

Dokumentation | DE

# EL3773

Netzmonitoring-Oversampling-Klemme



EtherCAT®



# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Produktübersicht Netzmonitoring-Oversampling/Energiemessklemmen</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>Vorwort</b>	<b>6</b>
2.1	Hinweise zur Dokumentation	6
2.2	Sicherheitshinweise	7
2.3	Ausgabestände der Dokumentation	8
2.4	Versionsidentifikation von EtherCAT-Geräten	9
2.4.1	Beckhoff Identification Code (BIC)	12
<b>3</b>	<b>Produktbeschreibung</b>	<b>14</b>
3.1	Einführung	14
3.2	Technische Daten	15
3.3	Technologie	16
3.4	Weiterführende Dokumentation zu I/O-Komponenten mit analogen Ein- und Ausgängen	18
3.5	Start	19
<b>4</b>	<b>Grundlagen der Kommunikation</b>	<b>20</b>
4.1	EtherCAT-Grundlagen	20
4.2	EtherCAT-Verkabelung - Drahtgebunden	20
4.3	Allgemeine Hinweise zur Watchdog-Einstellung	21
4.4	EtherCAT State Machine	23
4.5	CoE-Interface	25
4.6	Distributed Clock	30
<b>5</b>	<b>Montage und Verdrahtung</b>	<b>31</b>
5.1	Hinweise zum ESD-Schutz	31
5.2	UL-Hinweise	32
5.3	Tragschienenmontage	33
5.4	Montagevorschriften für erhöhte mechanische Belastbarkeit	36
5.5	Anschluss	37
5.5.1	Anschlusstechnik	37
5.5.2	Verdrahtung	39
5.5.3	Schirmung	40
5.6	Positionierung von passiven Klemmen	41
5.7	Einbaulagen	42
5.8	Anschlussbelegung	44
<b>6</b>	<b>Inbetriebnahme</b>	<b>46</b>
6.1	Quickstart	46
6.2	TwinCAT Entwicklungsumgebung	48
6.2.1	Installation TwinCAT Realtime Treiber	48
6.2.2	Hinweise ESI-Gerätebeschreibung	54
6.2.3	TwinCAT ESI Updater	58
6.2.4	Unterscheidung Online/Offline	58
6.2.5	OFFLINE Konfigurationserstellung	59
6.2.6	ONLINE Konfigurationserstellung	64
6.2.7	EtherCAT Teilnehmerkonfiguration	72
6.2.8	Import/Export von EtherCAT-Teilnehmern mittels SCI und XTI	82

6.3	Allgemeine Inbetriebnahmehinweise des EtherCAT Slaves .....	90
6.4	Grundlagen zur Funktion.....	98
6.5	Prozessdaten .....	100
6.6	Objektbeschreibung und Parametrierung .....	110
6.6.1	Restore-Objekt.....	110
6.6.2	Konfigurationsdaten .....	111
6.6.3	Eingangsdaten .....	112
6.6.4	Diagnostikdaten .....	113
6.6.5	Standardobjekte .....	113
6.7	Oversampling Klemmen/Box-Module und TwinCAT Scope.....	119
6.7.1	Vorgehen bei TwinCAT 3 .....	120
6.7.2	Vorgehen bei TwinCAT 2 .....	129
6.8	Stromwandler .....	138
6.9	Anwendungsbeispiele .....	140
6.10	Beispielprogramme .....	143
6.10.1	Beispiel 1: Diagnose und Auswertung von Eingangsdaten.....	143
6.10.2	Beispiel 2: Auswertung der EL3773 mit der Power Monitoring Library .....	155
<b>7</b>	<b>Diagnose .....</b>	<b>156</b>
7.1	Diagnose-LEDs .....	156
7.2	Diagnose - Grundlagen zu Diag Messages .....	157
7.3	Diagnoseverfahren .....	167
<b>8</b>	<b>Anhang .....</b>	<b>168</b>
8.1	Firmware Update EL/ES/ELM/EM/EPxxxx.....	168
8.1.1	Gerätebeschreibung ESI-File/XML .....	169
8.1.2	Erläuterungen zur Firmware.....	172
8.1.3	Update Controller-Firmware *.efw .....	172
8.1.4	FPGA-Firmware *.rbf.....	174
8.1.5	Gleichzeitiges Update mehrerer EtherCAT-Geräte.....	178
8.2	Firmware Kompatibilität.....	179
8.3	Wiederherstellen des Auslieferungszustandes .....	180
8.4	Support und Service.....	181

# 1 Produktübersicht Netzmonitoring-Oversampling/Energiemessklemmen

Technische Daten	Spannung			Strom			Unsicherheit		Zeit		Beispiel	
	Spannungseingang	Messbereich V <sub>eff</sub>	auch DC-Spannung	Stromeingänge	Messbereich in A	DC Messbereich	U und I (vom MBE)	Rest (vom MBE)	Aktualisier. (50Hz)	Synchronisier. auf		
	#_U	U	U_DC	#_I	I	I_DC	u_U/I	u_X	t_mess	Sync	Applikation	
EL3483	3	480	ja	0	-	-	0,50%	-	200 ms	Netz	Netzwächter inkl. Analog Werte	
EL3483-0060							0,30%					
EL3423	3	480	ja	3	1	1,5	0,50%	1,00%	≥ 10 s	Netz	Energie-MGMT	
EL3443	3	480	ja	3	1	1,5	0,30%	0,60%	20 ms	Netz	Leistungsmessung	
EL3443-0010					5	5						
EL3443-0011					0,1	0,15						
EL3443-0013					333 mV	400 mV						
EL3444	0	-	-	4	10	14	-	1,00%	200 ms		Strom-(Leistung)-messung	
EL3446	0	-	-	6	1	1,5	-	0,60%	200 ms			
KL3453	3	690	ja	4	5/1/0,1	nein	0,30%	0,60%	10 ms	Netz	Leistungsmessung	
EL3453												100
EL3453-0100												100
EL3773	3	480	ja	3	1	1,5	0,50%	-	≥ 100 µs	simultan	Oszi-Funktion	
EL3783		690										
EL3783-0100		100										

Technische Daten	Messwerte											DC-Zeitstempel		Weiteres	
	Strom	Spannung	digitale Wächter	Netzqualität (POF)	Frequenz	Leistung(en)/Energie(n)	Grundwellenleistung(en)	ROCOF	THD	Anzahl Oberwellen	Nulldurchgang Spannung	Nulldurchgang Strom	Besondere Eigenschaften	Zulassungen	
	I	U	Gs	PQF	f	P, Q, S	fund	Rocof	THD	#_har	T_zcU	T_zcl	Details	CE...	
EL3483	X	X	ja	ja	X	X	X	X	X	X	ja	X		CE, UL	
EL3483-0060	X	ja	ja	ja	X	X	X	X	X	X	X	X		CE, UL	
EL3423	X	X	ja	ja	X	ja	X	X	X	X	X	X		CE, UL	
EL3443	ja	ja	ja	ja	ja	ja	X	X	ja	40	ja	X		CE, UL	
EL3443-0010														CE, UL	
EL3443-0011														CE, UL	
EL3443-0013														CE, UL	
EL3444	ja	(ja)	(ja)	(ja)	(ja)	(ja)	(ja)	(ja)	(ja)	(63)	(40)		mV Strom-Eingang	CE, UL	
EL3446													verteilte Leistungsmessung	CE	
KL3453	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	63	ja	ja		CE, UL	
EL3453														K-Bus Interface	CE, UL
EL3453-0100														CE, UL	
EL3773	ja	ja	(PLC)	(PLC)	(PLC)	(PLC)	(PLC)	(PLC)	(PLC)	(PLC)	(PLC)	(PLC)		Hardware-Filter einstellbar	CE, UL
EL3783														autom. Bereichs-umschalt.	CE, UL
EL3783-0100														CE, UL	

## 2 Vorwort

### 2.1 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, für jede Installation und Inbetriebnahme die zu dem betreffenden Zeitpunkt veröffentlichte 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 weiter entwickelt.

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.

## 2.2 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.

### Erklärung der Hinweise

In der vorliegenden Dokumentation werden die folgenden Hinweise verwendet.  
Diese Hinweise sind aufmerksam zu lesen und unbedingt zu befolgen!

#### **GEFAHR**

##### **Akute Verletzungsgefahr!**

Wenn dieser Sicherheitshinweis nicht beachtet wird, besteht unmittelbare Gefahr für Leben und Gesundheit von Personen!

#### **WARNUNG**

##### **Verletzungsgefahr!**

Wenn dieser Sicherheitshinweis nicht beachtet wird, besteht Gefahr für Leben und Gesundheit von Personen!

#### **VORSICHT**

##### **Schädigung von Personen!**

Wenn dieser Sicherheitshinweis nicht beachtet wird, können Personen geschädigt werden!

#### **HINWEIS**

##### **Schädigung von Umwelt/Geräten oder Datenverlust**

Wenn dieser Hinweis nicht beachtet wird, können Umweltschäden, Gerätebeschädigungen oder Datenverlust entstehen.



##### **Tipp oder Fingerzeig**

Dieses Symbol kennzeichnet Informationen, die zum besseren Verständnis beitragen.

## 2.3 Ausgabestände der Dokumentation

Version	Kommentar
2.9	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Update Kapitel „Analoge Hinweise“</li> <li>• Update Struktur</li> <li>• Beispiel ergänzt</li> </ul>
2.8	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Update Kapitel „Technische Daten“</li> <li>• Update Kapitel „Versionsidentifikation von EtherCAT-Geräten“</li> <li>• Update Struktur</li> <li>• Beispiel ergänzt</li> <li>• Update Hinweise</li> <li>• Update Revisionsstand</li> <li>• Kapitel Entsorgung hinzugefügt</li> </ul>
2.7	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Update Kapitel „Prozessdaten“</li> <li>• Update Kapitel „Firmware Kompatibilität“</li> <li>• Struktur-Update</li> </ul>
2.6	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Update Kapitel „UL-Hinweise“</li> <li>• Update Kapitel „Firmware Kompatibilität“</li> <li>• Struktur-Update</li> </ul>
2.5	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Update Kapitel "Prozessdaten"</li> <li>• Struktur-Update</li> <li>• Update Revisionsstand</li> </ul>
2.4	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Update Kapitel "Hinweise zur Dokumentation"</li> <li>• Update Kapitel "Technische Daten"</li> <li>• Hinweis zum ESD-Schutz eingefügt</li> <li>• Update Kapitel "TwinCAT 2.1x" -&gt; "TwinCAT Development Environment"</li> <li>• Update Kapitel "Hinweise zu analogen Spezifikationen"</li> <li>• Update Revisionsstand</li> </ul>
2.3	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kapitel „TwinCAT Scope2“ mit Kapitel „Oversampling Klemmen und TwinCAT Scope“ ersetzt</li> </ul>
2.2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Programmbeispiele aktualisiert</li> <li>• Struktur-Update</li> <li>• Update Revisionsstand</li> </ul>
2.1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Programmbeispiele aktualisiert</li> <li>• Struktur-Update</li> <li>• Update Revisionsstand</li> </ul>
2.0	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Migration</li> <li>• Struktur-Update</li> <li>• Update Revisionsstand</li> </ul>
1.5	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Struktur-Update</li> <li>• Kapitel "Anschlussbelegung" aktualisiert</li> </ul>
1.4	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kapitel "Technische Daten" aktualisiert</li> </ul>
1.3	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kapitel "Datenvisualisierung im TwinCAT Scope2" ergänzt</li> </ul>
1.2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ergänzungen zum Beispielprogramm</li> </ul>
1.1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ergänzungen</li> </ul>
1.0	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ergänzungen und 1. Veröffentlichung</li> </ul>
0.1 - 0.3	<ul style="list-style-type: none"> <li>• vorläufige Dokumentation für EL3773</li> </ul>

## 2.4 Versionsidentifikation von EtherCAT-Geräten

### Bezeichnung

Ein Beckhoff EtherCAT-Gerät hat eine 14stellige technische Bezeichnung, die sich zusammensetzt 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 2014/01 außen auf den IP20-Klemmen aufgebracht, siehe Abb. „EL5021 EL-Klemme, Standard IP20-IO-Gerät mit Chargennummer und Revisionskennzeichnung (seit 2014/01)“.
- Typ, Version und Revision werden als dezimale Zahlen gelesen, auch wenn sie technisch hexadezimal gespeichert werden.

### Identifizierungsnummer

Beckhoff EtherCAT Geräte der verschiedenen Linien verfügen über verschiedene Arten von Identifizierungsnummern:

#### Produktionslos/Chargennummer/Batch-Nummer/Seriennummer/Date Code/D-Nummer

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

Ausnahmen können im **IP67-Bereich** auftreten, dort kann folgende Syntax verwendet werden (siehe jeweilige Gerätedokumentation):

Syntax: D ww yy x y z u

D - Vorsatzbezeichnung

ww - Kalenderwoche

yy - Jahr

x - Firmware-Stand der Busplatine

y - Hardware-Stand der Busplatine

z - Firmware-Stand der E/A-Platine

u - Hardware-Stand der E/A-Platine

Beispiel: D.22081501 Kalenderwoche 22 des Jahres 2008 Firmware-Stand Busplatine: 1 Hardware Stand Busplatine: 5 Firmware-Stand E/A-Platine: 0 (keine Firmware für diese Platine notwendig) Hardware-Stand E/A-Platine: 1

### Eindeutige Seriennummer/ID, ID-Nummer

Darüber hinaus verfügt in einigen Serien jedes einzelne Modul über eine eindeutige Seriennummer.

Siehe dazu auch weiterführende Dokumentation im Bereich

- IP67: [EtherCAT Box](#)
- Safety: [TwinSAFE](#)
- Klemmen mit Werkskalibrierzertifikat und andere Messtechnische Klemmen

### Beispiele für Kennzeichnungen



Abb. 1: EL5021 EL-Klemme, Standard IP20-IO-Gerät mit Seriennummer/ Chargennummer und Revisionskennzeichnung (seit 2014/01)



Abb. 2: EK1100 EtherCAT Koppler, Standard IP20-IO-Gerät mit Seriennummer/ Chargennummer

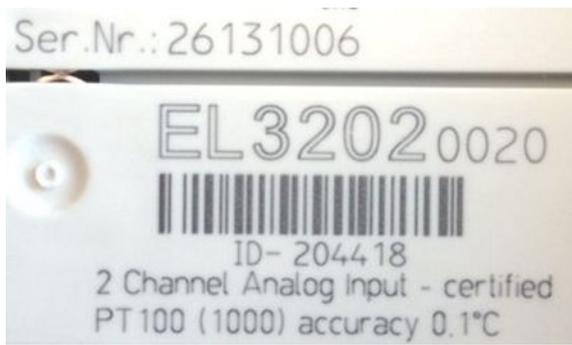


Abb. 3: EL3202-0020 mit Seriennummer/ Chargennummer 26131006 und eindeutiger ID-Nummer 204418

## 2.4.1 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.

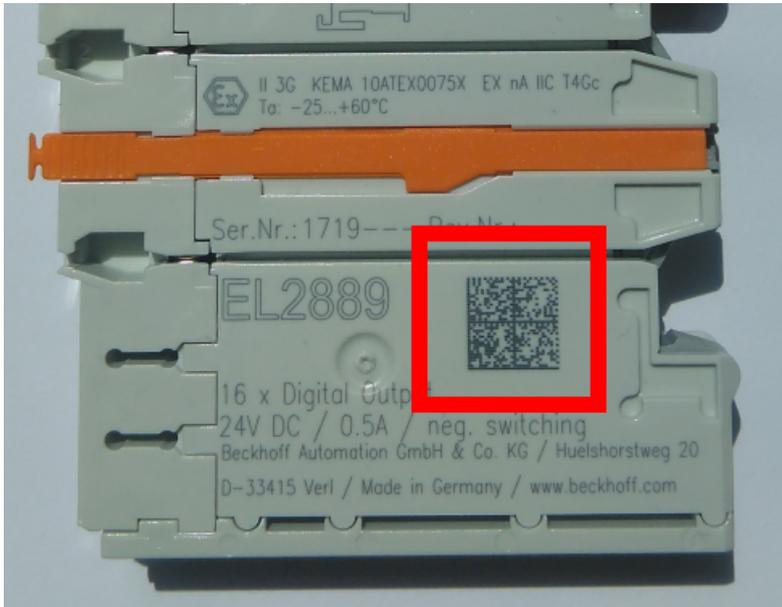


Abb. 4: BIC als Data Matrix Code (DMC, Code-Schema ECC200)

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. Die Daten unter den Positionen 1 bis 4 sind immer vorhanden.

Folgende Informationen sind enthalten:

Pos-Nr.	Art der Information	Erklärung	Datenidentifikator	Anzahl Stellen inkl. Datenidentifikator	Beispiel
1	Beckhoff-Artikelnummer	<b>Beckhoff - Artikelnummer</b>	1P	8	<b>1P</b> 072222
2	Beckhoff Traceability Number (BTN)	<b>Eindeutige Seriennummer, Hinweis s. u.</b>	S	12	<b>S</b> BTNk4p562d7
3	Artikelbezeichnung	<b>Beckhoff Artikelbezeichnung, z. B. EL1008</b>	1K	32	<b>1K</b> EL1809
4	Menge	<b>Menge in Verpackungseinheit, z. B. 1, 10...</b>	Q	6	<b>Q</b> 1
5	Chargennummer	Optional: Produktionsjahr und -woche	2P	14	<b>2P</b> 401503180016
6	ID-/Seriennummer	Optional: vorheriges Seriennummer-System, z. B. bei Safety-Produkten oder kalibrierten Klemmen	51S	12	<b>51S</b> 678294104
7	Variante	Optional: Produktvarianten-Nummer auf Basis von Standardprodukten	30P	32	<b>30P</b> 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 6. Die Datenidentifikatoren sind zur besseren Darstellung jeweils rot markiert:

**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.

<b>HINWEIS</b>
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 Information können keine Ansprüche auf Änderung geltend gemacht werden.

## 3 Produktbeschreibung

### 3.1 Einführung

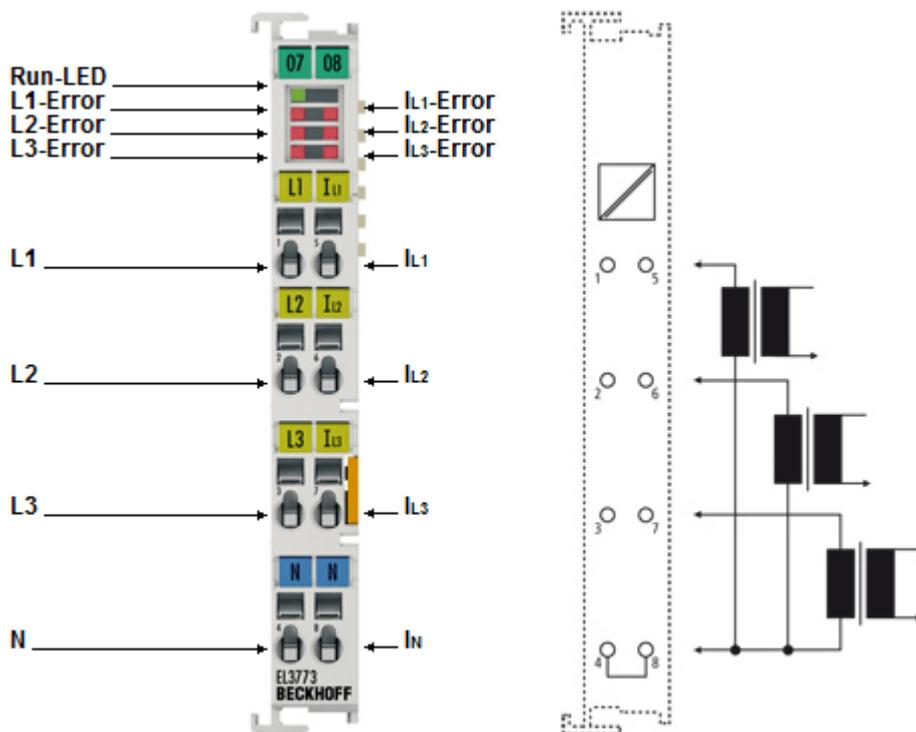


Abb. 5: EL3773

#### Netzmonitoring-Oversampling-Klemme

Die EtherCAT-Klemme EL3773 ist als Netzmonitoringklemme zur Zustandserfassung eines 3-phasigen Wechselspannungsnetzes (Nenn-Netzspannung 230/400 V<sub>eff</sub>) konzipiert. Auf jeder Phase werden Spannungen bis zu 288 V<sub>eff</sub>/410 V<sub>DC</sub> und Strom bis 1 A<sub>eff</sub>/1,5 A<sub>DC</sub> mit einer Auflösung von 16 Bit als Augenblickswerte erfasst.

Die sechs Kanäle werden simultan nach dem EtherCAT-Oversampling-Prinzip mit einer zeitlichen Auflösung bis zu 100 µs gemessen und an die Steuerung weitergegeben. Mit der dort zur Verfügung stehenden Rechenleistung können True-RMS- oder Leistungsberechnungen, aber auch komplexe anwenderspezifische Algorithmen über die Spannungs- und Stromverläufe gerechnet werden.

Durch das Oversampling-Prinzip kann die Klemme in deutlich kürzeren Abständen Messungen vornehmen, als die Zykluszeit der Steuerung beträgt. Es müssen AC- und DC-Größen mit gemeinsamem Bezugspotenzial angeschlossen und gemessen werden.

Die EL3773 unterstützt Distributed Clocks, um synchron zu anderen EtherCAT-Teilnehmern zu messen, kann aber auch ohne Distributed Clocks betrieben werden.

#### ● Effektivwert (eff)-Angaben

**i** Alle Wechselwert-Angaben wie RMS- oder Effektivwert-Angaben (eff) in dieser Dokumentation beziehen sich auf ein 50/60 Hz-3-Phasennetz mit sinusförmiger Verlaufsform (Crest-Faktor 1,414).

#### Quick-Links

- [EtherCAT Funktionsgrundlagen \[► 20\]](#)
- [QuickStart \[► 46\]](#)
- [Konfigurationserstellung \[► 48\]](#)
- [CoE-Objektbeschreibung \[► 110\]](#)

## 3.2 Technische Daten

### ● Effektivwert (eff)-Angaben



Alle Wechselwert-Angaben wie RMS- oder Effektivwert-Angaben (eff) in dieser Dokumentation beziehen sich auf ein 50/60 Hz-3-Phasennetz mit sinusförmiger Verlaufsform (Crest-Faktor 1,414).

Technische Daten	EL3773
Anzahl Eingänge	3 x Strom, 3 x Spannung
Oversampling-Faktor	n = 1 ... 100 wählbar
Distributed Clocks	ja
Genauigkeit der Distributed Clocks	<< 1 µs
Eingangsfiler Grenzfrequenz	einstellbar, 200 ... 15.000 Hz
Wandlungszeit	minimal 100 µs
Samplingart	Messung alle Kanäle simultan
Massebezug	single ended
Nenn-Netzspannung	230 V <sub>eff</sub> (UL <sub>x</sub> -N) bzw. 400 V <sub>eff</sub> (UL <sub>x</sub> -UL <sub>y</sub> )
Messbereich Spannung (Nennbereich)	DC: ±410 V AC entsprechend: 500 V <sub>eff</sub> AC 3~ (UL <sub>x</sub> -N: 288 V <sub>eff</sub> AC) gemeinsames Bezugspotenzial N/GND <sup>*)</sup>
maximal zulässige Überspannung	max. ±500 V (Scheitelwert, UL <sub>x</sub> -N, entspricht 353 V <sub>eff</sub> ) <sup>**)</sup>
Auflösung Spannung	1 digit ~ 12,5 mV (16 Bit inkl. Vorzeichen)
Eingangswiderstand Spannungspfad	typ. 1,8 MΩ
Messbereich Strom (Nennbereich)	DC: ±1,5 A entsprechend AC: 3 x 1 A <sub>eff</sub> <sup>**)</sup> AC empfohlen über Messwandler x A AC/1 A AC
maximal zulässiger Überstrom	max. ±1,8 A (Scheitelwert, entspricht 1,2 A <sub>eff</sub> ) <sup>**)</sup> der vorgeschaltete Einsatz von strombegrenzenden Stromwandlern wird empfohlen
Auflösung Strom	1 digit ~ 45,7 µA (16 Bit inkl. Vorzeichen)
Eingangswiderstand Strompfad	typ. 30 mΩ
Signalform	beliebig
Messfehler (bei Gleichgrößen-Messung [DC])	< ±0,5 % (bezogen auf den jeweiligen Messbereichsendwert)
Potenzialtrennung	2.500 V
Stromaufnahme Powerkontakte	-
Stromaufnahme E-Bus	200 mA typ.
Konfiguration	über TwinCAT System Manager
Gewicht	ca. 75 g
zulässiger Umgebungstemperaturbereich im Betrieb	0°C ... +55°C
zulässiger Umgebungstemperaturbereich bei Lagerung	-25°C ... +85°C
zulässige relative Luftfeuchtigkeit	95%, keine Betauung
Abmessungen (B x H x T)	ca. 15 mm x 100 mm x 70 mm
Montage [ <a href="#">▶ 33</a> ]	auf 35 mm Tragschiene nach EN 60715
Vibrations- / Schockfestigkeit	gemäß EN 60068-2-6 / EN 60068-2-27, siehe auch <a href="#">Montagevorschriften für Klemmen mit erhöhter mechanischer Belastbarkeit. [<a href="#">▶ 36</a>]</a>
EMV-Festigkeit / Aussendung	gemäß EN 61000-6-2 / EN 61000-6-4
Schutzart	IP20
Einbaulage	beliebig
Kennzeichnung / Zulassung <sup>*)</sup>	CE, cULus [ <a href="#">▶ 32</a> ]

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

\*\*) Längerer Betrieb oberhalb des Nennbereichs kann zur Beeinträchtigung der Funktion und/oder Verkürzung der Lebensdauer führen.

### 3.3 Technologie

#### Wechselgrößenmessung mit EL3773

##### Übliche Drehstromnetze

In Mitteleuropa übliche 3-phasige Drehstrom-Niederspannungsnetze zeichnen sich durch folgenden Zusammenhang aus: Nennspannung ist üblicherweise die Effektivspannung  $U_{\text{RMS}}$  z.B.  $230V_{\text{RMS}}$  als Sternspannung zwischen einem der 3 Außenleiter (L1, L2 oder L3) und dem Neutralleiter N.

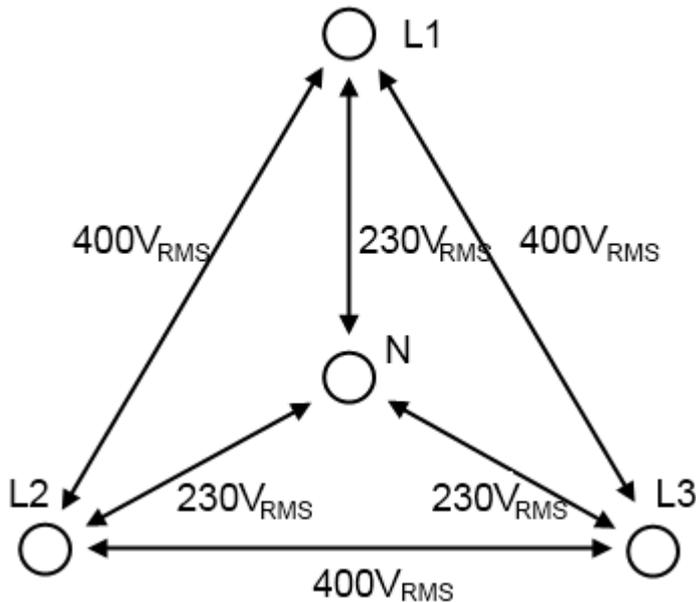


Abb. 6: Spannungen im Drehstromnetz in Mitteleuropa

Bei reiner Sinusschwingung (unbelastetes Netz) errechnet sich über den dann geltenden Crest-Faktor

(Scheitelfaktor) von  $\sqrt{2}$  in der Sternspannung eine max. Scheitelspannung (maximal Amplitude) von ca.  $\pm 325V_{\text{peak}}$  gegen N.

Zwischen den Außenleitern kann eine verkettete Spannung von  $230V \cdot \sqrt{3} \approx 400V$  (RMS) gemessen werden.

#### Effektivwert-Angaben

##### ● Effektivwert ( $_{\text{eff}}$ )-Angaben



Alle Wechselwert-Angaben wie RMS- oder Effektivwert-Angaben ( $_{\text{eff}}$ ) in dieser Dokumentation beziehen sich auf ein 50/60 Hz-3-Phasennetz mit sinusförmiger Verlaufsform.

Die EtherCAT-Klemme EL3773 ist als Netzmonitoringklemme zur Zustandserfassung eines 3-phasigen Wechselspannungsnetzes konzipiert. Kennzeichnend für die EL3773 sind folgende Eigenschaften:

- 3 Kanäle messen durch Analog/Digitalwandler  $-410...+410$  V gegen N in 16 Bit Auflösung als Amplitudenwert
- 3 Kanäle messen durch Analog/Digitalwandler  $-1,5...+1,5$  A gegen N in 16 Bit Auflösung als Amplitudenwert
- alle 6 analogen Eingangskanäle werden gleichzeitig/simultan erfasst
- die EL3773 ist eine Oversampling-Klemme und kann deshalb je PLC/EtherCAT-Zyklus nicht nur 1, sondern bis zu 100 Samples (Amplitudenwerte) je Kanal erfassen. Diese werden als Datenpaket über die zyklischen Prozessdaten zur Steuerung gesendet.  
Die minimale Sampling-Zeit beträgt  $100 \mu\text{s}$  entsprechend 10.000 Samples/sec.

- Der Spannungs- und Stromverlauf kann beliebig sein, die EL3773 eignet sich also für AC und DC-Messungen
- es stehen je Kanal verschiedene Filterfunktionen (Tiefpass und Notchfilter) zur Verfügung
- die EL3773 kann über Distributed Clocks mit anderen EtherCAT-Teilnehmern synchronisiert werden, kann aber auch ohne Distributed Clocks mit Oversampling betrieben werden
- es finden in der EL3773 keine Vorauswertungen oder Berechnungen über die Amplitudenwerte statt

Damit eignet sich die EL3773 für sehr verschiedene Anwendungen, beispielsweise

- 3-Phasen-Monitoring: ein 3-Phasen-Verbraucher wird in Spannung und Strom gegen N gemessen
- 3-Lasten-Monitoring: 3 Verbraucher, auch wenn sie an derselben Phase hängen, können je in Spannung und Strom gegen N gemessen werden
- jeder Kanal kann beliebig messen, solange sich die Messung auf N (beziehungsweise GND in DC-Netzen) bezieht
- Messung nicht-sinusförmiger Amplitudenverläufe, auch Rechteck- oder DC-Verlauf

Auswertungen und Berechnungen über die zur Steuerung gesendeten Rohdaten wie z. B. Wirkleistung (P), kumulierter Energieverbrauch (W) oder Leistungsfaktor ( $\cos \varphi$ ) haben in der Steuerung zu erfolgen. Mit der dort zur Verfügung stehenden Rechenleistung können True-RMS- oder Leistungsberechnungen, aber auch komplexe anwenderspezifische Algorithmen über die Spannungs- und Stromverläufe gerechnet werden.

---

### ● **Auslegung Spannungsmessbereich**

**i** Niederspannung-Stromversorgungssysteme sind z. B. in IEC 60038 definiert. Seit 2003 sind hier  $230/400 V_{\text{RMS}} \pm 10\%$  als Wertebereich angegeben, entsprechend  $\pm 357 V_{\text{peak}}$ . Um auch erhebliche Spikes erfassen zu können, unterstützt die EL3773 einen Messbereich von  $288 V_{\text{RMS AC}}$ , entsprechend  $\pm 407 V_{\text{peak}}$  (nominell:  $\pm 410 V$ ).

---

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

#### HINWEIS



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

Beachten Sie auch die weiterführende Dokumentation

#### **I/O-Analog-Handbuch**

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

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

[www.beckhoff.de](http://www.beckhoff.de) auf den jeweiligen Produktseiten zum [Download](#) zur Verfügung steht.

Sie erläutert Grundlagen der Sensortechnik und enthält Hinweise zu analogen Messwerten.

## 3.5 Start

Zur Inbetriebsetzung:

- montieren Sie den EL3773 wie im Kapitel Montage und Verdrahtung [▶ 31] beschrieben
- konfigurieren Sie den EL3773 in TwinCAT wie im Kapitel Inbetriebnahme [▶ 46] beschrieben.

## 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 + 90 + 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 4 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 Cross-Over-Kabel verwenden.

#### ● Empfohlene Kabel

- i** Es wird empfohlen die entsprechenden Beckhoff Komponenten zu verwenden, z. B.
- Kabelsätze ZK1090-9191-xxxx bzw.
  - feldkonfektionierbare RJ45 Stecker ZS1090-0005
  - 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 vorberechnete theoretische maximale E-Bus-Strom angezeigt. Eine Unterschreitung wird durch 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. 7: 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 ELxxxx Klemmen sind mit einer Sicherungseinrichtung (Watchdog) ausgestattet, die z. B. bei unterbrochenem Prozessdatenverkehr nach einer voreinstellbaren Zeit die Ausgänge (so vorhanden) in einen ggf. vorgebbaren Zustand schaltet, in Abhängigkeit vom Gerät und Einstellung z. B. auf FALSE (aus) oder einen Ausgabewert.

Der EtherCAT Slave Controller (ESC) verfügt dazu über zwei Watchdogs:

- SM-Watchdog (default: 100 ms)
- PDI-Watchdog (default: 100 ms)

Deren Zeiten werden in TwinCAT wie folgt einzeln parametrier:

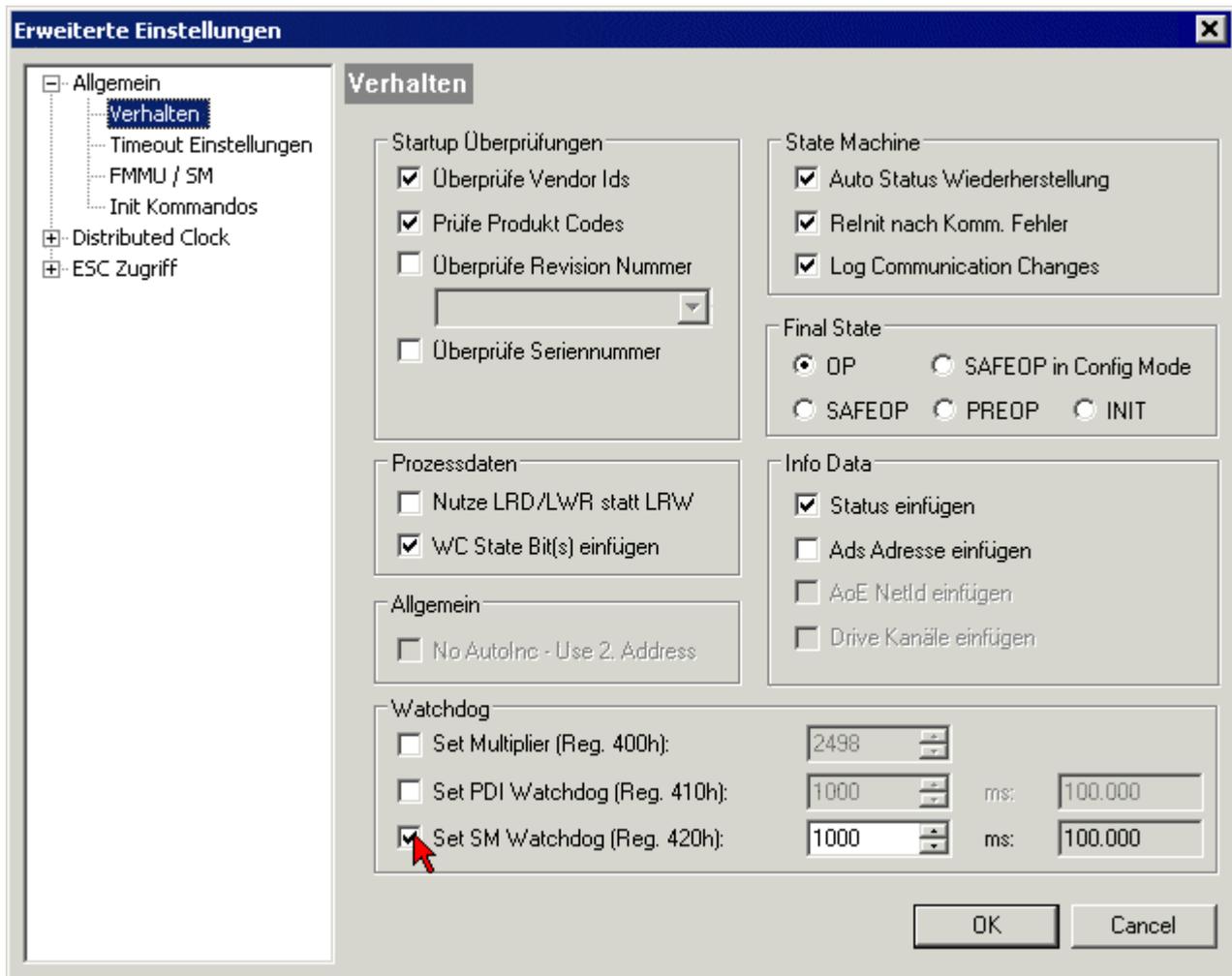


Abb. 8: Karteireiter EtherCAT -> Erweiterte Einstellungen -> Verhalten --> Watchdog

#### Anmerkungen:

- der Multiplier Register 400h (hexadezimal, also x0400) 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 x0400/0410/0420 eingesehen werden:  
ESC Access -> Memory

#### SM-Watchdog (SyncManager-Watchdog)

Der SyncManager-Watchdog wird bei jeder erfolgreichen EtherCAT-Prozessdaten-Kommunikation mit der Klemme zurückgesetzt. Findet z. B. durch eine Leitungsunterbrechung länger als die eingestellte und aktivierte SM-Watchdog-Zeit keine EtherCAT-Prozessdaten-Kommunikation mit der Klemme statt, löst der Watchdog aus. Der Status der Klemme (i.d.R. 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 mit dem ESC von der EtherCAT-Seite aus betrachtet.

