16 Samples Position compact	F	0	0
0x1A1E	160.0	FB Inputs 20 Samples Position	F	0	0
0x1A1F	80.0	FB Inputs 20 Samples Position compact	F	0	0
0x1A20	200.0	FB Inputs 25 Samples Position	F	0	0
0x1A21	100.0	FB Inputs 25 Samples Position compact	F	0	0
0x1A23	128.0	FB Inputs 32 Samples Position compact	F	0	0
0x1A25	160.0	FB Inputs 40 Samples Position compact	F	0	0
0x1A27	200.0	FB Inputs 50 Samples Position compact	F	0	0

The 'PDO Assignment (0x1C13)' section shows the following checked items:

- 0x1A00
- 0x1A01
- 0x1A10

The 'PDO Content (0x1A00)' table is as follows:

Index	Size	Offs	Name	Type	Default (hex)
---	0.1	0.0	---	---	---
0x6000:02	0.1	0.1	Status__Error	BIT	---
0x6000:03	0.1	0.2	Status__Ready	BIT	---
---	0.5	0.3	---	---	---
---	0.4	1.0	---	---	---
0x6000:0D	0.1	1.4	Status__Diag	BIT	---
0x6000:0E	0.1	1.5	Status__TxPDO State	BIT	---
0x6000:0F	0.2	1.6	Status__Input cycle counter	BIT2	---
---	2.0	---	---	---	---

Abb. 138: Karteireiter Prozessdaten SM3, EL5031-0011 (default)

8.3.2 PDO-Zuordnung

● Einstellung von Oversampling-Faktor und Positionsdaten über Reiter „DC“

I Stellen Sie den Oversampling-Faktor über den Reiter „DC“ ein (s. Kapitel „Oversampling-Einstellungen Distributed Clocks (DC) [► 131]“).

Das richtige Erfassungsverhältnis auf Distributed-Clocks-Ebene und die korrekte Anzahl der zu übertragenden Prozessdaten werden dann automatisch eingestellt.

Das Prozessdatum „StartTimeNextLatch [► 133]“ (0x1A01) ist per Default aktiviert. Um es zu deaktivieren,

- markieren Sie im oberen linken Feld „Sync Manager“ (s. Abb. oben) den Sync Manager SM 3,
- deaktivieren Sie im Feld darunter „PDO-Zuordnung“ 0x1A01 „FB Inputs NestSyncTime“.
- Ein Neustart des EtherCAT-Systems oder Neuladen der Konfiguration im Config-Modus (F4) bewirkt einen Neustart der EtherCAT-Kommunikation und die Prozessdaten werden von der Klemme übertragen.

PDO-Zuordnung der Sync Manager, EL5031-0011

SM3, PDO-Zuordnung 0x1C13				
Index	Größe (Byte.Bit)	Name	PDO Inhalt, Index	Größe (Byte.Bit)
0x1A00 (default) FB Inputs Status	2.0	Status_Error	0x6000:02 [►_143]	0.1
		Status_Ready	0x6000:03 [►_143]	0.1
		[Offset]	-	0.5
		[Offset]	-	0.4
		Status_Diag	0x6000:0D [►_143]	0.1
		Status_TxPDO State	0x6000:0E [►_143]	0.1
0x1A01 (default) FB Inputs NextSyncTime	8.0	StartTimeNextLatch	0x6000:16 [►_143]	8.0
0x1A10 (default) FB Inputs 1 Samples Position	8.0	Position_ARRAY [0]	0x6000:11 [►_143]	8.0
0x1A11 FB Inputs 1 Samples Position compact	4.0	Position_ARRAY [0]	0x6000:12 [►_143]	4.0
0x1A12 FB Inputs 2 Samples Position	16.0	Position_ARRAY [0]	0x6000:11 [►_143]	8.0
		Position_ARRAY [1]	0x6000:11 [►_143]	8.0
0x1A13 FB Inputs 2 Samples Position compact	8.0	Position_ARRAY [0]	0x6000:12 [►_143]	4.0
		Position_ARRAY [1]	0x6000:12 [►_143]	4.0
0x1A14 FB Inputs 4 Samples Position	32.0	Position_ARRAY [0]	0x6000:11 [►_143]	8.0
		Position_ARRAY [1]	0x6000:11 [►_143]	8.0
		Position_ARRAY [2]	0x6000:11 [►_143]	8.0
		Position_ARRAY [3]	0x6000:11 [►_143]	8.0
0x1A15 FB Inputs 4 Samples Position compact	16.0	Position_ARRAY [0]	0x6000:12 [►_143]	4.0
		Position_ARRAY [1]	0x6000:12 [►_143]	4.0
		Position_ARRAY [2]	0x6000:12 [►_143]	4.0
		Position_ARRAY [3]	0x6000:12 [►_143]	4.0
0x1A16 FB Inputs 5 Samples Position	40.0	Position_ARRAY [0]	0x6000:11 [►_143]	8.0
		...		
		Position_ARRAY [4]	0x6000:11 [►_143]	8.0
0x1A17 FB Inputs 5 Samples Position compact	20.0	Position_ARRAY [0]	0x6000:12 [►_143]	4.0
		...		
		Position_ARRAY [4]	0x6000:12 [►_143]	4.0
0x1A18 FB Inputs 8 Samples Position	64.0	Position_ARRAY [0]	0x6000:11 [►_143]	8.0
		...		
		Position_ARRAY [7]	0x6000:11 [►_143]	8.0
0x1A19 FB Inputs 8 Samples Position compact	32.0	Position_ARRAY [0]	0x6000:12 [►_143]	4.0
		...		
		Position_ARRAY [7]	0x6000:12 [►_143]	4.0
0x1A1A FB Inputs 10 Samples Position	80.0	Position_ARRAY [0]	0x6000:11 [►_143]	8.0
		...		
		Position_ARRAY [9]	0x6000:11 [►_143]	8.0
0x1A1B FB Inputs 10 Samples Position compact	40.0	Position_ARRAY [0]	0x6000:12 [►_143]	4.0
		...		
		Position_ARRAY [9]	0x6000:12 [►_143]	4.0
0x1A1C FB Inputs 16 Samples Position	80.0	Position_ARRAY [0]	0x6000:11 [►_143]	8.0
		...		
		Position_ARRAY [15]	0x6000:11 [►_143]	8.0
0x1A1D FB Inputs 16 Samples Position compact	40.0	Position_ARRAY [0]	0x6000:12 [►_143]	4.0
		...		
		Position_ARRAY [15]	0x6000:12 [►_143]	4.0

SM3, PDO-Zuordnung 0x1C13				
Index	Größe (Byte.Bit)	Name	PDO Inhalt Index	Größe (Byte.Bit)
0x1A1E FB Inputs 20 Samples Position	160.0	Position_ARRAY [0]	0x6000:11 [▶_143]	8.0
		...		
		Position_ARRAY [19]	0x6000:11 [▶_143]	8.0
0x1A1F FB Inputs 20 Samples Position compact	80.0	Position_ARRAY [0]	0x6000:12 [▶_143]	4.0
		...		
		Position_ARRAY [19]	0x6000:12 [▶_143]	4.0
0x1A20 FB Inputs 25 Samples Position	200.0	Position_ARRAY [0]	0x6000:11 [▶_143]	8.0
		...		
		Position_ARRAY [24]	0x6000:11 [▶_143]	8.0
0x1A21 FB Inputs 25 Samples Position compact	100.0	Position_ARRAY [0]	0x6000:12 [▶_143]	4.0
		...		
		Position_ARRAY [24]	0x6000:12 [▶_143]	4.0
0x1A23 FB Inputs 32 Samples Position compact	128.0	Position_ARRAY [0]	0x6000:12 [▶_143]	4.0
		...		
		Position_ARRAY [31]	0x6000:12 [▶_143]	4.0
0x1A25 FB Inputs 40 Samples Position compact	160.0	Position_ARRAY [0]	0x6000:12 [▶_143]	4.0
		...		
		Position_ARRAY [39]	0x6000:12 [▶_143]	4.0
0x1A27 FB Inputs 50 Samples Position compact	200.0	Position_ARRAY [0]	0x6000:12 [▶_143]	4.0
		...		
		Position_ARRAY [49]	0x6000:12 [▶_143]	4.0

8.3.3 Oversampling-Einstellungen im Reiter „DC“

Die Grundlagen zur Oversampling-Funktion und die Funktionsweise der EL5031-0011 mit dem Einsatz des SYNC0 -Pulses werden im Abschnitt "Grundlagen zur Oversampling Funktion [▶ 126]" erläutert. Im Folgenden Kapitel wird die Einstellung der verschiedenen Parameter mit dem Beckhoff TwinCAT System Manager beschrieben.

Im Reiter „DC“ (Distributed Clocks) können im Auswahldialog (s. folgende Abbildung) der Oversampling-Faktor und die Größe der Prozessdaten eingestellt werden:

Oversampling-Faktor:

- $n = 1 \dots 50$ gemäß der unter „Operation Mode“ angezeigten Auswahl.

Größe der Positionswerte:

- „Standard“: 64 Bit je Positionswert
- „Compact“: 32 Bit je Positionswert

Im Auslieferungszustand ist der Oversampling-Faktor $n = 1$ mit 64 Bit Positionswert („Standard“) eingestellt.

Durch die Anwahl eines Eintrages im Auswahldialog wird automatisch sowohl das richtige Erfassungsverhältnis auf Distributed-Clocks-Ebene als auch die korrekte Anzahl der zu übertragenden Prozessdaten eingestellt.

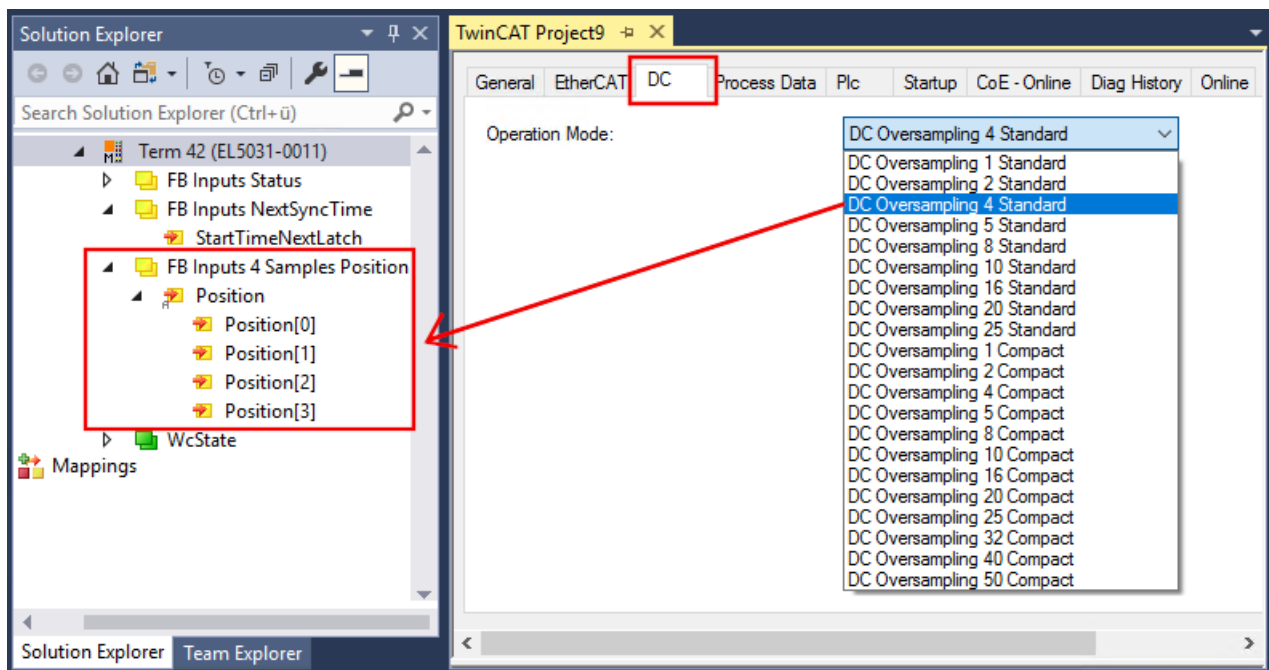


Abb. 139: Einstellung des Oversampling-Faktors $n = 4$ und Anzeige der zu übertragenden Prozessdaten

Für EL5031-0011 geltende Sampling-Zeiten T_{SYNC0} / n

Oversampling-Faktor für „Standard“ (64 Bit Position) und „Compact“ (32 Bit Position)	Zykluszeit (T_{SYNC0})			
	500 μs	1.000 μs	2.000 μs	5.000 μs
1	500,00 μs	1.000,00 μs	2.000,00 μs	5.000,00 μs
2	250,00 μs	500,00 μs	1.000,00 μs	2.500,00 μs
4	125,00 μs	250,00 μs	500,00 μs	1.250,00 μs
5	100,00 μs	200,00 μs	400,00 μs	1.000,00 μs
8	62,50 μs	125,00 μs	250,00 μs	625,00 μs
10	50,00 μs	100,00 μs	200,00 μs	500,00 μs
16	31,25 μs	62,50 μs	125,00 μs	312,50 μs
20	25,00 μs	50,00 μs	100,00 μs	250,00 μs
25	Nicht zulässig*	40,00 μs	80,00 μs	200,00 μs

Weitere Oversampling-Faktoren nur für „Compact“ (32 Bit Position)	Zykluszeit (T_{SYNC0})			
	500 μs	1.000 μs	2.000 μs	5.000 μs
32	Nicht zulässig*	31,25 μs	62,50 μs	156,25 μs
40		25,00 μs	50,00 μs	125,00 μs
50		Nicht zulässig*	40,00 μs	100,00 μs

*) nicht zulässig, da $T_{\text{SYNC0}} / n < 25 \mu\text{s}$

Für EL5031-0011 geltende Sampling-Frequenzen $F_{\text{SYNC0}} * n$

Oversampling-Faktor für „Standard“ (64 Bit Position) und „Compact“ (32 Bit Position)	Zykluszeit (T_{SYNC0})			
	500 μs	1.000 μs	2.000 μs	5.000 μs
1	2,0 kSps	1,0 kSps	0,5 kSps	0,2 kSps
2	4,0 kSps	2,0 kSps	1,0 kSps	0,4 kSps
4	8,0 kSps	4,0 kSps	2,0 kSps	0,8 kSps
5	10,0 kSps	5,0 kSps	2,5 kSps	1,0 kSps
8	16,0 kSps	8,0 kSps	4,0 kSps	1,6 kSps
10	20,0 kSps	10,0 kSps	5,0 kSps	2,0 kSps
16	32,0 kSps	16,0 kSps	8,0 kSps	3,2 kSps
20	40,0 kSps	20,0 kSps	10,0 kSps	4,0 kSps
25	Nicht zulässig*	25,0 kSps	12,5 kSps	5,0 kSps

Weitere Oversampling-Faktoren nur für „Compact“ (32 Bit Position)	Zykluszeit (T_{SYNC0})			
	500 μs	1.000 μs	2.000 μs	5.000 μs
32	Nicht zulässig*	32,0 kSps	16,0 kSps	6,4 kSps
40		40,0 kSps	20,0 kSps	8,0 kSps
50		Nicht zulässig*	25,0 kSps	10,0 kSps

*) nicht zulässig, da $F_{\text{SYNC0}} * n > 40 \text{ kSps}$

● Maximale Sampling-Frequenz, Minimale Zykluszeit

i Minimale Sampling-Zeit (T_{SYNC0} / n), maximale Sampling-Frequenz ($F_{\text{SYNC0}} * n$)

Eine kleinere Sampling-Zeit (T_{SYNC0} / n) als 25 μs ist für die EL5031-0011 nicht zulässig!
Die maximale Sampling-Frequenz ($F_{\text{SYNC0}} * n$) beträgt für die EL5031-0011 also 40 kSps (Samples per second).

Minimale Zykluszeit (T_{SYNC0})

Die minimale Zykluszeit von 500 μs bei einem Oversampling-Faktor von $n = 20$ darf nicht unterschritten werden.