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

Reg. 400/420 parametrieren, aber vom  $\mu\text{C}$  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-Kommunikation mit dem EtherCAT Slave Controller (ESC) statt, löst dieser Watchdog aus.

PDI (Process Data Interface) 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, aber von der Applikations-Seite aus betrachtet.

### Berechnung

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

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

Der Wert in Multiplier + 2 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 Version -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 eingetragenem 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 und
- Operational
- Boot

Regulärer Zustand eines jeden EtherCAT Slaves nach dem Hochlauf ist der Status OP.

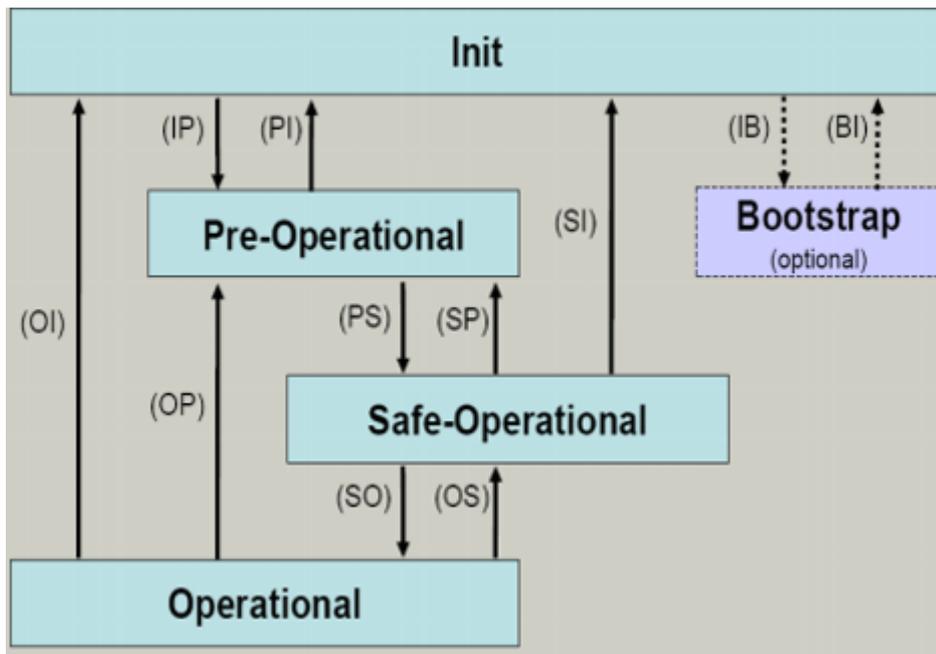


Abb. 9: Zustände der EtherCAT State Machine

### 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 Prozessdaten-Kommunikation möglich. Der EtherCAT-Master initialisiert die Sync-Manager-Kanäle für Prozessdaten (ab Sync-Manager-Kanal 2), die FMMU-Kanäle und falls der Slave ein konfigurierbares Mapping unterstützt das PDO-Mapping oder das Sync-Manager-PDO-Assignement. Weiterhin werden in diesem Zustand die Einstellungen für die Prozessdatenübertragung sowie ggf. noch klemmenspezifische Parameter übertragen, die von den Defaulteinstellungen 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. ob die Einstellungen für die Distributed-Clocks korrekt sind. Bevor er den Zustandswechsel quittiert, kopiert der EtherCAT-Slave aktuelle Inputdaten in die entsprechenden DP-RAM-Bereiche des EtherCAT-Slave-Controllers (ECSC).

Im Zustand *Safe-Op* ist Mailbox- und Prozessdaten-Kommunikation 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 Watchdogüberwachung [► 21] bringt die Ausgänge im 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 Watchdogüberwachung im Modul 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 Mailbox-Kommunikation 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-Kommunikation und keine Prozessdaten-Kommunikation.

# 4.5 CoE-Interface

## Allgemeine Beschreibung

Das CoE-Interface (CAN application protocol over EtherCAT) 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 lesbar 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-Parameter 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, Gerätenamen, Abgleichwerte für analoge Messung 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<sub>dez</sub>)
- SubIndex: 0x00...0xFF (0...255<sub>dez</sub>)

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 Identitäts-Informationen 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 („Eingang“ aus Sicht des EtherCAT-Masters)
- 0x7000: hier liegen die Ausgangs-PDO („Ausgang“ 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:

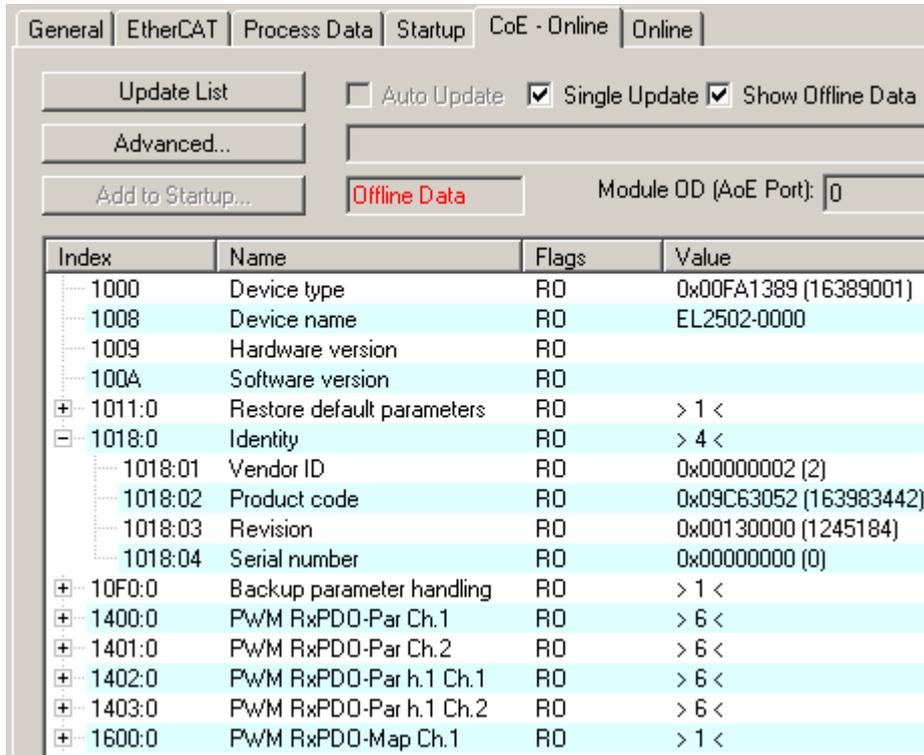


Abb. 10: Karteireiter „CoE-Online“

In der oberen Abbildung sind die im Gerät „EL2502“ verfügbaren CoE-Objekte von 0x1000 bis 0x1600 zusehen, die Subindizes von 0x1018 sind aufgeklappt.

**HINWEIS**

**Veränderungen im CoE-Verzeichnis (CAN over EtherCAT), 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. Dies kann schreibend/lesend geschehen

- über den System Manager (Abb. Karteireiter „CoE-Online“) durch Anklicken  
Dies bietet sich bei der Inbetriebnahme der Anlage/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/PLC über ADS z. B. durch die Bausteine aus der TcEtherCAT.lib Bibliothek  
Dies wird für Änderungen während der Anlangenlaufzeit 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 (Repower) sind die veränderten CoE-Parameter immer noch erhalten. Andere Hersteller können dies anders handhaben.

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

- wird unterstützt: die Funktion ist per einmaligem Eintrag des Codeworts 0x12345678 in CoE 0xF008 zu aktivieren und solange aktiv, wie das Codewort nicht verändert wird. 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 nicht unterstützt: eine fortlaufende Änderung von CoE-Werten ist angesichts der o.a. Lebensdauerergrenze nicht zulässig.

## ● Startup List

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

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

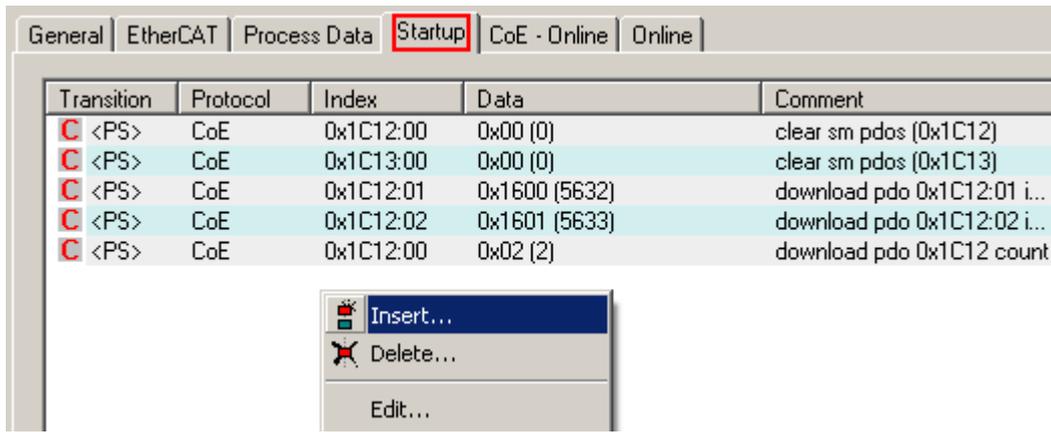


Abb. 11: StartUp-Liste im TwinCAT System Manager

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 angelegt werden.

**Online/Offline Verzeichnis**

Während der Arbeit mit dem TwinCAT System Manager ist zu unterscheiden ob das EtherCAT-Gerät gerade „verfügbar“, also angeschaltet und über EtherCAT verbunden und damit **online** ist oder ob ohne angeschlossene Slaves eine Konfiguration **offline** erstellt wird.

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

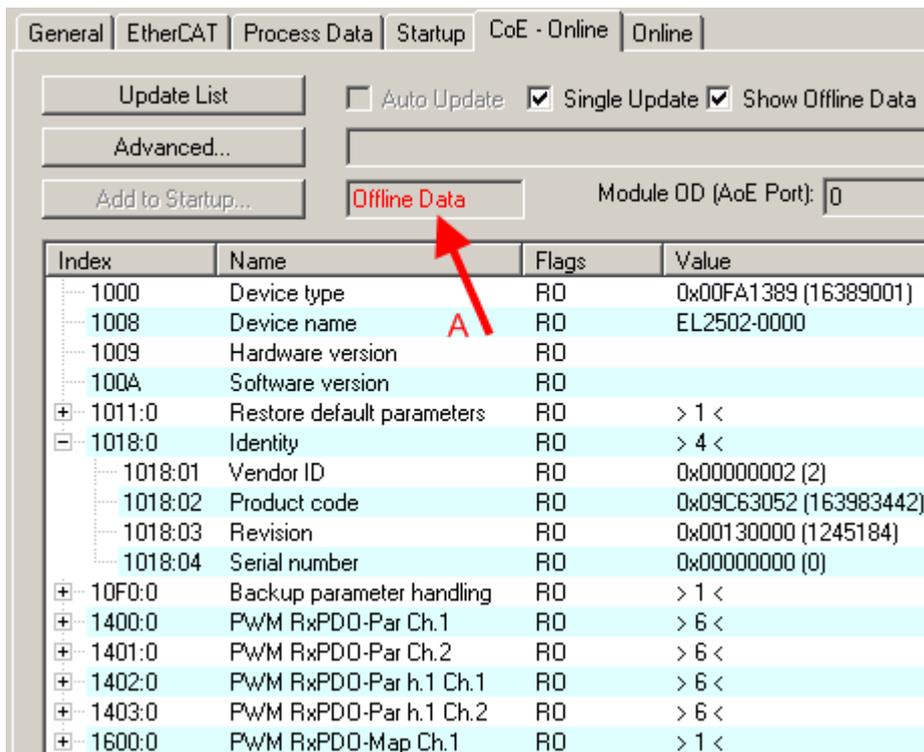


Abb. 12: Offline-Verzeichnis

- 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 laut elektronischer Auskunft angezeigt
  - ist ein grünes **Online** zu sehen

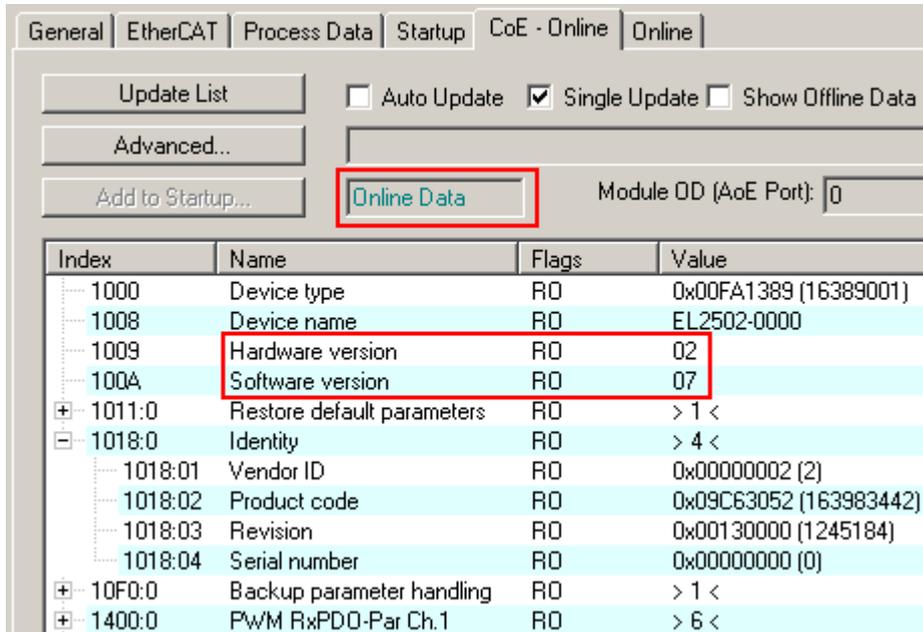


Abb. 13: Online-Verzeichnis

### Kanalweise Ordnung

Das CoE-Verzeichnis ist in EtherCAT Geräten angesiedelt, die meist mehrere funktional gleichwertige Kanäle umfassen. z. B. hat eine 4 kanalige Analogeingangsklemme 0...10 V 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  $16_{\text{dez}}/10_{\text{hex}}$ -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 Montage und Verdrahtung

### 5.1 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.

- Sie müssen beim Umgang mit den Komponenten elektrostatisch entladen sein; vermeiden Sie außerdem die Federkontakte (s. Abb.) direkt zu berühren.
- Vermeiden Sie den Kontakt mit hoch isolierenden Stoffen (Kunstfaser, Kunststofffolien etc.)
- Beim Umgang mit den Komponenten ist auf gute Erdung der Umgebung zu achten (Arbeitsplatz, Verpackung und Personen)
- Jede Busstation muss auf der rechten Seite mit der Endkappe [EL9011](#) oder [EL9012](#) abgeschlossen werden, um Schutzart und ESD-Schutz sicher zu stellen.

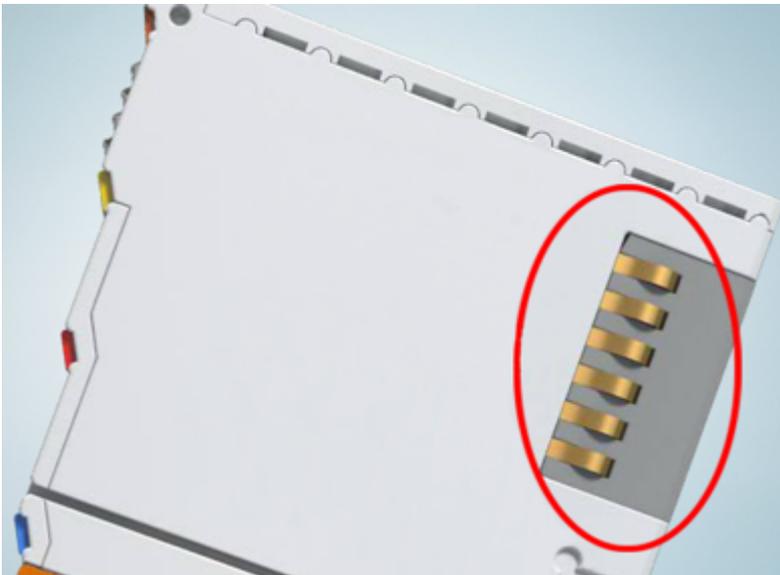


Abb. 14: Federkontakte der Beckhoff I/O-Komponenten

## 5.2 UL-Hinweise

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

### Grundlagen

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



## 5.3 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!

### Montage

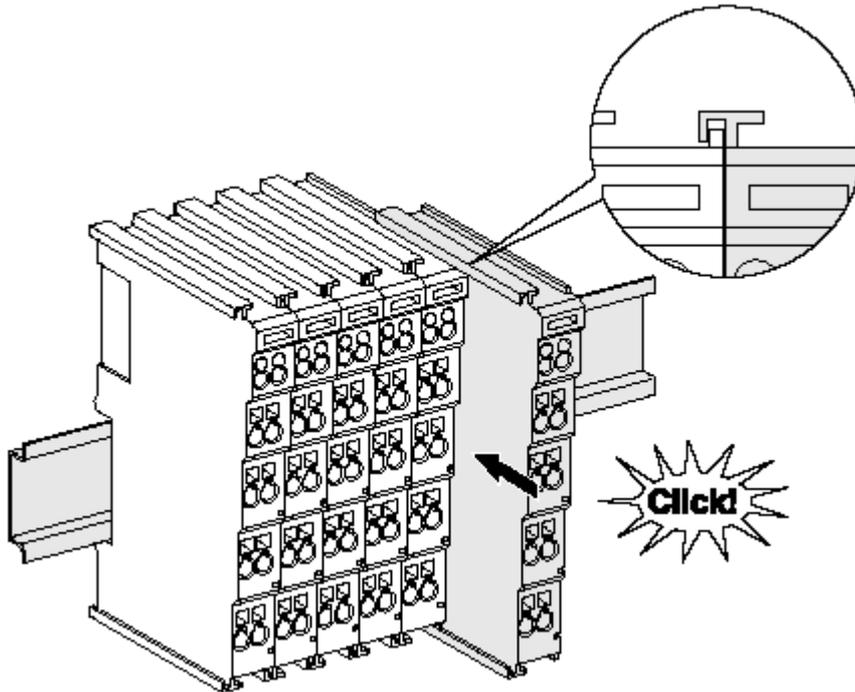


Abb. 15: Montage auf Tragschiene

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 angereiht. Stecken Sie dazu die Komponenten mit Nut und Feder zusammen und schieben Sie die Klemmen gegen die Tragschiene, bis die Verriegelung hörbar auf der Tragschiene einrastet.  
Wenn Sie die Klemmen erst auf die Tragschiene schnappen und dann nebeneinander schieben ohne das 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

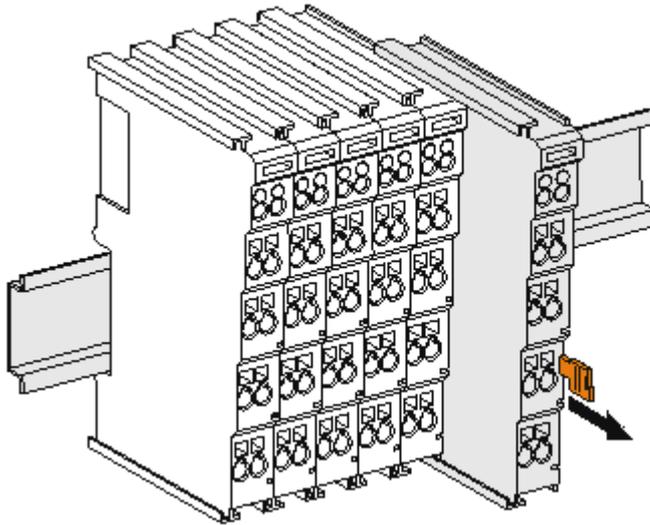


Abb. 16: Demontage von Tragschiene

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 Tragschienerriegelung 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 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 Klemmen auf dem Buskoppler (bis 24 V) oder für höhere Spannungen über Einspeiseklemmen.

### **i** Powerkontakte

Beachten Sie bei der Projektierung eines Busklemmenblocks die Kontaktbelegungen der einzelnen Busklemmen, da einige Typen (z.B. analoge Busklemmen oder digitale 4-Kanal-Busklemmen) die Powerkontakte nicht oder nicht vollständig durchschleifen. Einspeiseklemmen (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.

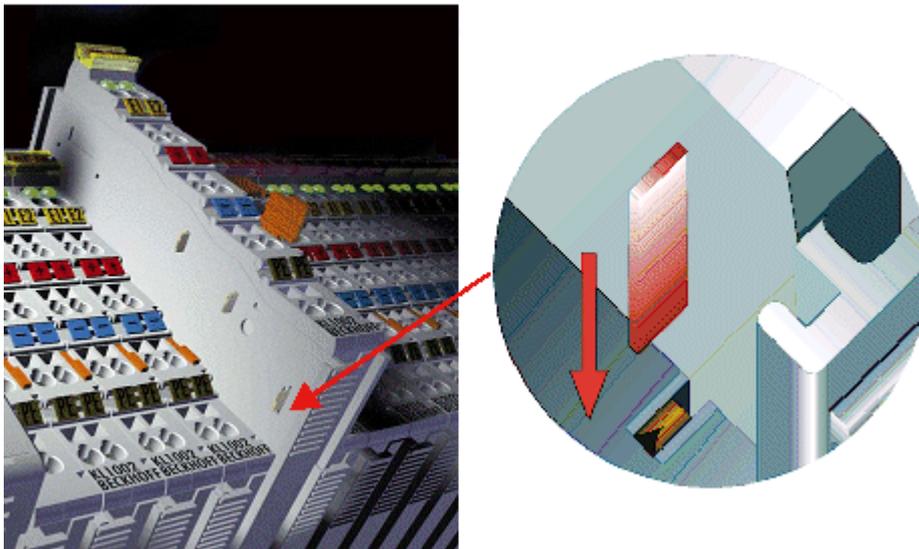


Abb. 17: Linksseitiger Powerkontakt

**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!

## 5.4 Montagevorschriften für erhöhte mechanische Belastbarkeit

### ⚠️ WARNUNG

#### Verletzungsgefahr durch Stromschlag und Beschädigung des Gerätes möglich!

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

#### Zusätzliche Prüfungen

Die Klemmen sind folgenden zusätzlichen Prüfungen unterzogen worden:

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

#### Zusätzliche Montagevorschriften

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

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

## 5.5 Anschluss

### 5.5.1 Anschlussstechnik

#### ⚠️ 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 sind seit Jahren bewährt und integrieren die schraublose Federkrafttechnik zur schnellen und einfachen Montage.

#### 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 mm<sup>2</sup> bis 2,5 mm<sup>2</sup> 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



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

---

### Ultraschall-litzenverdichtete Leiter

---

#### ● Ultraschall-litzenverdichtete Leiter



An die Standard- und High-Density-Klemmen können auch ultraschall-litzenverdichtete (ultraschallverschweißte) Leiter angeschlossen werden. Beachten Sie die Tabellen zum [Leitungsquerschnitt](#) ▶ 39!

---

### 5.5.2 Verdrahtung

**⚠️ WARNUNG**

**Verletzungsgefahr durch Stromschlag und Beschädigung des Gerätes möglich!**

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

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

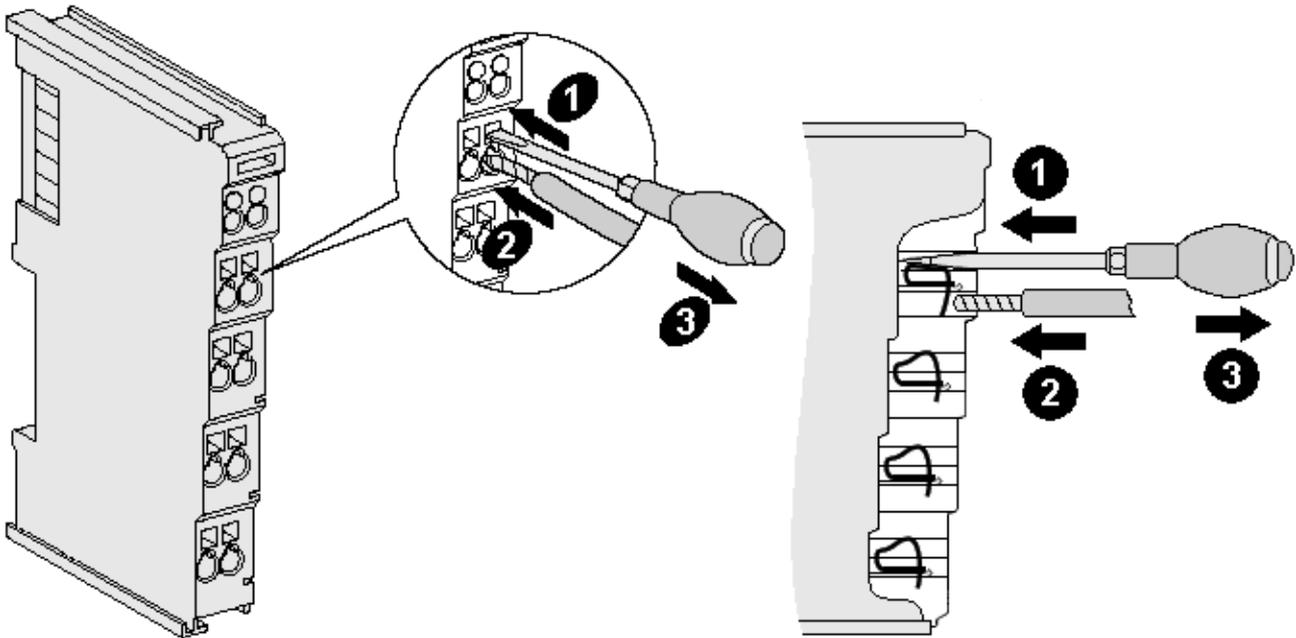


Abb. 21: Anschluss einer Leitung an eine Klemmstelle

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:

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 Rücknahme des Druckes 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 <sup>2</sup>	0,08 ... 2,5 mm <sup>2</sup>
Leitungsquerschnitt (feindrätig)	0,08 ... 2,5 mm <sup>2</sup>	0,08 ... 2,5 mm <sup>2</sup>
Leitungsquerschnitt (Aderleitung mit Aderendhülse)	0,14 ... 1,5 mm <sup>2</sup>	0,14 ... 1,5 mm <sup>2</sup>
Abisolierlänge	8 ... 9 mm	9 ... 10 mm

**High-Density-Klemmen (HD-Klemmen [▶ 38]) 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 Leitungen 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 <sup>2</sup>
Leitungsquerschnitt (feindrätig)	0,25 ... 1,5 mm <sup>2</sup>
Leitungsquerschnitt (Aderleitung mit Aderendhülse)	0,14 ... 0,75 mm <sup>2</sup>
Leitungsquerschnitt (ultraschall-litzenverdichtet)	nur 1,5 mm <sup>2</sup> (siehe Hinweis [►_38])
Abisolierlänge	8 ... 9 mm

### 5.5.3 Schirmung



#### Schirmung

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

## 5.6 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)

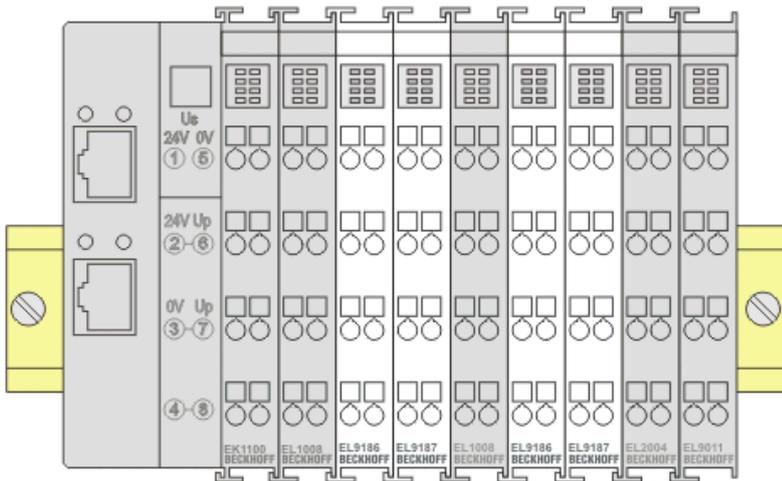


Abb. 22: Korrekte Positionierung

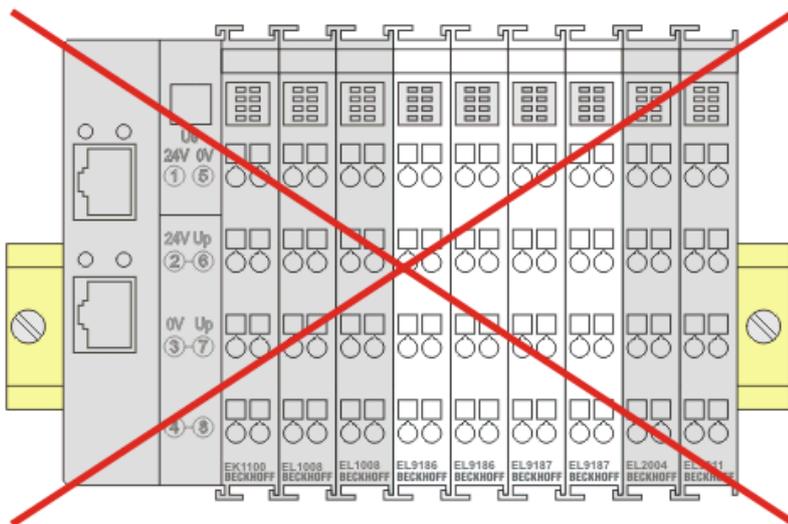


Abb. 23: Inkorrekte Positionierung

## 5.7 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 Erdbeschleunigung.

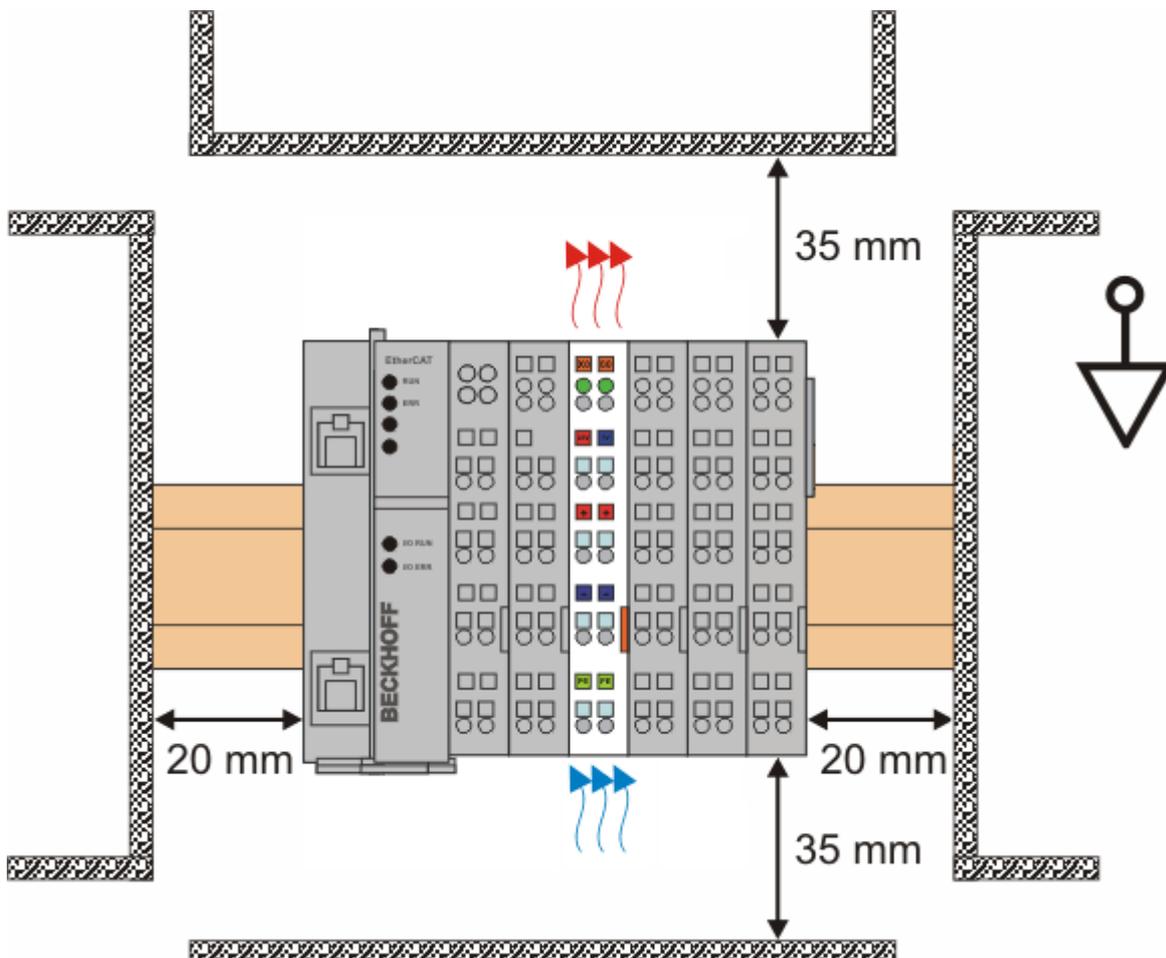


Abb. 24: Empfohlene Abstände bei Standard-Einbaulage

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.

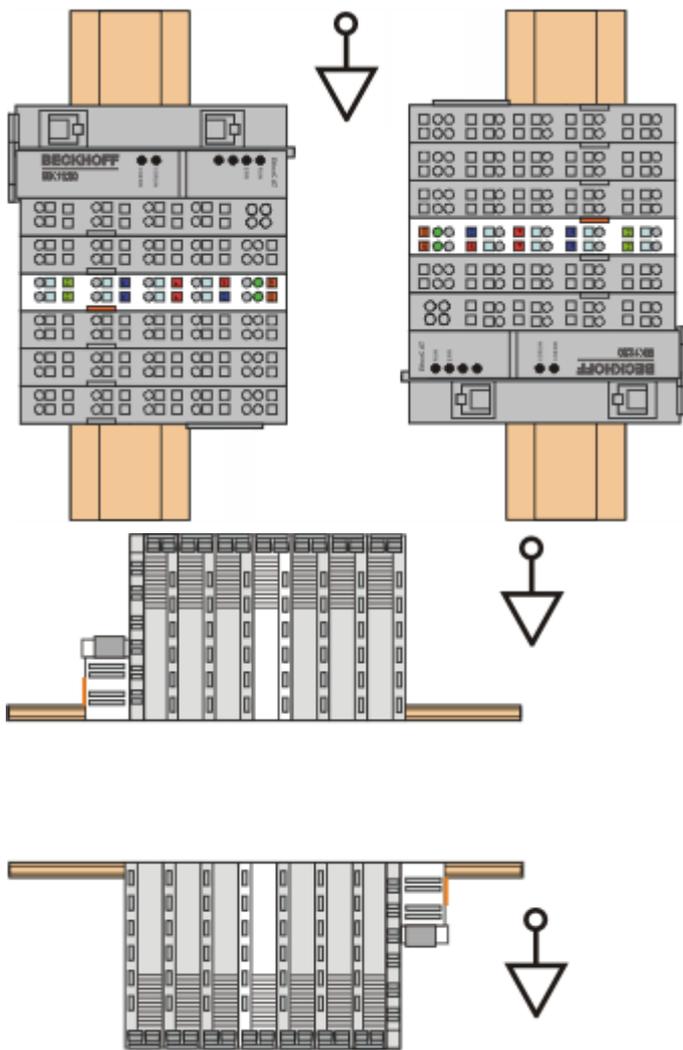


Abb. 25: Weitere Einbaulagen

## 5.8 Anschlussbelegung

### ⚠️ WARNUNG

#### Vorsicht: Verletzungsgefahr durch Stromschlag!

Wenn Sie die Klemmstelle N nicht mit dem Nulleiter Ihres Versorgungsnetzes verbinden (z. B. bei Verwendung der EL3773 zur reinen Strommessung), müssen Sie die Klemmstelle N erden, damit im Fehlerfall eines Stromwandlers gefährliche Überspannungen vermieden werden!

### ⚠️ WARNUNG

#### Vorsicht: Verletzungsgefahr durch Stromschlag!

Beachten Sie, dass die Stromwandler vieler Hersteller nicht im Leerlauf betrieben werden dürfen! Schließen Sie die EL3773 an die Sekundärwicklung der Stromwandler an, bevor Sie die Stromwandler in Betrieb nehmen!

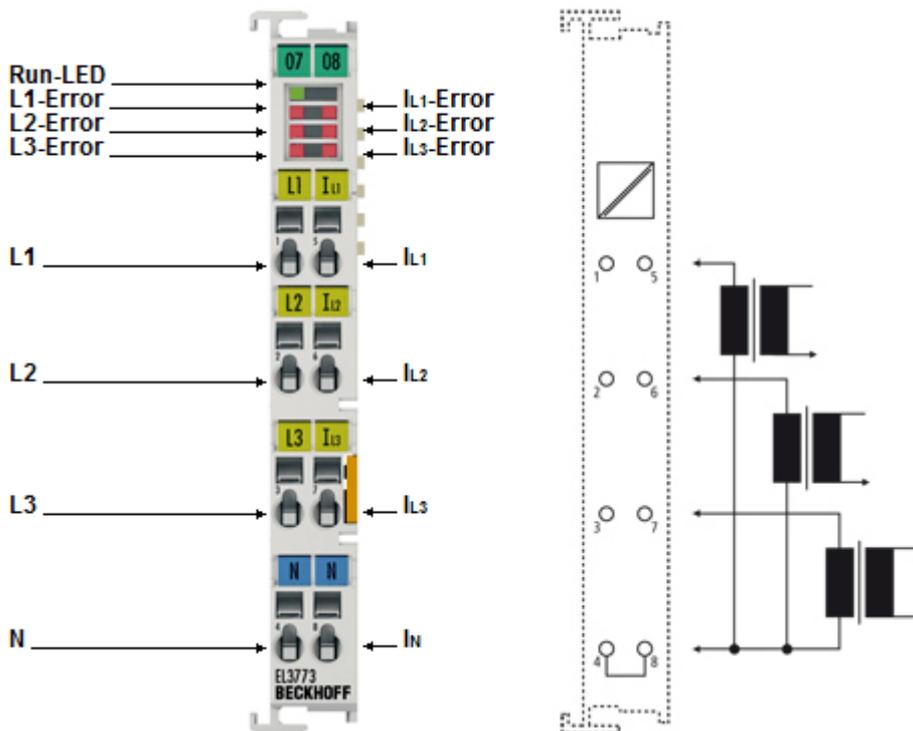


Abb. 26: EL3773

Anschlussbelegung

Klemmstelle		Beschreibung	Kommentar
Bezeichnung	Nr.		
L1	1	Phase L1	Anschlüsse für die Spannungsmessung. Bitte beachten Sie die <a href="#">Hinweise</a> [▶ 44].
L2	2	Phase L2	
L3	3	Phase L3	
N	4	Null-Leiter N (intern verbunden mit Klemmstelle I <sub>N</sub> , kapazitiv verbunden mit dem Erdungskontakt zur Tragschiene)	
IL1	5	Verbraucher an Phase L1	Anschlüsse für die Stromwandler. Bitte beachten Sie die <a href="#">Hinweise</a> [▶ 44].
IL2	6	Verbraucher an Phase L2	
IL3	7	Verbraucher an Phase L3	
IN	8	Sternpunkt der Stromwandler (intern verbunden mit Klemmstelle N, kapazitiv verbunden mit dem Erdungskontakt zur Tragschiene)	

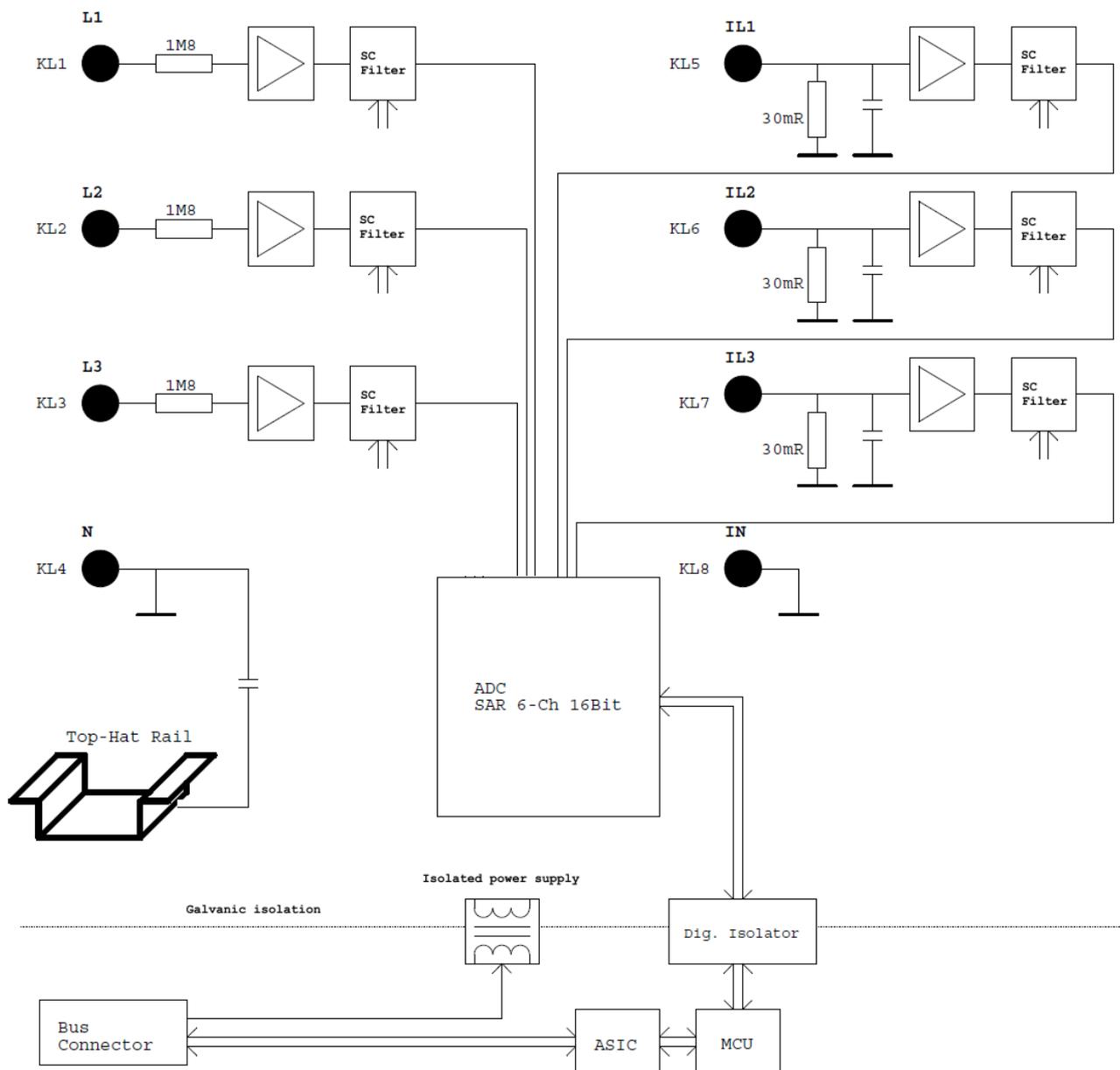


Abb. 27: Blockschaltbild

# 6 Inbetriebnahme

## 6.1 Quickstart

Quickstart

Zur Erstinbetriebnahme der EL3773 sind keine besonderen Maßnahmen erforderlich.

Die EL3773 kann mit unterschiedlichen Funktionsarten betrieben werden. Im Folgenden wird der Entscheidungs- und Handlungsablauf der Inbetriebnahme aufgezeigt.

Zum Verständnis sind die einführenden Kapitel zu

- [Technologie](#) [► 16]
- [Funktionsweise](#) [► 98]
- [Anwendungshinweise](#) [► 140]
- [Beispielprogramme](#) [► 143]

zu beachten.

### 1. Montage

Montieren Sie die EL3773 wie im Kapitel [Montage und Verdrahtung](#) [► 31] beschrieben.

### 2. Konfiguration

Erstellen Sie eine Konfiguration im TwinCAT Systemmanager, indem Sie die Klemme manuell einfügen oder online scannen. Beachten Sie dazu die Installationskapitel TwinCAT 2.x.

---

#### **EtherCAT XML Device Description**

**I** Sollte in Ihrem System die XML-Beschreibung ihrer EL3773 nicht vorliegen, können Sie die entsprechende aktuellste XML-Datei im Download-Bereich auf der [Beckhoff Website](#) herunterladen und entsprechend der Installationsanweisungen installieren.

---

### 3. Auslieferungszustand

Die EL3773 wird im per Default im TwinCAT Systemmanager mit den Einstellungen

- Trigger durch Distributed Clocks aktiviert
- 10fach Oversampling

eingefügt.

### 4. Einstellen der Parameter und Prozessdaten

#### **Distributed Clocks**

Deaktivieren Sie Distributed Clocks wenn nötig. Dies wird nur empfohlen, wenn das EtherCAT-System ohne Distributed Clocks Funktionalität betrieben werden soll.

#### **Oversampling Faktor**

Legen Sie den Oversampling-Faktor im Rahmen der zulässigen Werte fest.

#### **CoE-Parameter**

Falls die Default-CoE-Parameter geändert werden sollen, müssen sie kanalweise im CoE hinterlegt werden.

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

**i** Die Parametrierung der Klemme wird über den CoE - Online Reiter (mit Doppelklick auf das entsprechende Objekt) bzw. über den Prozessdatenreiter (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" zum Zurücksetzen der Veränderungen
- 

Die CoE-Einstellungen können auch über die SPS/PLC/Task zur Laufzeit geladen werden.

## 5. Betrieb

Bei anliegender Spannung/Strom werden nun nach TwinCAT-Neustart z. B. im TwinCAT FreeRun-Modus über die Prozessdaten die Messwerte übertragen.

### ● **Datenvisualisierung mit TwinCAT Scope2**

**i** Das TwinCAT Scope2 unterstützt das Einlesen von Oversampling-Variablen auch bei der EL3773. Bitte beachten Sie hierzu die entsprechenden Hinweise.

---

## 6.2 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/>.

### 6.2.1 Installation 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. 28: Aufruf im System Manager (TwinCAT 2)

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

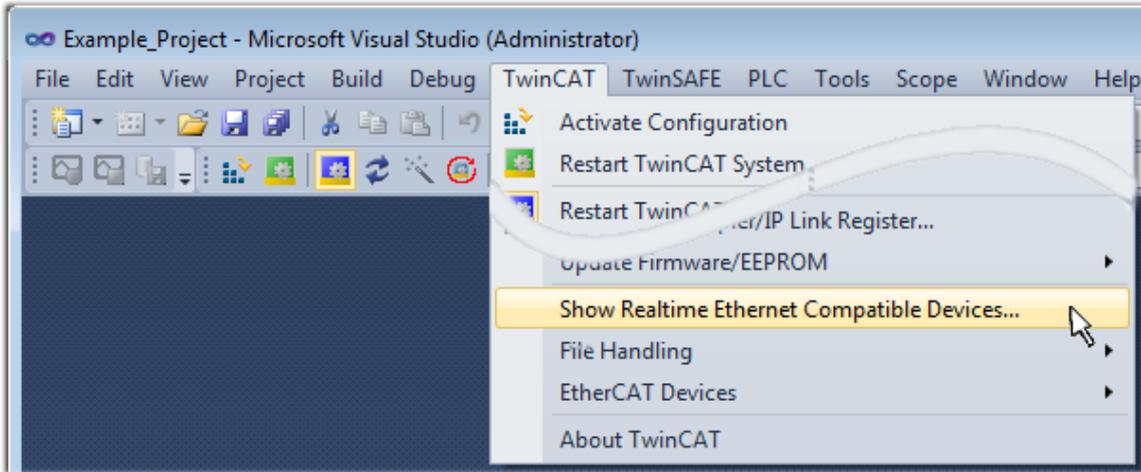


Abb. 29: Aufruf in VS Shell (TwinCAT 3)

**B: Über TcRtelInstall.exe im TwinCAT-Verzeichnis**

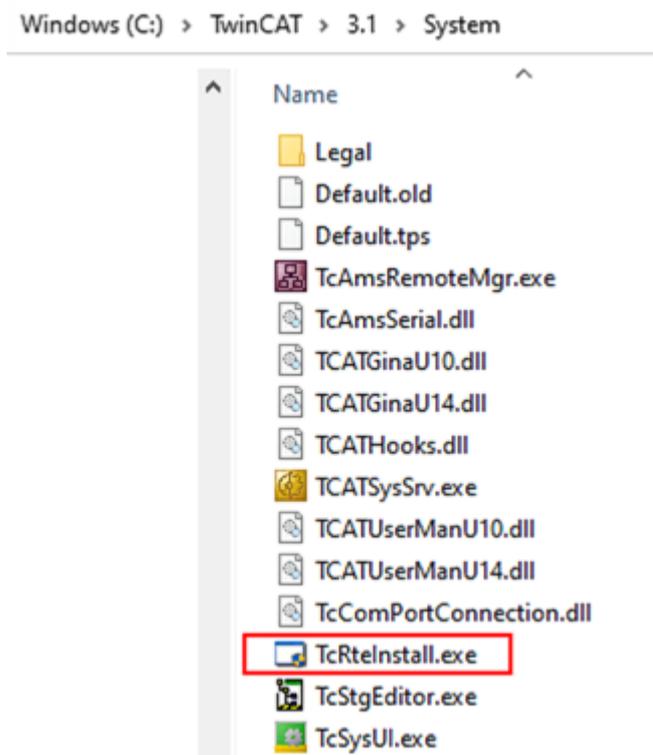


Abb. 30: TcRtelInstall.exe im TwinCAT-Verzeichnis

In beiden Fällen erscheint der folgende Dialog:

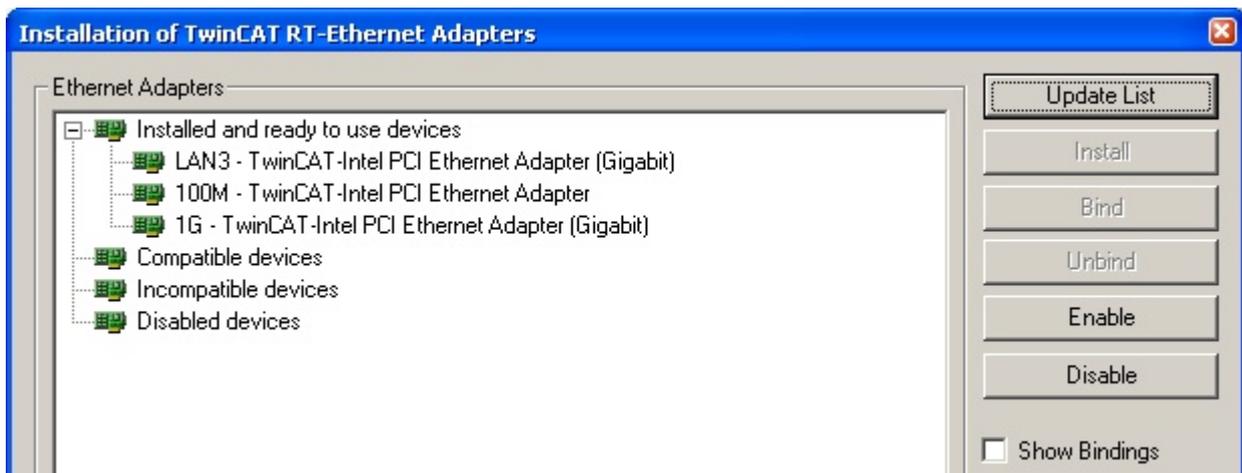


Abb. 31: Übersicht Netzwerkschnittstellen

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

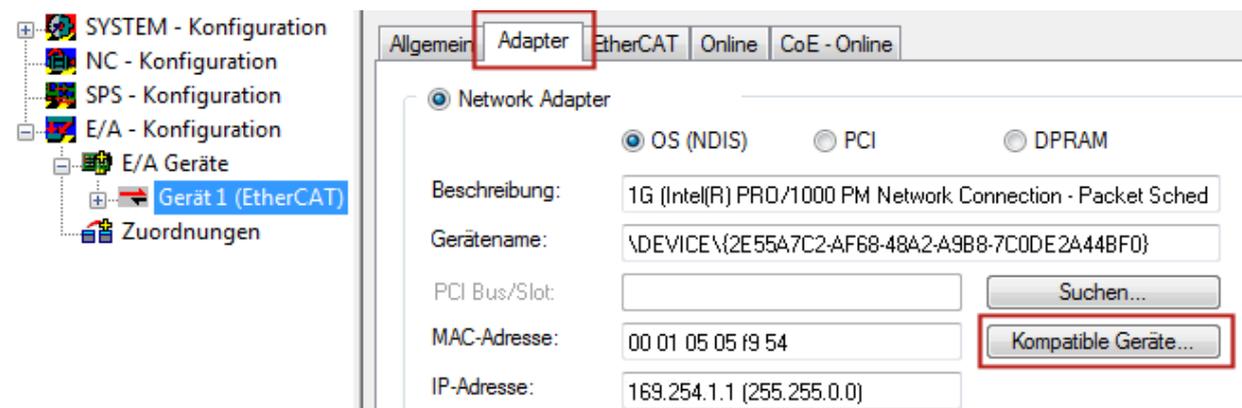
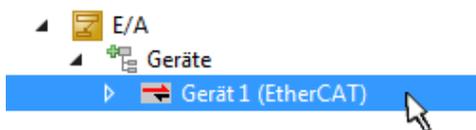


Abb. 32: Eigenschaft von EtherCAT-Gerät (TwinCAT 2): Klick auf „Kompatible Geräte...“ von „Adapter“

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)

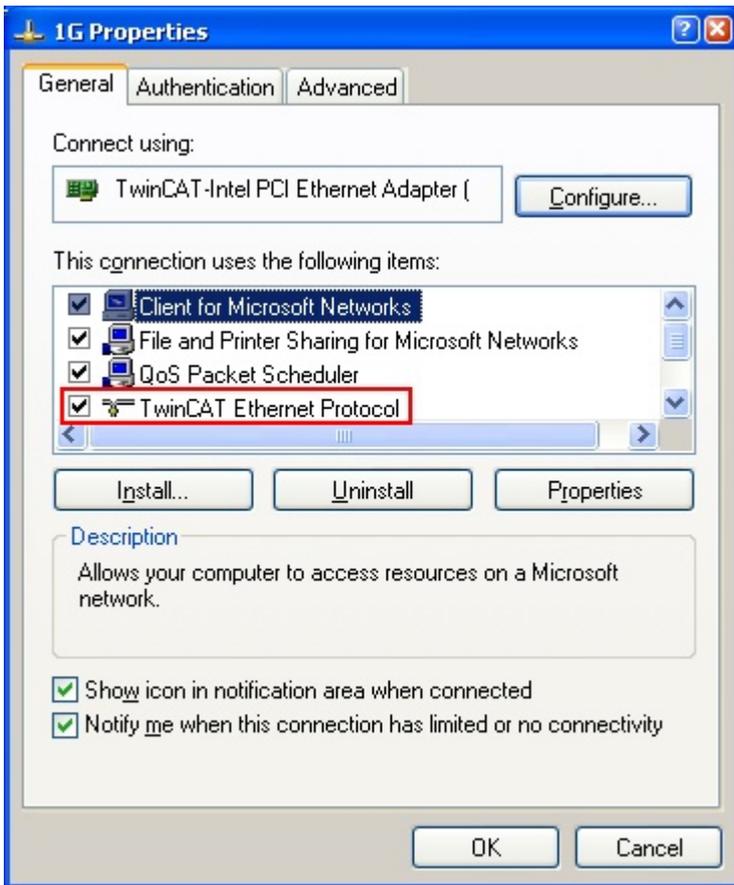


Abb. 33: Windows-Eigenschaften der Netzwerkschnittstelle

Eine korrekte Einstellung des Treibers könnte wie folgt aussehen:

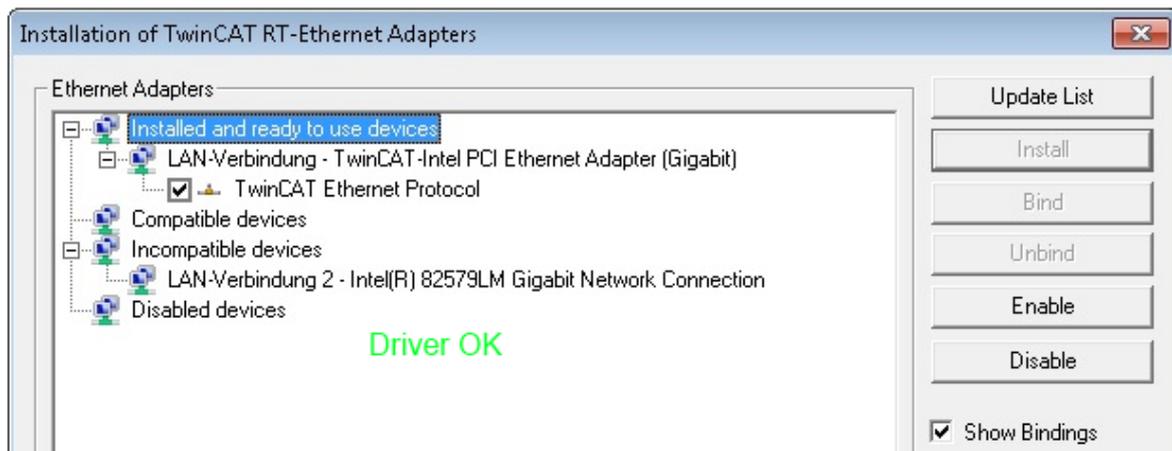


Abb. 34: Beispielhafte korrekte Treiber-Einstellung des Ethernet Ports

Andere mögliche Einstellungen sind zu vermeiden:

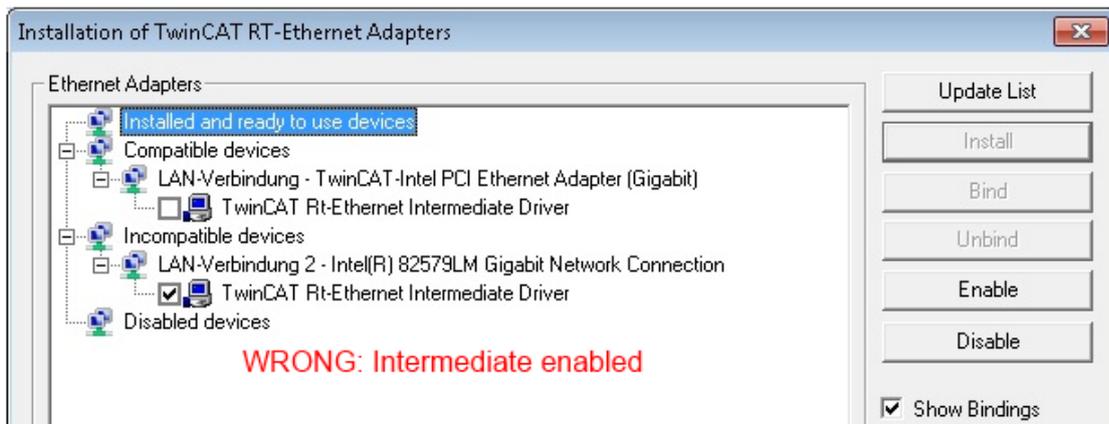
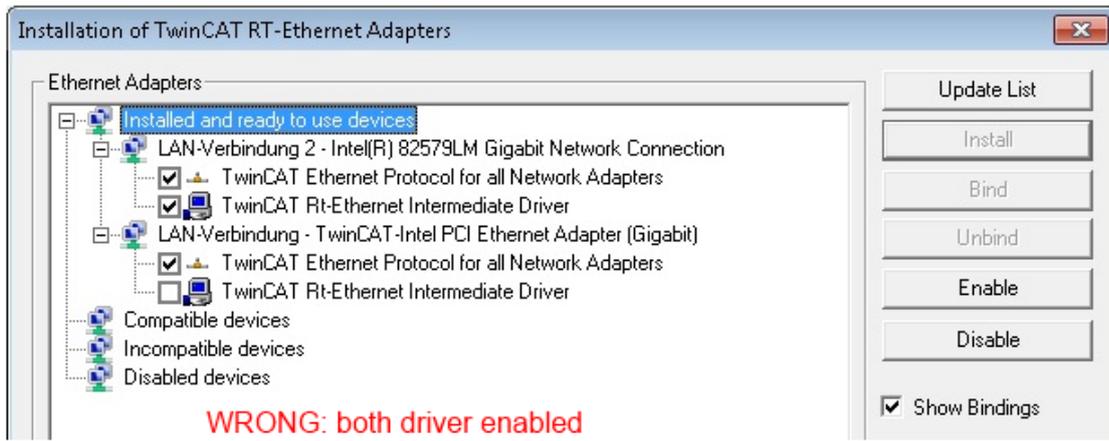


Abb. 35: Fehlerhafte Treiber-Einstellungen des Ethernet Ports

## IP-Adresse des verwendeten Ports

### **i** IP Adresse/DHCP

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.

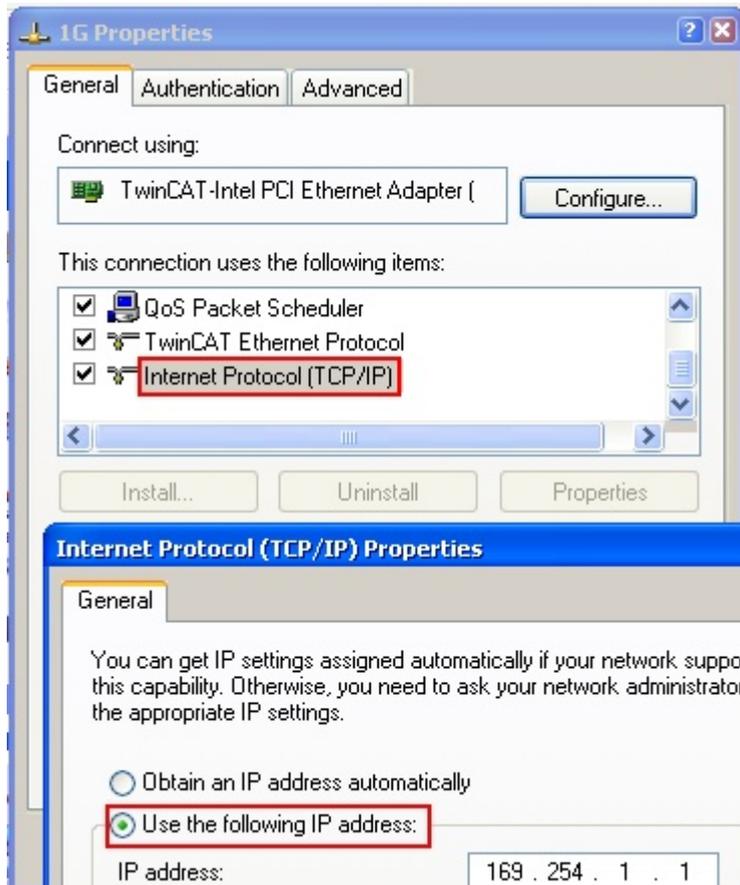


Abb. 36: TCP/IP-Einstellung des Ethernet Ports

## 6.2.2 Hinweise ESI-Gerätebeschreibung

### Installation der neuesten ESI-Device-Description

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

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

Die ESI-Dateien sind im Installationsverzeichnis von TwinCAT abzulegen.

Standardeinstellungen:

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

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

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

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

**TwinCAT 2:** Options → „Update EtherCAT Device Descriptions“

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

Hierfür steht der [TwinCAT ESI Updater \[► 58\]](#) 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 Dateiarten 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“

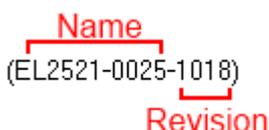


Abb. 37: Gerätebezeichnung: Struktur

Die Bestellbezeichnung aus Typ + Version (hier: EL2521-0010) beschreibt die Funktion des Gerätes. Die Revision gibt den technischen Fortschritt wieder und wird von Beckhoff verwaltet. Prinzipiell kann ein Gerät mit höherer Revision ein Gerät mit niedrigerer Revision ersetzen, wenn z. B. in der Dokumentation nicht anders angegeben. Jeder Revision zugehörig ist eine eigene ESI-Beschreibung. Siehe weitere Hinweise.

**Online Description**

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

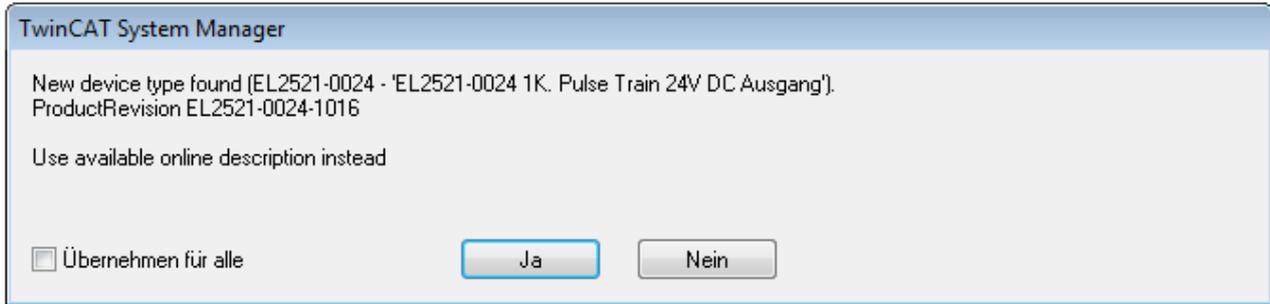


Abb. 38: Hinweisfenster OnlineDescription (TwinCAT 2)

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

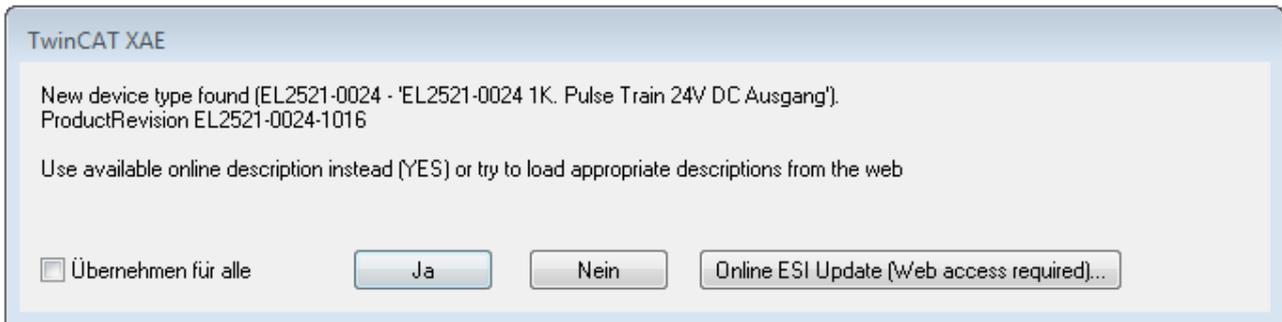


Abb. 39: Hinweisfenster OnlineDescription (TwinCAT 3)

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](#) [► 59]“.

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. 40: 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. 41: 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.

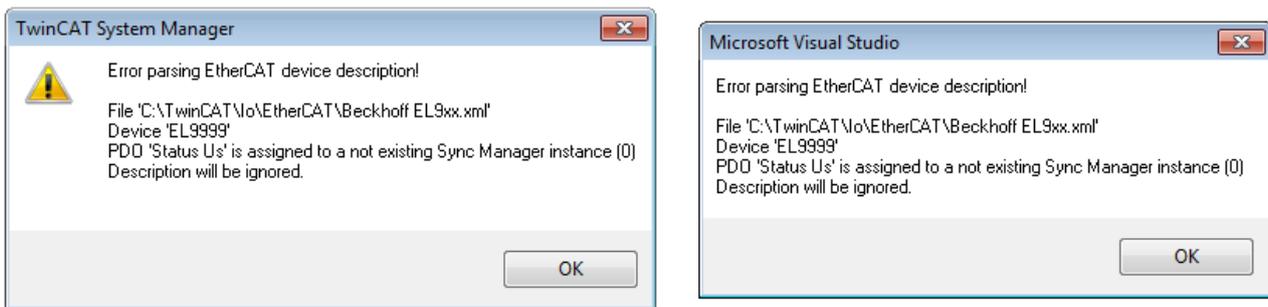


Abb. 42: Hinweisfenster fehlerhafte ESI-Datei (links: TwinCAT 2; rechts: TwinCAT 3)

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

### 6.2.3 TwinCAT ESI Updater

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

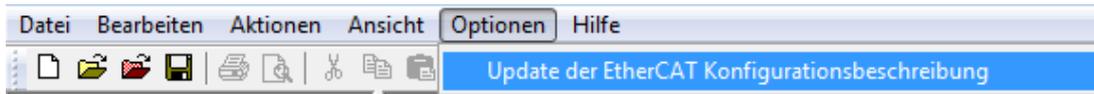


Abb. 43: Anwendung des ESI Updater (>=TwinCAT 2.11)

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

Auswahl bei TwinCAT 3:

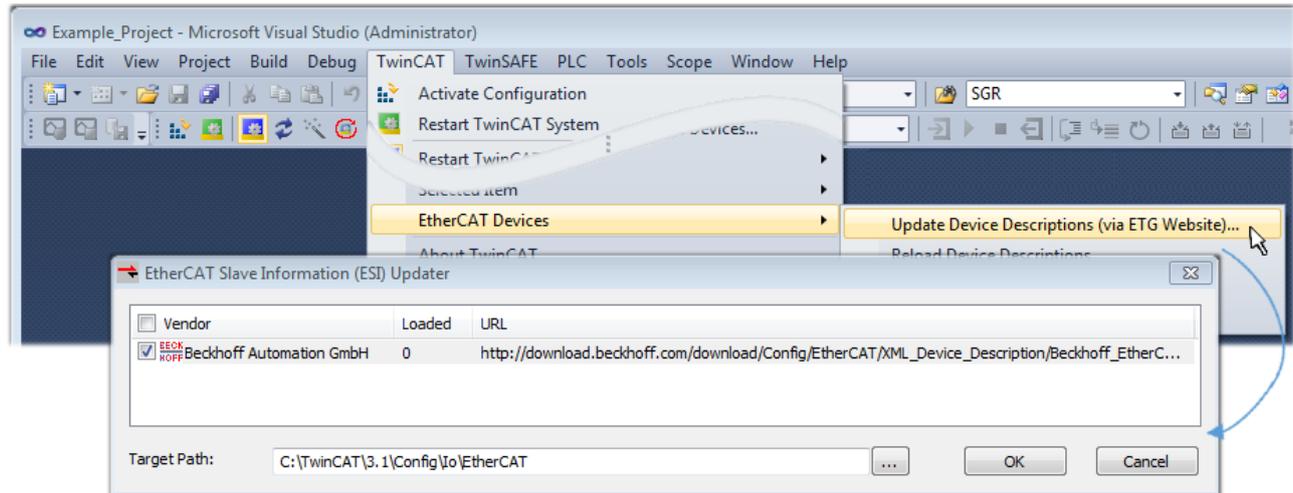


Abb. 44: Anwendung des ESI Updater (TwinCAT 3)

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)...“.