8.3.4 "StartTimeNextLatch"

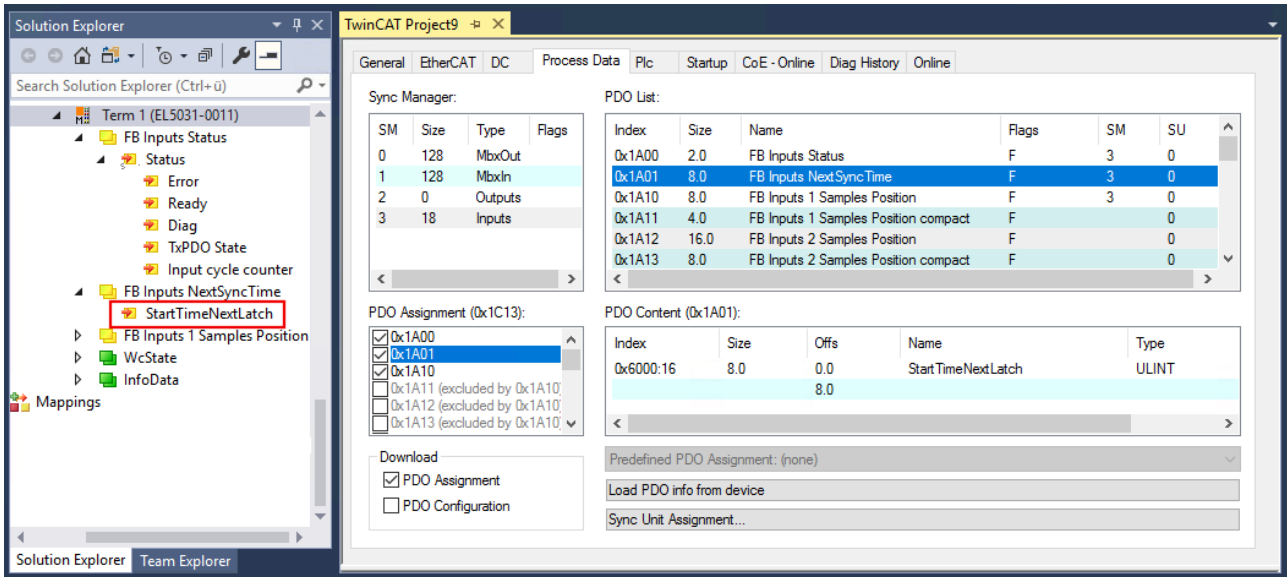


Abb. 140: EL5031-0011 – StartTimeNextLatch (default)

Das 64 Bit breite Prozessdatum „StartTimeNextLatch“ (PDO-Zuordnung 0x1A01) ist per Default aktiviert. Es gibt in jedem Prozessdatenzyklus den Zeitpunkt an, wann der nächste SYNC0-Puls und damit der nächste Block an Sample-Werten beginnt (s. „Zeitstempel der Prozessdaten |> 126“). „StartTimeNextLatch“ verändert sich also in jedem Zyklus um den Betrag derjenigen Taskzykluszeit, mit der diese Klemme betrieben wird.

Diese Zeitangabe basiert auf der lokalen Distributed Clocks-Zeit der Klemme. Die EL5031-0011 bildet nur die 64 Bit große Distributed Clocks-Zeit ab. Durch diese Zeitangabe können mit dem bekannten Oversampling-Faktor alle Samples zeitlich mit anderen Zeitangaben im EtherCAT-Bus in Zusammenhang gebracht werden (s. „SYNC0-Interrupt |> 126“)

Beispiel:

Die Klemme liefert im betrachteten Zyklus bei einer Zykluszeit $T_{\text{SYNC0}} = 1 \text{ ms} (= 1.000.000 \text{ ns})$ in der Betriebsart „DC Oversampling 20 Compact“ mit einem Oversampling-Faktor $n = 20$

- als Prozessdaten einen Zeitstempel „StartTimeNextLatch“ = $503.330.625.067.077.000_{\text{dez}}$ und
- 20 Messwerte Position [0]...Position [19] zu je 32 Bit.

Der Messzeitpunkt des 5. gelieferten Positionswertes soll ermittelt werden, d. h. zu welcher Distributed Clocks-Zeit der 5. Positionswert ermittelt wurde.

- Der aktuell gelieferte Satz von 20 Positionswerten wurde gestartet zum Zeitpunkt: $503.330.625.067.077.000 - 1.000.000$ (Zykluszeit) = $503.330.625.066.077.000 \text{ ns}$.
- Der Zeitabstand zwischen den Samples beträgt $1.000.000 / 20 = 50.000 \text{ ns}$.

Der 5. Positionswert wurde also ermittelt zum Zeitpunkt: $503.330.625.066.077.000 + ((5 - 1) * 50.000) = 503.330.625.066.027.000 \text{ ns}$.

Spezieller Oversampling-Faktor und "Shift-Time" für den SYNC0-Puls

HINWEIS

VORSICHT! Beschädigung der Geräte möglich!

Bei der Manipulation dieser Einstellungen im System Manager wird softwareseitig keine Plausibilitätskontrolle durchgeführt!
 Eine korrekte Funktion der Klemme in allen denkbaren Einstellungsvarianten kann nicht gewährleistet werden!

i **Parameter werden nur im „PreOP“ aktualisiert**

über die EnDAT 2.2 Schnittstelle können neben den Positionswerten des Encoders auch verschiedene, im Gerät gespeicherte, Parameter („Elektronisches Typenschild“) ausgelesen werden. Um eine effiziente Datenübertragung zu gewährleisten, werden die zusätzlichen Informationen und Parameter, nur im „PreOP“ Zustand abgeholt. Sie können in folgenden Objekten ausgelesen werden:

- [0x9008 \[▶ 144\]](#) „FB EnDat Info data“ und
 - [0xA008 \[▶ 145\]](#) „FB EnDat Diag data“.
-

8.4 Übersicht Kommandos und Beispiele

Über das FB EnDat Command Objekt, Index [0xB0n8:01 \[► 142\]](#) „Request“ können verschiedene Aktionen wie z. B. das Auslesen oder Beschreiben eines bestimmten Speicherbereiches des EnDat-Gebers ausgelöst werden (abhängig von der Anzahl der Kanäle mit n = 0 für Kanal 1 und n =1 für Kanal 2). Die Kommando-Eingabe erfolgt über den System Manager oder die SPS (s. folgenden Hinweis)

i Kommando-Eingabe über den System Manager

- Wird die Kommando-Eingabe über den System Manager geschrieben, muss der Wert im "Binary" -Feld eingegeben werden.
 - ⇒ LOBYTE zuerst, (siehe folgende Abb.).
 - ⇒ Leerzeichen zwischen allen Bytes des Request
Bei Eingabe ohne Leerzeichen wird der Befehl nicht korrekt übernommen.
- Wird das Kommando über die PLC ausgelöst, wird dies automatisch durchgeführt.

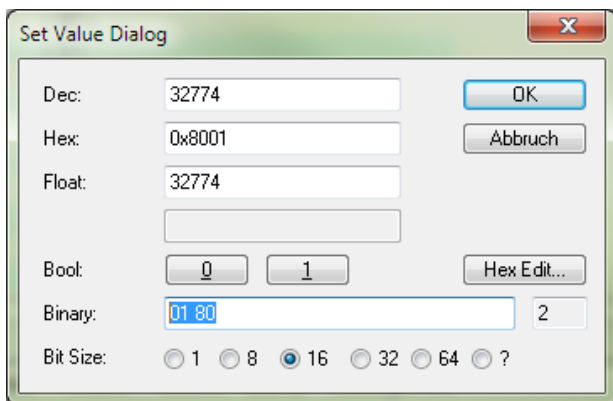


Abb. 141: Eingabe am Beispiel des Kommandos 0x8001 im Set Value Dialog im System Manager

Übersicht Kommandos

Die Folgende Tabelle zeigt eine Übersicht der verfügbaren Kommandos, eine detaillierte Beschreibung mit Beispielen finden Sie in den folgenden Kapiteln.

Kommando	Beschreibung
0x1000 [► 136]	Löschen der Diag History (siehe Hinweis oben)
0x1001 [► 136]	Diag History Test Mit diesem Befehl werden kanalabhängig alle implementierten Diag messages gesendet.
0x8001 [► 137]	EnDat Reset (sendet Mode-Befehl "Messgerät sende Positionswerte und empfangen Fehler-Reset")
0x8006 [► 137]	EnDat lese Pos2, berechne und schreibe Offset (nur für Inkrementelle Geber mit Referenzmarke).
0x8008 [► 138]	Suppress TxPDOState (nur für EL5032 ab FW 17) (unterdrückt das "TxPDO State", z. B. bei Messgeräten mit abstandskodierten Referenzmarken)
0x9000 [► 139]	Lese EnDat Word
0x9001 [► 140]	Schreibe EnDat Word

8.4.1 Kommando 0x1000 - Diag History löschen

Zum Löschen der Diag-History gehen Sie wie folgt vor:

1. Geben Sie über das FB EnDat Command Objekt, Index [0xB0p8:01 \[► 142\]](#) „Request“ das Kommando 0x1000 ein. (abhängig von der Anzahl der Kanäle mit p = 0 für Kanal 1 und p =1 für Kanal 2).

⇒ Beachten Sie den Hinweis zur [Kommando-Eingabe über den System Manager \[► 135\]](#).

CoE Entry / Beispiel für Kommando 0x1000

☐ B008:0	FB EnDat Command Ch.1	RO	> 3 <
└─ B008:01	Request	R/W	00 10
└─ B008:02	Status	RO	0x00 (0)
└─ B008:03	Response	RO	00 00 00 00

Abb. 142: Beispiel Kommando 0x1000, Diag History löschen für Kanal 1

8.4.2 Kommando 0x1001 - Diag History Test

Mit diesem Befehl werden kanalabhängig alle implementierten Diag messages gesendet.

Gehen Sie dafür wie folgt vor:

1. Geben Sie über das FB EnDat Command Objekt, Index [0xB0p8:01 \[► 142\]](#) „Request“ das Kommando 0x1001 ein. (abhängig von der Anzahl der Kanäle mit p = 0 für Kanal 1 und p =1 für Kanal 2).

⇒ Beachten Sie den Hinweis zur [Kommando-Eingabe über den System Manager \[► 135\]](#).

CoE Entry / Beispiel für Kommando 0x1001

☐ B008:0	FB EnDat Command Ch.1	RO	> 3 <
└─ B008:01	Request	RW	01 10
└─ B008:02	Status	RO	0x00 (0)
└─ B008:03	Response	RO	00 00 00

Abb. 143: Beispiel Kommando 0x1001, Diag History Test für Kanal 1

8.4.3 Kommando 0x8001 - EnDat Reset

Das Kommando 0x8001 „EnDat Reset“ sendet den Mode-Befehl "Messgerät sende Positionswerte und empfangen Fehlerreset".

Mit diesem Befehl werden auch die Wörter 0 und 1 (Fehlermeldungen und Warnungen) im Speicherbereich Betriebszustand zurückgesetzt.

Bei batteriegepufferten Multiturn-Drehgebern sind nach dem Tausch der Batterie die Batteriebetriebszustandsfehler über dieses Kommando zurückzusetzen.

Gehen Sie dafür wie folgt vor:

1. Geben Sie über das FB EnDat Command Objekt, Index [0xB0p8:01 \[▶ 142\]](#) „Request“ das Kommando 0x1001 ein. (abhängig von der Anzahl der Kanäle mit p = 0 für Kanal 1 und p = 1 für Kanal 2).
 ⇒ Beachten Sie den Hinweis zur [Kommando-Eingabe über den System Manager \[▶ 135\]](#).

CoE Entry / Beispiel für Kommando 0x8001

☐ B008:0	FB EnDat Command Ch.1	RO	> 3 <
┆ B008:01	Request	R/W	01 80
┆ B008:02	Status	RO	0x01 (1)
┆ B008:03	Response	RO	01 80

Abb. 144: Beispiel Kommando 0x8001, EnDat Reset für Kanal 1

8.4.4 Kommando 0x8006 - EnDat lese Pos2

Das Kommando 0x8006 „EnDat lese Pos2“, berechne und schreibe Offset (nur für Inkrementelle Geber mit Referenzmarke).

Mit dem Kommando wird die Differenz von Position1 und Position2 berechnet.

- ✓ Voraussetzung ist, dass das RM-Bit (Reference Mark) ([0xA0p8:04 \[▶ 145\]](#)) gesetzt ist.
1. Geben Sie über das FB EnDat Command Objekt, Index [0xB0p8:01 \[▶ 142\]](#) „Request“ das Kommando 0x8006 ein. (abhängig von der Anzahl der Kanäle mit p = 0 für Kanal 1 und p = 1 für Kanal 2).
 ⇒ Beachten Sie den Hinweis zur [Kommando-Eingabe über den System Manager \[▶ 135\]](#).

Anschließend wird der Offset automatisch in [0x80p8:12 \[▶ 142\]](#) „Offset value“ geschrieben. Damit ist der „Position raw value“ ([0xA0p8:43 \[▶ 145\]](#)) dann absolut.

CoE Entry / Beispiel für Kommando 0x8006

☐ B008:0	FB EnDat Command Ch.1	RO	> 3 <
┆ B008:01	Request	R/W	06 80
┆ B008:02	Status	RO	0x01 (1)
┆ B008:03	Response	RO	06 80 00 80 84 00 00 00 00 00

Abb. 145: Beispiel Kommando 0x8006, EnDat lese Pos2 für Kanal 1

8.4.5 Kommando 0x8008 - Suppress TxPDO State (EL5032)

Das Kommando 0x8008 „Suppress TxPDO State“ unterdrückt das „TxPDOState“ (nur EL5032 ab FW 17).

Mit diesem Befehl wird das „TxPDO State“ so lange unterdrückt, bis z. B. bei Messgeräten mit abstandskodierten Referenzmarken, die Referenzmarken erreicht wurden und das Bit in 0xA0p8:04 „Referenz Mark“ = TRUE ist.

Die ausgegebene Position ist dann absolut.

1. Geben Sie über das FB EnDat Command Objekt, Index [0xB0p8:01 \[► 142\]](#) „Request“ das Kommando 0x8008 ein. (abhängig von der Anzahl der Kanäle mit p = 0 für Kanal 1 und p = 1 für Kanal 2).
⇒ Beachten Sie den Hinweis zur [Kommando-Eingabe über den System Manager \[► 135\]](#).

CoE Entry / Beispiel für Kommando 0x8008

Beispiel zur Inbetriebnahme von Messgeräten mit abstandskodierten Referenzmarken

Z. B. HEIDENHAIN Messgeräte der Baureihe EIB 1500 Externe Interface-Box, Signalkonverter zur Winkelmessung mit erhöhter Genauigkeit liefern nach dem Einschalten zunächst keinen absoluten Positionswert. Erst nach dem Überfahren der abstandscodierten Referenzmarken steht ein absoluter Positionswert zur Verfügung.

1. Ausgangszustand:
Es steht kein absoluter Positionswert zur Verfügung.
⇒ Über die Prozessdaten wird daher zurückgemeldet:
[0x60p0:01 \[► 143\]](#) „Warning“ = TRUE und
[0x60p0:0E \[► 143\]](#) „TxPDO State“ = TRUE
Über die NC kann Achse nicht verfahren werden, da die Positionsdaten ungültig sind.
2. Kommando 0x8008 „Suppress TxPDO State“ setzen.
Das TxPDO State wird so lange unterdrückt, bis die abstandscodierten Referenzmarken überfahren wurden. Ist die Achse freigegeben, so kann diese nun aus der NC heraus verfahren werden.
⇒ Wird im Objekt „FB EnDat Diag data Ch. p“ Index [0xA0p8:04 \[► 145\]](#) „Referenz Mark“ = TRUE zurückgemeldet, so ist die Referenzpunktfahrt abgeschlossen.
3. Über Kommando [0x8001 \[► 137\]](#) „Encoder reset“ wird der Encoder zurückgesetzt. Dabei wird auch das „Warning Flag“ in den Prozessdaten [0x60xp0:01 „Warning“](#) zurückgenommen.
4. Über Kommando [0x8006 \[► 137\]](#) „EnDat read Pos2, calculate and write offset“ wird der berechnete Offset in Objekt „EnDat Settings Ch. p“ Index [0x80p8:12 \[► 142\]](#) „Offset value“ geschrieben.
⇒ Sobald der Status des aktuell ausgeführten Kommando-Objekt in Index [0xB0p:02 \[► 142\]](#) „Status“ = 1 ist, wurde der Befehl fehlerfrei übernommen.
⇒ Nun ist der Positionswert in Index [0x60p:11 „Position“](#) absolut.

8.4.6 Kommando 0x9000 - Lese EnDat Word

Für das Kommando 0x9000 „Lese EnDat Word“ gehen Sie wie folgt vor:

1. Schreibe Request

Geben Sie über das FB EnDat Command Objekt, Index 0xB0p8:01 [► 142] „Request“ den 5 Byte Header wie folgt ein. (abhängig von der Anzahl der Kanäle mit p = 0 für Kanal 1 und p =1 für Kanal 2).

- 0: LOBYTE Kommando
- 1: HIBYTE Kommando
- 2: MRS Code
- 3: Offset
- 4: Länge in Words

2. Lese Status 0xB0p8:02:

Ist dieser 0x01, liegt eine gültige Response vor.

3. Lese Response:

(5 Byte Header + 1 bis 32 Word Daten)

- 0: Quittierung LOBYTE Kommando
- 1: Quittierung HIBYTE Kommando
- 2: Quittierung MRS Code
- 3: Quittierung Offset
- 4: Quittierung Länge in Words
- 5: LOBYTE Word 0
- 6: HIBYTE Word 0
- ...
- 5+(n*2) LOBYTE Word n
- 5+(n*2) HIBYTE Word n

CoE Entry / Beispiel für Kommando 0x9000

Beispiel Lese Messgerätebezeichnung

Kommando Lesen: 0x9000

MRS Code: „Parameter des Messgeräteherstellers für EnDat2.2“: 0xBD

Offset Word 17: 0x11

Länge: 0x04

- 1. Schreibe Request 0xB008:01: "00 90 BD 11 04"

B008:0	FB EnDat Command Ch.1	RO	> 3 <
B008:01	Request	RW	00 90 BD 11 04
B008:02	Status	RO	0x01 (1)
B008:03	Response	RO	00 90 BD 11 04 45 43 4E 20 31 31 32 33

Abb. 146: Beispiel Kommando 0x9000 Lese Messgerätebezeichnung

- 2. Lese Status 0xB008:02: Ist dieser 0x01, liegt eine gültige Response vor.
 - 3. Lese Response
 - 5 Byte Quittierung Header + 4 Word Data
 - 0x45 = ASCII "E"
 - 0x43 = ASCII "C"
 - 0x4E = ASCII "N"
 - 0x20 = ASCII " "
 - 0x31 = ASCII "1"
 - 0x31 = ASCII "1"
 - 0x32 = ASCII "2"
 - 0x33 = ASCII "3"
- ⇒ Die Messgerätebezeichnung lautet "ECN 1123"

8.4.7 Kommando 0x9001 - Schreibe EnDat Word

Für das Kommando 0x9001 „Schreibe EnDat Word“ gehen Sie wie folgt vor:

1. Schreibe Request

Geben Sie über das FB EnDat Command Objekt, Index 0xB0p8:01 [► 142] „Request“ den 5 Byte Header und 1 bis 32 Word Daten wie folgt ein. (abhängig von der Anzahl der Kanäle mit p = 0 für Kanal 1 und p = 1 für Kanal 2).

- 0: LOBYTE Kommando
- 1: HIBYTE Kommando
- 2: MRS Code
- 3: Offset
- 4: Länge in Words
- 5: LOBYTE Word 0
- 6: HIBYTE Word 0

...
 5+(n*2) LOBYTE Word n
 5+(n*2) HIBYTE Word n

2. Lese Status 0xB0p8:02:

Ist dieser 0x01, wurden die Daten erfolgreich geschrieben.

3. Lese Response:

(5 Byte Header + 1 bis 32 Word Daten)

- 0: Quittierung LOBYTE Kommando
- 1: Quittierung HIBYTE Kommando
- 2: Quittierung MRS Code
- 3: Quittierung Offset
- 4: Quittierung Länge in Words

CoE Entry / Beispiel für Kommando 0x9001

Beispiel: Schreibe Geberadresse

Kommando Schreiben: 0x9001
 MRS Code: „Betriebsparameter“: 0xA7
 Offset Word 04: 0x04
 Länge: 0x01
 Neue Geberadresse: 0x1234

- 1. Schreibe Request 0xB008:01: "01 90 A7 04 01 34 12"

☐	B008:0	FB EnDat Command Ch.1	RO	> 3 <
	┆	B008:01 Request	R/W	01 90 A7 04 01 34 12
	┆	B008:02 Status	RO	0x01 (1)
	┆	B008:03 Response	RO	01 90 A7 04 01 34 12

Abb. 147: Beispiel Kommando 0x9001 Schreibe Geberadresse

- 2. Lese Status 0xB008:02: Ist dieser 0x01, wurden die Daten erfolgreich geschrieben.

3. Lese Response

5 Byte Quittierung Header + 1 Word Data

0x34 = LOBYTE von "0x1234"

0x12 = HIBYTE von "0x1234"

8.5 EL5031-0011 - Objektbeschreibung und Parametrierung

i EtherCAT XML Device Description

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

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

Die Parametrierung des EtherCAT Gerätes wird über den CoE-Online Reiter [[▶ 105](#)] (mit Doppelklick auf das entsprechende Objekt) bzw. über den Prozessdatenreiter [[▶ 102](#)] (Zuordnung der PDOs) vorgenommen. Beachten Sie bei Verwendung/Manipulation der CoE-Parameter die allgemeinen CoE-Hinweise [[▶ 25](#)]:

- StartUp-Liste führen für den Austauschfall
- Unterscheidung zwischen Online/Offline Dictionary, Vorhandensein aktueller XML-Beschreibung
- „CoE-Reload [[▶ 183](#)]“ zum Zurücksetzen der Veränderungen

8.5.1 Restore Objekt

Index 1011 Restore default parameters

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
1011:0	Restore default parameters [▶ 183]	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})

8.5.2 Konfigurationsdaten

Index 8000 FB Settings

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
8000:0	FB Settings	Max. Subindex	UINT8	RO	> 17 <
8000:11	Device type	02: EnDat	UINT32	RW	0x00000002 (2 _{dez})

Index 8008 FB EnDat settings

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
8008:0	FB EnDat settings	Max. Subindex	UINT8	RO	> 19 <
8008:12	Offset value	Wert, der zu dem EnDat-Positionswert dazu addiert wird	INT64	RW	00 00 00 00 00 00 00 00
8008:13	Supply voltage	Versorgungsspannung des Gebers: 50: 5,0 V 90: 9,0 V (siehe folgenden Hinweis)	UINT8	RW	5.0 V (50)

● Werte des EndDat-Gebers Auslesen oder Beschreiben

i Greifen die Konfigurations- und Informationsdaten auf bestimmte Speicherbereiche des Endat-Gebers zu, so ist sicher zu stellen, dass zum Auslesen oder Beschreiben dieser Speicherbereiche der Geber angeschlossen und mit Spannung versorgt wird. Kann keine Kommunikation zum EnDat-Geber aufgebaut werden, so erfolgt eine Fehlermeldung „Data cannot be transferred or stored to the application“.

● Gebersversorgungsspannung einstellen

- i**
- Zum Beschreiben von 0x8008:13 "Supply Voltage" muss in 0xF008 [► 160] "Code word" der Wert 0x72657375 (ASCII:"user") gesetzt sein.
 - Die Gebersversorgungsspannung wird im Objekt 0x8008 eingestellt. Angabe in 0,1 V. Nur die Werte 50 (5,0 V) und 90 (9,0 V) sind zulässig. Die Einstellung wird erst im State "INIT" übernommen.
- ⇒ Stellen Sie vor dem Umstellen auf 9,0 V sicher, dass der EnDat-Geber den erweiterten Spannungsbereich unterstützt!

8.5.3 Kommando-Objekt

Index B008 FB ENDat Command

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
B008:0	FB ENDat Command	Max. Subindex	UINT8	RO	> 3 <
B008:01	Request	Mit dem Kommando Objekt können verschiedenen Aktionen wie z. B. das Auslesen oder Beschreiben eines bestimmten Speicherbereichs des EnDat Gebers ausgelöst werden. Request: bis 69 Byte s. <u>Kommandos</u> [► 135]	OCTET-STRING[69]	RW	
B008:02	Status	Status des aktuell ausgeführten Kommandos 0: Kommando fehlerfrei und ohne Response ausgeführt 1: Kommando fehlerfrei und mit Response ausgeführt 2: Kommando mit Fehler und ohne Response ausgeführt 3: Kommando mit Fehler und mit Response ausgeführt 255: Kommando wird ausgeführt	UINT8	RO	0x00 (0 _{dez})
B008:03	Response	Optionaler Rückgabewert des Kommandos Response: bis 69 Byte	OCTET-STRING[69]	RO	

8.5.4 Eingangsgdaten

Index 6000 FB Inputs

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
6000:0	FB Inputs	Max. Subindex	UINT8	RO	> 22 <
6000:01	Warning	Warning-Bit des EnDat Protokolls	BOOLEAN	RO	FALSE
6000:02	Error	Error Sammelbit des EnDat Protokolls (Fehlermeldung 1/ Fehlermeldung 2)	BOOLEAN	RO	FALSE
6000:03	Ready	Betriebsbereit (Initialisierung des Gebers abgeschlossen)	BOOLEAN	RO	FALSE
6000:0D	Diag	Zeigt an, dass eine neue Meldung in der "Diag History" bereit steht	BOOLEAN	RO	TRUE
6000:0E	TxPDO State	Gültigkeit der Daten der zugehörigen TxPDO (0 = valid, 1 = invalid)	BOOLEAN	RO	TRUE
6000:0F	Input cycle counter	2-Bit Zähler zu Synchronisierung (inkrementiert nur wenn ein neuer Wert vorliegt)	BIT2	RO	0
6000:11	Position	EnDat Positionswert	UINT64	RO	00 00 00 00 00 00 00 00
6000:12	Position (uint32)	EnDat Positionswert (unit32)	UINT32	RO	00 00 00 00
6000:16	StartTimeNextLatch		UINT64	RO	00 00 00 00 00 00 00 00

8.5.5 Informationsdaten

(Elektronisches Typenschild und Liste der unterstützten Errors und Warnings)

Index 9008 FB EnDat Info data

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
9008:0	FB ENDat Info data	Max. Subindex	UINT8	RO	> 81 <
9008:01	Encoder type	0: "Linear encoder" 1: "Rotary/angle encoder" 2: "EIB" (External interface Box)	BIT2	RO	Linear encoder (0 _{dez})
9008:03	Reference system	0: "Incremental" 1: "Absolute"	BIT1	RO	Incremental (0 _{dez})
9008:11	Encoder designation	Messgerätebezeichnung, z. B.: LC181	STRING	RO	
9008:12	Encoder ident number	Identnummer des Messgeräts	STRING	RO	
9008:13	Encoder serial number	Seriennummer des Messgeräts	STRING	RO	
9008:14	Multiturn resolution	Anzahl unterscheidbarer Umdrehungen z. B.: 4096 (entspricht 12 Bit)	UINT32	RO	0x00000000 (0 _{dez})
9008:15	Singleturn resolution	Nur bei "Rotary/angle encoder": Anzahl der Messschritte pro Umdrehung	UINT32	RO	0x00000000 (0 _{dez})
9008:16	Measuring step	Nur bei "Linear encoder": Schrittweite in nm	UINT32	RO	0x00000000 (0 _{dez})
9008:21	Light source error supported	Entsprechender Diagnoseeintrag in 0xA0p8 ► 145 FALSE: nicht unterstützt TRUE: unterstützt	BOOLEAN	RO	FALSE
9008:22	Signal amplitude error supported				
9008:23	Position error supported				
9008:24	Overvoltage error supported				
9008:25	Undervoltage error supported				
9008:26	Overcurrent error supported				
9008:27	Battery error supported				
9008:31	Frequency warning supported				
9008:32	Temperature warning supported				
9008:33	Light source warning supported				
9008:34	Battery warning supported				
9008:35	Reference Mark warning supported				
9008:36	Acyclic mode warning supported				
9008:37	Limit position warning supported				
9008:38	Not ready warning supported				
9008:39	Diagnostic warning supported				
9008:43	Temperature 1 (extern) supported				
9008:44	Temperature 2 (intern) supported				
9008:51	Clock pulse periods	Anzahl der Positionsbit	UINT16	RO	0x0000 (0 _{dez})

● Werte des EndDat-Gebers Auslesen oder Beschreiben

I Greifen die Konfigurations- und Informationsdaten auf bestimmte Speicherbereiche des Endat-Gebers zu, so ist sicher zu stellen, dass zum Auslesen oder Beschreiben dieser Speicherbereiche der Geber angeschlossen und mit Spannung versorgt wird. Kann keine Kommunikation zum EndDat-Geber aufgebaut werden, so erfolgt eine Fehlermeldung „Data cannot be transferred or stored to the application“.

8.5.6 Diagnostikdaten

Index 10F3 Diagnosis History

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
10F3:0	Diagnosis History	Maximaler Subindex	UINT8	RO	> 55 <
10F3:01	Maximum Messages	Maximale Anzahl der gespeicherten Nachrichten Es können maximal 50 Nachrichten gespeichert werden	UINT8	RO	0x32 (50 _{dez})
10F3:02	Newest Message	Subindex der neusten Nachricht	UINT8	RO	0x00 (0 _{dez})
10F3:03	Newest Acknowledged Message	Subindex der letzten bestätigten Nachricht	UINT8	RW	0x00 (0 _{dez})
10F3:04	New Messages Available	Zeigt an, wenn eine neue Nachricht verfügbar ist	BOOLEAN	RO	FALSE
10F3:05	Flags	ungenutzt	UINT16	RW	0x0000 (0 _{dez})
10F3:06	Diagnosis Message 001	Nachricht 1	OCTET-STRING[28]	RO	
...			
10F3:37	Diagnosis Message 050	Nachricht 50	OCTET-STRING[28]	RO	