### 6.2.4 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“](#) [► 54].

#### 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 [▶ 64] (Ethernet-Port am IPC)
- Erkennen der angeschlossenen EtherCAT-Teilnehmer [▶ 65]. Dieser Schritt kann auch unabhängig vom vorangehenden durchgeführt werden.
- Problembehandlung [▶ 68]

Auch kann der Scan bei bestehender Konfiguration [▶ 69] zum Vergleich durchgeführt werden.

## 6.2.5 OFFLINE Konfigurationserstellung

### Anlegen des Geräts EtherCAT

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



Abb. 45: 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.

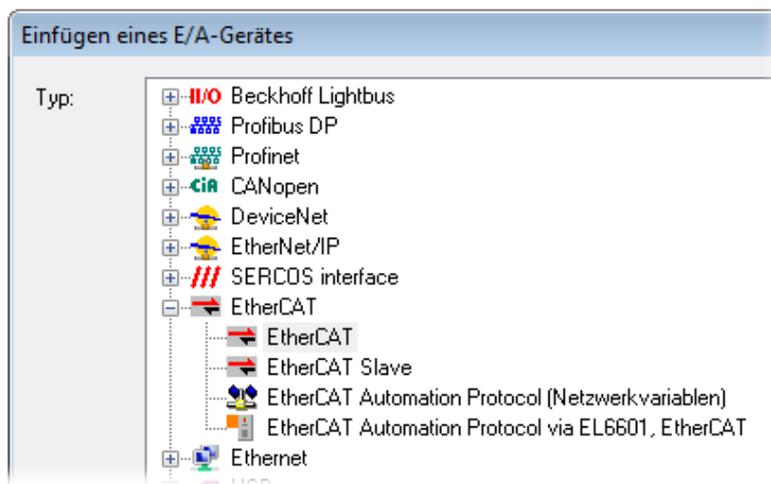


Abb. 46: Auswahl EtherCAT Anschluss (TwinCAT 2.11, TwinCAT 3)

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

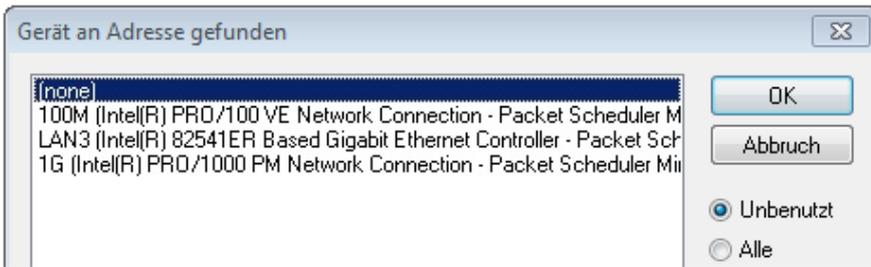


Abb. 47: Auswahl Ethernet Port

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)“.

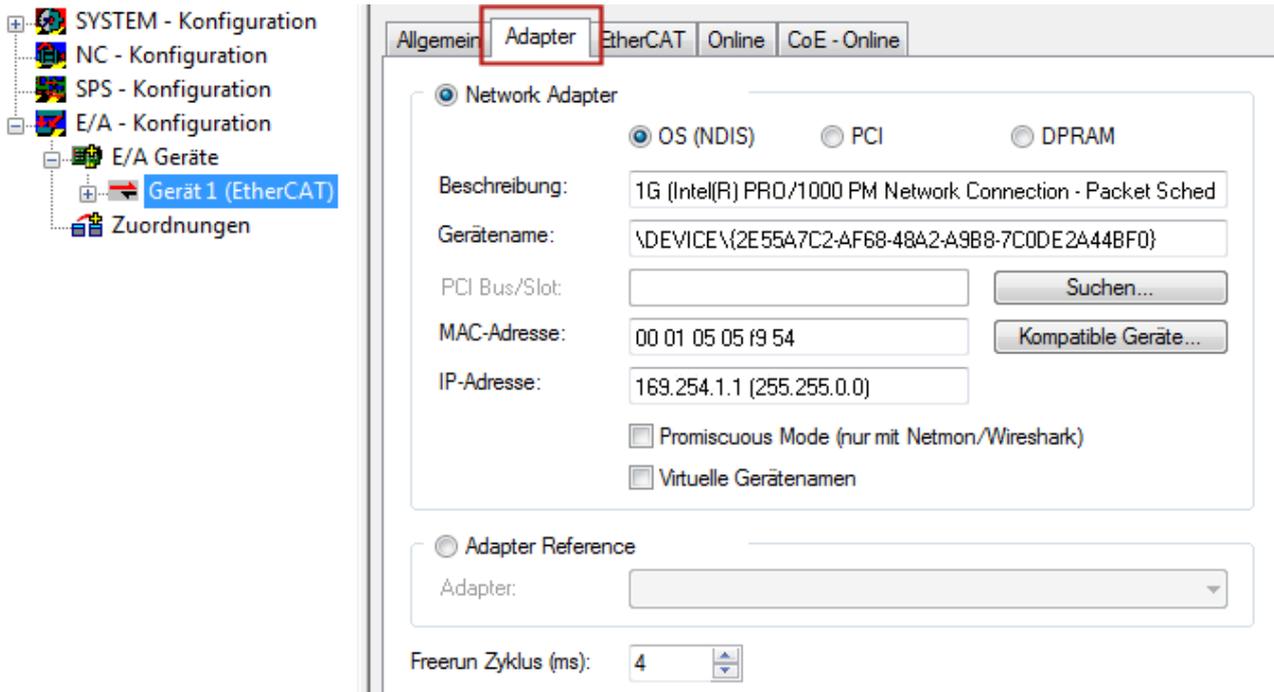


Abb. 48: Eigenschaften EtherCAT-Gerät (TwinCAT 2)

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



**i Auswahl Ethernet Port**

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](#) [▶ 48](#)].

**Definieren von EtherCAT Slaves**

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

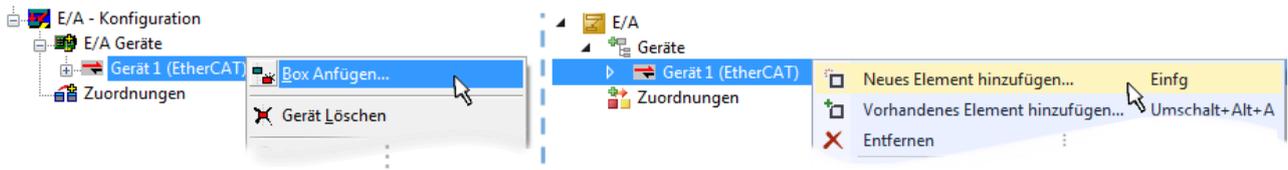


Abb. 49: Anfügen von EtherCAT-Geräten (links: TwinCAT 2; rechts: TwinCAT 3)

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).

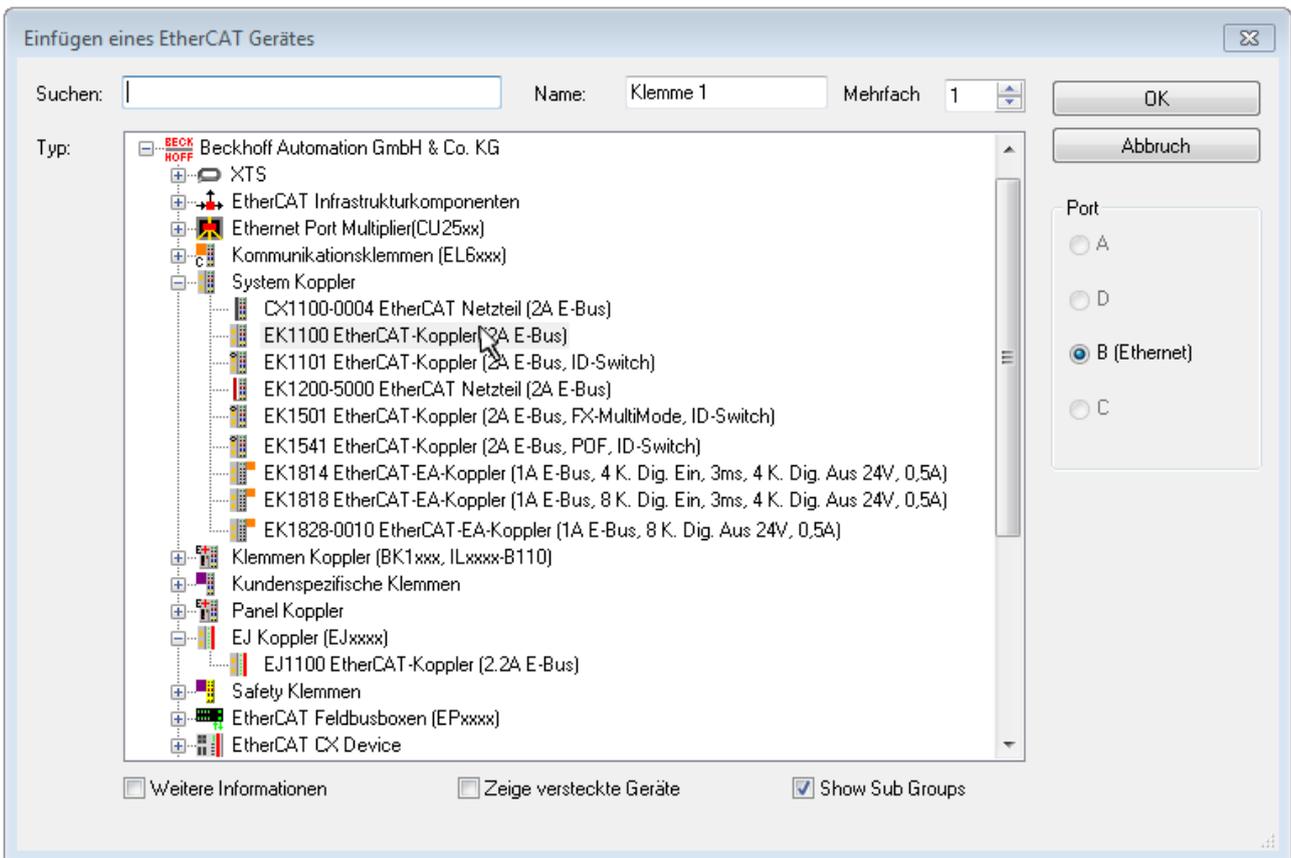


Abb. 50: Auswahldialog neues EtherCAT-Gerät

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.

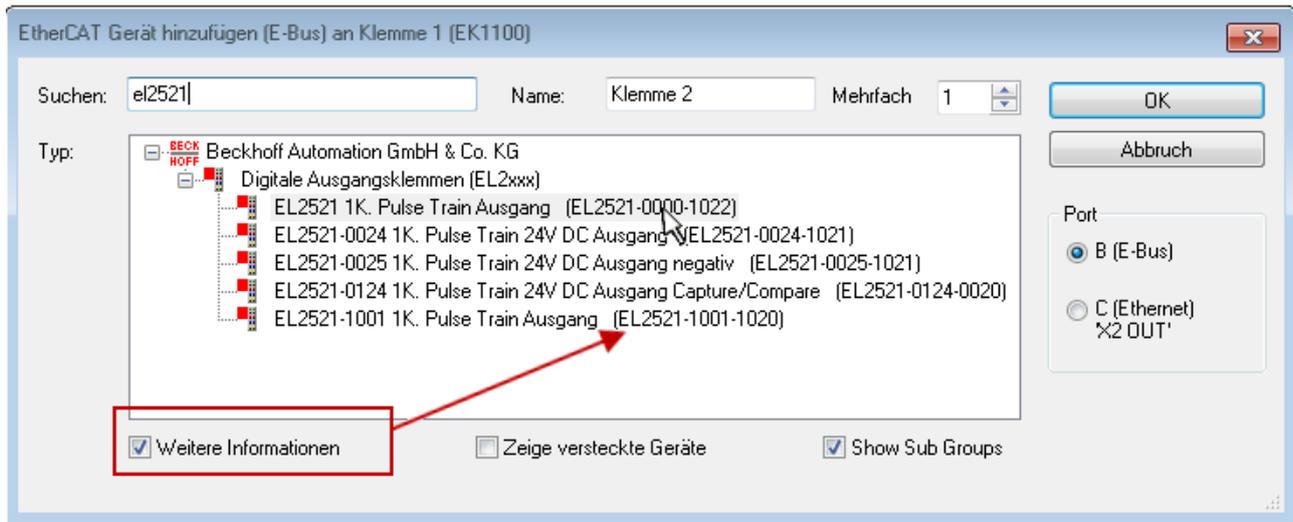


Abb. 51: Anzeige Geräte-Revision

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“.

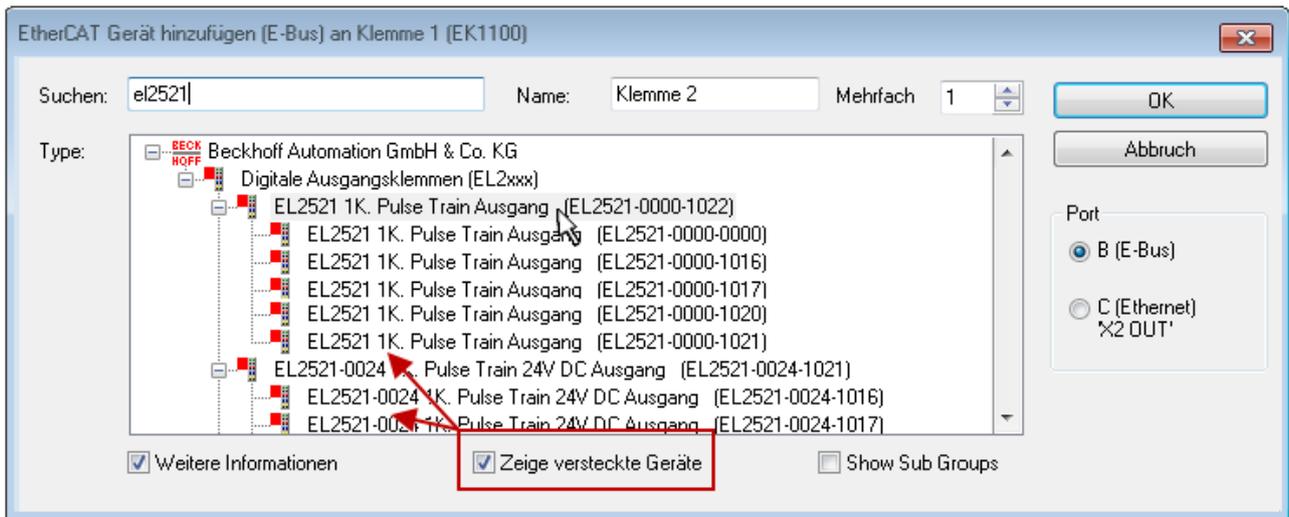


Abb. 52: Anzeige vorhergehender Revisionen

## ● Geräte-Auswahl nach Revision, Kompatibilität

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

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

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

**Beispiel**

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

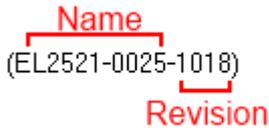


Abb. 53: Name/Revision Klemme

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

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

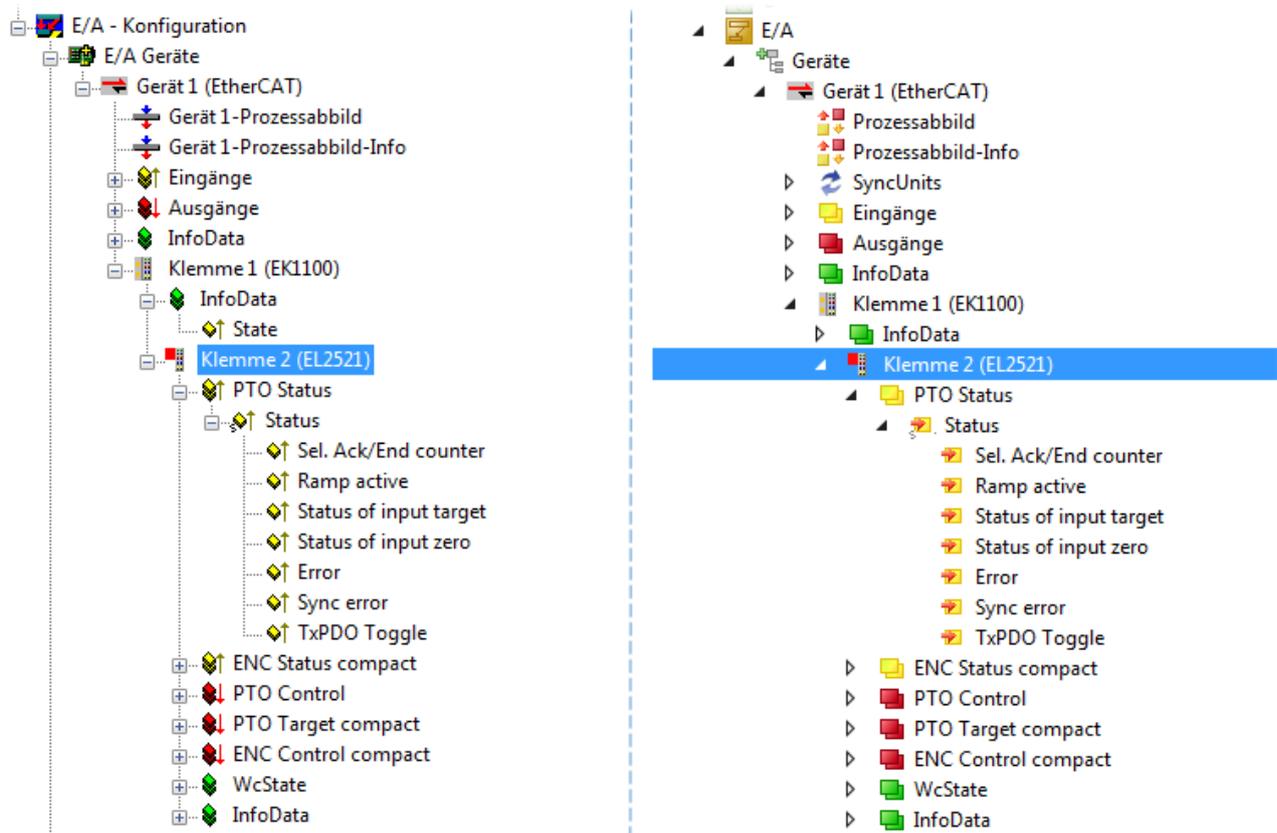


Abb. 54: EtherCAT Klemme im TwinCAT-Baum (links: TwinCAT 2; rechts: TwinCAT 3)

## 6.2.6 ONLINE Konfigurationserstellung

### Erkennen/Scan des Geräts EtherCAT

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

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

TwinCAT lässt sich in diesem Modus versetzen:

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

### ● 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. 55: 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.

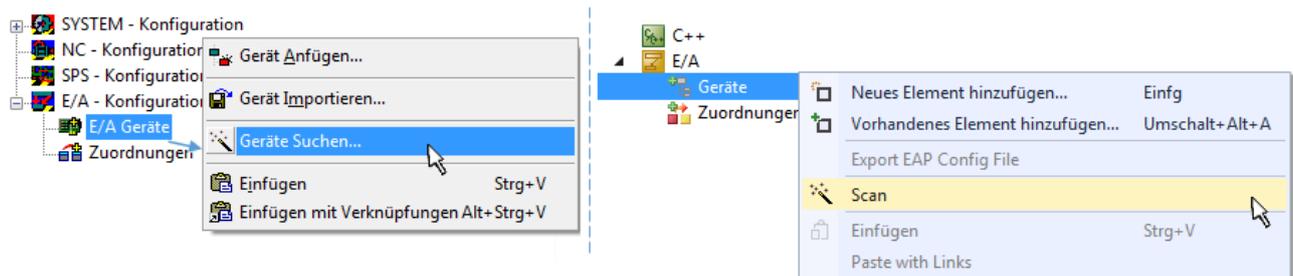


Abb. 56: Scan Devices (links: TwinCAT 2; rechts: TwinCAT 3)

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.

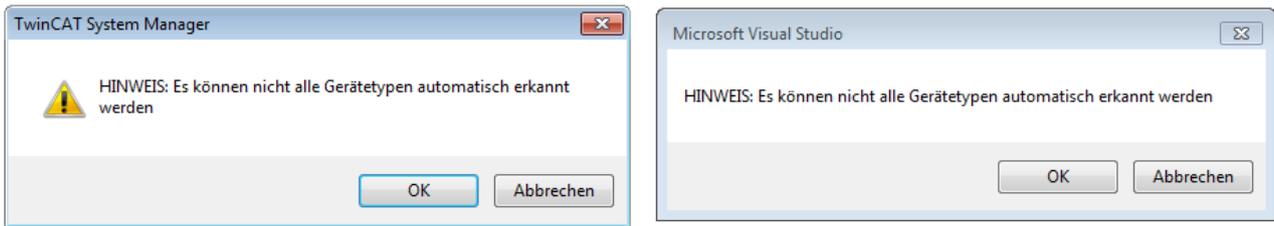


Abb. 57: Hinweis automatischer GeräteScan (links: TwinCAT 2; rechts: TwinCAT 3)

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.

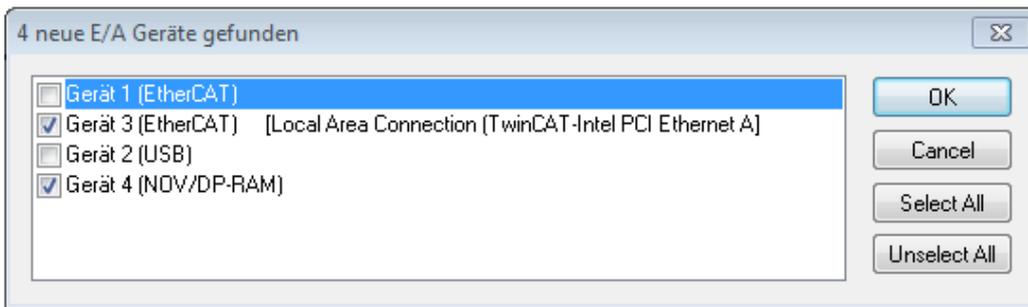


Abb. 58: Erkannte Ethernet-Geräte

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 Ethernet Port**

**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](#) [▶ 48].

**Erkennen/Scan der EtherCAT Teilnehmer**

**● Funktionsweise Online Scan**

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

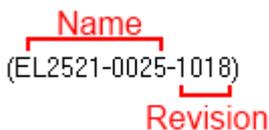


Abb. 59: Beispiel Default-Zustand

## 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 Serienmaschinenaufbau bzw. bei Reproduktion der Anlage sollte die Funktion aber nicht mehr zur Konfigurationserstellung verwendet werden sondern ggf. zum [Vergleich \[► 69\]](#) 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:

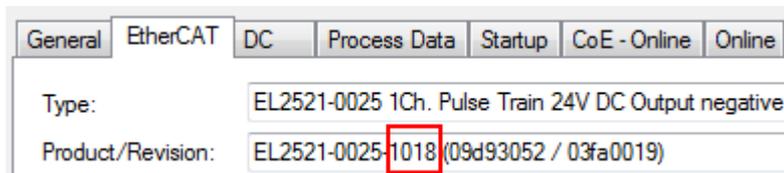


Abb. 60: Einbau EtherCAT-Klemme mit Revision -1018

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

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

Nach einiger Zeit erweitert Beckhoff die EL2521-0025 um ein neues Feature C. Deshalb wird die FW geändert, nach außen hin kenntlich durch einen höheren FW-Stand **und eine neue Revision -1019**. Trotzdem unterstützt das neue Gerät natürlich Funktionen und Schnittstellen der Vorgängerversion(en), eine Anpassung von „B.tsm“ oder gar „B.pro“ ist somit nicht nötig. Die Serienmaschinen können weiterhin mit „B.tsm“ und „B.pro“ gebaut werden, zur Kontrolle der aufgebauten Maschine ist ein [vergleichernder Scan \[► 69\]](#) 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:

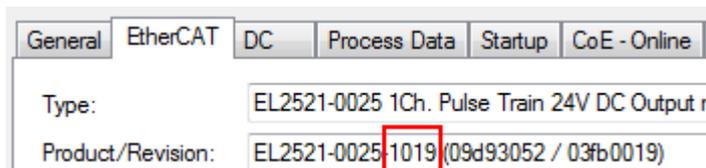


Abb. 61: Erkennen EtherCAT-Klemme mit Revision -1019

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. 62: Scan-Abfrage nach dem automatischen Anlegen eines EtherCAT-Gerätes (links: TwinCAT 2; rechts TwinCAT 3)

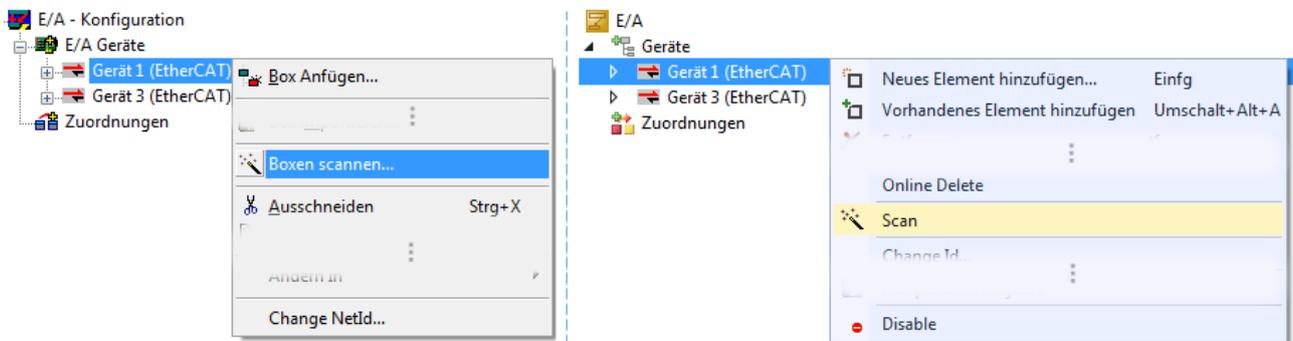


Abb. 63: Manuelles Auslösen des Teilnehmer-Scans auf festgelegtem EtherCAT Device (links: TwinCAT 2; rechts TwinCAT 3)

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



Abb. 64: Scanfortschritt am Beispiel von TwinCAT 2

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



Abb. 65: Abfrage Config/FreeRun (links: TwinCAT 2; rechts TwinCAT 3)

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



Abb. 67: TwinCAT kann auch durch einen Button in diesen Zustand versetzt werden (links: TwinCAT 2; rechts TwinCAT 3)

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

No	Addr	Name	State	CRC
1	1001	Klemme 1 (EK1100)	OP	0, 0
2	1002	Klemme 2 (EL2008)	OP	0, 0
3	1003	Klemme 3 (EL3751)	SAFEOP	0, 0
4	1004	Klemme 4 (EL2521-0024)	OP	0

Counter	Cyclic	Queued
Send Frames	31713	+ 5645
Frames / sec	500	+ 37
Lost Frames	0	+ 0
Tx/Rx Errors	0	/ 0

Abb. 68: 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 \[► 59\]](#) 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.

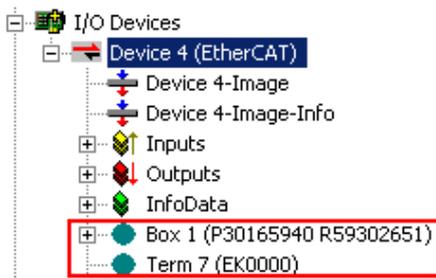


Abb. 69: Fehlerhafte Erkennung

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

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

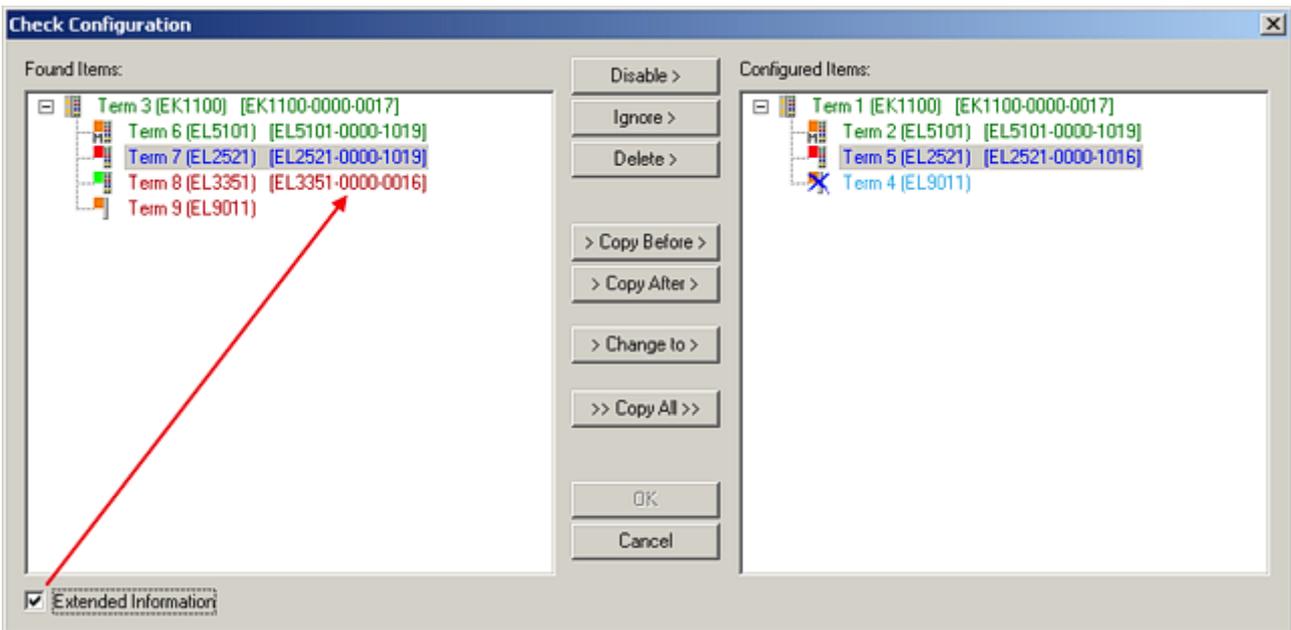


Abb. 71: Korrekturdialog

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"> <li>Dieser EtherCAT Slave ist auf der Gegenseite nicht vorhanden</li> <li>Er ist vorhanden, aber in einer anderen Revision, die sich auch in den Eigenschaften von der angegebenen unterscheidet. Auch hier gilt dann das Kompatibilitätsprinzip: Ist die gefundene Revision &gt; als die konfigurierte Revision, ist der Einsatz unter Berücksichtigung der Kompatibilität möglich, da Nachfolger-Geräte die Funktionen der Vorgänger-Geräte unterstützen sollen.  Ist die gefundene Revision &lt; 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.</li> </ul>

**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.

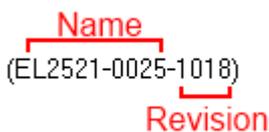


Abb. 72: Name/Revision Klemme

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.

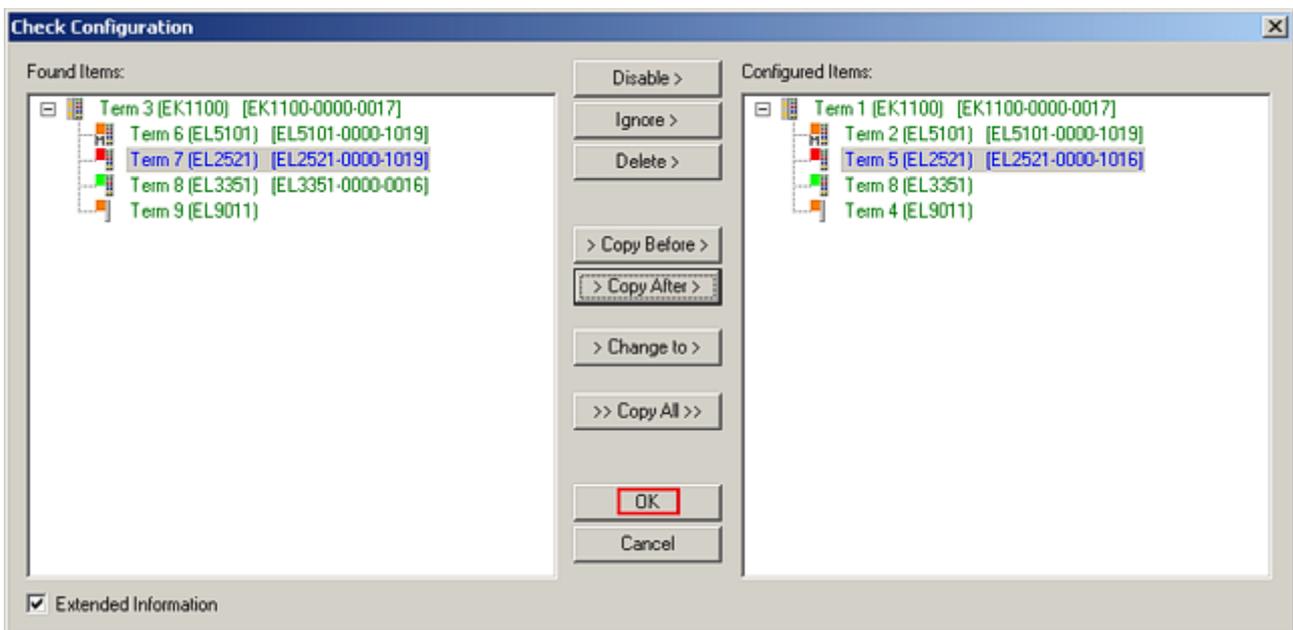


Abb. 73: Korrekturdialog mit Änderungen

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.

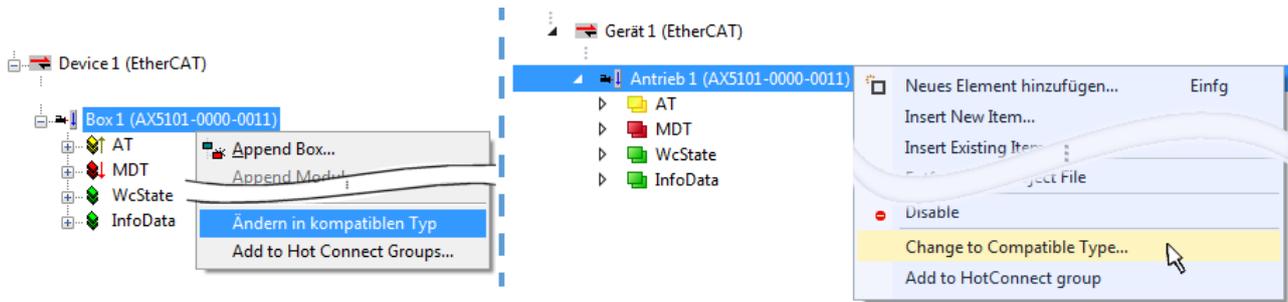


Abb. 74: Dialog „Change to Compatible Type...“ (links: TwinCAT 2; rechts TwinCAT 3)

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

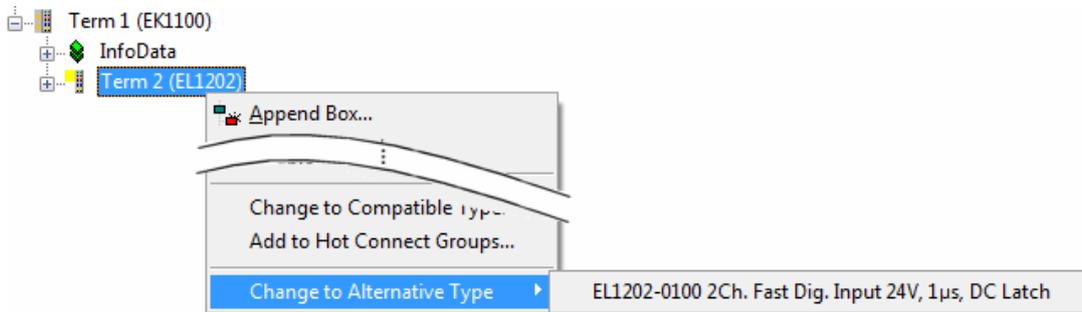


Abb. 75: TwinCAT 2 Dialog Change to Alternative Type

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.