Index 10F8 Actual Time Stamp

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

Index A008 FB EnDat Diag data

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
A008:0	FB EnDat Diag data	Max. Subindex	UINT8	RO	> 67 <
A008:01	Warning	Warning Bit des EnDat Protokolls <ul style="list-style-type: none"> FALSE: keine Warnung TRUE: gibt an, dass eine Warnung aufgetreten ist (Sammelmeldung) 	BOOLEAN	RO	FALSE
A008:02	Error 1	Error 2 Bit des EnDat Protokolls <ul style="list-style-type: none"> FALSE: keine Fehlermeldung 1 TRUE: gibt an, dass eine Fehlermeldung 1 aufgetreten ist (Sammelmeldung) 	BOOLEAN	RO	FALSE
A008:03	Error 2 (active low)	Error 2 Bit des EnDat Protokolls <ul style="list-style-type: none"> FALSE: keine Fehlermeldung 2 TRUE: gibt an, dass eine Fehlermeldung 2 aufgetreten ist (Sammelmeldung) 	BOOLEAN	RO	FALSE
A008:04	Reference Mark	<ul style="list-style-type: none"> FALSE: Referenzpunktfahrt nicht abgeschlossen TRUE: Referenzpunktfahrt abgeschlossen. Bei absoluten Messgeräten bereits beim Einschalten gesetzt 	BOOLEAN	RO	FALSE
A008:11	CRC Error Position counter	Inkrementiert mit jedem „CRC Error Position“ Reset bei Neuinitialisierung	UINT16	RW	0x0000 (0 _{dez})
A008:12	CRC Error Z1 counter	Inkrementiert mit jedem „CRC Error Zusatzinformation 1“ Reset bei Neuinitialisierung	UINT16	RW	0x0000 (0 _{dez})
A008:13	CRC Error Z2 counter	Inkrementiert mit jedem „CRC Error Zusatzinformation 2“ Reset bei Neuinitialisierung	UINT16	RW	0x0000 (0 _{dez})
A008:21	Light source error	Beleuchtung <ul style="list-style-type: none"> FALSE: in Ordnung TRUE: Ausfall 	BOOLEAN	RO	FALSE
A008:22	Signal amplitude error	Signalamplitude <ul style="list-style-type: none"> FALSE: in Ordnung TRUE: fehlerhaft 	BOOLEAN	RO	FALSE
A008:23	Position error	Position <ul style="list-style-type: none"> FALSE: in Ordnung TRUE: fehlerhaft 	BOOLEAN	RO	FALSE
A008:24	Overvoltage error	Überspannung <ul style="list-style-type: none"> FALSE: keine TRUE: ja 	BOOLEAN	RO	FALSE
A008:25	Undervoltage error	Unterspannung <ul style="list-style-type: none"> FALSE: keine TRUE: Unterspannung Versorgung 	BOOLEAN	RO	FALSE
A008:26	Overcurrent error	Überstrom <ul style="list-style-type: none"> FALSE: nein TRUE: ja 	BOOLEAN	RO	FALSE
A008:27	Battery error	Batterie <ul style="list-style-type: none"> FALSE: OK TRUE: Wechsel erforderlich 	BOOLEAN	RO	FALSE
A008:31	Frequency warning	Frequenzkollision <ul style="list-style-type: none"> FALSE: keine TRUE: ja 	BOOLEAN	RO	FALSE
A008:32	Temperature warning	Temperaturüberschreitung <ul style="list-style-type: none"> FALSE: keine TRUE: ja 	BOOLEAN	RO	FALSE
A008:33	Light source warning	Regelreserve Beleuchtung <ul style="list-style-type: none"> FALSE: nicht erreicht TRUE: erreicht 	BOOLEAN	RO	FALSE

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
A008:34	Battery warning	Batterieladung <ul style="list-style-type: none"> • FALSE: OK • TRUE: zu gering 	BOOLEAN	RO	FALSE
A008:35	Reference mark warning	Referenzpunkt <ul style="list-style-type: none"> • FALSE: nicht erreicht • TRUE: erreicht 	BOOLEAN	RO	FALSE
A008:36	Acyclic mode warning	Zyklischer Betrieb <ul style="list-style-type: none"> • FALSE: zyklisch • TRUE: azyklisch 	BOOLEAN	RO	FALSE
A008:37	Limit position warning	Grenzlage <ul style="list-style-type: none"> • FALSE: nicht erreicht • TRUE: erreicht 	BOOLEAN	RO	FALSE
A008:38	Not ready warning	Bereitschaft <ul style="list-style-type: none"> • FALSE: ja • TRUE: keine 	BOOLEAN	RO	FALSE
A008:39	Diagnostic warning	Diagnose <ul style="list-style-type: none"> • FALSE: OK • TRUE: Schwellwert überschritten 	BOOLEAN	RO	FALSE
A008:41	Temperature sensor 1 (extern)	Temperatur Fühler 1 (wenn nicht unterstützt, dann wird 0x8000 ausgegeben) Einheit: 0,1°C	INT16	RO	0x8000 (-32768 _{dez})
A008:42	Temperature sensor 2 (extern)	Temperatur Fühler 1 (wenn nicht unterstützt, dann wird 0x8000 ausgegeben) Einheit: 0,1°C	INT16	RO	0x8000 (-32768 _{dez})
A008:43	Position raw value	Positionswert ohne Invertierung und Offset	UINT64	RO	00 00 00 00 00 00 00 00

8.5.7 Standardobjekte

Index 1000 Device type

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
1000:0	Device type	Geräte-Typ des EtherCAT-Slaves: Das Lo-Word enthält das verwendete CoE Profil (5001). Das Hi-Word enthält das Modul Profil entsprechend des Modular Device Profile.	UINT32	RO	0x02011389 (5001 _{dez})

Index 1008 Device name

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
1008:0	Device name	Geräte-Name des EtherCAT-Slave	STRING	RO	EL5031-0011

Index 1009 Hardware version

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
1009:0	Hardware version	Hardware-Version des EtherCAT-Slaves	STRING	RO	01

Index 100A Software version

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
100A:0	Software version	Firmware-Version des EtherCAT-Slaves	STRING	RO	09

Index 1018 Identity

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
1018:0	Identity	Informationen, um den Slave zu identifizieren	UINT8	RO	> 4 <
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	0x13A83052 (329789522 _{dez})
1018:03	Revision	Revisionsnummer des EtherCAT-Slaves, das Low-Word (Bit 0-15) kennzeichnet die Sonderklemmennummer, das High-Word (Bit 16-31) verweist auf die Gerätebeschreibung	UINT32	RO	0x00130000 (1245184 _{dez})
1018:04	Serial number	Seriennummer des EtherCAT-Slaves, das Low-Byte (Bit 0-7) des Low-Words enthält das Produktionsjahr, das High-Byte (Bit 8-15) des Low-Words enthält die Produktionswoche, das High-Word (Bit 16-31) ist 0	UINT32	RO	0x00000000 (0 _{dez})

Index 10F0 Backup parameter handling

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
10F0:0	Backup parameter handling	Informationen zum standardisierten Laden und Speichern der Backup Entries	UINT8	RO	> 1 <
10F0:01	Checksum	Checksumme über alle Backup-Entries des EtherCAT-Slaves	UINT32	RO	0x00000D06 (3334 _{dez})

Index 1810 FB TxPDO-Par 1 Samples Position

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
1810:0	FB TxPDO-Par 1 Samples Position	PDO Parameter TxPDO 3	UINT8	RO	> 6 <
1810:06	Exclude TxPDOs	Hier sind die TxPDOs (Index der TxPDO Mapping Objekte) angegeben, die nicht zusammen mit TxPDO 3 übertragen werden dürfen	OCTET-STRING[2]	RO	11 1A 12 1A 13 1A 14 1A 15 1A 16 1A 17 1A 18 1A 19 1A 1A 1A 1B 1A 1C 1A 1D 1A 1E 1A 1F 1A 20 1A 21 1A 23 1A 25 1A 27 1A

Index 1811 FB TxPDO-Par 1 Samples Position compact

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
1811:0	FB TxPDO-Par 1 Samples Position compact	PDO Parameter TxPDO 4	UINT8	RO	> 6 <
1811:06	Exclude TxPDOs	Hier sind die TxPDOs (Index der TxPDO Mapping Objekte) angegeben, die nicht zusammen mit TxPDO 4 übertragen werden dürfen	OCTET-STRING[2]	RO	10 1A 12 1A 13 1A 14 1A 15 1A 16 1A 17 1A 18 1A 19 1A 1A 1A 1B 1A 1C 1A 1D 1A 1E 1A 1F 1A 20 1A 21 1A 23 1A 25 1A 27 1A

Index 1812 FB TxPDO-Par 2 Samples Position

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
1812:0	FB TxPDO-Par 2 Samples Position	PDO Parameter TxPDO 5	UINT8	RO	> 6 <
1812:06	Exclude TxPDOs	Hier sind die TxPDOs (Index der TxPDO Mapping Objekte) angegeben, die nicht zusammen mit TxPDO 5 übertragen werden dürfen	OCTET-STRING[2]	RO	10 1A 11 1A 13 1A 14 1A 15 1A 16 1A 17 1A 18 1A 19 1A 1A 1A 1B 1A 1C 1A 1D 1A 1E 1A 1F 1A 20 1A 21 1A 23 1A 25 1A 27 1A

Index 1813 FB TxPDO-Par 2 Samples Position compact

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
1813:0	FB TxPDO-Par 2 Samples Position compact	PDO Parameter TxPDO 6	UINT8	RO	> 6 <
1813:06	Exclude TxPDOs	Hier sind die TxPDOs (Index der TxPDO Mapping Objekte) angegeben, die nicht zusammen mit TxPDO 6 übertragen werden dürfen	OCTET-STRING[2]	RO	10 1A 11 1A 12 1A 14 1A 15 1A 16 1A 17 1A 18 1A 19 1A 1A 1A 1B 1A 1C 1A 1D 1A 1E 1A 1F 1A 20 1A 21 1A 23 1A 25 1A 27 1A

Index 1814 FB TxPDO-Par 4 Samples Position

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
1814:0	FB TxPDO-Par 4 Samples Position	PDO Parameter TxPDO 7	UINT8	RO	> 6 <
1814:06	Exclude TxPDOs	Hier sind die TxPDOs (Index der TxPDO Mapping Objekte) angegeben, die nicht zusammen mit TxPDO 7 übertragen werden dürfen	OCTET-STRING[2]	RO	10 1A 11 1A 12 1A 13 1A 15 1A 16 1A 17 1A 18 1A 19 1A 1A 1A 1B 1A 1C 1A 1D 1A 1E 1A 1F 1A 20 1A 21 1A 23 1A 25 1A 27 1A

Index 1815 FB TxPDO-Par 4 Samples Position compact

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
1815:0	FB TxPDO-Par 4 Samples Position compact	PDO Parameter TxPDO 8	UINT8	RO	> 6 <
1815:06	Exclude TxPDOs	Hier sind die TxPDOs (Index der TxPDO Mapping Objekte) angegeben, die nicht zusammen mit TxPDO 8 übertragen werden dürfen	OCTET-STRING[2]	RO	10 1A 11 1A 12 1A 13 1A 14 1A 16 1A 17 1A 18 1A 19 1A 1A 1A 1B 1A 1C 1A 1D 1A 1E 1A 1F 1A 20 1A 21 1A 23 1A 25 1A 27 1A

Index 1816 FB TxPDO-Par 5 Samples Position

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
1816:0	FB TxPDO-Par 5 Samples Position	PDO Parameter TxPDO 9	UINT8	RO	> 6 <
1816:06	Exclude TxPDOs	Hier sind die TxPDOs (Index der TxPDO Mapping Objekte) angegeben, die nicht zusammen mit TxPDO 9 übertragen werden dürfen	OCTET-STRING[2]	RO	10 1A 11 1A 12 1A 13 1A 14 1A 15 1A 17 1A 18 1A 19 1A 1A 1A 1B 1A 1C 1A 1D 1A 1E 1A 1F 1A 20 1A 21 1A 23 1A 25 1A 27 1A

Index 1817 FB TxPDO-Par 5 Samples Position compact

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
1817:0	FB TxPDO-Par 5 Samples Position compact	PDO Parameter TxPDO 10	UINT8	RO	> 6 <
1817:06	Exclude TxPDOs	Hier sind die TxPDOs (Index der TxPDO Mapping Objekte) angegeben, die nicht zusammen mit TxPDO 10 übertragen werden dürfen	OCTET-STRING[2]	RO	10 1A 11 1A 12 1A 13 1A 14 1A 15 1A 16 1A 18 1A 19 1A 1A 1A 1B 1A 1C 1A 1D 1A 1E 1A 1F 1A 20 1A 21 1A 23 1A 25 1A 27 1A

Index 1818 FB TxPDO-Par 8 Samples Position

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
1818:0	FB TxPDO-Par 8 Samples Position	PDO Parameter TxPDO 11	UINT8	RO	> 6 <
1818:06	Exclude TxPDOs	Hier sind die TxPDOs (Index der TxPDO Mapping Objekte) angegeben, die nicht zusammen mit TxPDO 11 übertragen werden dürfen	OCTET-STRING[2]	RO	10 1A 11 1A 12 1A 13 1A 14 1A 15 1A 16 1A 17 1A 19 1A 1A 1A 1B 1A 1C 1A 1D 1A 1E 1A 1F 1A 20 1A 21 1A 23 1A 25 1A 27 1A

Index 1819 FB TxPDO-Par 8 Samples Position compact

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
1819:0	FB TxPDO-Par 8 Samples Position compact	PDO Parameter TxPDO 12	UINT8	RO	> 6 <
1819:06	Exclude TxPDOs	Hier sind die TxPDOs (Index der TxPDO Mapping Objekte) angegeben, die nicht zusammen mit TxPDO 12 übertragen werden dürfen	OCTET-STRING[2]	RO	10 1A 11 1A 12 1A 13 1A 14 1A 15 1A 16 1A 17 1A 18 1A 1A 1A 1B 1A 1C 1A 1D 1A 1E 1A 1F 1A 20 1A 21 1A 23 1A 25 1A 27 1A

Index 181A FB TxPDO-Par 10 Samples Position

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
181A:0	FB TxPDO-Par 10 Samples Position	PDO Parameter TxPDO 13	UINT8	RO	> 6 <
181A:06	Exclude TxPDOs	Hier sind die TxPDOs (Index der TxPDO Mapping Objekte) angegeben, die nicht zusammen mit TxPDO 13 übertragen werden dürfen	OCTET-STRING[2]	RO	10 1A 11 1A 12 1A 13 1A 14 1A 15 1A 16 1A 17 1A 18 1A 19 1A 1B 1A 1C 1A 1D 1A 1E 1A 1F 1A 20 1A 21 1A 23 1A 25 1A 27 1A

Index 181B FB TxPDO-Par 10 Samples Position compact

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
181B:0	FB TxPDO-Par 10 Samples Position compact	PDO Parameter TxPDO 14	UINT8	RO	> 6 <
181B:06	Exclude TxPDOs	Hier sind die TxPDOs (Index der TxPDO Mapping Objekte) angegeben, die nicht zusammen mit TxPDO 14 übertragen werden dürfen	OCTET-STRING[2]	RO	10 1A 11 1A 12 1A 13 1A 14 1A 15 1A 16 1A 17 1A 18 1A 19 1A 1A 1A 1C 1A 1D 1A 1E 1A 1F 1A 20 1A 21 1A 23 1A 25 1A 27 1A

Index 181C FB TxPDO-Par 16 Samples Position

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
181C:0	FB TxPDO-Par 16 Samples Position	PDO Parameter TxPDO 15	UINT8	RO	> 6 <
181C:06	Exclude TxPDOs	Hier sind die TxPDOs (Index der TxPDO Mapping Objekte) angegeben, die nicht zusammen mit TxPDO 15 übertragen werden dürfen	OCTET-STRING[2]	RO	10 1A 11 1A 12 1A 13 1A 14 1A 15 1A 16 1A 17 1A 18 1A 19 1A 1A 1A 1B 1A 1D 1A 1E 1A 1F 1A 20 1A 21 1A 23 1A 25 1A 27 1A

Index 181D FB TxPDO-Par 16 Samples Position compact

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
181D:0	FB TxPDO-Par 16 Samples Position compact	PDO Parameter TxPDO 16	UINT8	RO	> 6 <
181D:06	Exclude TxPDOs	Hier sind die TxPDOs (Index der TxPDO Mapping Objekte) angegeben, die nicht zusammen mit TxPDO 16 übertragen werden dürfen	OCTET-STRING[2]	RO	10 1A 11 1A 12 1A 13 1A 14 1A 15 1A 16 1A 17 1A 18 1A 19 1A 1A 1A 1B 1A 1C 1A 1E 1A 1F 1A 20 1A 21 1A 23 1A 25 1A 27 1A

Index 181E FB TxPDO-Par 20 Samples Position

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
181E:0	FB TxPDO-Par 20 Samples Position	PDO Parameter TxPDO 17	UINT8	RO	> 6 <
181E:06	Exclude TxPDOs	Hier sind die TxPDOs (Index der TxPDO Mapping Objekte) angegeben, die nicht zusammen mit TxPDO 17 übertragen werden dürfen	OCTET-STRING[2]	RO	10 1A 11 1A 12 1A 13 1A 14 1A 15 1A 16 1A 17 1A 18 1A 19 1A 1A 1A 1B 1A 1C 1A 1D 1A 1F 1A 20 1A 21 1A 23 1A 25 1A 27 1A

Index 181F FB TxPDO-Par 20 Samples Position compact

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
181F:0	FB TxPDO-Par 20 Samples Position compact	PDO Parameter TxPDO 18	UINT8	RO	> 6 <
181F:06	Exclude TxPDOs	Hier sind die TxPDOs (Index der TxPDO Mapping Objekte) angegeben, die nicht zusammen mit TxPDO 18 übertragen werden dürfen	OCTET-STRING[2]	RO	10 1A 11 1A 12 1A 13 1A 14 1A 15 1A 16 1A 17 1A 18 1A 19 1A 1A 1A 1B 1A 1C 1A 1D 1A 1E 1A 20 1A 21 1A 23 1A 25 1A 27 1A

Index 1820 FB TxPDO-Par 25 Samples Position

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
1820:0	FB TxPDO-Par 25 Samples Position	PDO Parameter TxPDO 19	UINT8	RO	> 6 <
1820:06	Exclude TxPDOs	Hier sind die TxPDOs (Index der TxPDO Mapping Objekte) angegeben, die nicht zusammen mit TxPDO 19 übertragen werden dürfen	OCTET-STRING[2]	RO	10 1A 11 1A 12 1A 13 1A 14 1A 15 1A 16 1A 17 1A 18 1A 19 1A 1A 1A 1B 1A 1C 1A 1D 1A 1E 1A 1F 1A 21 1A 23 1A 25 1A 27 1A

Index 1821 FB TxPDO-Par 25 Samples Position compact

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
1821:0	FB TxPDO-Par 25 Samples Position compact	PDO Parameter TxPDO 20	UINT8	RO	> 6 <
1821:06	Exclude TxPDOs	Hier sind die TxPDOs (Index der TxPDO Mapping Objekte) angegeben, die nicht zusammen mit TxPDO 20 übertragen werden dürfen	OCTET-STRING[2]	RO	10 1A 11 1A 12 1A 13 1A 14 1A 15 1A 16 1A 17 1A 18 1A 19 1A 1A 1A 1B 1A 1C 1A 1D 1A 1E 1A 1F 1A 20 1A 23 1A 25 1A 27 1A

Index 1823 FB TxPDO-Par 32 Samples Position compact

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
1823:0	FB TxPDO-Par 32 Samples Position compact	PDO Parameter TxPDO 21	UINT8	RO	> 6 <
1823:06	Exclude TxPDOs	Hier sind die TxPDOs (Index der TxPDO Mapping Objekte) angegeben, die nicht zusammen mit TxPDO 21 übertragen werden dürfen	OCTET-STRING[2]	RO	10 1A 11 1A 12 1A 13 1A 14 1A 15 1A 16 1A 17 1A 18 1A 19 1A 1A 1A 1B 1A 1C 1A 1D 1A 1E 1A 1F 1A 20 1A 21 1A 25 1A 27 1A

Index 1825 FB TxPDO-Par 40 Samples Position compact

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
1825:0	FB TxPDO-Par 40 Samples Position compact	PDO Parameter TxPDO 22	UINT8	RO	> 6 <
1825:06	Exclude TxPDOs	Hier sind die TxPDOs (Index der TxPDO Mapping Objekte) angegeben, die nicht zusammen mit TxPDO 22 übertragen werden dürfen	OCTET-STRING[2]	RO	10 1A 11 1A 12 1A 13 1A 14 1A 15 1A 16 1A 17 1A 18 1A 19 1A 1A 1A 1B 1A 1C 1A 1D 1A 1E 1A 1F 1A 20 1A 21 1A 23 1A 27 1A

Index 1827 FB TxPDO-Par 50 Samples Position compact

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
1827:0	FB TxPDO-Par 50 Samples Position compact	PDO Parameter TxPDO 23	UINT8	RO	> 6 <
1827:06	Exclude TxPDOs	Hier sind die TxPDOs (Index der TxPDO Mapping Objekte) angegeben, die nicht zusammen mit TxPDO 23 übertragen werden dürfen	OCTET-STRING[2]	RO	10 1A 11 1A 12 1A 13 1A 14 1A 15 1A 16 1A 17 1A 18 1A 19 1A 1A 1A 1B 1A 1C 1A 1D 1A 1E 1A 1F 1A 20 1A 21 1A 23 1A 25 1A

Index 1A00 FB TxPDO-Map Inputs

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
1A00:0	FB TxPDO-Map Inputs	PDO Mapping TxPDO 1	UINT8	RO	> 8 <
1A00:01	SubIndex 001	1. PDO Mapping entry (1 bits align)	UINT32	RO	0x0000:00, 1
1A00:02	SubIndex 002	2. PDO Mapping entry (object 0x6000 (FB Inputs), entry 0x02 (Error))	UINT32	RO	0x6000:02, 1
1A00:03	SubIndex 003	3. PDO Mapping entry (object 0x6000 (FB Inputs), entry 0x03 (Ready))	UINT32	RO	0x6000:03, 1
1A00:04	SubIndex 004	4. PDO Mapping entry (5 bits align)	UINT32	RO	0x0000:00, 5
1A00:05	SubIndex 005	5. PDO Mapping entry (4 bits align)	UINT32	RO	0x0000:00, 4
1A00:06	SubIndex 006	6. PDO Mapping entry (object 0x6000 (FB Inputs), entry 0x0D (Diag))	UINT32	RO	0x6000:0D, 1
1A00:07	SubIndex 007	7. PDO Mapping entry (object 0x6000 (FB Inputs), entry 0x0E (TxPDO State))	UINT32	RO	0x6000:0E, 1
1A00:08	SubIndex 008	8. PDO Mapping entry (object 0x6000 (FB Inputs), entry 0x0F (Input cycle counter))	UINT32	RO	0x6000:0F, 2

Index 1A01 FB Inputs NextSyncTime

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
1A01:0	FB Inputs NextSyncTime	PDO Mapping TxPDO 2	UINT8	RO	> 1 <
1A01:01	SubIndex 001	1. PDO Mapping entry (object 0x6000 (FB Inputs), entry 0x16 (StartTimeNextLatch))	UINT32	RO	0x6000:16, 64

Index 1A10 FB TxPDO-Map 1 Samples Position

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
1A10:0	FB TxPDO-Map 1 Samples Position	PDO Mapping TxPDO 4	UINT8	RO	> 1 <
1A10:01	SubIndex 001	1. PDO Mapping entry (object 0x6000 (FB Inputs), entry 0x11 (Position))	UINT32	RO	0x6000:11, 64

Index 1A11 FB TxPDO-Map 1 Samples Position compact

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
1A11:0	FB TxPDO-Map 1 Samples Position compact	PDO Mapping TxPDO 5	UINT8	RO	> 1 <
1A11:01	SubIndex 001	1. PDO Mapping entry (object 0x6000 (FB Inputs), entry 0x12 (Position (uint32)))	UINT32	RO	0x6000:12, 32

Index 1A12 FB TxPDO-Map 2 Samples Position

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
1A12:0	FB TxPDO-Map 2 Samples Position	PDO Mapping TxPDO 6	UINT8	RO	> 2 <
1A12:01	SubIndex 001	1. PDO Mapping entry (object 0x6000 (FB Inputs), entry 0x11 (Position))	UINT32	RO	0x6000:11, 64
1A12:02	SubIndex 002	2. PDO Mapping entry (object 0x6000 (FB Inputs), entry 0x11 (Position))	UINT32	RO	0x6000:11, 64

Index 1A13 FB TxPDO-Map 2 Samples Position compact

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
1A13:0	FB TxPDO-Map 2 Samples Position compact	PDO Mapping TxPDO 7	UINT8	RO	> 2 <
1A13:01	SubIndex 001	1. PDO Mapping entry (object 0x6000 (FB Inputs), entry 0x12 (Position (uint32)))	UINT32	RO	0x6000:12, 32
1A13:02	SubIndex 002	2. PDO Mapping entry (object 0x6000 (FB Inputs), entry 0x12 (Position (uint32)))	UINT32	RO	0x6000:12, 32

Index 1A14 FB TxPDO-Map 4 Samples Position

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
1A14:0	FB TxPDO-Map 4 Samples Position	PDO Mapping TxPDO 8	UINT8	RO	> 4 <
1A14:01	SubIndex 001	1. PDO Mapping entry (object 0x6000 (FB Inputs), entry 0x11 (Position))	UINT32	RO	0x6000:11, 64
...			
1A14:04	SubIndex 004	4. PDO Mapping entry (object 0x6000 (FB Inputs), entry 0x11 (Position))	UINT32	RO	0x6000:11, 64

Index 1A15 FB TxPDO-Map 4 Samples Position compact

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
1A15:0	FB TxPDO-Map 4 Samples Position compact	PDO Mapping TxPDO 9	UINT8	RO	> 4 <
1A15:01	SubIndex 001	1. PDO Mapping entry (object 0x6000 (FB Inputs), entry 0x12 (Position (uint32)))	UINT32	RO	0x6000:12, 32
...			
1A15:04	SubIndex 004	4. PDO Mapping entry (object 0x6000 (FB Inputs), entry 0x12 (Position (uint32)))	UINT32	RO	0x6000:12, 32

Index 1A16 FB TxPDO-Map 5 Samples Position

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
1A16:0	FB TxPDO-Map 5 Samples Position	PDO Mapping TxPDO 10	UINT8	RO	> 5 <
1A16:01	SubIndex 001	1. PDO Mapping entry (object 0x6000 (FB Inputs), entry 0x11 (Position))	UINT32	RO	0x6000:11, 64
...			
1A16:05	SubIndex 005	5. PDO Mapping entry (object 0x6000 (FB Inputs), entry 0x11 (Position))	UINT32	RO	0x6000:11, 64

Index 1A17 FB TxPDO-Map 5 Samples Position compact

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
1A17:0	FB TxPDO-Map 5 Samples Position compact	PDO Mapping TxPDO 11	UINT8	RO	> 5 <
1A17:01	SubIndex 001	1. PDO Mapping entry (object 0x6000 (FB Inputs), entry 0x12 (Position (uint32)))	UINT32	RO	0x6000:12, 32
...			
1A17:05	SubIndex 005	5. PDO Mapping entry (object 0x6000 (FB Inputs), entry 0x12 (Position (uint32)))	UINT32	RO	0x6000:12, 32

Index 1A18 FB TxPDO-Map 8 Samples Position

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
1A18:0	FB TxPDO-Map 8 Samples Position	PDO Mapping TxPDO 12	UINT8	RO	> 8 <
1A18:01	SubIndex 001	1. PDO Mapping entry (object 0x6000 (FB Inputs), entry 0x11 (Position))	UINT32	RO	0x6000:11, 64
...			
1A18:08	SubIndex 008	8. PDO Mapping entry (object 0x6000 (FB Inputs), entry 0x11 (Position))	UINT32	RO	0x6000:11, 64

Index 1A19 FB TxPDO-Map 8 Samples Position compact

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
1A19:0	FB TxPDO-Map 8 Samples Position compact	PDO Mapping TxPDO 13	UINT8	RO	> 8 <
1A19:01	SubIndex 001	1. PDO Mapping entry (object 0x6000 (FB Inputs), entry 0x12 (Position (uint32)))	UINT32	RO	0x6000:12, 32
...			
1A19:08	SubIndex 008	8. PDO Mapping entry (object 0x6000 (FB Inputs), entry 0x12 (Position (uint32)))	UINT32	RO	0x6000:12, 32

Index 1A1A FB TxPDO-Map 10 Samples Position

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
1A1A:0	FB TxPDO-Map 10 Samples Position	PDO Mapping TxPDO 14	UINT8	RO	> 10 <
1A1A:01	SubIndex 001	1. PDO Mapping entry (object 0x6000 (FB Inputs), entry 0x11 (Position))	UINT32	RO	0x6000:11, 64
...			
1A1A:0A	SubIndex 010	10. PDO Mapping entry (object 0x6000 (FB Inputs), entry 0x11 (Position))	UINT32	RO	0x6000:11, 64

Index 1A1B FB TxPDO-Map 10 Samples Position compact

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
1A1B:0	FB TxPDO-Map 10 Samples Position compact	PDO Mapping TxPDO 15	UINT8	RO	> 10 <
1A1B:01	SubIndex 001	1. PDO Mapping entry (object 0x6000 (FB Inputs), entry 0x12 (Position (uint32)))	UINT32	RO	0x6000:12, 32
...			
1A1B:0A	SubIndex 010	10. PDO Mapping entry (object 0x6000 (FB Inputs), entry 0x12 (Position (uint32)))	UINT32	RO	0x6000:12, 32

Index 1A1C FB TxPDO-Map 16 Samples Position

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
1A1C:0	FB TxPDO-Map 16 Samples Position	PDO Mapping TxPDO 16	UINT8	RO	> 16 <
1A1C:01	SubIndex 001	1. PDO Mapping entry (object 0x6000 (FB Inputs), entry 0x11 (Position))	UINT32	RO	0x6000:11, 64
...			
1A1C:10	SubIndex 016	16. PDO Mapping entry (object 0x6000 (FB Inputs), entry 0x11 (Position))	UINT32	RO	0x6000:11, 64

Index 1A1D FB TxPDO-Map 16 Samples Position compact

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
1A1D:0	FB TxPDO-Map 16 Samples Position compact	PDO Mapping TxPDO 17	UINT8	RO	> 16 <
1A1D:01	SubIndex 001	1. PDO Mapping entry (object 0x6000 (FB Inputs), entry 0x12 (Position (uint32)))	UINT32	RO	0x6000:12, 32
...			
1A1D:10	SubIndex 016	16. PDO Mapping entry (object 0x6000 (FB Inputs), entry 0x12 (Position (uint32)))	UINT32	RO	0x6000:12, 32

Index 1A1E FB TxPDO-Map 20 Samples Position

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
1A1E:0	FB TxPDO-Map 20 Samples Position	PDO Mapping TxPDO 18	UINT8	RO	> 20 <
1A1E:01	SubIndex 001	1. PDO Mapping entry (object 0x6000 (FB Inputs), entry 0x11 (Position))	UINT32	RO	0x6000:11, 64
...			
1A1E:14	SubIndex 020	20. PDO Mapping entry (object 0x6000 (FB Inputs), entry 0x11 (Position))	UINT32	RO	0x6000:11, 64

Index 1A1F FB TxPDO-Map 20 Samples Position compact

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
1A1F:0	FB TxPDO-Map 20 Samples Position compact	PDO Mapping TxPDO 19	UINT8	RO	> 20 <
1A1F:01	SubIndex 001	1. PDO Mapping entry (object 0x6000 (FB Inputs), entry 0x12 (Position (uint32)))	UINT32	RO	0x6000:12, 32
...			
1A1F:14	SubIndex 020	20. PDO Mapping entry (object 0x6000 (FB Inputs), entry 0x12 (Position (uint32)))	UINT32	RO	0x6000:12, 32

Index 1A20 FB TxPDO-Map 25 Samples Position

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
1A20:0	FB TxPDO-Map 25 Samples Position	PDO Mapping TxPDO 20	UINT8	RO	> 25 <
1A20:01	SubIndex 001	1. PDO Mapping entry (object 0x6000 (FB Inputs), entry 0x11 (Position))	UINT32	RO	0x6000:11, 64
...			
1A20:19	SubIndex 025	25. PDO Mapping entry (object 0x6000 (FB Inputs), entry 0x11 (Position))	UINT32	RO	0x6000:11, 64

Index 1A21 FB TxPDO-Map 25 Samples Position compact

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
1A21:0	FB TxPDO-Map 25 Samples Position compact	PDO Mapping TxPDO 21	UINT8	RO	> 25 <
1A21:01	SubIndex 001	1. PDO Mapping entry (object 0x6000 (FB Inputs), entry 0x12 (Position (uint32)))	UINT32	RO	0x6000:12, 32
...			
1A21:19	SubIndex 025	25. PDO Mapping entry (object 0x6000 (FB Inputs), entry 0x12 (Position (uint32)))	UINT32	RO	0x6000:12, 32