## 6.2.7 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).

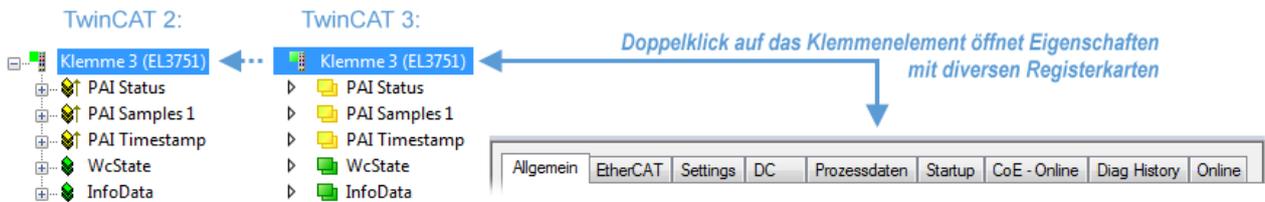


Abb. 76: „Baumzweig“ Element als Klemme EL3751

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“**

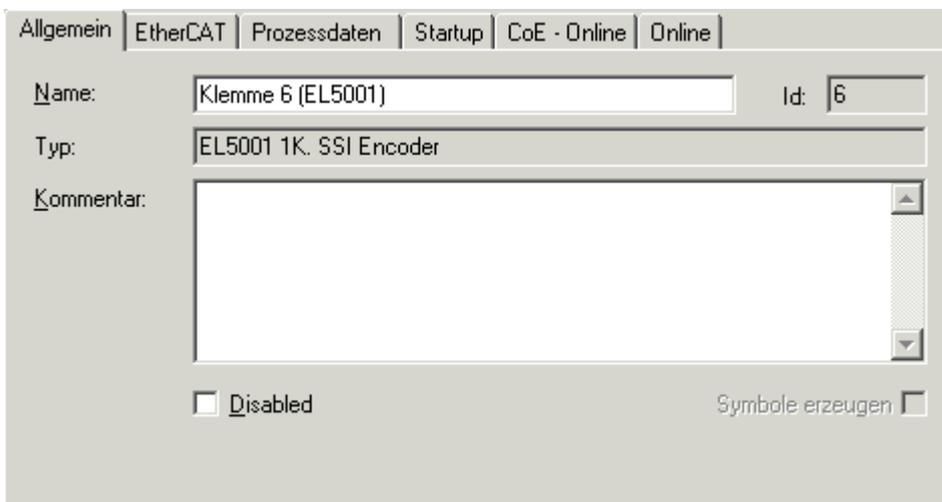


Abb. 77: Karteireiter „Allgemein“

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

**Karteireiter „EtherCAT“**

The screenshot shows a software interface for configuring an EtherCAT device. It features a tabbed menu at the top with options: Allgemein, EtherCAT (selected), Prozessdaten, Startup, CoE - Online, and Online. Below the menu, there are several input fields:
 

- Typ:** A text box containing 'EL5001 1K. SSI Encoder'.
- Produkt / Revision:** A text box containing 'EL5001-0000-0000'.
- Auto-Inc-Adresse:** A text box containing 'FFFF'.
- EtherCAT-Adresse:** A checkbox (unchecked) followed by a spin box containing '1006' and a button labeled 'Weitere Einstellungen...'.
- Vorgänger-Port:** A dropdown menu showing 'Klemme 5 (EL5001) - B'.

 At the bottom of the interface, there is a blue hyperlink: <http://www.beckhoff.de/german/default.htm?EtherCAT/EL5001.htm>

Abb. 78: Karteireiter „EtherCAT“

<b>Typ</b>	Typ des EtherCAT-Geräts
<b>Product/Revision</b>	Produkt- und Revisions-Nummer des EtherCAT-Geräts
<b>Auto Inc Adr.</b>	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 <sub>hex</sub> und für jeden weiteren Folgenden wird die Adresse um 1 verringert (FFFF <sub>hex</sub> , FFFE <sub>hex</sub> usw.).
<b>EtherCAT Adr.</b>	Feste Adresse eines EtherCAT-Slaves. Diese Adresse wird vom EtherCAT-Master während der Start-Up-Phase vergeben. Um den Default-Wert zu ändern, müssen Sie zuvor das Kontrollkästchen links von dem Eingabefeld markieren.
<b>Vorgänger Port</b>	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.
<b>Weitere Einstellungen</b>	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.

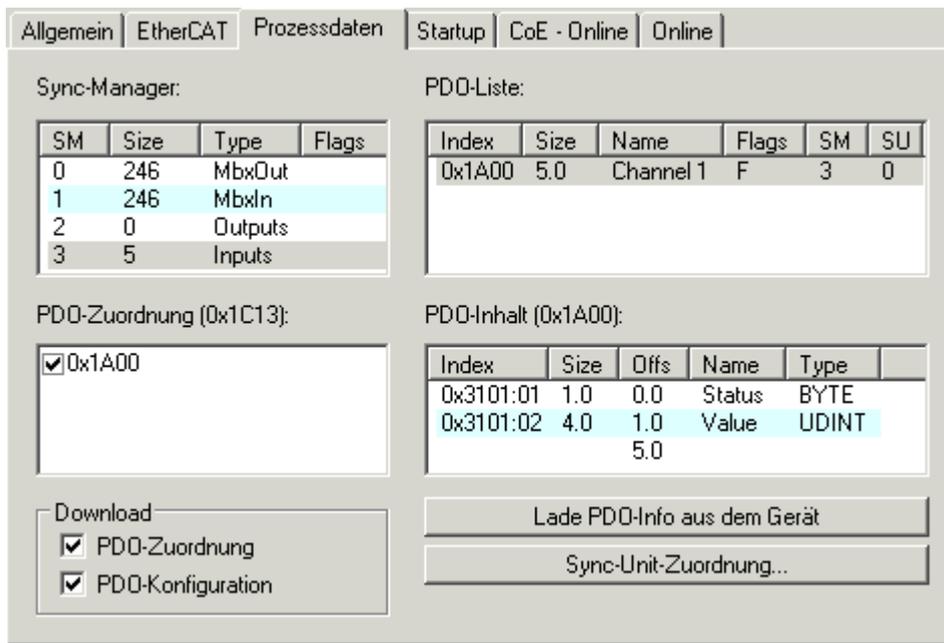


Abb. 79: Karteireiter „Prozessdaten“

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.

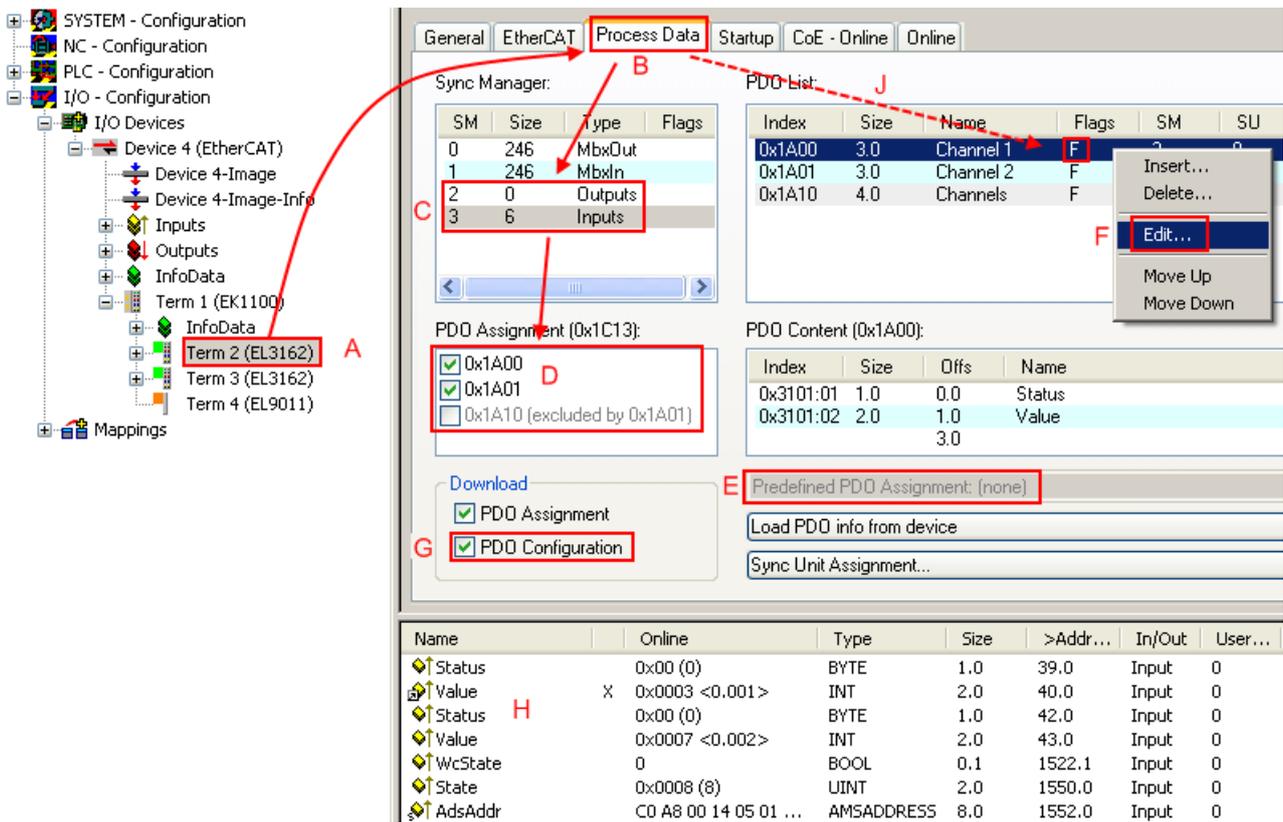


Abb. 80: Konfigurieren der Prozessdaten

### 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](#) [► 81] 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.

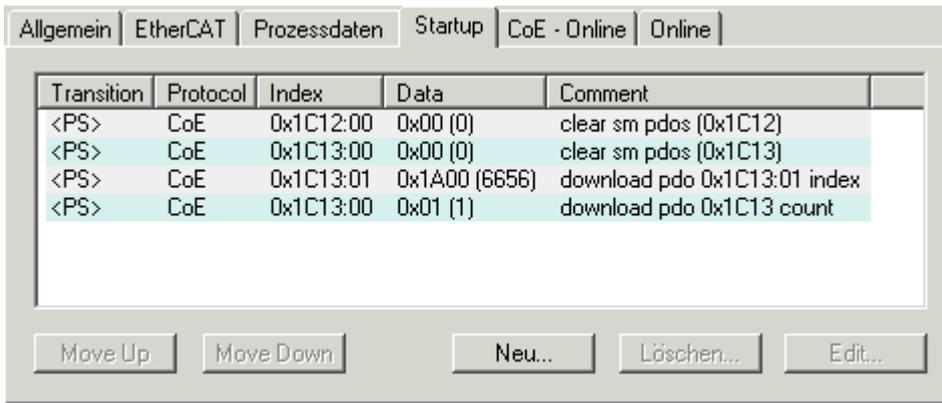


Abb. 81: Karteireiter „Startup“

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

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

**Karteireiter „CoE - Online“**

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

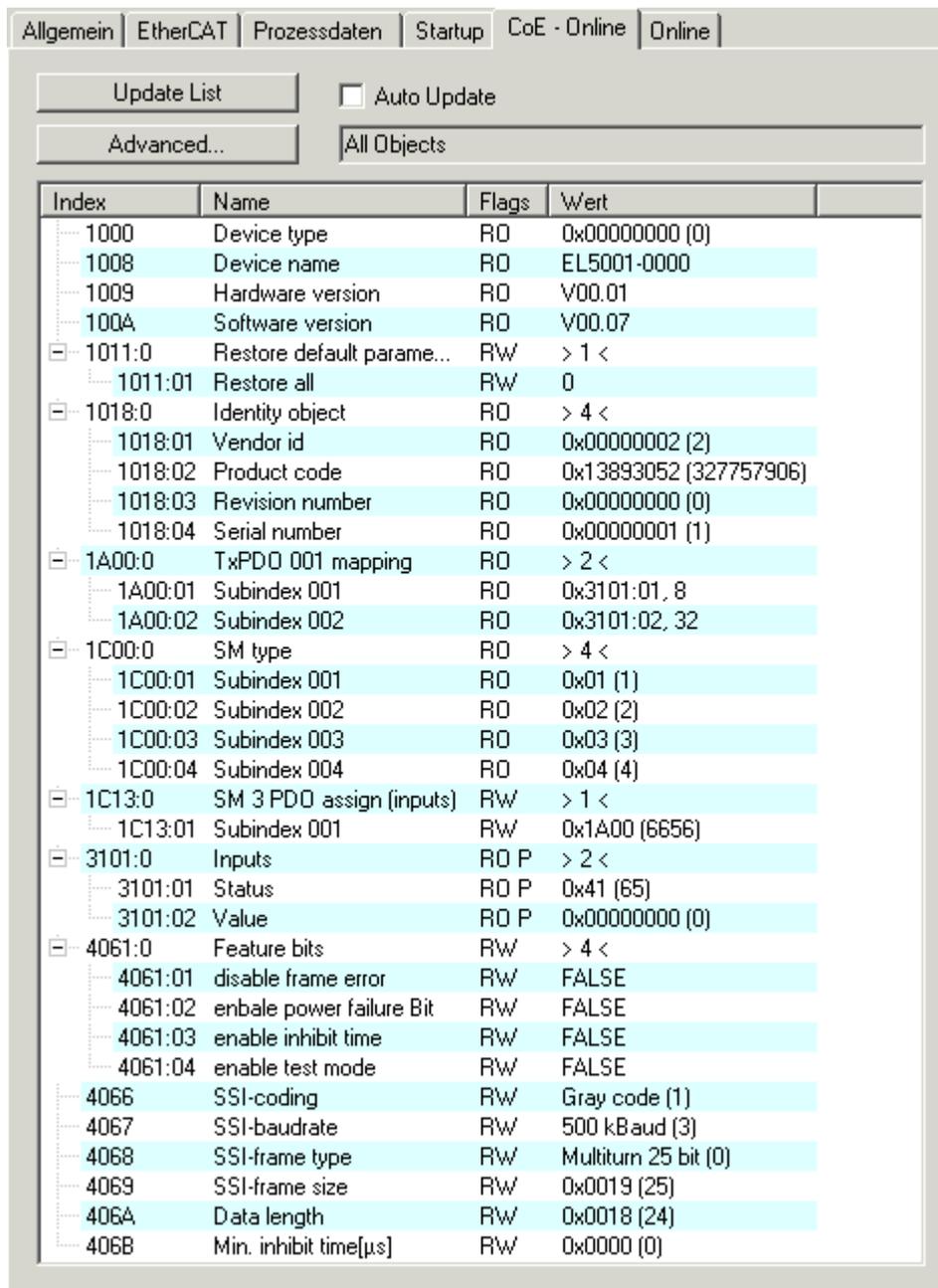


Abb. 82: Karteireiter „CoE - Online“

### 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.

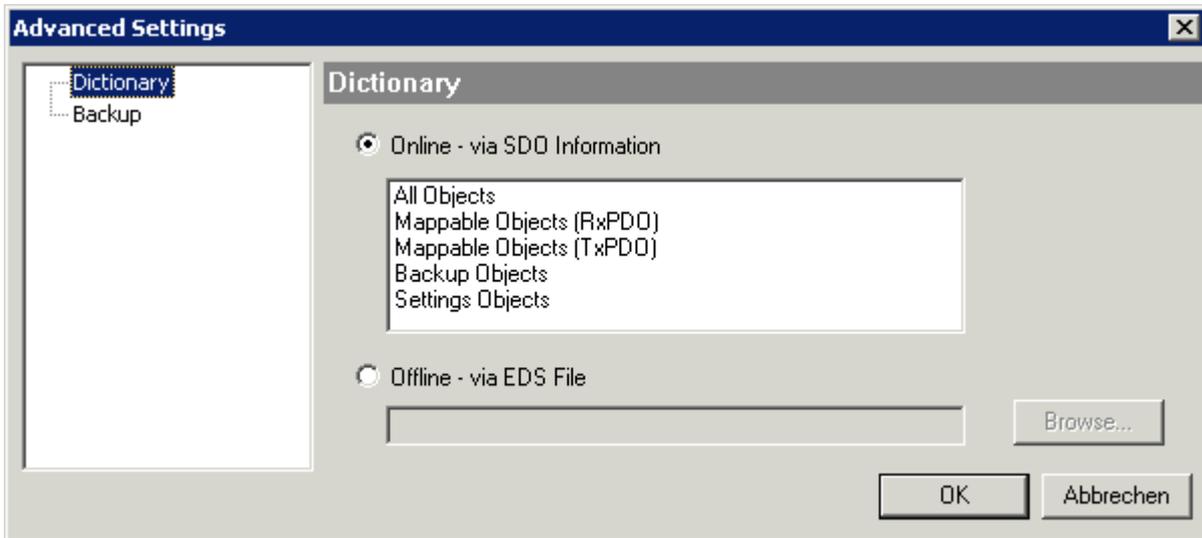


Abb. 83: Dialog „Advanced settings“

- 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“**

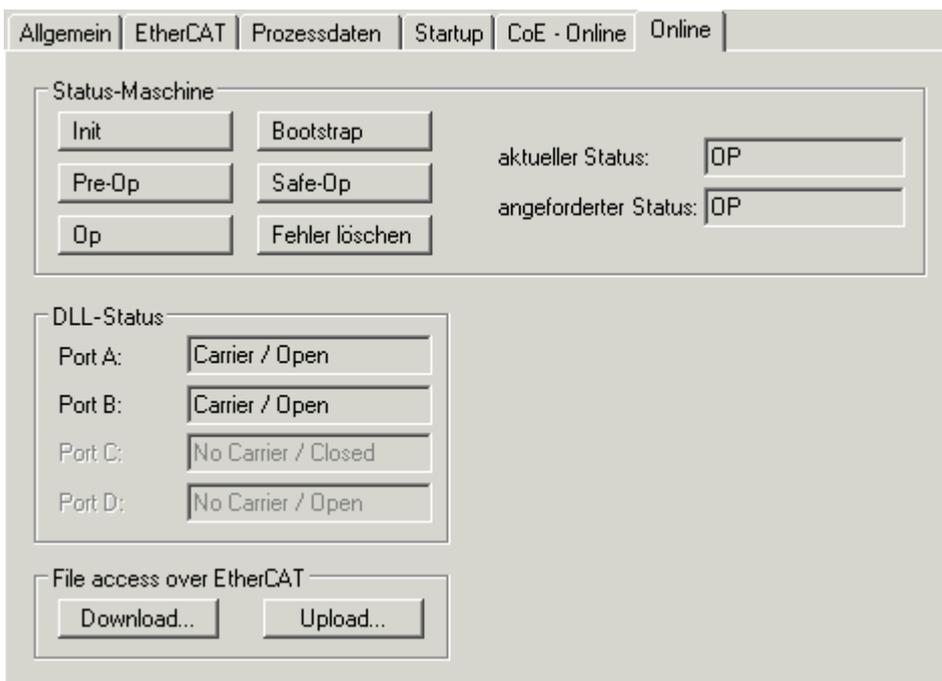


Abb. 84: Karteireiter „Online“

**Status Maschine**

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

**DLL-Status**

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

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

**File Access over EtherCAT**

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

**Karteireiter „DC“ (Distributed Clocks)**



Abb. 85: Karteireiter „DC“ (Distributed Clocks)

<b>Betriebsart</b>	Auswahlmöglichkeiten (optional): <ul style="list-style-type: none"> <li>• FreeRun</li> <li>• SM-Synchron</li> <li>• DC-Synchron (Input based)</li> <li>• DC-Synchron</li> </ul>
<b>Erweiterte Einstellungen...</b>	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

### 6.2.7.1 Detaillierte Beschreibung Karteireiter „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.

#### **i** 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 \[► 79\]](#))

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](#) [► 76] 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.

## 6.2.8 Import/Export von EtherCAT-Teilnehmern mittels SCI und XTI

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

#### 6.2.8.1 Grundlagen

Ein EtherCAT Slave wird grundlegend durch folgende „Elemente“ parametrisiert:

- 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.

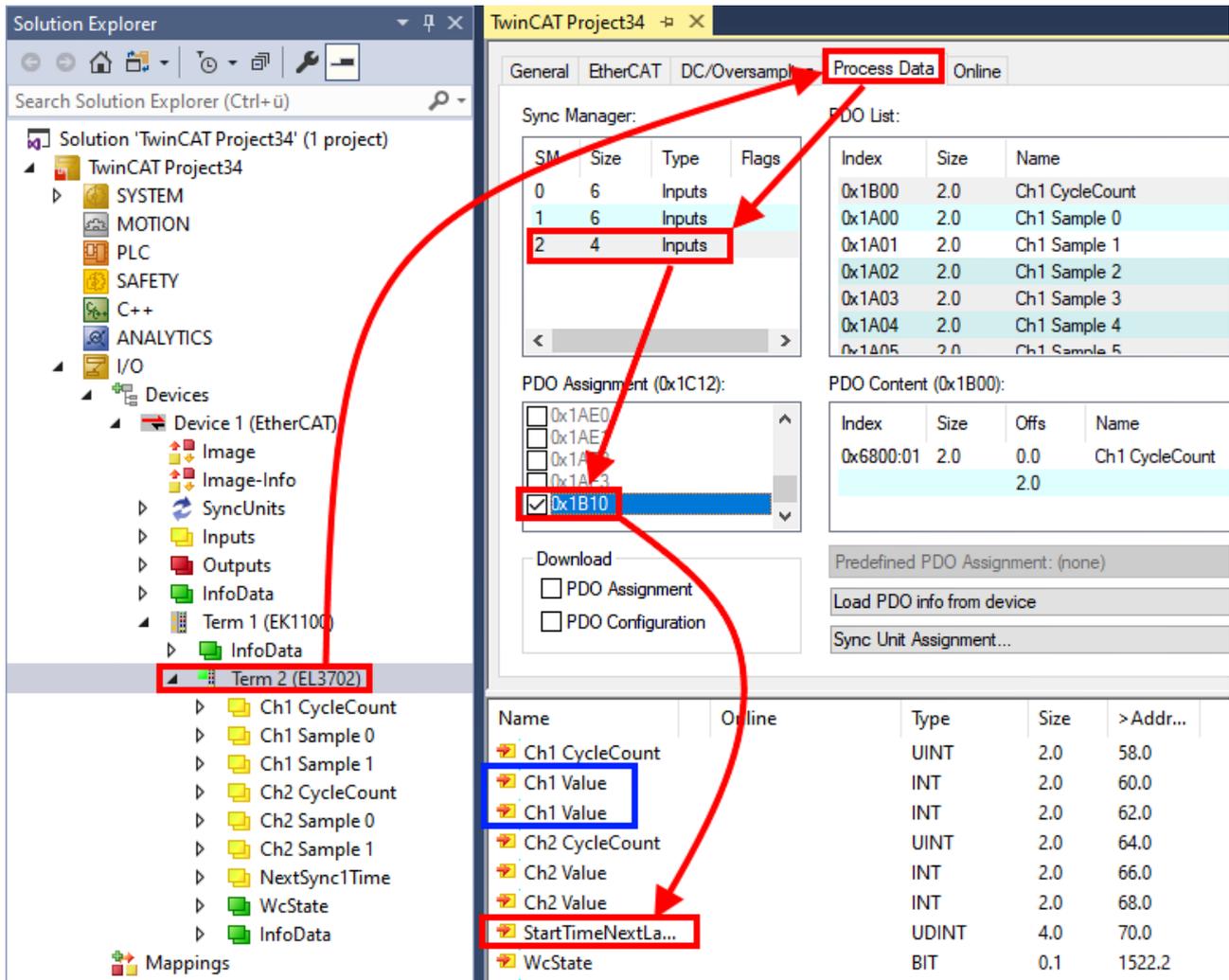
Nun kann der Bedarf entstehen, den veränderten Slave derartig in anderen Projekten wiederzuverwenden, ohne darin äquivalente Konfigurationsveränderungen an dem Slave nochmals vornehmen zu müssen. Um dies zu bewerkstelligen, ist wie folgt vorzugehen:

- 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.

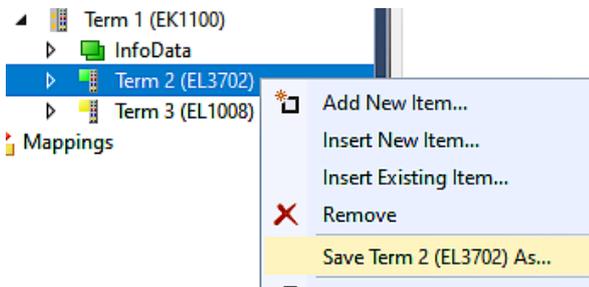
Zur Veranschaulichung im Folgenden ein Beispiel: eine EL3702-Klemme in Standard-Einstellung wird auf 2-fach Oversampling umgestellt (blau) und das optionale PDO „StartTimeNextLatch“ wahlweise hinzugefügt (rot):



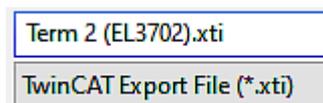
Die beiden genannten Methoden für den Export und Import der veränderten Klemme werden im Folgenden demonstriert.

### 6.2.8.2 Das Vorgehen innerhalb TwinCAT mit xti-Dateien

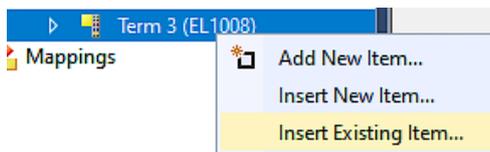
Jedes IO Gerät kann einzeln exportiert/abgespeichert werden:



Die xti-Datei kann abgelegt:



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



### 6.2.8.3 Das Vorgehen innerhalb und außerhalb TwinCAT mit sci-Datei

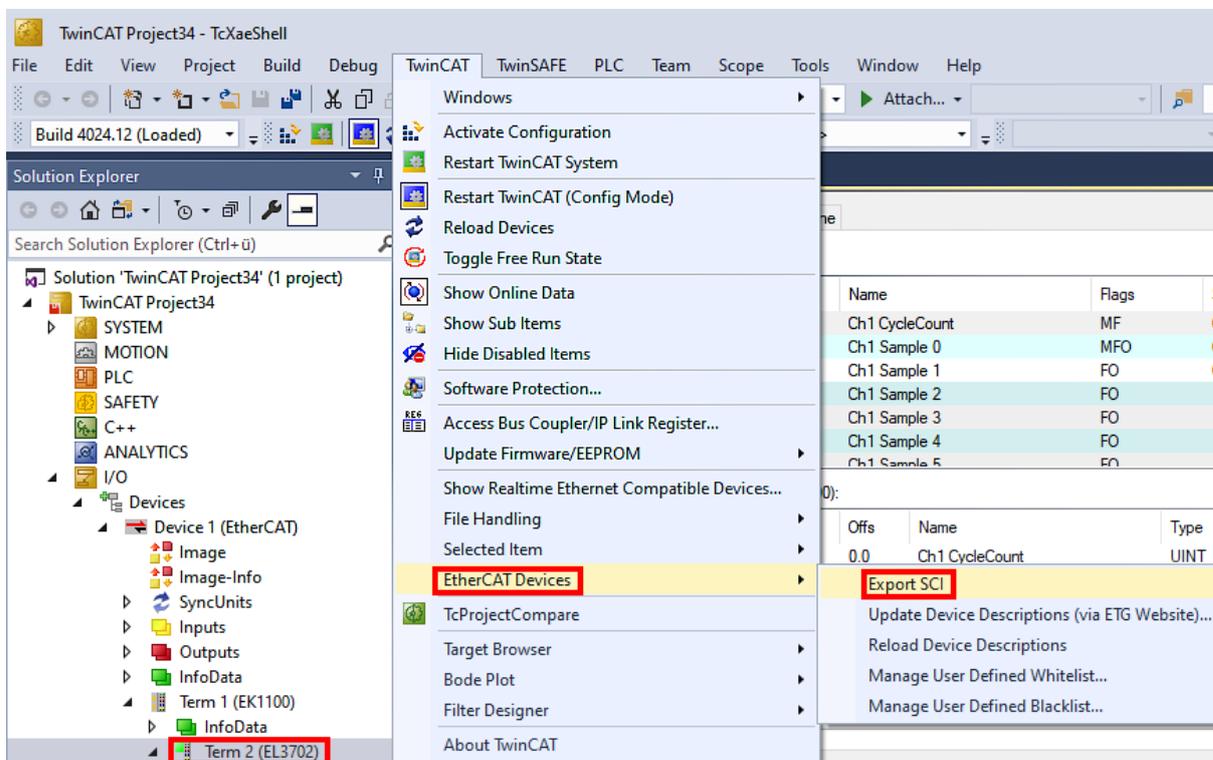
Hinweis Verfügbarkeit (2021/01)

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

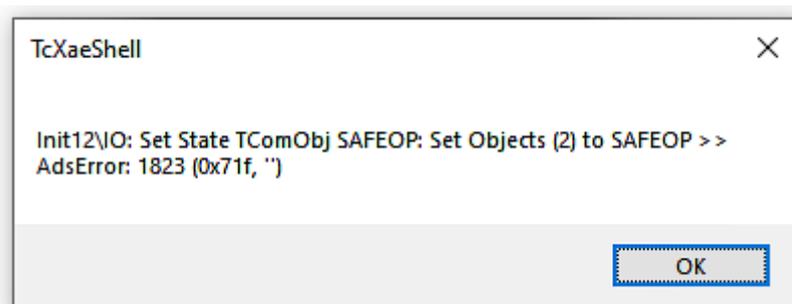
Die Slave Configuration Information (SCI) beschreibt eine bestimmte vollständige Konfiguration für einen EtherCAT Slave (Klemme, Box, Antrieb...) basierend auf den Einstellungsmöglichkeiten der Gerätebeschreibungsdatei (ESI, EtherCAT Slave Information). Das heißt, sie umfasst PDO, CoE, Synchronisierung.

#### Export:

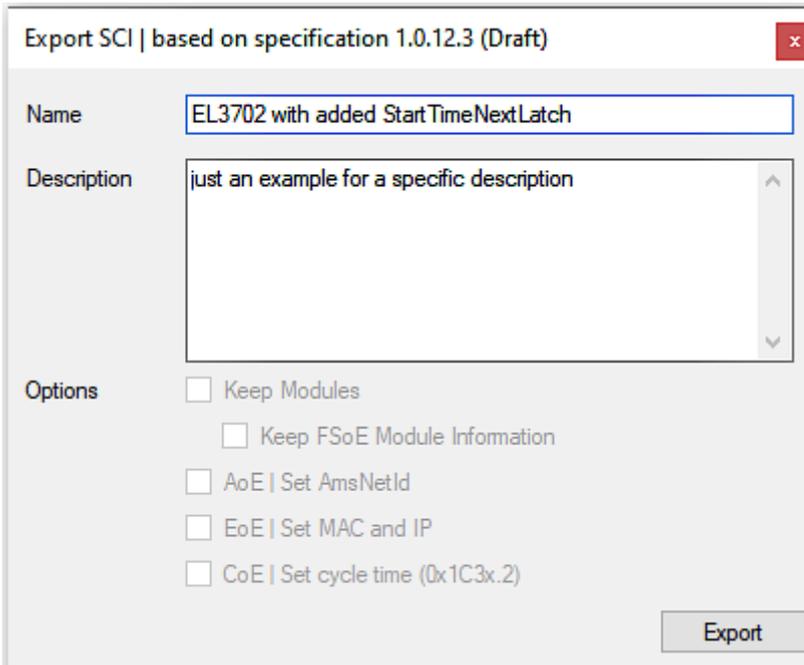
- einzelnes Gerät (auch Mehrfachauswahl möglich) über das Menü auswählen:  
TwinCAT → EtherCAT Devices → Export SCI.