Index 1A23 FB TxPDO-Map 32 Samples Position compact

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
1A23:0	FB TxPDO-Map 32 Samples Position compact	PDO Mapping TxPDO 22	UINT8	RO	> 32 <
1A23:01	SubIndex 001	1. PDO Mapping entry (object 0x6000 (FB Inputs), entry 0x12 (Position (uint32)))	UINT32	RO	0x6000:12, 32
...			
1A23:20	SubIndex 032	32. PDO Mapping entry (object 0x6000 (FB Inputs), entry 0x12 (Position (uint32)))	UINT32	RO	0x6000:12, 32

Index 1A25 FB TxPDO-Map 40 Samples Position compact

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
1A25:0	FB TxPDO-Map 40 Samples Position compact	PDO Mapping TxPDO 23	UINT8	RO	> 40 <
1A25:01	SubIndex 001	1. PDO Mapping entry (object 0x6000 (FB Inputs), entry 0x12 (Position (uint32)))	UINT32	RO	0x6000:12, 32
...			
1A25:28	SubIndex 040	40. PDO Mapping entry (object 0x6000 (FB Inputs), entry 0x12 (Position (uint32)))	UINT32	RO	0x6000:12, 32

Index 1A27 FB TxPDO-Map 50 Samples Position compact

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
1A27:0	FB TxPDO-Map 50 Samples Position compact	PDO Mapping TxPDO 23	UINT8	RO	> 50 <
1A27:01	SubIndex 001	1. PDO Mapping entry (object 0x6000 (FB Inputs), entry 0x12 (Position (uint32)))	UINT32	RO	0x6000:12, 32
...			
1A27:32	SubIndex 050	50. PDO Mapping entry (object 0x6000 (FB Inputs), entry 0x12 (Position (uint32)))	UINT32	RO	0x6000:12, 32

Index 1C00 Sync manager type

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
1C00:0	Sync manager type	Benutzung der Sync Manager	UINT8	RO	> 4 <
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	> 0 <

Index 1C13 TxPDO assign

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
1C13:0	TxPDO assign	PDO Assign Inputs	UINT8	RW	> 3 <
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	0x1A01 (6657 _{dez})
1C13:02	Subindex 003	3. zugeordnete TxPDO (enthält den Index des zugehörigen TxPDO Mapping Objekts)	UINT16	RW	0x1A10 (6672 _{dez})

Index 1C33 SM input parameter

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
1C33:0	SM input parameter	Synchronisierungsparameter der Inputs	UINT8	RO	> 32 <
1C33:01	Sync mode	Aktuelle Synchronisierungsbetriebsart: <ul style="list-style-type: none"> • 0: Free Run • 1: Synchron with SM 3 Event (keine Outputs vorhanden) • 2: DC - Synchron with SYNC0 Event • 3: DC - Synchron with SYNC1 Event • 34: Synchron with SM 2 Event (Outputs vorhanden) 	UINT16	RW	0x0002 (2 _{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 (1000000 _{dez})
1C33:03	Shift time	Zeit zwischen SYNC0-Event und Einlesen der Inputs (in ns, nur DC-Mode)	UINT32	RO	0x00000000 (0 _{dez})
1C33:04	Sync modes supported	Unterstützte Synchronisierungsbetriebsarten: <ul style="list-style-type: none"> • Bit 0: Free Run wird unterstützt • Bit 1: Synchron with SM 2 Event wird unterstützt (Outputs vorhanden) • Bit 1: Synchron with SM 3 Event wird unterstützt (keine Outputs vorhanden) • Bit 2-3 = 01: DC-Mode wird unterstützt • Bit 4-5 = 01: Input Shift durch lokales Ereignis (Outputs vorhanden) • Bit 4-5 = 10: Input Shift mit SYNC1 Event (keine Outputs vorhanden) • Bit 14 = 1: dynamische Zeiten (Messen durch Beschreiben von 0x1C33:08) 	UINT16	RO	0x4C04 (19460 _{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	0x000186A0 (100000 _{dez})
1C33:07	Minimum delay time		UINT32	RO	0x00000000 (0 _{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 <p>Die Entries, 0x1C33:03, 0x1C33:06, 0x1C33:09 werden mit den maximal gemessenen Werten aktualisiert. Wenn erneut gemessen wird, werden die Messwerte zurückgesetzt</p>	UINT16	RW	0x0000 (0 _{dez})
1C33:09	Maximum delay time	Zeit zwischen SYNC1-Event und Einlesen der Eingänge (in ns, nur DC-Mode)	UINT32	RO	0x00000000 (0 _{dez})
1C33:0B	SM event missed counter	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 der zu kurzen 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	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	> 2 <
F000:01	Module index distance	Indexabstand der Objekte der einzelnen Kanäle	UINT16	RO	0x0010 (16 _{dez})
F000:02	Maximum number of modules	Anzahl der Kanäle	UINT16	RO	0x0001 (1 _{dez})

Index F008 Code word

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
F008:0	Code word	siehe Objekt 0x80p8:13 [▶ 142]	UINT32	RW	0x00000000 (0 _{dez})

Index FB40 Memory interface

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
FB40:0	Memory interface	Max. Subindex	UINT8	RO	> 3 <
FB40:01	Address	reserviert	UINT32	RW	0x00000000 (0 _{dez})
FB40:02	Length	reserviert	UINT16	RW	0x0000 (0 _{dez})
FB40:03	Data	reserviert	OCTET- STRING[8]	RW	{0}

9 Diagnose - Grundlagen zu Diag Messages

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

Definition

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

Jede *DiagMessage* besteht aus

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

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

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

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

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

Index	Name	Flags	Value
1018:0	Identity	RO	> 4 <
10F0:0	Backup parameter handling	RO	> 1 <
10F3:0	Diagnosis History	RO	> 55 <
10F3:01	Maximum Messages	RO	0x32 (50)
10F3:02	Newest Message	RO	0x15 (21)
10F3:03	Newest Acknowledged Message	RW	0x14 (20)
10F3:04	New Messages Available	RO	FALSE
10F3:05	Flags	RW	0x0000 (0)
10F3:06	Diagnosis Message 001	RO	00 E0 A4 08 10 00 03 00 60 1F 0D 00 00 00 00 00 06 00 00 00 06 00 00 00 06 00 FF 00
10F3:07	Diagnosis Message 002	RO	00 E0 A4 08 10 00 02 00 00 6A 18 00 00 00 00 00 06 00 00 00 06 00 00 00 06 00 00 00
10F3:08	Diagnosis Message 003	RO	00 E0 A4 08 10 00 03 00 40 D8 67 02 00 00 00 00 06 00 00 00 06 00 03 00 06 00 00 00
10F3:09	Diagnosis Message 004	RO	00 E0 A4 08 12 00 00 81 E0 89 47 03 00 00 00 00 06 00 04 44 06 00 00 00 06 00 00 00

Abb. 148: *DiagMessages* im CoE

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

Unterstützung zur Inbetriebnahme

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

Implementierung TwinCAT System Manager

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

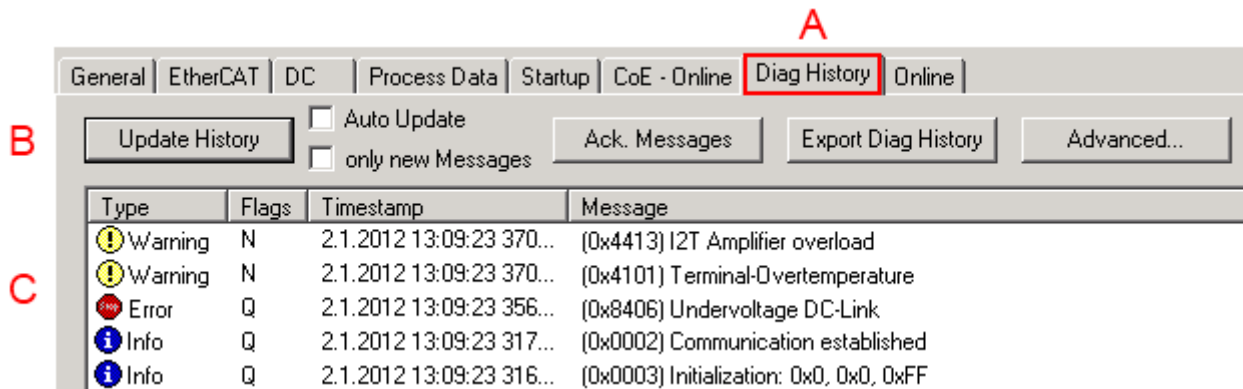


Abb. 149: Implementierung DiagMessage-System im TwinCAT System Manager

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

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

Die Bedeutung der Buttons ist selbsterklärend.

DiagMessages im ADS Logger/Eventlogger

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

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

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

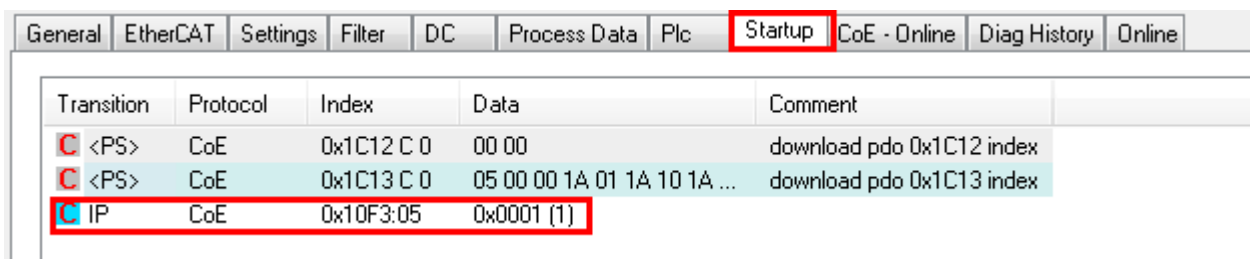


Abb. 150: StartUp-Liste

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

Nachrichten in die PLC einlesen

- In Vorbereitung -

Interpretation

Zeitstempel

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

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

Aufbau der Text-ID

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

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

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

Übersicht Text-IDs

Spezifische Text-IDs sind in der Gerätedokumentation aufgeführt.

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

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

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

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

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

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

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

10 Anhang

10.1 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 [► 171] . 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!			

EL5031-0011			
Hardware (HW)	Firmware	Revision-Nr.	Release-Datum
10*	01	EL5031-0011-0016	2023/12

*) 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.

10.2 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 TwinCAT3-Installation durchzuführen. Es empfiehlt sich ein möglichst aktuelles Build, kostenlos zum Download verfügbar auf der Beckhoff-Website .
Zum Firmware-Update kann TwinCAT im sog. FreeRun-Modus betrieben werden, eine kostenpflichtige Lizenz ist dazu nicht nötig.
Das für das Update vorgesehene Gerät kann in der Regel am Einbauort verbleiben; TwinCAT ist jedoch im FreeRun zu betreiben. Zudem ist auf eine störungsfreie EtherCAT Kommunikation zu achten (keine „LostFrames“ etc.).
Andere EtherCAT-Master-Software wie z. B. der EtherCAT-Konfigurator sind nicht zu verwenden, da sie unter Umständen nicht die komplexen Zusammenhänge beim Update von Firmware, EEPROM und ggf. weiteren Gerätebestandteilen unterstützen.

Speicherorte

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

- Jeder EtherCAT-Slave hat eine Gerätebeschreibung, bestehend aus Identität (Name, Productcode), Timing-Vorgaben, Kommunikationseinstellungen u. a.
Diese Gerätebeschreibung (ESI; EtherCAT-Slave Information) kann von der Beckhoff Website im

Downloadbereich als Zip-Datei heruntergeladen werden und in EtherCAT-Mastern zur Offline-Konfiguration verwendet werden, z. B. in TwinCAT.

Vor allem aber trägt jeder EtherCAT-Slave seine Gerätebeschreibung (ESI) elektronisch auslesbar in einem lokalen Speicherchip, dem einem sog. **ESI-EEPROM**. Beim Einschalten wird diese Beschreibung einerseits im Slave lokal geladen und teilt ihm seine Kommunikationskonfiguration mit, andererseits kann der EtherCAT-Master den Slave so identifizieren und u. a. die EtherCAT Kommunikation entsprechend einrichten.

HINWEIS

Applikationsspezifisches Beschreiben des ESI-EEPROM

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

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

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

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

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

Vereinfachtes Update per Bundle-Firmware

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

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

Nach dem Update sollte eine Erfolgskontrolle durchgeführt werden

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

HINWEIS

Beschädigung des Gerätes möglich!

- ✓ Beim Herunterladen von neuen Gerätedateien ist zu beachten
- a) Das Herunterladen der Firmware auf ein EtherCAT-Gerät darf nicht unterbrochen werden.
- b) Eine einwandfreie EtherCAT-Kommunikation muss sichergestellt sein, CRC-Fehler oder LostFrames dürfen nicht auftreten.
- c) Die Spannungsversorgung muss ausreichend dimensioniert, die Pegel entsprechend der Vorgabe sein.
 - ⇒ Bei Störungen während des Updatevorgangs kann das EtherCAT-Gerät ggf. nur vom Hersteller wieder in Betrieb genommen werden!

10.2.1 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:

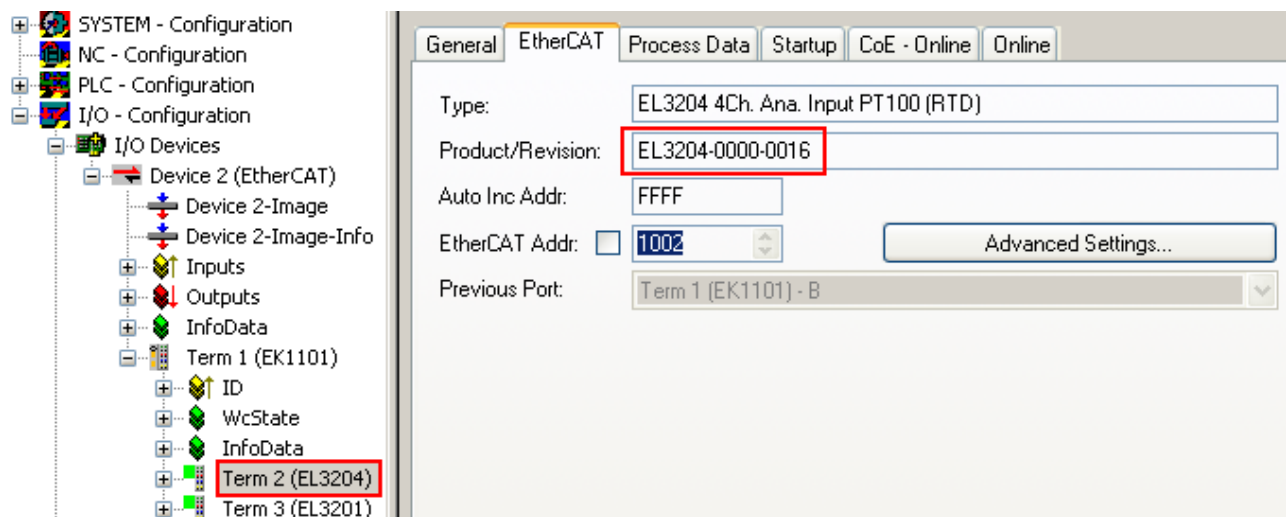


Abb. 151: Geräteerkennung aus Name EL3204-0000 und Revision -0016

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:

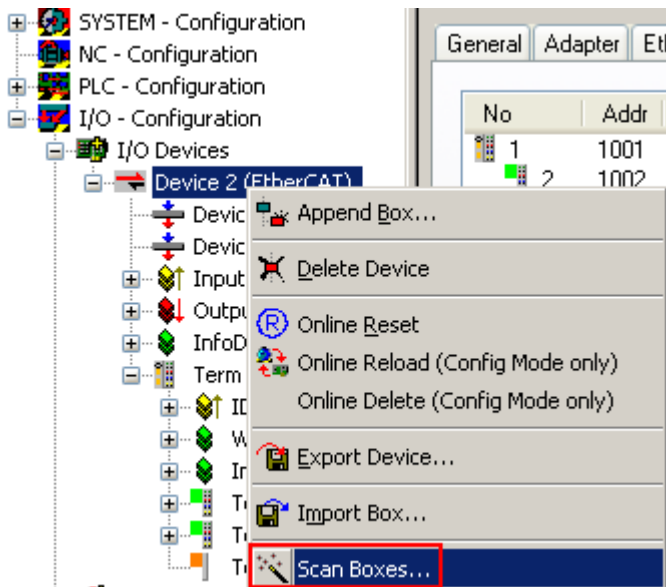


Abb. 152: Rechtsklick auf das EtherCAT-Gerät bewirkt das Scannen des unterlegerten Feldes

Wenn das gefundene Feld mit dem konfigurierten übereinstimmt, erscheint



Abb. 153: Konfiguration identisch

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

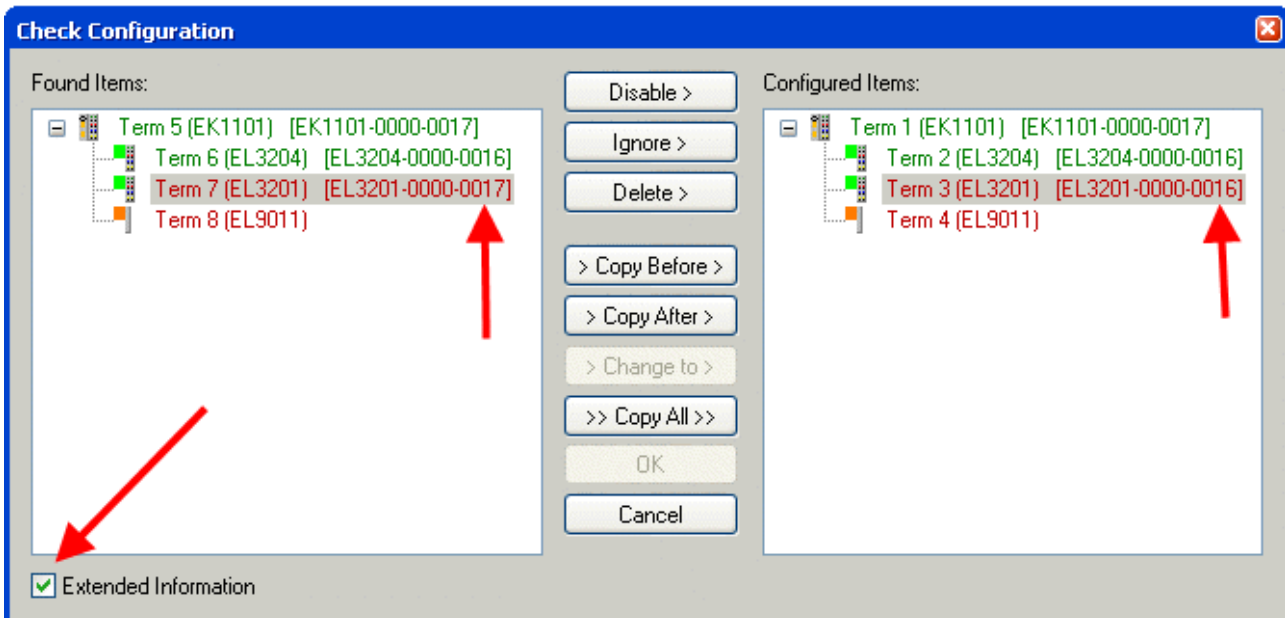


Abb. 154: Änderungsdialog

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*

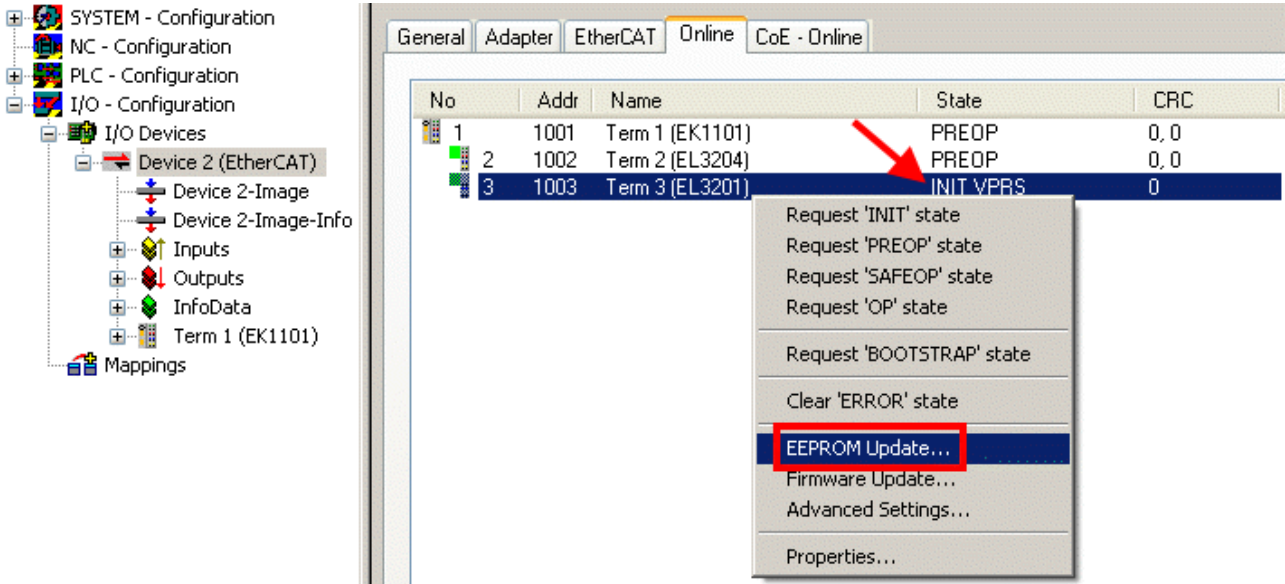


Abb. 155: EEPROM Update

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.

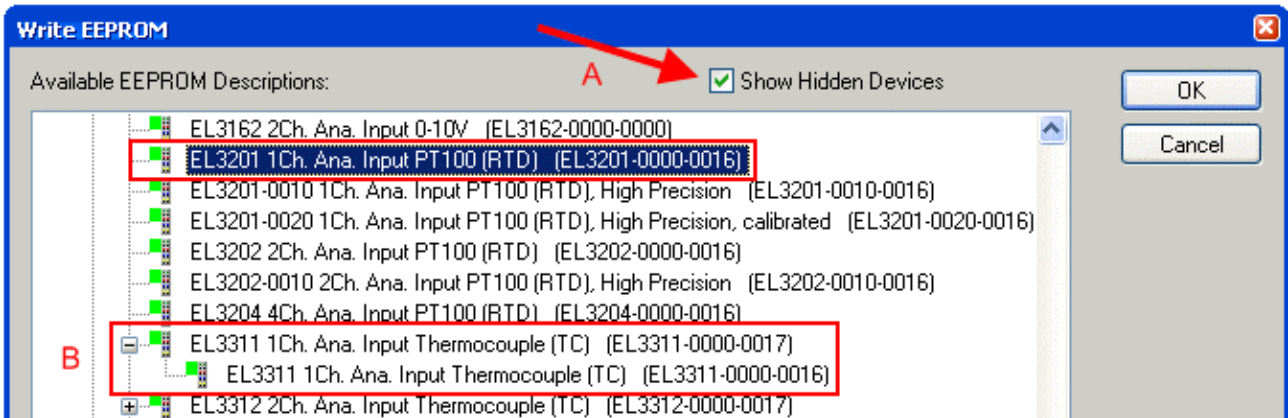


Abb. 156: Auswahl des neuen ESI

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.

10.2.2 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).

i CoE-Online und Offline-CoE

Es existieren zwei CoE-Verzeichnisse:

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

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

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

Index	Name	Flags	Value
1000	Device type	RO	0x01401389 (20976521)
1008	Device name	RO	EL3204-0000
1009	Hardware version	RO	00
100A	Software version	RO	03
1011:0	Restore default parameters	RU	>1<

Abb. 157: 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.

10.2.3 Update Controller-Firmware *.efw

i CoE-Verzeichnis

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

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

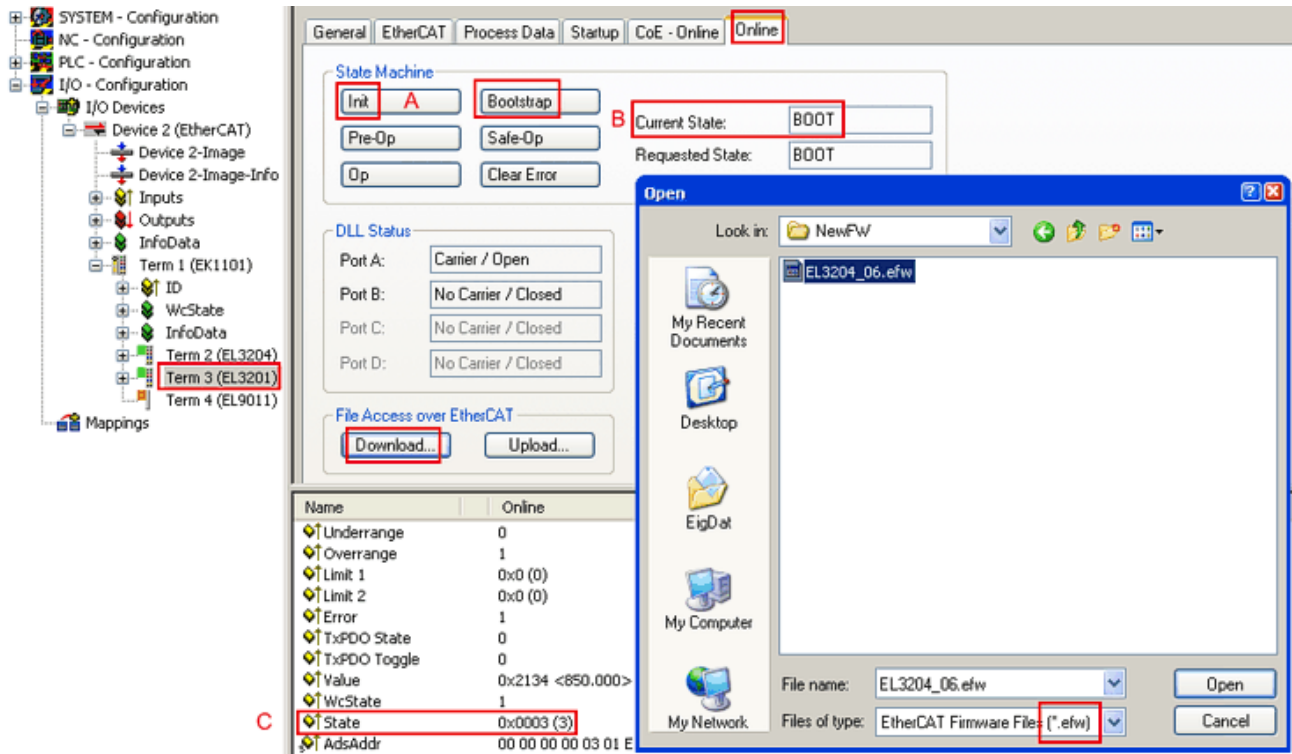
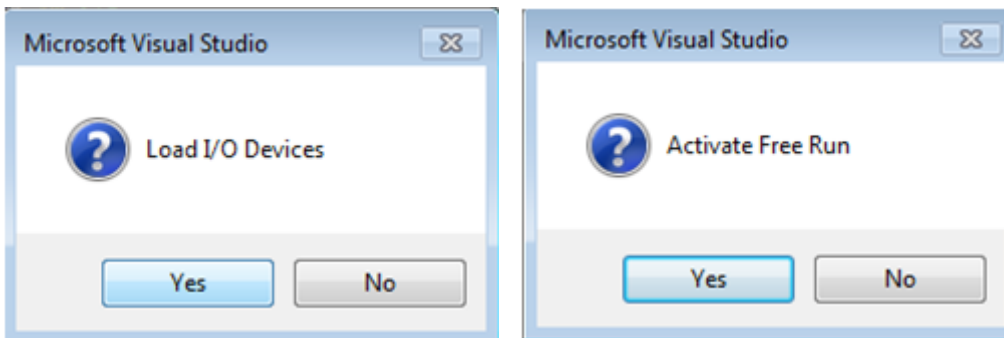


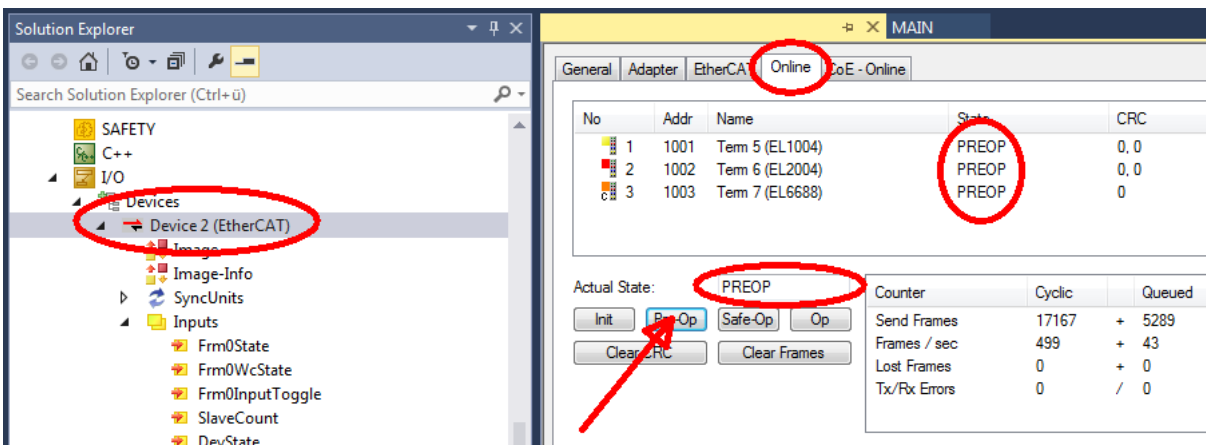
Abb. 158: Firmware Update

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.

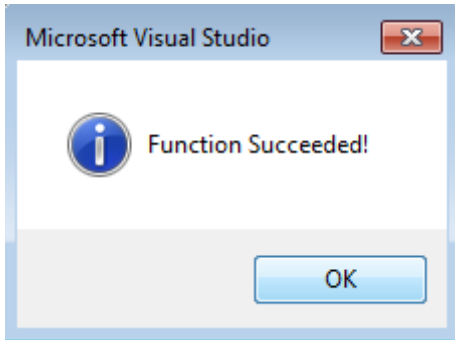
- TwinCAT System in ConfigMode/FreeRun mit Zykluszeit ≥ 1 ms schalten (default sind im ConfigMode 4 ms). Ein FW-Update während Echtzeitbetrieb ist nicht zu empfehlen.



- 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.

10.2.4 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.