- 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:



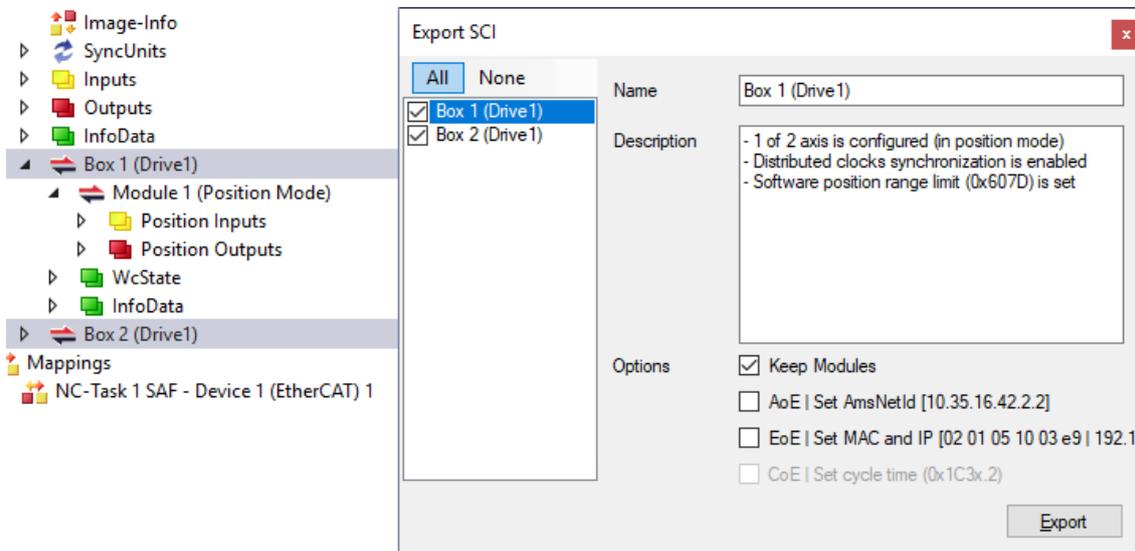
- Im Weiteren kann eine Beschreibung angegeben werden:



- 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*):

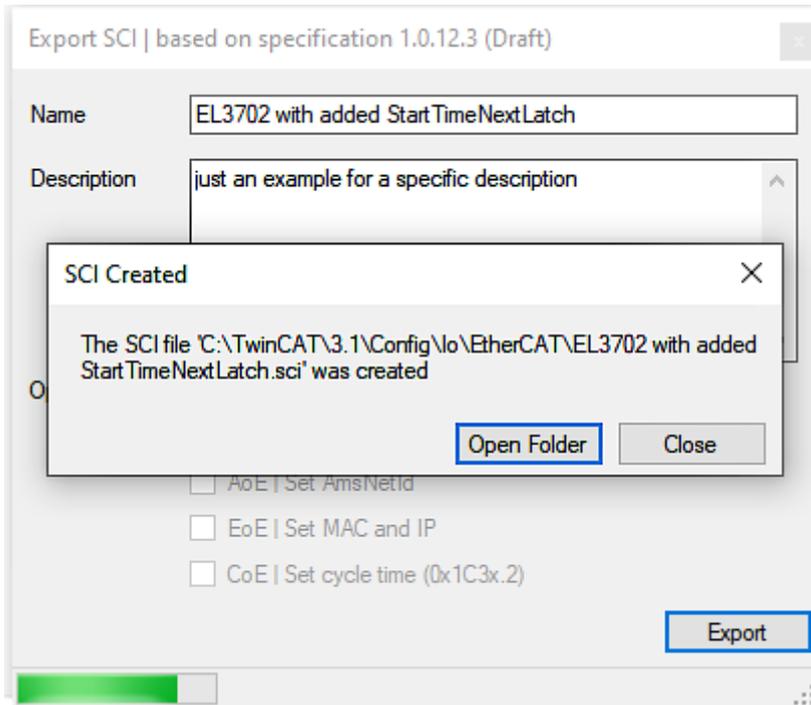


- Auswahl der zu exportierenden Slaves:

- 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:

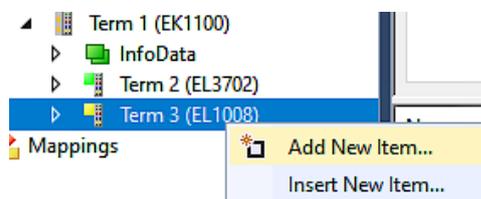


**Import**

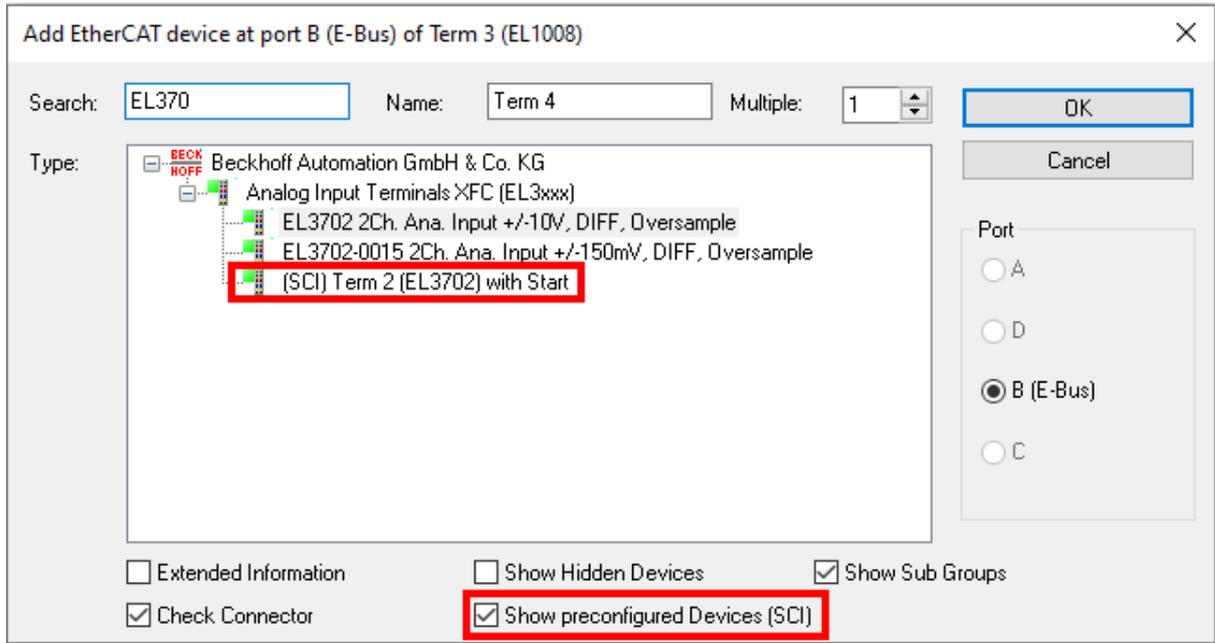
- Eine sci-Beschreibung kann wie jede normale Beckhoff-Gerätebeschreibung manuell in die TwinCAT-Konfiguration eingefügt werden.
- Die sci-Datei muss im TwinCAT-ESI-Pfad liegen, i.d.R. unter:  
C:\TwinCAT\3.1\Config\Io\EtherCAT

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

- Öffnen des Auswahl-Dialogs:

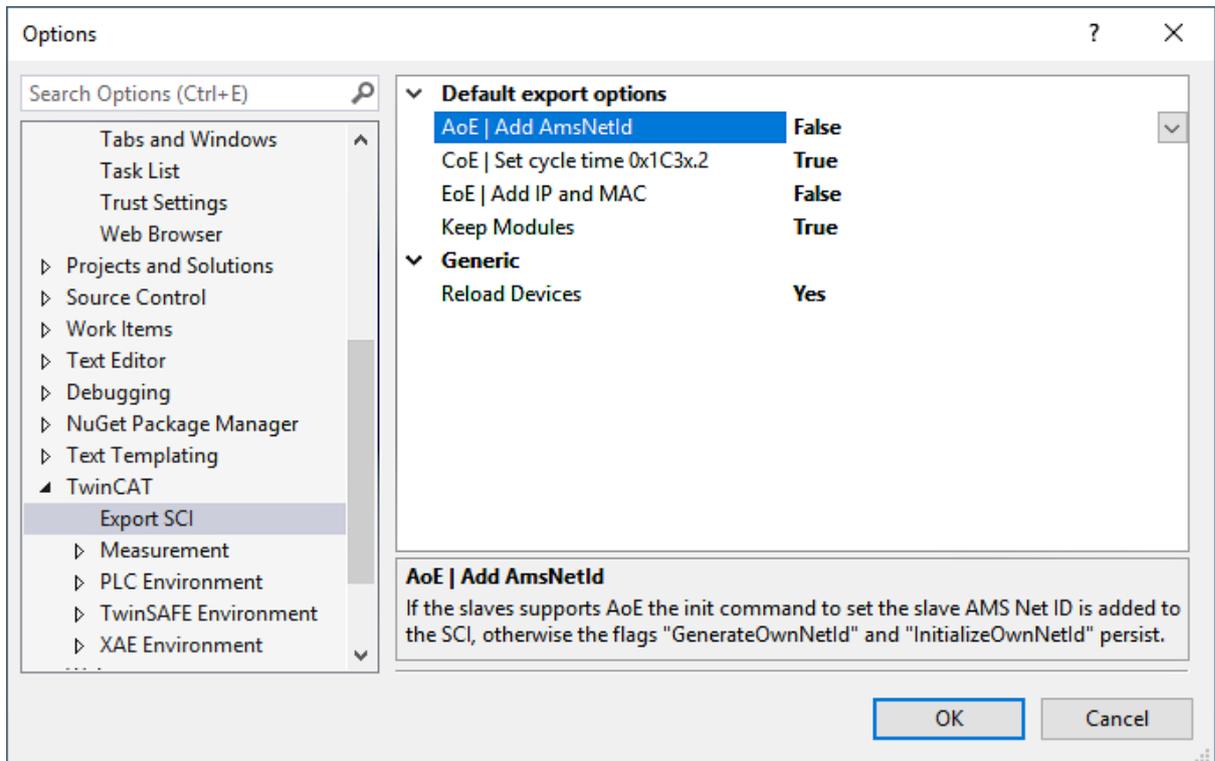


- SCI-Geräte anzeigen und gewünschtes Gerät auswählen und einfügen:



**Weitere Hinweise**

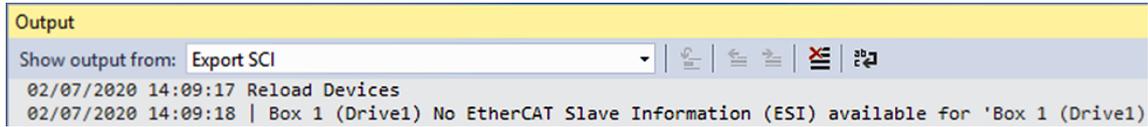
- Einstellungen für die SCI-Funktion können über den allgemeinen Options Dialog vorgenommen werden (Tools → Options → TwinCAT → Export SCI):



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:



## 6.3 Allgemeine Inbetriebnahmehinweise des EtherCAT Slaves

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.

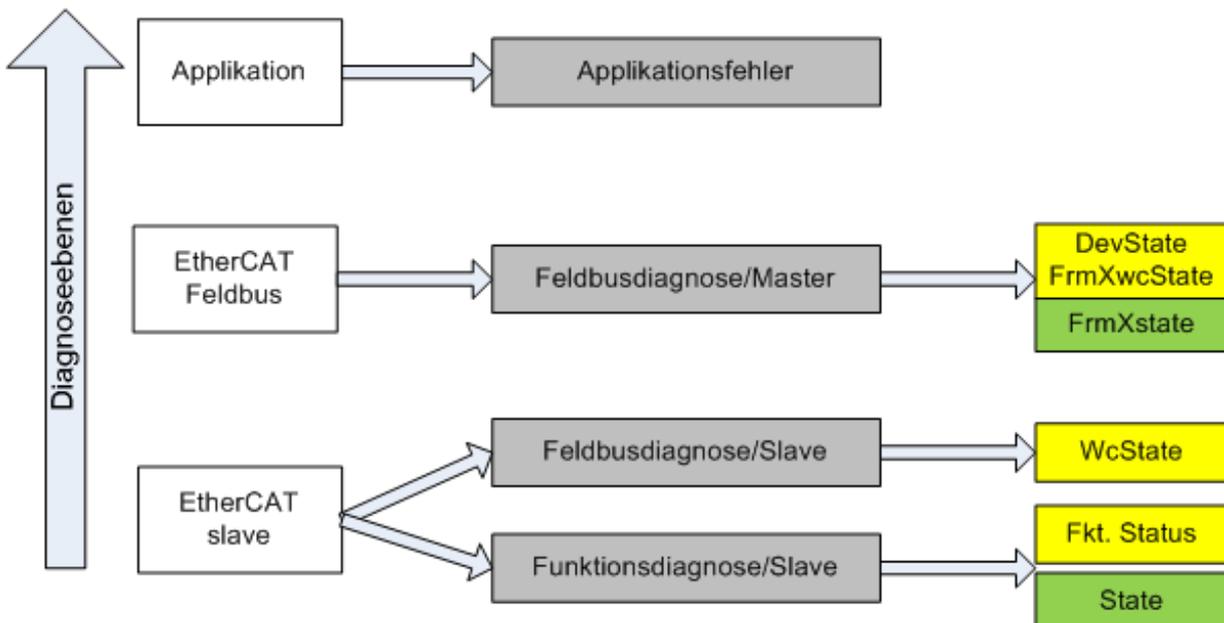


Abb. 86: Auswahl an Diagnoseinformationen eines EtherCAT Slave

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

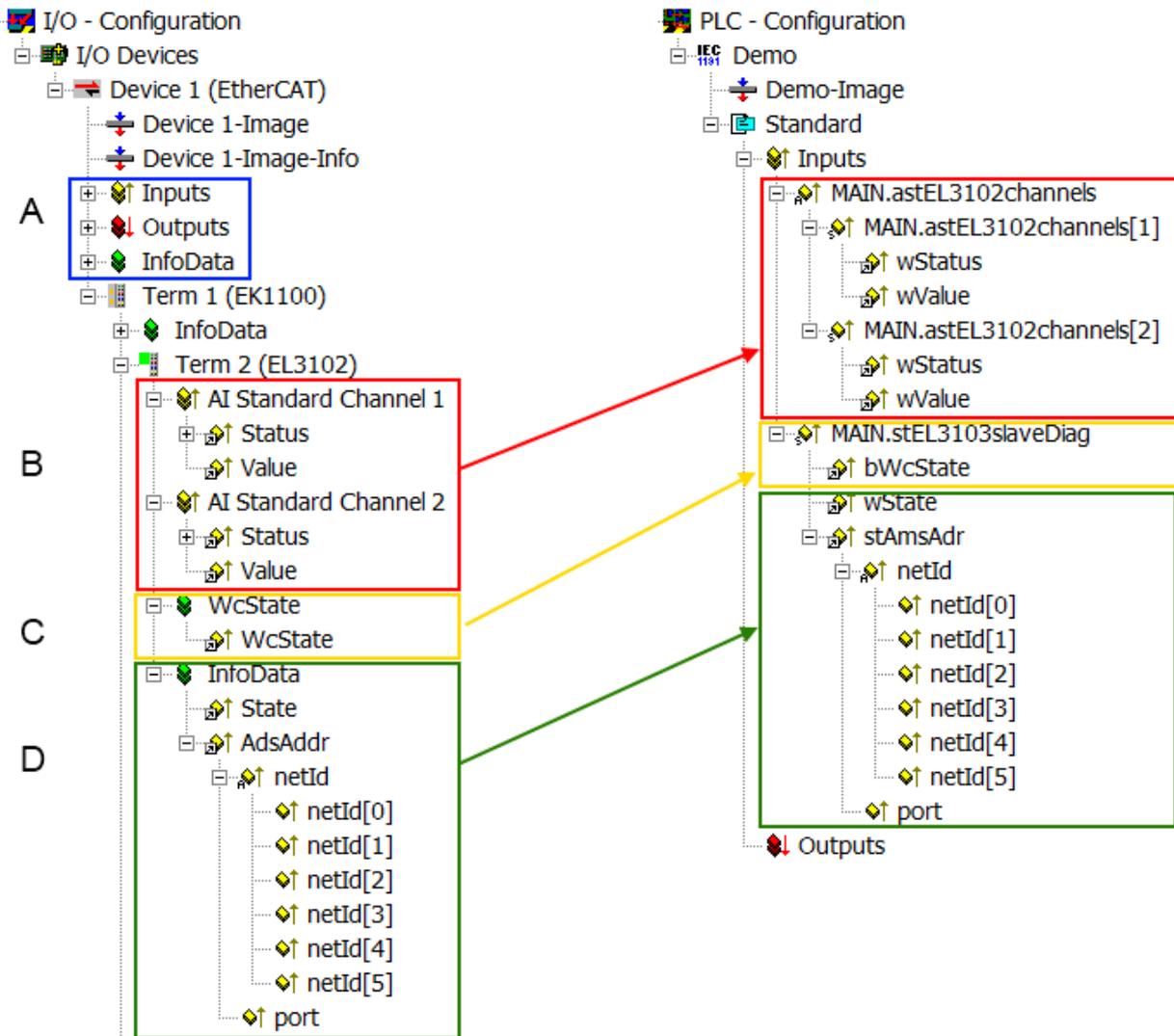


Abb. 87: Grundlegende EtherCAT Slave Diagnose in der PLC

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"> <li>• CoE im Master zur Kommunikation mit/über die Slaves</li> <li>• Funktionen aus <i>TcEtherCAT.lib</i></li> <li>• OnlineScan durchführen</li> </ul>
B	Im gewählten Beispiel (EL3102) umfasst die EL3102 zwei analoge Eingangskanäle, die einen eigenen Funktionsstatus zyklusaktuell übermitteln.	Status <ul style="list-style-type: none"> <li>• die Bitdeutungen sind der Gerätedokumentation zu entnehmen</li> <li>• andere Geräte können mehr oder keine slave-typischen Angaben liefern</li> </ul>	Damit sich die übergeordnete PLC-Task (oder entsprechende Steueranwendungen) auf korrekte Daten verlassen kann, muss dort der Funktionsstatus ausgewertet werden. Deshalb werden solche Informationen zyklusaktuell mit den Prozessdaten bereitgestellt.
C	Für jeden EtherCAT Slave mit zyklischen Prozessdaten zeigt der Master durch einen so genannten WorkingCounter an, ob der Slave erfolgreich und störungsfrei am zyklischen Prozessdatenverkehr teilnimmt. Diese elementar wichtige Information wird deshalb im System Manager zyklusaktuell <ol style="list-style-type: none"> <li>1. am EtherCAT Slave als auch inhaltsidentisch</li> <li>2. als Sammelvariable am EtherCAT Master (siehe Punkt A)</li> </ol> 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"> <li>• nur selten/nie verändert werden, außer beim Systemstart</li> <li>• selbst auf azyklischem Weg ermittelt werden (z.B. EtherCAT Status)</li> </ul>	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*:

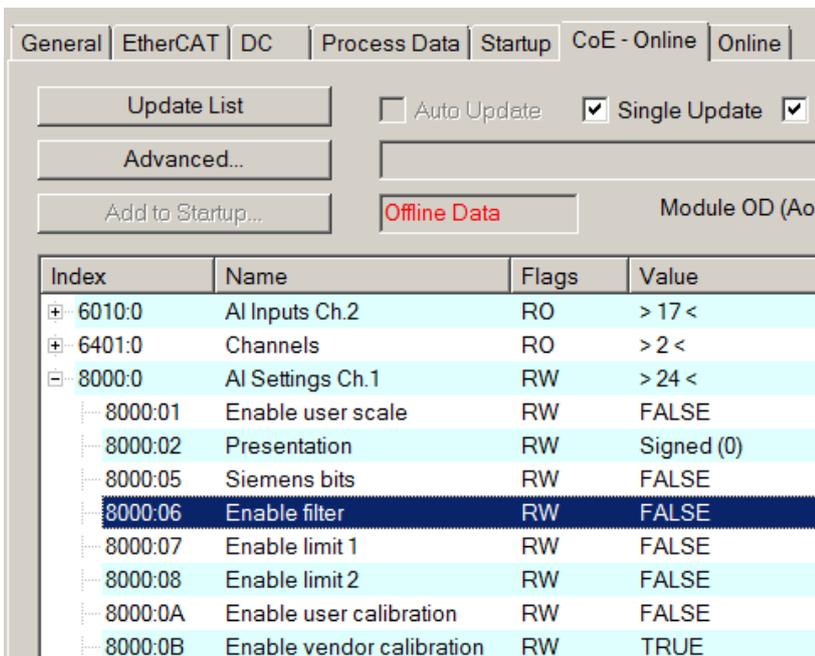


Abb. 88: EL3102, CoE-Verzeichnis

**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.

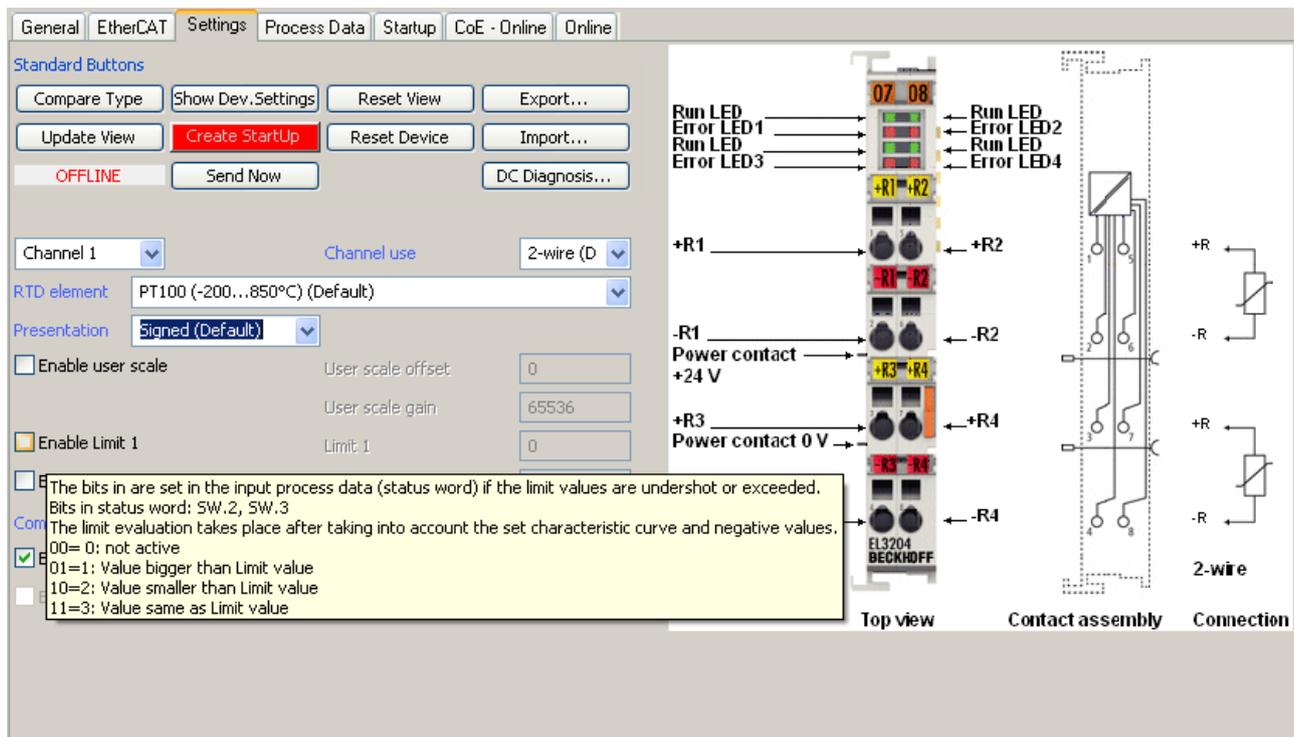


Abb. 89: Beispiel Inbetriebnahmehilfe für eine EL3204

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.

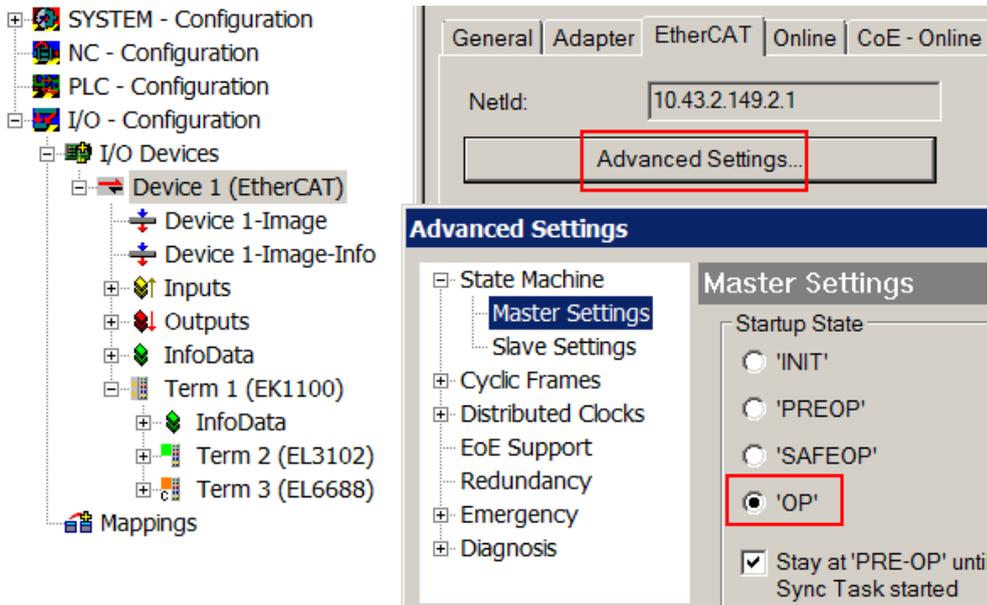


Abb. 90: Default Verhalten System Manager

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

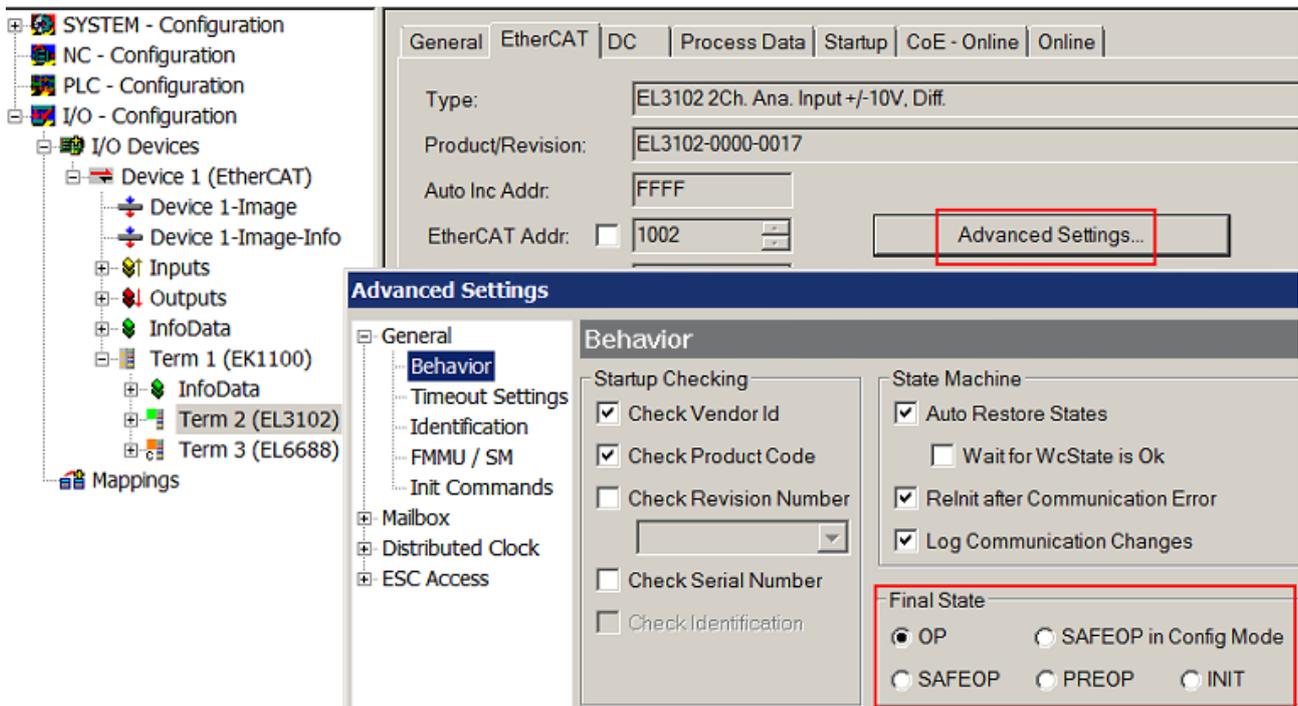


Abb. 91: Default Zielzustand im Slave

## 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.

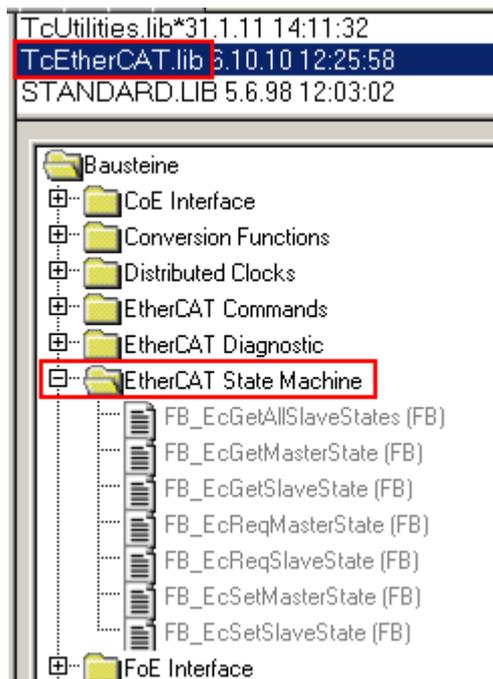


Abb. 92: PLC-Bausteine

## Hinweis E-Bus-Strom

EL/ES-Klemmen werden im Klemmenstrang auf der Hutschiene an einen Koppler gesetzt. Ein Buskoppler kann die an ihm angefügten EL-Klemmen mit der E-Bus-Systemspannung von 5 V versorgen, i.d.R. ist ein Koppler dabei bis zu 2 A belastbar. Zu jeder EL-Klemme ist die Information, wie viel Strom sie aus der E-Bus-Versorgung benötigt, online und im Katalog verfügbar. Benötigen die angefügten Klemmen mehr Strom als der Koppler liefern kann, sind an entsprechenden Positionen im Klemmenstrang Einspeiseklemmen (z. B. EL9410) zu setzen.

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

General							Adapter							EtherCAT							Online							CoE - Online						
NetId:		10.43.2.149.2.1										Advanced Settings...																						
Number	Box Name	Address	Type	In Size	Out S...	E-Bus (..																												
1	Term 1 (EK1100)	1001	EK1100																															
2	Term 2 (EL3102)	1002	EL3102	8.0		1830																												
3	Term 4 (EL2004)	1003	EL2004		0.4	1730																												
4	Term 5 (EL2004)	1004	EL2004		0.4	1630																												
5	Term 6 (EL7031)	1005	EL7031	8.0	8.0	1510																												
6	Term 7 (EL2808)	1006	EL2808		1.0	1400																												
7	Term 8 (EL3602)	1007	EL3602	12.0		1210																												
8	Term 9 (EL3602)	1008	EL3602	12.0		1020																												
9	Term 10 (EL3602)	1009	EL3602	12.0		830																												
10	Term 11 (EL3602)	1010	EL3602	12.0		640																												
11	Term 12 (EL3602)	1011	EL3602	12.0		450																												
12	Term 13 (EL3602)	1012	EL3602	12.0		260																												
13	Term 14 (EL3602)	1013	EL3602	12.0		70																												
14	Term 3 (EL6688)	1014	EL6688	22.0		-240 !																												

Abb. 93: 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. 94: Warnmeldung E-Bus-Überschreitung

**HINWEIS**

**Achtung! Fehlfunktion möglich!**

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

## 6.4 Grundlagen zur Funktion

### ● Effektivwert (eff)-Angaben

Alle Wechselwert-Angaben wie RMS- oder Effektivwert-Angaben (<sub>eff</sub>) in dieser Dokumentation beziehen sich auf ein 50/60 Hz-3-Phasennetz mit sinusförmiger Verlaufsform.

Die EL3773 verfügt über 6 analoge Eingangskanäle die simultan in ihrem jeweiligen Messbereich erfasst werden. Die Eigenschaften werden im Folgenden in der Reihenfolge der Datenverarbeitung besprochen.

### Eingangsfilter

Jeder Kanal verfügt über einen über die CoE-Einstellung `0x8000:15` (`▶ 111`) parametrierbaren Tiefpass-Filter 5.Ordnung mit Bessel-Charakteristik. Die entsprechenden Anti-Aliasing-Filter sind vor- bzw. nachgeschaltet und werden automatisch angepasst.

Die Filter-Einstellung des Kanal 1 gilt auch für die Kanäle 2..6, das entsprechende CoE-Objekt kann in diesen Kanälen nicht beschrieben werden. Alle 6 Eingangskanäle unterliegen also derselben Filterkennlinie.

Der Eingangsfilter kann nicht deaktiviert werden.

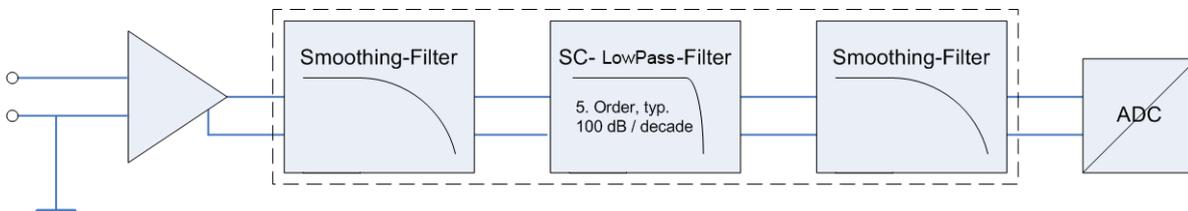


Abb. 95: Datenfluss Diagramm Eingangsfilter

Es stehen folgende Stufen zur Auswahl:

- 200 Hz
- 500 Hz
- 1 kHz
- 1.5 kHz
- 2.5 kHz
- 5 kHz
- 15 kHz

Index	Name	Flags	Value
8000:0	AI Settings	RW	> 33 <
8000:07	Enable limit	RW	FALSE
8000:0A	Enable user calibration	RW	FALSE
8000:0B	Enable vendor calibration	RW	TRUE
8000:13	Limit 1	RW	29490
8000:14	Limit 2	RW	32767
8000:15	Filter settings	RW	5000 Hz (5)
8000:17	User calibration offset	RW	0
8000:18	User calibration gain	RW	16384
8010:0	AI Settings	RW	> 33 <
8020:0	AI Settings	RW	> 33 <
8030:0	AI Settings	RW	> 33 <
8040:0	AI Settings	RW	> 33 <
8050:0	AI Settings	RW	> 33 <

**Set Value Dialog**

Dec:  OK

Hex:  Cancel

Enum:  Edit...

- 200 Hz
- 500 Hz
- 1000 Hz
- 1500 Hz
- 2500 Hz
- 5000 Hz
- 15000 Hz

Bool:  Edit...

Binary:  Edit...

Bit Size:  Edit...

Abb. 96: Filter Einstellung über das CoE Objekt „Filter settings“ (Index 0x8000:15)

Entsprechend kann der Amplitudenverlauf dargestellt werden:

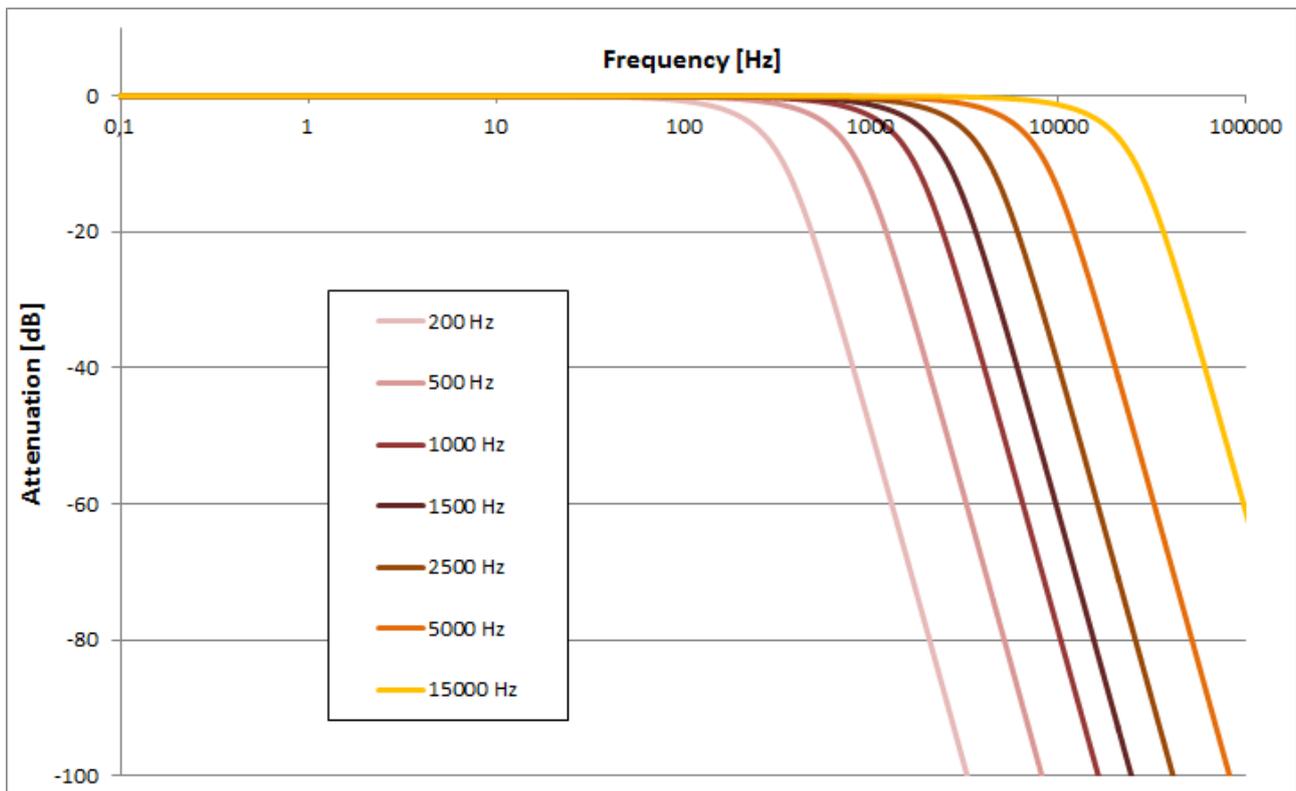


Abb. 97: Amplitudenverlauf

### **i** Veränderungen im CoE-Verzeichnis

Bei Veränderungen der CoE-default-Parameter sollten unbedingt korrespondierende Werte in die StartUp-Liste eingetragen werden, damit im Austauschfall die EL3773 wieder wie in der Applikation vorgesehen arbeitet.

## 6.5 Prozessdaten

Inhaltsverzeichnis
• <a href="#">Datenfluss [► 100]</a>
• <a href="#">Datenverarbeitung [► 100]</a>
• <a href="#">Predefined PDO Assignment [► 102]</a>
• <a href="#">Prozessabbild [► 103]</a>
• <a href="#">Control-/Status-Wort [► 106]</a>
• <a href="#">Synchronisierung und Wandlungszeit [► 107]</a>

### Datenfluss

Die Amplitudenwerte werden mit 16 Bit Auflösung erfasst und als Oversampling-Pakete im Prozessabbild zur zyklischen Übertragung bereitgestellt.

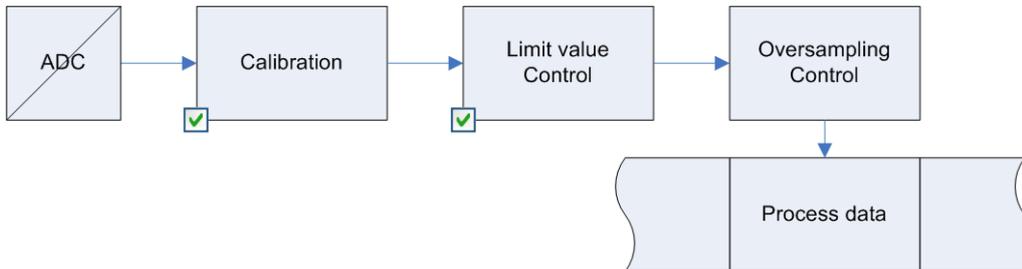


Abb. 98: Prozessdatenfluss EL3773

### Datenverarbeitung

Die Datenverarbeitung wird bei der EL3773 mit 16 Bit Wandlung im ADC für alle Kanäle simultan durchgeführt

Skalierung bezogen auf den jeweiligen (unveränderlichen) Messbereich:

#### 1. Herstellerkalibrierung (0x80p0:0B [► 111])

Aktivierung: CoE 0x80p0:0B

$$X_1 = (X_{ADC} - \text{Offset}_{Vendor}) * \text{Gain}_{Vendor}$$

Damit ergibt sich folgende Signed-Integer-Wertdarstellung:

Eingangssignal		Wert	
Spannung	Strom	Dezimal	Hexadezimal
410 V	1,5 A	32767	0x7FFF
205 V	0,75 A	16383	0x3FFF
0 V	0 A	0	0x0000
-205 V	-0,75 A	-16383	0xC001
-410 V	-1,5 A	-32767	0x8000

Signed-Integer: der negative Ausgabewert wird im Zweierkomplement (negiert + 1) dargestellt. Maximaler Darstellungsbereich bei 16 Bit = -32768 .. +32767<sub>dez</sub>.