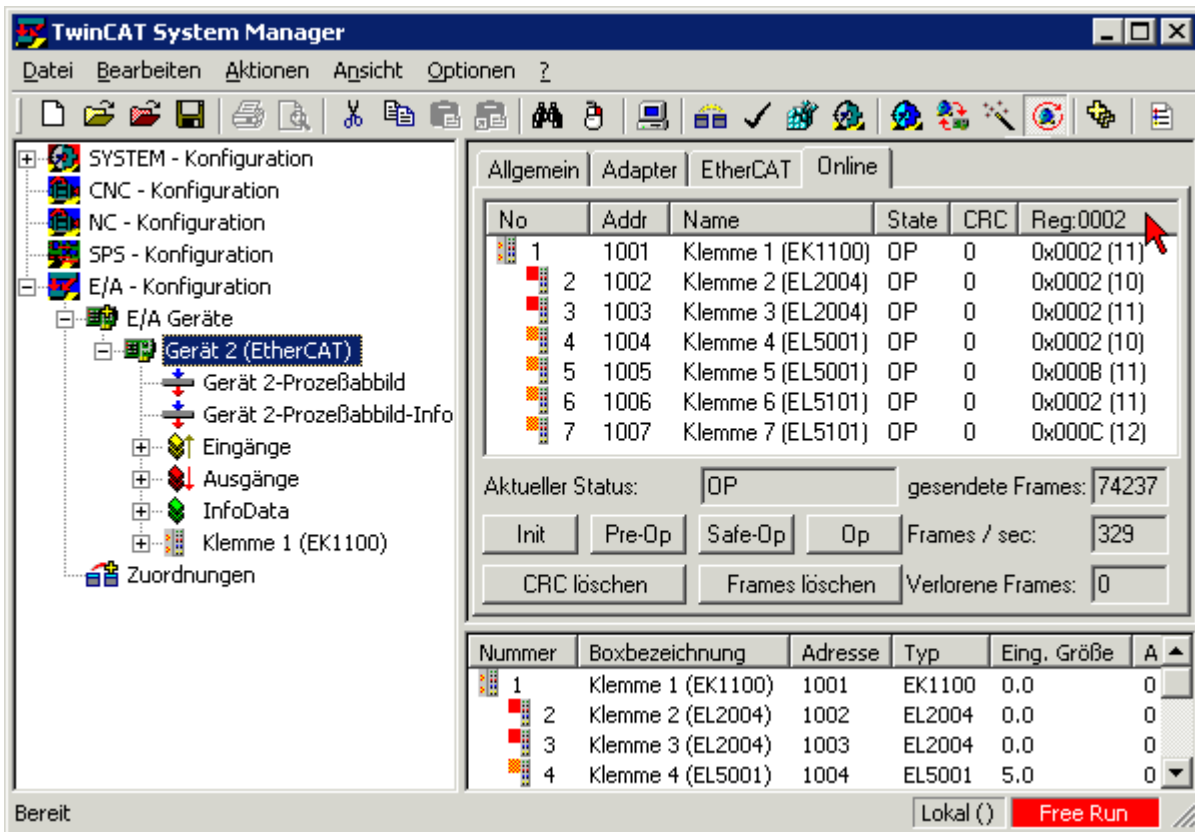


Abb. 159: Versionsbestimmung FPGA-Firmware

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*.

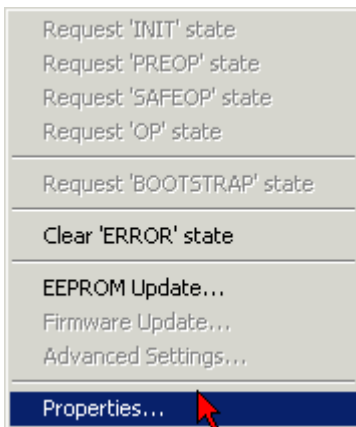


Abb. 160: Kontextmenu *Eigenschaften (Properties)*

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.

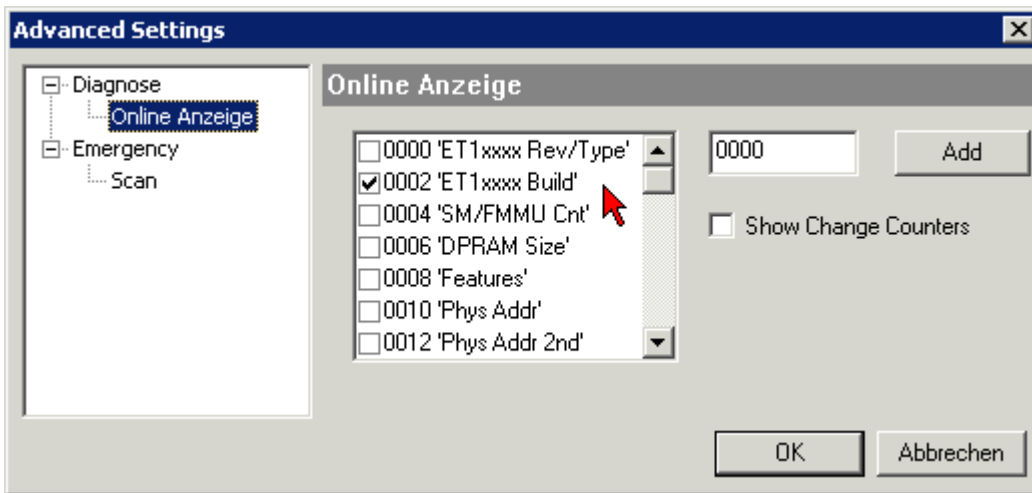


Abb. 161: Dialog *Advanced settings*

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.

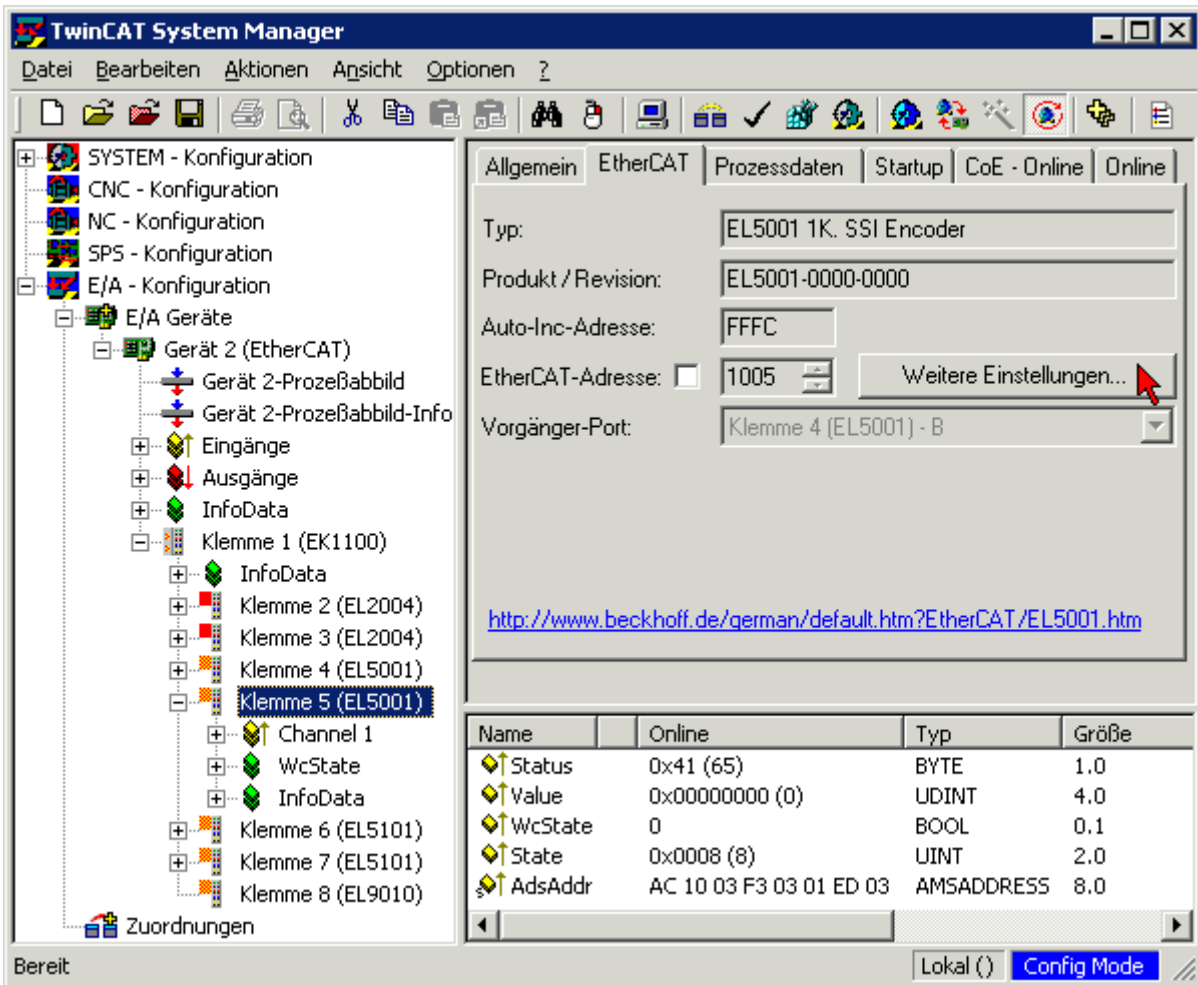
Ältere Firmware-Stände können nur vom Hersteller aktualisiert werden!

Update eines EtherCAT-Geräts

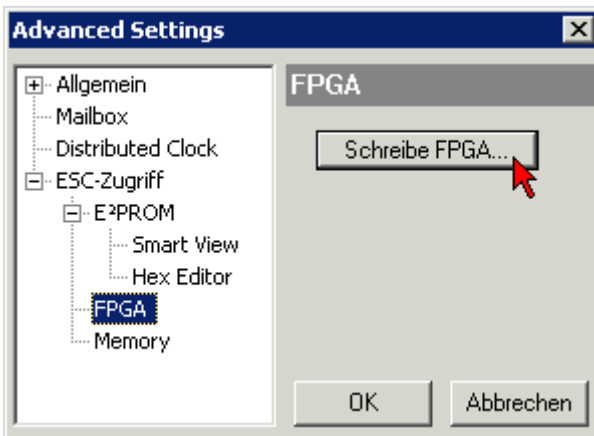
Es ist folgender Ablauf einzuhalten, wenn keine anderen Angaben z. B. durch den Beckhoff Support vorliegen:

- 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.

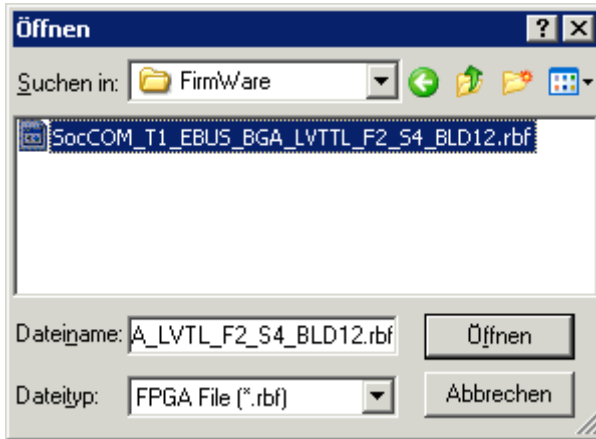
- Wählen Sie im TwinCAT System Manager die Klemme an, deren FPGA-Firmware Sie aktualisieren möchten (im Beispiel: Klemme 5: EL5001) und klicken Sie auf dem Karteireiter *EtherCAT* auf die Schaltfläche *Weitere Einstellungen*:



- 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!

10.2.5 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.

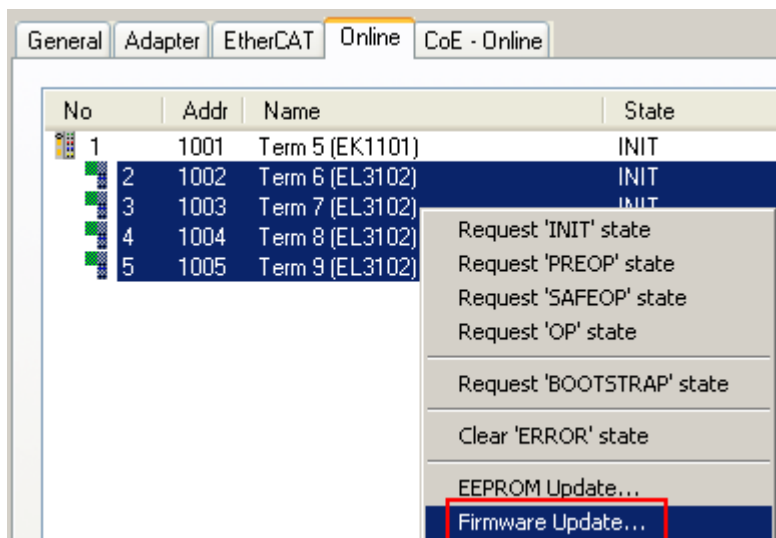


Abb. 162: Mehrfache Selektion und FW-Update

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

10.3 Wiederherstellen des Auslieferungszustandes

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

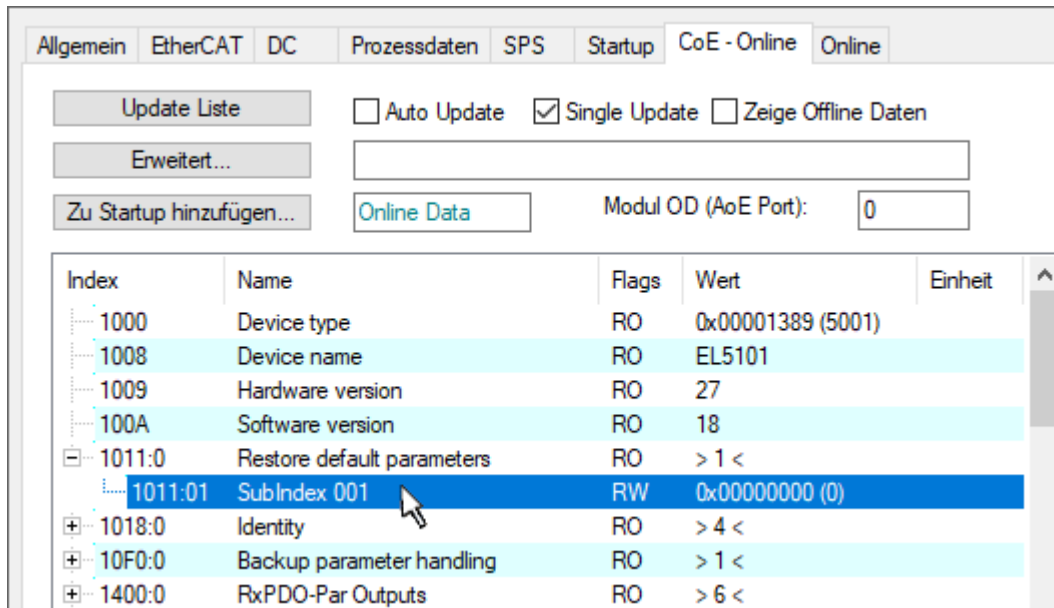


Abb. 163: Auswahl des PDO *Restore default parameters*

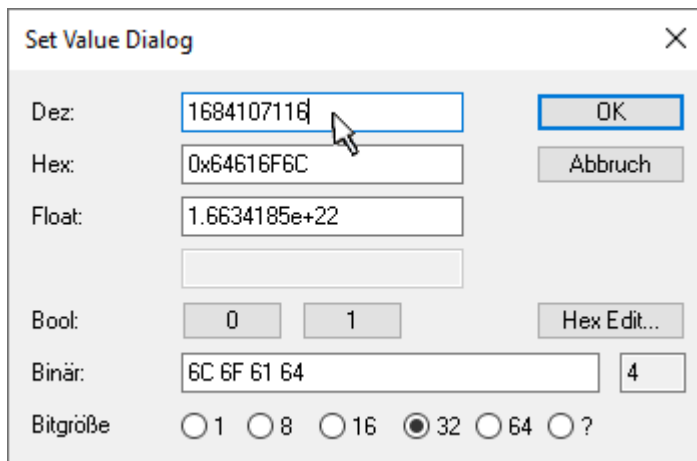


Abb. 164: Eingabe des Restore-Wertes im Set Value Dialog

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!

10.4 Support und Service

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

Beckhoff Niederlassungen und Vertretungen

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

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

Dort finden Sie auch weitere Dokumentationen zu Beckhoff Komponenten.

Support

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

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

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

Service

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

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

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

Unternehmenszentrale Deutschland

Beckhoff Automation GmbH & Co. KG

Hülshorstweg 20
33415 Verl
Deutschland

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

Mehr Informationen:
www.beckhoff.com/EL5031-0011

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