#### 2. Anwenderkalibrierung (0x80p0:0A [► 111])

Aktivierung: CoE 0x80n0:0A

$$X_2 = (X_1 - \text{Offset}_{User}) * \text{Gain}_{User}$$

#### 3. Grenzwertauswertung (0x80p0:13 [► 111], 0x80p0:14 [► 111])

Anzeige im [Status-Wort \[► 106\]](#) des Kanals

Beim Über- bzw. Unterschreiten der Werte, die in den Indizes [0x80p0:13](#) [[▶ 111](#)] und [0x80p0:14](#) [[▶ 111](#)] eingegeben werden können, werden die Bits in den Indizes [0x60p0:03](#) [[▶ 112](#)] und [0x60p0:05](#) [[▶ 112](#)] entsprechen gesetzt (siehe unteres [Beispiel](#) [[▶ 100](#)]).

Zur Aktivierung der Grenzwertüberwachung dient der Eintrag [0x80p0:07](#) [[▶ 111](#)].

Ausgabe Limit n (2 Bit):

- 0: nicht aktiv
- 1: Ein oder mehrere Werte <= Limit n
- 2: Ein oder mehrere Werte >= Limit n
- 3: Fall 1 und 2 zugleich

### ● Verlinkung in der PLC mit 2-Bit-Werten

**I** Die Limit-Information besteht aus 2 Bit. Im System Manager kann *Limitn* mit der PLC oder einer Task verknüpft werden:

- PLC:  
Es gibt in der IEC61131-PLC keinen 2-Bit-Datentyp der mit diesem Prozessdatum 1:1 verlinkt werden kann. Zur Übertragung der Limit-Information definieren Sie deshalb ein Eingangsbyte, z. B.

```
VAR
  byLimit1 AT %I*.BYTE;
END_VAR
```

und verlinken Sie den Limit mit dem *VariableSizeMismatch*-Dialog.

- Zusätzliche Task  
Im Systemmanager können 2-Bit-Variablen angelegt werden.

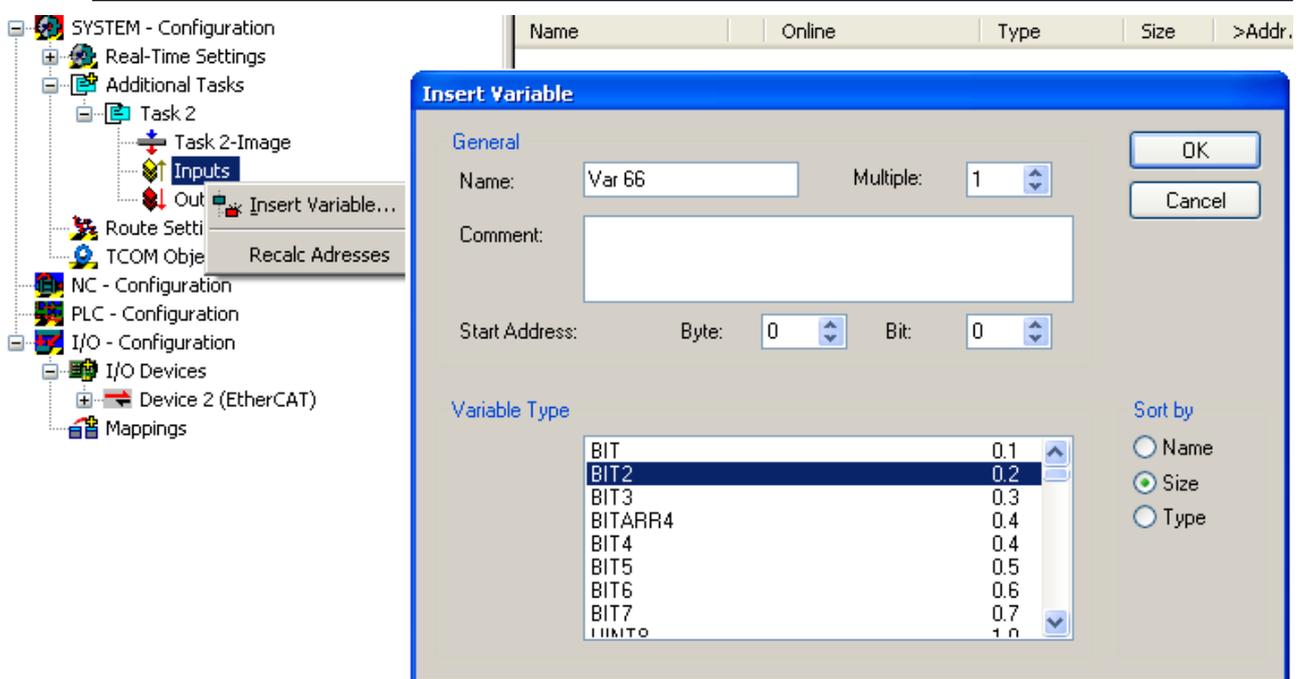


Abb. 99: Verlinkung 2-Bit-Variable mit zusätzlicher Task

### Beispiel für EL3773, Spannungsmessung:

Kanal 1; Limit 1 und Limit 2 enabled, Limit 1 = 100 V, Limit 2 = 200 V, Darstellung: signed integer

Eingabe in Index (Limit 1): [0x8000:13](#) [[▶ 111](#)]

$$(100 \text{ V} / 410 \text{ V}) \times 2^{16} / 2 - 1 = 7991_{\text{dez}}$$

Eingabe in Index (Limit 2):  $0x8000:14$  [► 111]  
 $(200 \text{ V} / 410 \text{ V}) \times 2^{16} / 2 - 1 = 15983_{\text{dez}}$

Ausgabe:

Eingang Kanal 1	Index $0x6000:03$ [► 112]	Index $0x6000:05$ [► 112]
50 V	$0x01_{\text{hex}}$ , (Limit 1, Grenzbereich unterschritten)	$0x01_{\text{hex}}$ , (Limit 2, Grenzbereich unterschritten)
100 V	$0x03_{\text{hex}}$ , (Limit 1, Grenzbereich erreicht)	$0x01_{\text{hex}}$ , (Limit 2, Grenzbereich unterschritten)
150 V	$0x02_{\text{hex}}$ , (Limit 1, Grenzbereich überschritten)	$0x01_{\text{hex}}$ , (Limit 2, Grenzbereich unterschritten)
210 V	$0x02_{\text{hex}}$ , (Limit 1, Grenzbereich überschritten)	$0x02_{\text{hex}}$ , (Limit 2, Grenzbereich überschritten)

#### 4. Bereitstellung in den Prozessdaten

Die beeinflussenden Parameter können im CoE des jeweiligen Kanals verändert werden.

Index	Parameter Name	Access	Value
8000:0	AI Settings	RW	> 33 <
8000:07	Enable limit	RW	FALSE
8000:0A	Enable user calibration	RW	FALSE
8000:0B	Enable vendor calibration	RW	TRUE
8000:13	Limit 1	RW	29490
8000:14	Limit 2	RW	32767
8000:15	Filter settings	RW	5000 Hz (5)
8000:17	User calibration offset	RW	0
8000:18	User calibration gain	RW	16384
8010:0	AI Settings	RW	> 33 <

Abb. 100: Einstellungen Anwender und Hersteller Abgleich im CoE Online Verzeichnis

#### ● **Veränderungen im CoE-Verzeichnis**

**i** Bei Veränderungen der CoE-default-Parameter sollten unbedingt korrespondierende Werte in die StartUp-Liste eingetragen werden, damit im Austauschfall die EL3773 wieder wie in der Applikation vorgesehen arbeitet.

#### **Predefined PDO Assignment**

Eine vereinfachte Auswahl der Prozessdaten ermöglicht das "Predefined PDO Assignment". Am unteren Teil des Prozessdatenreiters wählen Sie die gewünschte Funktion aus. Es werden dadurch alle benötigten PDOs automatisch aktiviert, bzw. die nicht benötigten deaktiviert. 8 PDO-Zuordnungen stehen zur Auswahl:

Name	SM3, PDO-Zuordnung, Bedeutung
Synchron	0x1A00, 0x1A01, 0x1A10, 0x1A11, 0x1A20, 0x1A21, 0x1A30, 0x1A31, 0x1A40, 0x1A41, 0x1A50, 0x1A51 "Synchron"
Synchron Oversampling 2	0x1A00, 0x1A02, 0x1A10, 0x1A12, 0x1A20, 0x1A22, 0x1A30, 0x1A32, 0x1A40, 0x1A42, 0x1A50, 0x1A52 0x1A61 "Synchron, mit 2 fachen Oversampling"
Synchron Oversampling 4	0x1A00, 0x1A03, 0x1A10, 0x1A13, 0x1A20, 0x1A23, 0x1A30, 0x1A33, 0x1A40, 0x1A43, 0x1A50, 0x1A53 0x1A61 "Synchron, mit 4 fachen Oversampling"
Synchron Oversampling 8	0x1A00, 0x1A05, 0x1A10, 0x1A15, 0x1A20, 0x1A25, 0x1A30, 0x1A35, 0x1A40, 0x1A45, 0x1A50, 0x1A55 0x1A61 "Synchron, mit 8 fachen Oversampling"
Synchron Oversampling 16	0x1A00, 0x1A07, 0x1A10, 0x1A17, 0x1A20, 0x1A27, 0x1A30, 0x1A37, 0x1A40, 0x1A47, 0x1A50, 0x1A57 0x1A61 "Synchron, mit 16 fachen Oversampling"
Synchron Oversampling 32	0x1A00, 0x1A0A, 0x1A10, 0x1A1A, 0x1A20, 0x1A2A, 0x1A30, 0x1A3A, 0x1A40, 0x1A4A, 0x1A50, 0x1A5A 0x1A61 "Synchron, mit 32 fachen Oversampling"
Synchron Oversampling 64	0x1A00, 0x1A0D, 0x1A10, 0x1A1D, 0x1A20, 0x1A2D, 0x1A30, 0x1A3D, 0x1A40, 0x1A4D, 0x1A50, 0x1A5D 0x1A61 "Synchron, mit 64 fachen Oversampling"
DC (activate Mode on DC tab)	0x1A00, 0x1A05, 0x1A10, 0x1A15, 0x1A20, 0x1A25, 0x1A30, 0x1A35, 0x1A40, 0x1A45, 0x1A50, 0x1A55 0x1A60, 0x1A61 "Distributed Clocks, <a href="#">Einstellungen über Reiter DC</a> [► 107]"

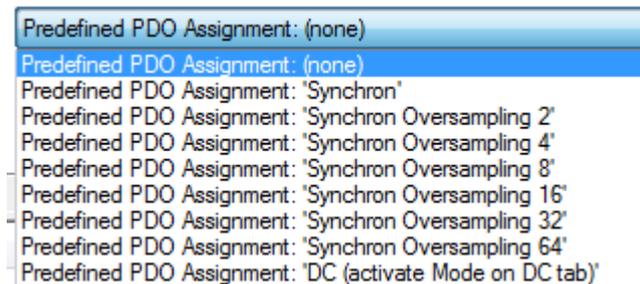


Abb. 101: EL3773 Auswahldialog „Predifined PDO Assignment“

**Prozessabbild**

Die EL3773 wird standardmäßig mit dem 10fach Oversampling Prozessabbild und DC Timestamp in die Konfiguration eingefügt:

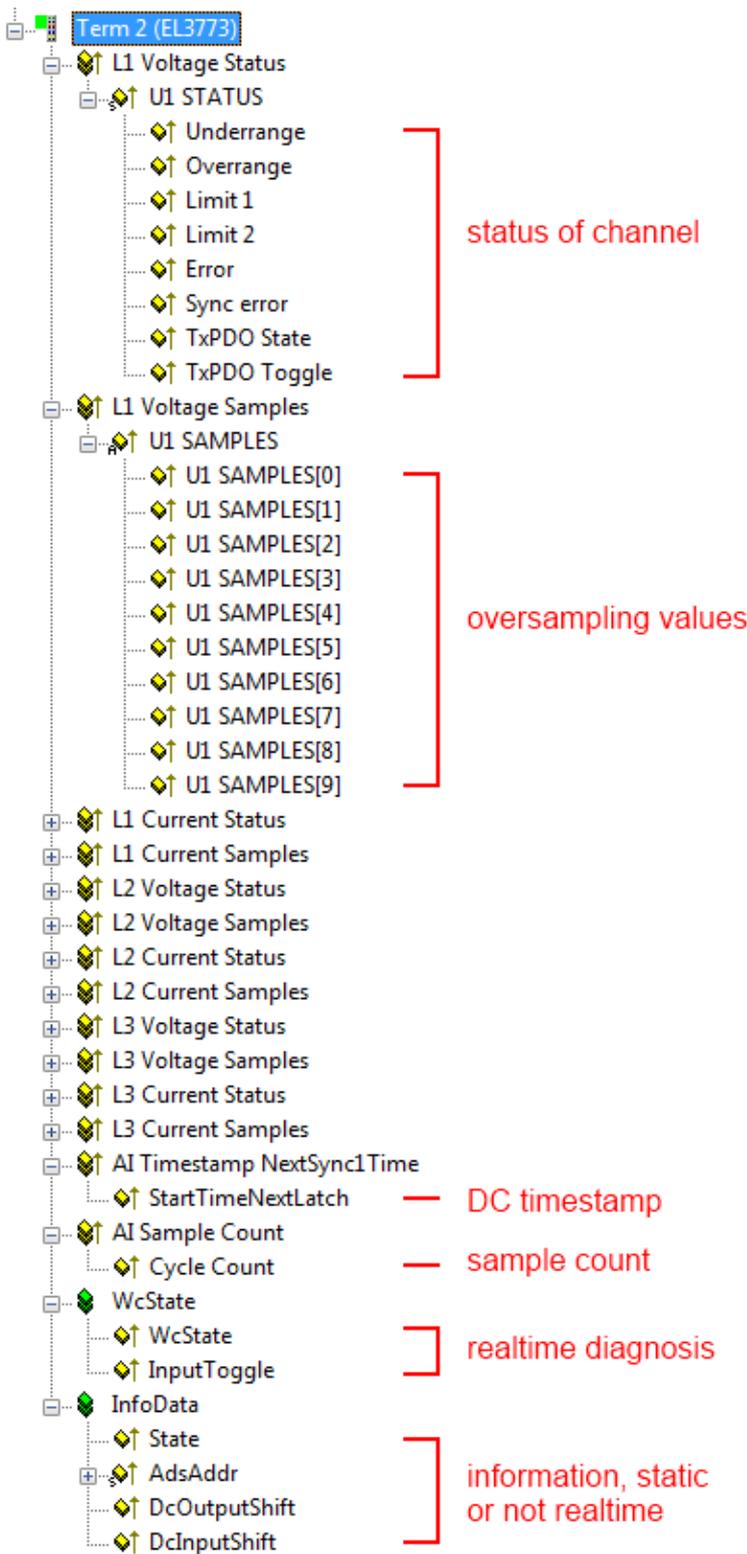


Abb. 102: Prozessabbild der EL3773 im TwinCAT System Manager

Es wird dringend empfohlen, die angebotenen Diagnose-Werte in der Steuerung auszuwerten, siehe z. B. die [Hinweis-Seite](#) [► 90].

Insbesondere bietet die EL3773 folgende zyklischen Informationen an:

Variable	Bedeutung
Status Word	siehe unten [► 106]
Overrange	Wert nach Abgleich > 0x7FFF
Underrange	Wert nach Abgleich < 0x8000
SyncError	<p>- Im DC Mode: zeigt an, ob in dem abgelaufenen Zyklus ein Synchronisierungsfehler aufgetreten ist. Das bedeutet, ein SYNC-Signal wurde in der Klemme ausgelöst, es lagen aber keine neuen Prozessdaten vor (0=ok, 1=nok).</p> <p>- Fehler im Synchron Oversampling z. B. die Anzahl der ADC Werte und die Anzahl der PDO Werte stimmen nicht überein</p>
StartTimeNextLatch	<p>Im 64 Bit breiten Prozessdatum <i>StartTimeNextLatch</i> wird, wie auch bei den bisherigen EL37xx Klemmen, in jedem Prozessdatenzyklus der Zeitpunkt angegeben, wann der <i>nächste</i> SYNC1-Puls und damit der nächste Block an Sample-Werten beginnt, bezogen auf den aktuell übertragenen Block. <i>StartTimeNextLatch</i> verändert sich also in jedem Zyklus um den Betrag derjenigen Taskzykluszeit, mit der diese Klemme betrieben wird. Diese Zeitangabe basiert auf der klemmenlokalen Distributed Clocks Zeit.</p> <p>Durch diese Zeitangabe kann mit dem bekannten Oversamplingfaktor jedem einzelnen Sample ein konkreter Zeitpunkt zugeordnet werden.</p> <p><b>Beispiel:</b> Die EL3773 liefert im betrachteten Zyklus bei 1 ms Zykluszeit (= 1.000.000 ns) und Oversamplingfaktor = 10 als Prozessdaten ein <math>StartTimeNextLatch = 7.777.216_{dez}</math> und 6 x 10 Messwerte (3x U, 3x I) zu je 16 Bit. Es soll nun der Messzeitpunkt des 5. gelieferten Samples ermittelt werden, d.h. um welche Distributed Clocks Zeit das 5. Sample ermittelt wurde. Der aktuell gelieferte Satz von 10 Samples wurde zum Zeitpunkt <math>7.777.216 - 1.000.000</math> (Zykluszeit) = <math>6.777.216</math> ns gestartet. Der Zeitabstand zwischen den Samples beträgt <math>1.000.000 / 10 = 100.000</math> ns. Das 5.Sample wurde also zum Zeitpunkt <math>6.777.216 + ((5 - 1) * 100.000) = 7.177.216</math> ns ermittelt.</p>
Cycle Count	Der CycleCounter wird mit jedem Prozessdatenzyklus um eine Einheit hoch gezählt. Durch den CycleCounter kann die übergeordnete Steuerung eine Kontrolle vornehmen, ob evtl. ein Datensatz ausfiel oder doppelt übertragen wurde. Dann ist i.d.R. die DC-ShiftZeit der Klemme anzupassen.
DcOutputShift, DcInputShift	In diesen statischen Variablen gibt der System Manager bekannt, auf welche ShiftZeit diese Klemme eingestellt worden ist. Der Wert wird einmalig beim Aktivieren/ Berechnen der Konfiguration festgelegt und ist auch von den kundenspezifischen Einstellungen in den erweiterten Slave-Einstellungen abhängig. Er kann zu Offsetberechnungen in der PLC verlinkt werden.

**Zusammenhang zwischen Zeitstempel und Prozessdaten**

Die Abb. „Zeitlicher Zusammenhang SYNC-Signale und SyncManager-Interrupt“ verdeutlicht die Funktionsweise bzw. den zeitlichen Zusammenhang von Zeitstempel und Messwerten.

Zur Erläuterung:

- dargestellt ist ein Beispiel für Oversamplingfaktor = 5
- das SYNC0-Signal in der Klemme triggert die AD-Wandlung und füllt den internen Puffer mit 5 Messwerten (A)
- Synchron mit der Zykluszeit läuft SYNC1, der die Bereitstellung des gefüllten Puffer als Prozessdatum auslöst und gleichzeitig den StartTimeNextLatch aus der lokalen DistributedClock holt (B)
- dabei wird der data-Block zusammen mit der nächsten LatchTime zusammengestellt
- der nächste EtherCAT-Zyklus holt diese Daten ab (C)

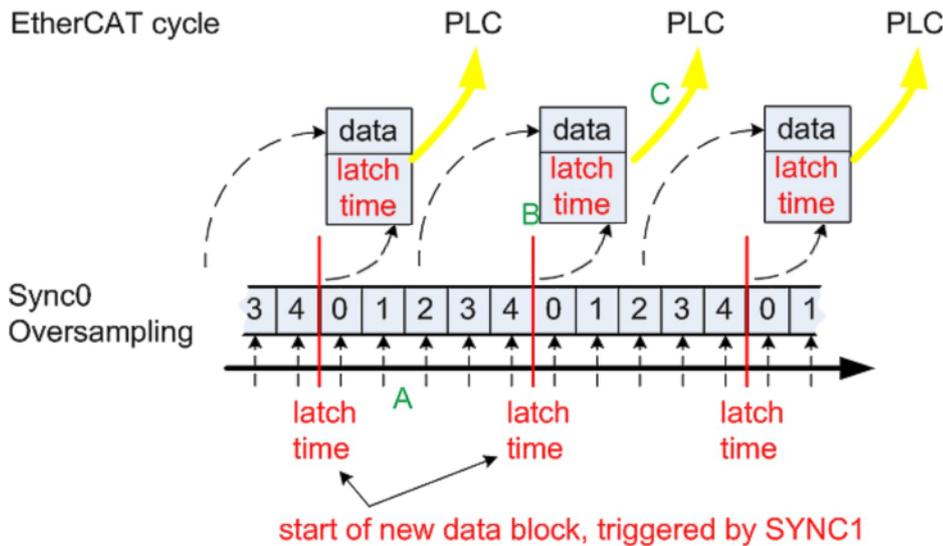


Abb. 103: Zeitlicher Zusammenhang SYNC-Signale und SyncManager-Interrupt

Da unterschiedliche Eingangsfiler (siehe CoE-Einstellung 0x8000:15 [95]) auch unterschiedliche Laufzeitverzögerungen innerhalb der Klemme zur Folge haben, lassen sich diese über das CoE-Objekt 0x805D:12 wieder kompensieren, damit der Zeitstempel auch weiterhin zu den Messwerten passt. Bitte entnehmen Sie der folgenden Tabelle den für Ihren Eingangsfiler entsprechenden Wert.

Filtereinstellung	Signallaufzeit	Korrekturwert
15000 Hz	50 µs	-50000 ns
5000 Hz	150 µs	-150000 ns
2500 Hz	300 µs	-300000 ns
1500 Hz	500 µs	-500000 ns
1000 Hz	750 µs	-750000 ns
500 Hz	1,5 ms	-1500000 ns
200 Hz	3,75 ms	-3750000 ns

Da jedoch nur ein *DCTimeStampShift*-Wert pro Klemme einstellbar ist, kann es bei unterschiedlichen Eingangsfilern je Kanal sinnvoll sein, diese Umrechnung erst in der PLC durchzuführen.

**Control/Status-Wort**

**Status-Wort**

Das Status-Wort (SW) befindet sich im Eingangsprozessabbild und wird von der Klemme zur Steuerung übertragen.

<b>Bit</b>	SW.15	SW.14	SW.13	SW.12	SW.11	SW.10	SW.9	SW.8
<b>Name</b>	TxPDO Toggle	TxPDO State	Sync error	-	-	-	-	-

<b>Bit</b>	SW.7	SW.6	SW.5	SW.4	SW.3	SW.2	SW.1	SW.0
<b>Name</b>	-	ERROR	Limit 2		Limit 1		Overrange	Underrange

Tab. 1: Legende

Bit	Name	Beschreibung	
SW.15	TxPDO Toggle	1 <sub>bin</sub>	Toggelt mit jedem neuen analogen Prozesswert
SW.14	TxPDO State	1 <sub>bin</sub>	TRUE bei internem Fehler
SW.13*	Sync error	1 <sub>bin</sub>	TRUE (DC mode): im abgelaufenen Zyklus ist ein Synchronisierungsfehler aufgetreten.
SW.6	ERROR	1 <sub>bin</sub>	Allgemeines Fehlerbit, wird auch zusammen mit Overrange und Underrange gesetzt
SW.5	Limit 2	1 <sub>bin</sub>	Siehe <a href="#">Limit [► 112]</a>
SW.4		1 <sub>bin</sub>	
SW.3	Limit 1	1 <sub>bin</sub>	Siehe <a href="#">Limit [► 112]</a>
SW.2		1 <sub>bin</sub>	
SW.1	Overrange	1 <sub>bin</sub>	Analoges Eingangssignal liegt über der oberen zul. Schwelle für diese Klemme
SW.0	Underrange	1 <sub>bin</sub>	Analoges Eingangssignal liegt unter der oberen zul. Schwelle für diese Klemme

**Control-Wort**

Die EL3773 hat kein Control-Wort

**Synchronisierung, Trigger und Wandlungszeit**

Die EL3773 arbeitet generell im Oversampling-Modus. Dabei kann sie mit und ohne aktivierten DistributedClocks betrieben werden.

**Distributed Clocks aktiviert**

- die EtherCAT-systemweit synchronisierten Distributed Clocks erfassen auch diese EL3773
- die Klemme arbeitet dann synchron mit allen anderen DC-Teilnehmern
- der Sampling-Takt wird aus der lokalen DC im EtherCAT Slave Controller abgeleitet (SYNC0: Oversampling, SYNC1: Bereitstellung der Daten)

**Vorteile**

- mehrere EL3773 erfassen ihre Messwerte aller Kanäle synchron
- exakter Zeitstempel der einzelnen Samples

**Es sind folgende Grenzwerte zu beachten**

- minimale Samplingzeit 100 µs (10.000 kSps)
- nur nicht-periodische Werte für die Samplingrate sind zulässig
- das PDO StartTimeNextlatch kann nur bei Zykluszeiten > 100 µs genutzt/aktiviert werden

**Tabelle der Samplingzeiten**

Sampling Time	Cycle time / $\mu\text{s}$							
	100	200	250	500	1000	2000	5000	10000
1	100 $\mu\text{s}$	200 $\mu\text{s}$	250 $\mu\text{s}$	500 $\mu\text{s}$	1000 $\mu\text{s}$	2000 $\mu\text{s}$	5000 $\mu\text{s}$	10000 $\mu\text{s}$
2		100 $\mu\text{s}$	125 $\mu\text{s}$	250 $\mu\text{s}$	500 $\mu\text{s}$	1000 $\mu\text{s}$	2500 $\mu\text{s}$	5000 $\mu\text{s}$
4				125 $\mu\text{s}$	250 $\mu\text{s}$	500 $\mu\text{s}$	1250 $\mu\text{s}$	2500 $\mu\text{s}$
5				100 $\mu\text{s}$	200 $\mu\text{s}$	400 $\mu\text{s}$	1000 $\mu\text{s}$	2000 $\mu\text{s}$
8					125 $\mu\text{s}$	250 $\mu\text{s}$	625 $\mu\text{s}$	1250 $\mu\text{s}$
10					100 $\mu\text{s}$	200 $\mu\text{s}$	500 $\mu\text{s}$	1000 $\mu\text{s}$
16						125 $\mu\text{s}$	312,5 $\mu\text{s}$	625 $\mu\text{s}$
20						100 $\mu\text{s}$	250 $\mu\text{s}$	500 $\mu\text{s}$
25							200 $\mu\text{s}$	400 $\mu\text{s}$
32								312,5 $\mu\text{s}$
40							125 $\mu\text{s}$	250 $\mu\text{s}$
50							100 $\mu\text{s}$	200 $\mu\text{s}$
80								125 $\mu\text{s}$
100								100 $\mu\text{s}$

Abb. 104: Samplingzeiten

**Unterstützte Konfigurationen**

**i** Konfigurationen, die Samplingzeiten verlangen, die nicht durch 500 ns teilbar sind werden nicht unterstützt. Die obige Tabelle „Samplingzeiten“ zeigt nicht alle möglichen Zykluszeiten.

**Beispiel:** Ein 4000 $\mu\text{s}$ -Zyklus kann mit einem Oversamplingfaktor von 64 genutzt werden, da hier die Samplingzeit 62,5 $\mu\text{s}$  beträgt und somit durch 500ns teilbar ist.

Die minimale EtherCAT-Zykluszeit für die EL3773 ist 100  $\mu\text{s}$ . Zur Aktivierung der Distributed Clocks ist in der Predefined PDO-Liste "DC" auszuwählen, damit u.a. das Time-Stamp PDO ausgewählt wird

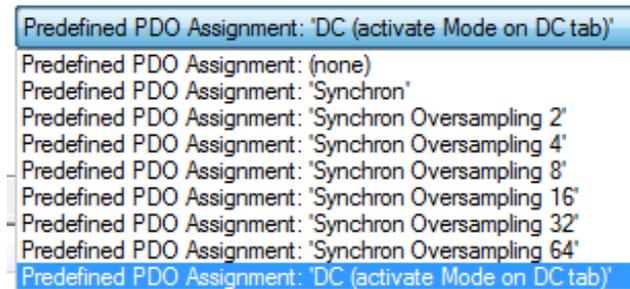


Abb. 105: EL3773 Auswahldialog „Predefined PDO Assignment“

Die zulässigen Oversampling-Raten werden über den System Manager, Reiter DC eingestellt:

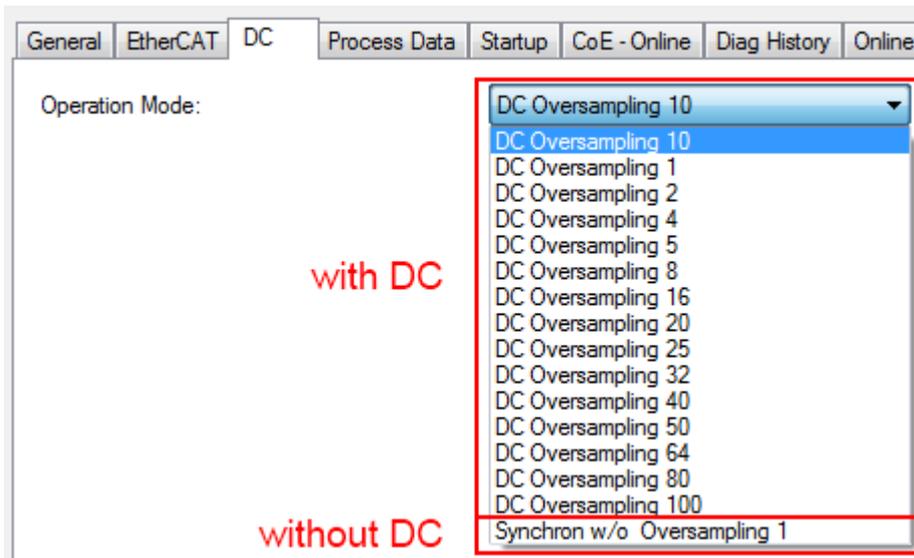


Abb. 106: Einstellung der Oversampling-Raten über System Manager, Reiter „DC“

**Distributed Clocks nicht aktiviert**

- die EL3773 arbeitet nach einem internem Takt, der auf die EtherCAT-Zykluszeit synchronisiert wird. Triggerpunkt ist hier der Zugriff auf den Input-Sync-Manager SM3.
- die EL3773 kann dadurch Schwankungen der Zykluszeit weitgehend ausgleichen
- die EL3773 kann so in Systemen eingesetzt werden, die nicht über Distributed Clocks-Funktionalität verfügen. Die Zeitgenauigkeit der Messwerte ist allerdings reduziert.

Die EtherCAT-Zykluszeit muss so gewählt sein,

- dass 100 µs nicht unterschritten werden
- dass der Oversampling-Abstand einen nicht-periodischen Zeitwert ergibt - nicht zulässig ist z. B. 33,3 µs für den Oversampling-Zyklus

Die Distributed Clock ist im Reiter DC zu deaktivieren

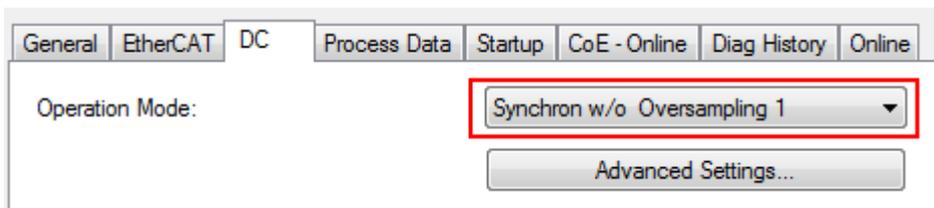


Abb. 107: Deaktivierung der Distributed Clock im Reiter „DC“

Die zulässigen Oversampling-Raten werden dann über den Systemmanager eingestellt:

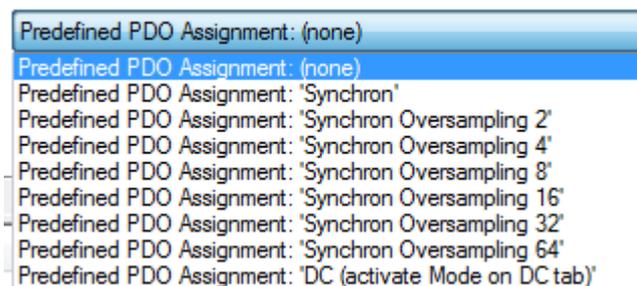


Abb. 108: EL3773 Auswahldialog „Predefined PDO Assignment“

## 6.6 Objektbeschreibung und Parametrierung

### ● EtherCAT XML Device Description



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

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



Die Parametrierung des EtherCAT Gerätes wird über den CoE-Online Reiter [▶ 77] (mit Doppelklick auf das entsprechende Objekt) bzw. über den Prozessdatenreiter [▶ 74] (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“ zum Zurücksetzen der Veränderungen

### Einführung

In der CoE-Übersicht sind Objekte mit verschiedenem Einsatzzweck enthalten:

- Objekte die zur Parametrierung bei der Inbetriebnahme nötig sind:
  - Restore Objekt Index 0x1011
  - Konfigurationsdaten Index 0x80n0
- Objekte die zum regulären Betrieb z.B. durch ADS-Zugriff bestimmt sind.
- Profilspezifische Objekte:
  - Konfigurationsdaten (herstellerspezifisch) Index 0x80nF
  - Eingangsdaten Index 0x60n0
  - Informations- und Diagnostikdaten Index 0x80nE, 0xF000, 0xF008, 0xF010
- Standardobjekte

Im Folgenden werden zuerst die im normalen Betrieb benötigten Objekte vorgestellt, dann die für eine vollständige Übersicht noch fehlenden Objekte.

### 6.6.1 Restore-Objekt

#### Index 1011 Restore default parameters

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
1011:0	<u>Restore default parameters [▶ 180]</u>	Herstellen der Defaulteinstellungen	UINT8	RO	> 1 <
1011:01	SubIndex 001	Wenn Sie dieses Objekt im Set Value Dialog auf <b>"0x64616F6C"</b> setzen, werden alle Backup Objekte wieder in den Auslieferungszustand gesetzt.	UINT32	RW	0x00000000 (0 <sub>dez</sub> )

## 6.6.2 Konfigurationsdaten

### Index 80p0 AI Settings (für p = 0..5, entspricht Kanal 1..6)

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
80p0:0	AI Settings	Maximaler Subindex	UINT8	RO	> 24 <
80p0:07	<a href="#">Enable limit [▶_100]</a>	Limit 1 aktiviert	BOOLEAN	RW	FALSE
80p0:0A	<a href="#">Enable user calibration [▶_100]</a>	Freigabe des Anwender Abgleichs	BOOLEAN	RW	FALSE
80p0:0B	<a href="#">Enable vendor calibration [▶_100]</a>	Freigabe des Hersteller Abgleichs	BOOLEAN	RW	TRUE
80p0:13	<a href="#">Limit 1 [▶_100]</a>	Erster Grenzwert zum Setzen der Statusbits	INT16	RW	0 <sub>dez</sub>
80p0:14	<a href="#">Limit 2 [▶_100]</a>	Zweiter Grenzwert zum Setzen der Statusbits	INT16	RW	0 <sub>dez</sub>
80p0:15	<a href="#">Filter settings [▶_98]</a>	Dieses Objekt bestimmt die digitalen Filtereinstellungen. Die möglichen Einstellungen sind fortlaufend nummeriert.  0: 200 Hz 1: 500 Hz 2: 1000 Hz 3: 1500 Hz 4: 2500 Hz 5: 5000 Hz 6: 15000 Hz siehe Hinweis unten:	UINT16	RW	2500 Hz (4)
80p0:17	<a href="#">User calibration offset [▶_100]</a>	Anwender Offset Abgleich	INT16	RW	0 <sub>dez</sub>
80p0:18	<a href="#">User calibration gain [▶_100]</a>	Anwender Gain Abgleich	INT16	RW	16384 <sub>dez</sub>

#### ● **Einstellung der Filtereigenschaften über Index 0x8000:15**



Die Filterfrequenzen werden für alle Kanäle zentral über den Index 0x8000:15 (Kanal 1) eingestellt. Alle anderen entsprechenden Indizes 0x80p0:15 haben keine Parametrierungsfunktion!

### Index 80pF AI Vendor data (für p = 0..5, entspricht Kanal 1..6)

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
80pF:0	AI Vendor data	Maximaler Subindex	UINT8	RO	> 2 <
80pF:01	Calibration offset	Offset (Herstellerabgleich)	INT16	RW	-
80pF:02	Calibration gain	Gain (Herstellerabgleich)	INT16	RW	-

## 6.6.3 Eingangsdaten

### Index 60p0 AI Inputs (für p = 0..5, entspricht Kanal 1..6)

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
60p0:0	Status	Maximaler Subindex	UINT8	RO	> 16 <
60p0:01	Underrange	Messbereich unterschritten.	BOOLEAN	RO	FALSE
60p0:02	Overrange	Messbereich überschritten.	BOOLEAN	RO	FALSE
60p0:03	Limit 1	Grenzwertüberwachung Limit 1  0: nicht aktiv 1: Ein oder mehrere Werte <= Limit 1 2: Ein oder mehrere Werte >= Limit 1 3: Fall 1 und 2 zugleich	BIT2	RO	0x00 (0 <sub>dez</sub> )
60p0:05	Limit 2	Grenzwertüberwachung Limit 2  0: nicht aktiv 1: Ein oder mehrere Werte <= Limit 2 2: Ein oder mehrere Werte >= Limit 2 3: Fall 1 und 2 zugleich	BIT2	RO	0x00 (0 <sub>dez</sub> )
60p0:07	Error	Das Fehlerbit wird gesetzt, wenn das Datum ungültig ist (Overrange, Underrange)	BOOLEAN	RO	FALSE
60p0:0E	Sync error	Das Sync error Bit wird nur für den DC Mode benötigt und zeigt an, ob in dem abgelaufenen Zyklus ein Synchronisierungsfehler aufgetreten ist. Das bedeutet, ein SYNC-Signal wurde in der Klemme ausgelöst, es lagen aber keine neuen Prozessdaten vor (0=ok, 1=nok).	BOOLEAN	RO	FALSE
60p0:0F	TxPDO State	Gültigkeit der Daten der zugehörigen TxPDO (0=valid, 1=invalid).	BOOLEAN	RO	FALSE
60p0:10	TxPDO Toggle	Der TxPDO Toggle wird vom Slave getoggelt, wenn die Daten der zugehörigen TxPDO aktualisiert wurden.	BOOLEAN	RO	FALSE

### Index 60p2 Samples (für p = 0..5, entspricht Kanal 1..6)

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
60p2:0	Samples	Maximaler Subindex	UINT8	RO	> 100 <
60p2:01	Subindex 001	Sample 001	BOOLEAN	RO	0
...	...	...	..	...	...
60p2:64	Subindex 100	Sample 100	BOOLEAN	RO	0

### Index 6060 NextSync1 Time

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
6060:0	Next Sync1 Time	Max. Subindex	UINT8	RO	> 1 <
6060:01	StartTimeNextLatch [►_103]	siehe Prozessdaten [►_103]	UINT64	RO	00 00 00 00 00 00 00 00

### Index 6061 Sample Count

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
6061:0	Sample Count	Max. Subindex	UINT8	RO	> 1 <
6061:01	Cycle Count [►_103]	siehe Prozessdaten [►_103]	UINT16	RO	0x6061:01, 16

## 6.6.4 Diagnostikdaten

### Index 10F3 Diagnosis History

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
10F3:0	Diagnosis History	Maximaler Subindex	UINT8	RO	> 21 <
10F3:01	Maximum Messages	Maximale Anzahl der gespeicherten Nachrichten Es können maximal 50 Nachrichten gespeichert werden	UINT8	RO	0x10 (16 <sub>dez</sub> )
10F3:02	Newest Message	Subindex der neusten Nachricht	UINT8	RO	0x00 (0 <sub>dez</sub> )
10F3:03	Newest Acknowledged Message	Subindex der letzten bestätigten Nachricht	UINT8	RW	0x00 (0 <sub>dez</sub> )
10F3:04	New Messages Available	Zeigt an, wenn eine neue Nachricht verfügbar ist	BOOLEAN	RO	FALSE
10F3:05	Flags	ungenutzt	UINT16	RW	0x0000 (0 <sub>dez</sub> )
10F3:06	Diagnosis Message 001	Nachricht 1	OCTET-STRING[28]	RO	siehe Diag Messages
...	...	...	...	...	...
10F3:15	Diagnosis Message 016	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	-

## 6.6.5 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	0x012C1389(19665801 <sub>dez</sub> )

### Index 1008 Device name

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
1008:0	Device name	Geräte-Name des EtherCAT-Slave	STRING	RO	EL3773

### Index 1009 Hardware version

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

### Index 100A Software version

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

**Index 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
1018:02	Product code	Produkt-Code des EtherCAT-Slaves	UINT32	RO	0x0EBD3052 (247279698 <sub>dez</sub> )
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	-
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

**Index 10F0 Backup parameter handling**

Index	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	0x00000000 (0 <sub>dez</sub> )

**Index 18pp Analog Input TxPDO-Par Samples (für Ch. 1 ... Ch.6;  $01_{\text{hex}} \leq \text{pp} \leq 5F_{\text{hex}}$ )**

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
18pp:0	AI TxPDO-Par Sample	PDO Parameter TxPDO	UINT8	RO	> 6 <
18pp:06	Exclude TxPDOs	Hier sind die TxPDOs (Index der TxPDO Mapping Objekte) angegeben, die nicht zusammen mit diesem PDO übertragen werden dürfen	OCTET-STRING[2]	RO	siehe Predifined PDO Assignment [►_102]

**Index 1Ap0 AI TxPDO-Map Status (für p = 0..5; abhängig von der Anzahl der Kanäle)**

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
1Ap0:0	AI TxPDO-Map Status	PDO Mapping TxPDO	UINT8	RO	> 10 <
1Ap0:01	SubIndex 001	1. PDO Mapping entry (object 0x60p0 (AI Inputs), entry 0x01 (Underrange))	UINT32	RO	0x60p0:01, 1
1Ap0:02	SubIndex 002	2. PDO Mapping entry (object 0x60p0 (AI Inputs), entry 0x02 (Overrange))	UINT32	RO	0x60p0:02, 1
1Ap0:03	SubIndex 003	3. PDO Mapping entry (object 0x60p0 (AI Inputs), entry 0x03 (Limit 1))	UINT32	RO	0x60p0:03, 2
1Ap0:04	SubIndex 004	4. PDO Mapping entry (object 0x60p0 (AI Inputs), entry 0x05 (Limit 2))	UINT32	RO	0x60p0:05, 2
1Ap0:05	SubIndex 005	5. PDO Mapping entry (object 0x60p0 (AI Inputs), entry 0x07 (Error))	UINT32	RO	0x60p0:07, 1
1Ap0:06	SubIndex 006	6. PDO Mapping entry (1 bit align)	UINT32	RO	0x0000:00, 1
1Ap0:07	SubIndex 007	7. PDO Mapping entry (5 bits align)	UINT32	RO	0x0000:00, 5
1Ap0:08	SubIndex 008	8. PDO Mapping entry (object 0x60p0 (AI Inputs), entry 0x0E (Sync error))	UINT32	RO	0x60p0:0E, 1
1Ap0:09	SubIndex 009	9. PDO Mapping entry (object 0x60p0 (AI Inputs), entry 0x0F (TxPDO State))	UINT32	RO	0x60p0:0F, 1
1Ap0:0A	SubIndex 010	10. PDO Mapping entry (object 0x60p0 (AI Inputs), entry 0x10 (TxPDO Toggle))	UINT32	RO	0x60p0:10, 1

**Index 1Apq AI TxPDO-Map Samples**

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default		
1Apq:0	AI TxPDO-Map Samples	<p><b>n</b></p> <p>1<sub>dez</sub> = Max. Subindex: 001                      2<sub>dez</sub> = Max. Subindex: 002                      4<sub>dez</sub> = Max. Subindex: 004                      5<sub>dez</sub> = Max. Subindex: 005                      8<sub>dez</sub> = Max. Subindex: 008                      10<sub>dez</sub> = Max. Subindex: 010                      16<sub>dez</sub> = Max. Subindex: 016                      20<sub>dez</sub> = Max. Subindex: 020                      25<sub>dez</sub> = Max. Subindex: 025                      32<sub>dez</sub> = Max. Subindex: 032                      40<sub>dez</sub> = Max. Subindex: 040                      50<sub>dez</sub> = Max. Subindex: 050                      64<sub>dez</sub> = Max. Subindex: 064                      80<sub>dez</sub> = Max. Subindex: 080                      100<sub>dez</sub> = Max. Subindex: 100</p>	<p><b>p</b></p> <p>0x0 = L1 Voltage Samples                      0x1 = L1 Current Samples                      0x2 = L2 Voltage Samples                      0x3 = L2 Current Samples                      0x4 = L3 Voltage Samples                      0x5 = L3 Current Samples</p>	<p><b>q</b></p> <p>0x1 = 1 Sample                      0x60p2:01, 16                      0x2 = 2 Samples,                      0x60p2:01, 16                      0x60p2:02, 16                      0x3 = 4 Samples,                      0x60p2:01, 16                      ....                      0x60p2:04, 16                      0x4 = 5 Samples,....                      0x5 = 8 Samples,....                      0x6 = 10 Samples,....                      0x7 = 16 Samples,....                      0x8 = 20 Samples,....                      0x9 = 25 Samples,....                      0xA = 32 Samples,....                      0xB = 40 Samples,....                      0xC = 50 Samples,....                      0xD = 64 Samples,....                      0xE = 80 Samples,....                      0xF = 100 Samples,                      0x60p2:01, 16                      ....                      0x60p2:64, 16</p>	UINT8	RO	> n <
1Apq:hh (für 01 <sub>hex</sub> ≤ hh ≤ 64 <sub>hex</sub> )	Subindex n	Voltage Samples bzw. Current Samples	INT16	RO	-		

**Index 1A60 Analog Input TxPDO-Map Timestamp**

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
1A60:0	AI Timestamp Next Sync1 Time	Max. Subindex	UINT8	RO	> 1 <
1A60:01	Subindex 001	1. PDO Mapping entry (object 0x6060 (AI Inputs), entry 0x01 (Next Sync1 Time))	UINT64	RO	0x6060:01, 64

**Index 1A61 Analog Input TxPDO-Map Sample Counter**

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
1A60:0	AI Timestamp Sample Counter	Max. Subindex	UINT8	RO	> 1 <
1A61:01	Subindex 001	1. PDO Mapping entry (object 0x6061 (AI Inputs), entry 0x01 (SampleCount))	UINT16	RO	0x6061:01, 16

**Index 1C00 0 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 <sub>dez</sub> )
1C00:02	SubIndex 002	Sync-Manager Type Channel 2: Mailbox Read	UINT8	RO	0x02 (2 <sub>dez</sub> )
1C00:03	SubIndex 003	Sync-Manager Type Channel 3: Process Data Write (Outputs)	UINT8	RO	0x03 (3 <sub>dez</sub> )
1C00:04	SubIndex 004	Sync-Manager Type Channel 4: Process Data Read (Inputs)	UINT8	RO	0x04 (4 <sub>dez</sub> )

**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**

Für den Betrieb an anderen Mastern als TwinCAT muss sichergestellt werden, dass die Einträge der Kanäle in die PDO-Zuordnung ("TxPDO assign", Objekt 0x1C13) aufeinanderfolgend ist.

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
1C13:0	TxPDO assign	PDO Assign Inputs	UINT8	RW	> 4 <
1C13:01	SubIndex 001	1. zugeordnete TxPDO (enthält den Index des zugehörigen TxPDO Mapping Objekts)	UINT16	RW	0x1A00 (6656 <sub>dez</sub> )
1C13:02	SubIndex 002	2. zugeordnete TxPDO (enthält den Index des zugehörigen TxPDO Mapping Objekts)	UINT16	RW	0x1A06 (6662 <sub>dez</sub> )
1C13:03	SubIndex 003	3. zugeordnete TxPDO (enthält den Index des zugehörigen TxPDO Mapping Objekts)	UINT16	RW	0x1A10 (6672 <sub>dez</sub> )
1C13:04	SubIndex 004	4. zugeordnete TxPDO (enthält den Index des zugehörigen TxPDO Mapping Objekts)	UINT16	RW	0x1A16 (6678 <sub>dez</sub> )
1C13:05	SubIndex 005	5. zugeordnete TxPDO (enthält den Index des zugehörigen TxPDO Mapping Objekts)	UINT16	RW	0x1A20 (6688 <sub>dez</sub> )
1C13:06	SubIndex 006	6. zugeordnete TxPDO (enthält den Index des zugehörigen TxPDO Mapping Objekts)	UINT16	RW	0x1A26 (6694 <sub>dez</sub> )
1C13:07	SubIndex 007	7. zugeordnete TxPDO (enthält den Index des zugehörigen TxPDO Mapping Objekts)	UINT16	RW	0x1A30 (6704 <sub>dez</sub> )
1C13:08	SubIndex 008	8. zugeordnete TxPDO (enthält den Index des zugehörigen TxPDO Mapping Objekts)	UINT16	RW	0x1A36 (6710 <sub>dez</sub> )
1C13:09	SubIndex 009	9. zugeordnete TxPDO (enthält den Index des zugehörigen TxPDO Mapping Objekts)	UINT16	RW	0x1A40 (6720 <sub>dez</sub> )
1C13:0A	SubIndex 010	10. zugeordnete TxPDO (enthält den Index des zugehörigen TxPDO Mapping Objekts)	UINT16	RW	0x1A46 (6726 <sub>dez</sub> )
1C13:0B	SubIndex 011	11. zugeordnete TxPDO (enthält den Index des zugehörigen TxPDO Mapping Objekts)	UINT16	RW	0x1A50 (6736 <sub>dez</sub> )
1C13:0C	SubIndex 012	12. zugeordnete TxPDO (enthält den Index des zugehörigen TxPDO Mapping Objekts)	UINT16	RW	0x1A56 (6742 <sub>dez</sub> )
1C13:0D	SubIndex 013	13. zugeordnete TxPDO (enthält den Index des zugehörigen TxPDO Mapping Objekts)	UINT16	RW	0x1A60 (6752 <sub>dez</sub> )
1C13:0E	SubIndex 014	14. zugeordnete TxPDO (enthält den Index des zugehörigen TxPDO Mapping Objekts)	UINT16	RW	0x1A61 (6753 <sub>dez</sub> )

**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"> <li>• Bit 0 = 0: Free Run</li> <li>• Bit 0 = 1: Synchron with SM 2 Event</li> <li>• Bit 0-1 = 11: DC mit SYNC1 event</li> <li>• Bit 15 = 1: Fast Mode</li> </ul>	UINT16	RW	0x0002 (2 <sub>dez</sub> )
1C33:02	Cycle time	Zykluszeit (in ns): <ul style="list-style-type: none"> <li>• Free Run: Zykluszeit des lokalen Timers</li> <li>• Synchron with SM 2 Event: Zykluszeit des Masters</li> <li>• DC-Mode: SYNC0/SYNC1 Cycle Time</li> </ul>	UINT32	RW	0x003D0900 (4000000 <sub>dez</sub> )
1C33:03	Shift time	Zeit zwischen SYNC0-Event und Einlesen der Inputs (in ns, nur DC-Mode)	UINT32	RO	0x00000000 (0 <sub>dez</sub> )
1C33:04	Sync modes supported	Unterstützte Synchronisierungsbetriebsarten: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bit 0 = 1: Free Run</li> <li>• Bit 1 = 1: Synchron with SM 2 Event (Outputs available)</li> <li>• Bit 2 = 1: DC-Mode (SYNC0)</li> <li>• Bit 3 = 1: DC-Mode (SYNC1)</li> <li>• Bit 12 = 1: Legacy Synchron</li> <li>• Bit 13 = 1: SM event</li> <li>• Bit 14 = 1: Dynamic times (Messen durch Beschreiben von 0x1C33:08 [▶ 117])</li> <li>• Bit 15 = 1: Fast Mode</li> </ul>	UINT16	RO	0x0806 (2054 <sub>dez</sub> )
1C33:05	Minimum cycle time	Minimale Zykluszeit (in ns)	UINT32	RO	0x000186A0 (100000 <sub>dez</sub> )
1C33:06	Calc and copy time	Zeit zwischen Einlesen der Eingänge und Verfügbarkeit der Eingänge für den Master (in ns, nur DC-Mode)	UINT32	RO	0x00000000 (0 <sub>dez</sub> )
1C33:08	Command	Mit diesem Eintrag kann eine Messung der real benötigten Prozessdatenbereitstellungszeit durchgeführt werden. <ul style="list-style-type: none"> <li>• 0: Messung der lokalen Zykluszeit wird gestoppt</li> <li>• 1: Messung der lokalen Zykluszeit wird gestartet</li> </ul> Die Entries 0x1C33:03 [▶ 117], 0x1C33:06 [▶ 117], 0x1C33:09 [▶ 117] werden mit den maximal gemessenen Werten aktualisiert. Wenn erneut gemessen wird, werden die Messwerte zurückgesetzt	UINT16	RW	0x0000 (0 <sub>dez</sub> )
1C33:09	Maximum Delay time	Zeit zwischen SYNC1-Event und Einlesen der Eingänge (in ns, nur DC-Mode)	UINT32	RO	0x00000000 (0 <sub>dez</sub> )
1C33:0B	SM event missed counter	Anzahl der ausgefallenen SM-Events im OPERATIONAL (nur im DC Mode)	UINT16	RO	0x0000 (0 <sub>dez</sub> )
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 <sub>dez</sub> )
1C33:0D	Shift too short counter	Anzahl der zu kurzen Abstände zwischen SYNC0 und SYNC1 Event (nur im DC Mode)	UINT16	RO	0x0000 (0 <sub>dez</sub> )
1C33:20	Sync error	Im letzten Zyklus war die Synchronisierung nicht korrekt (Ausgänge wurden zu spät ausgegeben, nur im DC Mode)	BOOLEAN	RO	FALSE

**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 <sub>dez</sub> )
F000:02	Maximum number of modules	Anzahl der Kanäle	UINT16	RO	0x0007 (7 <sub>dez</sub> )

**Index F008 Code word**

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
F008:0	Code word	reserviert	UINT32	RW	0x00000000 (0 <sub>dez</sub> )

**Index F010 Module list**

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
F010:0	Module list	Maximaler Subindex	UINT8	RW	> 7 <
F010:01	SubIndex 001	Analog Input Profil (300)	UINT32	RW	0x0000012C (300 <sub>dez</sub> )
F010:02	SubIndex 002	Analog Input Profil (300)	UINT32	RW	0x0000012C (300 <sub>dez</sub> )
F010:03	SubIndex 003	Analog Input Profil (300)	UINT32	RW	0x0000012C (300 <sub>dez</sub> )
F010:04	SubIndex 004	Analog Input Profil (300)	UINT32	RW	0x0000012C (300 <sub>dez</sub> )
F010:05	SubIndex 005	Analog Input Profil (300)	UINT32	RW	0x0000012C (300 <sub>dez</sub> )
F010:06	SubIndex 006	Analog Input Profil (300)	UINT32	RW	0x0000012C (300 <sub>dez</sub> )
F010:07	SubIndex 007	Analog Input Profil (300)	UINT32	RW	0x0000012C (300 <sub>dez</sub> )

## 6.7 Oversampling Klemmen/Box-Module und TwinCAT Scope

Grundsätzlich können Eingangsdaten einer Klemme/Box entweder direkt (über den aktivierten ADS-Server) oder über die Bildung einer PLC Variablen, auf die das PDO der Klemme/Box verweist mit dem Scope für deren Aufzeichnung erreicht werden. Beide Vorgehensweisen werden im Folgenden jeweils zunächst für TwinCAT 3 (kurz: TC3) und dann für TwinCAT 2 (TC2) erklärt.

Oversampling bedeutet, dass ein analoges oder digitales Eingangsgerät je Prozessdatenzyklus/EtherCAT-Zyklus (Dauer T) nicht nur einen Messwert liefert, sondern mehrere, die in konstantem Abstand  $t < T$  ermittelt werden. Das Verhältnis  $T/t$  ist der Oversamplingfaktor n. In den Prozessdaten bietet so ein Kanal also nicht nur einen PDO zum Verlinken an wie hier im Beispiel die EL3102, sondern n davon wie die EL3702 und andere Oversampling-Klemmen/Box-Module.

Der Begriff „Oversampling“ aus der Sicht von Beckhoff ist hierbei nicht zu verwechseln mit dem oversampling – Verfahren eines deltaSigma-ADC-Wandlers:

- **deltaSigma-ADC:** die Frequenz, mit der der ADC das analoge Signal abtastet, ist um ein Vielfaches schneller (üblicherweise MHz-Bereich) als die Frequenz der bereitgestellten digitalen Samples (üblicherweise kHz-Bereich) – dies wird Oversampling genannt, resultiert aus dem Funktionsprinzip diese Wandlertyps und dient u.a. dem Anti-Aliasing.
- **Beckhoff:** das Gerät/die Klemme/Box liest aus dem verwendeten ADC (der auch ein deltaSigma-ADC sein kann) digitale Samples n-mal öfter aus als die Zykluszeit beträgt und überträgt jedes Sample in die Steuerung – gebündelt als Oversampling-PDO-Block.

Beispielsweise sind diese beiden Methoden in der EL3751 in ihrer technischen Umsetzung nacheinander angeordnet und können somit gleichsam vorhanden sein.

EL3102

Name	Type	Size
↕↑ Status	Status_4099	2.0
↕↑ Value	INT	2.0
↕↑ Status	Status_4099	2.0
↕↑ Value	INT	2.0

EL3702

Name	Type	Size
↕↑ Ch1 CycleCount	UINT	2.0
↕↑ Ch1 Value	INT	2.0
↕↑ Ch1 Value	INT	2.0
↕↑ Ch1 Value	INT	2.0
↕↑ Ch1 Value	INT	2.0
↕↑ Ch1 Value	INT	2.0
↕↑ Ch1 Value	INT	2.0
↕↑ Ch1 Value	INT	2.0
↕↑ Ch1 Value	INT	2.0
↕↑ Ch1 Value	INT	2.0
↕↑ Ch1 Value	INT	2.0
↕↑ Ch2 CycleCount	UINT	2.0
↕↑ Ch2 Value	INT	2.0
↕↑ Ch2 Value	INT	2.0
↕↑ Ch2 Value	INT	2.0
↕↑ Ch2 Value	INT	2.0
↕↑ Ch2 Value	INT	2.0
↕↑ Ch2 Value	INT	2.0
↕↑ Ch2 Value	INT	2.0
↕↑ Ch2 Value	INT	2.0
↕↑ Ch2 Value	INT	2.0
↕↑ Ch2 Value	INT	2.0
↕↑ Ch2 Value	INT	2.0

Abb. 109: Oversampling-PDO der Serie EL37xx und im Vergleich mit EL31xx

Das Scope2 (TC2) bzw. ScopeView (TC3) kann entsprechend mehrere PDO je Zyklus einlesen und zeitrichtig darstellen.

### 6.7.1 Vorgehen bei TwinCAT 3

Ab TwinCAT 3.1 build 4012 und unter Verwendung der unten angegebenen Revision erkennt das integrierte ScopeView in seinem VariablenBrowser, dass die Oversampling-Daten ein Array-Paket sind und aktiviert ForceOversampling selbsttätig. Die Feldvariable ist per „Add Symbol“ als Array als Gesamtes auszuwählen (siehe Erläuterung im nächsten Abschnitt). Der erweiterte PDO-Name liefert dafür die Grundlage. Ab einer bestimmten Revision der jeweiligen Klemme/Box kann also ScopeView den Array-Typ einer Gruppe von Variablen von sich aus erkennen.

Klemme	Revision
EL4732	alle
EL4712	alle
EL3783	EL3783-0000-0017
EL3773	EL3773-0000-0019
EL3751	alle
EL3742	alle
EL3702	alle
EL3632	alle
EL2262	alle
EL1262-0050	alle
EL1262	alle
EP3632-0001	alle
EPP3632-0001	alle

#### Aufzeichnung einer PLC Variablen mit dem TwinCAT 3 – ScopeView

Unter Voraussetzung eines bereits erstellten TwinCAT 3 – Projekts und einer angeschlossenen PLC mit einer oversampling-fähigen Klemme/Box in der Konfiguration wird im Folgenden gezeigt, wie eine oversampling Variable im Scope (als Standard Bestandteil der TwinCAT 3 Umgebung) dargestellt werden kann. Dies wird ausgehend von einem Beispielprojekt „SCOPE\_with\_Oversampling“, einem Standard PLC Projekt in einigen Schritten erklärt.

#### Schritt 1: Hinzufügen eines Projektes „Scope YT“

Dem Beispielprojekt „SCOPE\_with\_Oversampling“ wird durch Rechtsklick (A) und der Auswahl (B) „Add“ → „New Project..“ ein TwinCAT Measurement – Projekt „Scope YT Projekt“ (C) hinzugefügt. Als Name wird „Scope for OS“ eingetragen. Das neue Projekt erscheint sogleich im Solution Explorer (D).

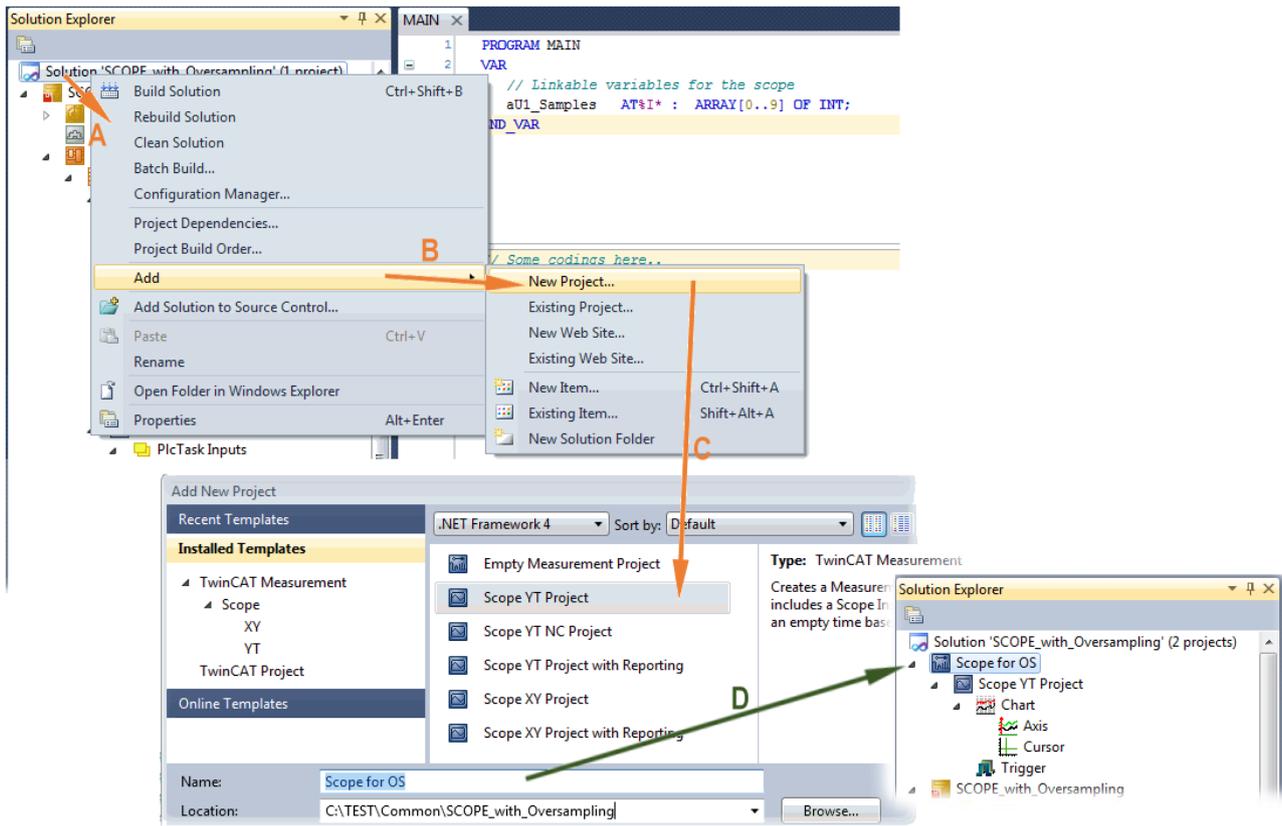


Abb. 110: Hinzufügen eines Scope Projekts zu einem bereits vorhandenen Projekt

**Schritt 2a: Erzeugen einer PLC Variablen in einer POU**

In der TwinCAT 3 Entwicklungsumgebung wird zunächst einer POU des Projekts eine Eingangsvariable als Feld mit entsprechender Größe des vorgegebenen Oversamplingfaktors in einer POU definiert wie im Folgenden im Beispiel mit strukturierten Text (ST) für die POU „MAIN“ für den Oversamplingfaktor 10 gezeigt ist:

```
PROGRAM MAIN
VAR
  aU1_Samples AT%I* : ARRAY[0..9] OF INT;
END_VAR
```

Die Kennzeichnung "AT%I\*" steht für die spätere Auslagerung dieser Feldvariable um sie mit den Prozessdatenobjekten (PDOs) einer Klemme/Box zu Verknüpfen. Anzumerken ist, dass die Feldvariable lediglich die gleiche Anzahl von Elementen wie der Oversampling Faktor haben muss; daher können die Indizes auch von 0 bis 9 gesetzt werden. Sobald der Kompilervorgang gestartet und erfolgreich abgeschlossen wurde (wobei zunächst nicht unbedingt Programmcode vorhanden sein muss), erscheint diese Feldvariable im Solution Explorer der TwinCAT 3 Entwicklungsumgebung in der Gruppe PLC unter „...Instance“.

In der folgenden Darstellung sind rechts Ausschnitte des Solution Explorers gezeigt. Beispielsweise wird hierbei das Verknüpfen einer Feldvariablen mit einem Satz an oversampling Prozessdaten einer EL3773 gezeigt:

Ausschnitt des Fensters einer POU mit Namen "MAIN"

```

MAIN x
1 PROGRAM MAIN
2 VAR
3 // Linkable variables for the scope
4 aUI_Samples AT%I* : ARRAY[0..9] OF INT;
5 END_VAR
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65
66
67
68
69
70
71
72
73
74
75
76
77
78
79
80
81
82
83
84
85
86
87
88
89
90
91
92
93
94
95
96
97
98
99
100
101
102
103
104
105
106
107
108
109
110
111
112
113
114
115
116
117
118
119
120
121
122
123
124
125
126
127
128
129
130
131
132
133
134
135
136
137
138
139
140
141
142
143
144
145
146
147
148
149
150
151
152
153
154
155
156
157
158
159
160
161
162
163
164
165
166
167
168
169
170
171
172
173
174
175
176
177
178
179
180
181
182
183
184
185
186
187
188
189
190
191
192
193
194
195
196
197
198
199
200
201
202
203
204
205
206
207
208
209
210
211
212
213
214
215
216
217
218
219
220
221
222
223
224
225
226
227
228
229
230
231
232
233
234
235
236
237
238
239
240
241
242
243
244
245
246
247
248
249
250
251
252
253
254
255
256
257
258
259
260
261
262
263
264
265
266
267
268
269
270
271
272
273
274
275
276
277
278
279
280
281
282
283
284
285
286
287
288
289
290
291
292
293
294
295
296
297
298
299
300
301
302
303
304
305
306
307
308
309
310
311
312
313
314
315
316
317
318
319
320
321
322
323
324
325
326
327
328
329
330
331
332
333
334
335
336
337
338
339
340
341
342
343
344
345
346
347
348
349
350
351
352
353
354
355
356
357
358
359
360
361
362
363
364
365
366
367
368
369
370
371
372
373
374
375
376
377
378
379
380
381
382
383
384
385
386
387
388
389
390
391
392
393
394
395
396
397
398
399
400
401
402
403
404
405
406
407
408
409
410
411
412
413
414
415
416
417
418
419
420
421
422
423
424
425
426
427
428
429
430
431
432
433
434
435
436
437
438
439
440
441
442
443
444
445
446
447
448
449
450
451
452
453
454
455
456
457
458
459
460
461
462
463
464
465
466
467
468
469
470
471
472
473
474
475
476
477
478
479
480
481
482
483
484
485
486
487
488
489
490
491
492
493
494
495
496
497
498
499
500
501
502
503
504
505
506
507
508
509
510
511
512
513
514
515
516
517
518
519
520
521
522
523
524
525
526
527
528
529
530
531
532
533
534
535
536
537
538
539
540
541
542
543
544
545
546
547
548
549
550
551
552
553
554
555
556
557
558
559
560
561
562
563
564
565
566
567
568
569
570
571
572
573
574
575
576
577
578
579
580
581
582
583
584
585
586
587
588
589
590
591
592
593
594
595
596
597
598
599
600
601
602
603
604
605
606
607
608
609
610
611
612
613
614
615
616
617
618
619
620
621
622
623
624
625
626
627
628
629
630
631
632
633
634
635
636
637
638
639
640
641
642
643
644
645
646
647
648
649
650
651
652
653
654
655
656
657
658
659
660
661
662
663
664
665
666
667
668
669
670
671
672
673
674
675
676
677
678
679
680
681
682
683
684
685
686
687
688
689
690
691
692
693
694
695
696
697
698
699
700
701
702
703
704
705
706
707
708
709
710
711
712
713
714
715
716
717
718
719
720
721
722
723
724
725
726
727
728
729
730
731
732
733
734
735
736
737
738
739
740
741
742
743
744
745
746
747
748
749
750
751
752
753
754
755
756
757
758
759
760
761
762
763
764
765
766
767
768
769
770
771
772
773
774
775
776
777
778
779
780
781
782
783
784
785
786
787
788
789
790
791
792
793
794
795
796
797
798
799
800
801
802
803
804
805
806
807
808
809
810
811
812
813
814
815
816
817
818
819
820
821
822
823
824
825
826
827
828
829
830
831
832
833
834
835
836
837
838
839
840
841
842
843
844
845
846
847
848
849
850
851
852
853
854
855
856
857
858
859
860
861
862
863
864
865
866
867
868
869
870
871
872
873
874
875
876
877
878
879
880
881
882
883
884
885
886
887
888
889
890
891
892
893
894
895
896
897
898
899
900
901
902
903
904
905
906
907
908
909
910
911
912
913
914
915
916
917
918
919
920
921
922
923
924
925
926
927
928
929
930
931
932
933
934
935
936
937
938
939
940
941
942
943
944
945
946
947
948
949
950
951
952
953
954
955
956
957
958
959
960
961
962
963
964
965
966
967
968
969
970
971
972
973
974
975
976
977
978
979
980
981
982
983
984
985
986
987
988
989
990
991
992
993
994
995
996
997
998
999
1000

```

Nach Kompilieren... ..Variable zum Verlinken wurde erstellt

extern verwendbare Variablen zum verlinken zu den PDOs einer Klemme

nach hier verknüpfen

Diese Variablen können komplett vom target browser des scope ausgewählt werden (später..)

Abb. 111: Darstellung der erstellten PLC Feldvariablen („aUI\_Samples“) zur Verknüpfung mit oversampling PDOs einer EL3773

**Schritt 2b: Erzeugen einer PLC Variablen über eine freie Task**

Wird eine POU auf dem jeweiligen System nicht benötigt, so kann eine Variablenreferenz auch über eine freie Task angelegt werden. Falls eine freie Task noch nicht vorhanden ist, ist sie über rechts-Klick auf „Tasks“ über das Projekt im SYSTEM per „Add New Item...“ zu erstellen:

Abb. 112: Einfügen einer "freien" Task

Die Task ist als „TwinCAT Task With Image“ einzufügen und erzeugt dadurch auch einen „Inputs“ und „Outputs“ Ordner. Die Eigenschaften der neuen (oder ggf. Vorhandenen Task) muss die Einstellung „Create symbols“ aktiviert haben, damit der „Target Browser“ des Scope diese später auswählbar macht. Die Taskzykluszeit ist ggf. ebenfalls einzustellen. In diesem Fall wird beispielsweise bei 10 x Oversampling mit der EL3751 1 ms bei 100 µs Basiszeit, also 10 Ticks gewählt:

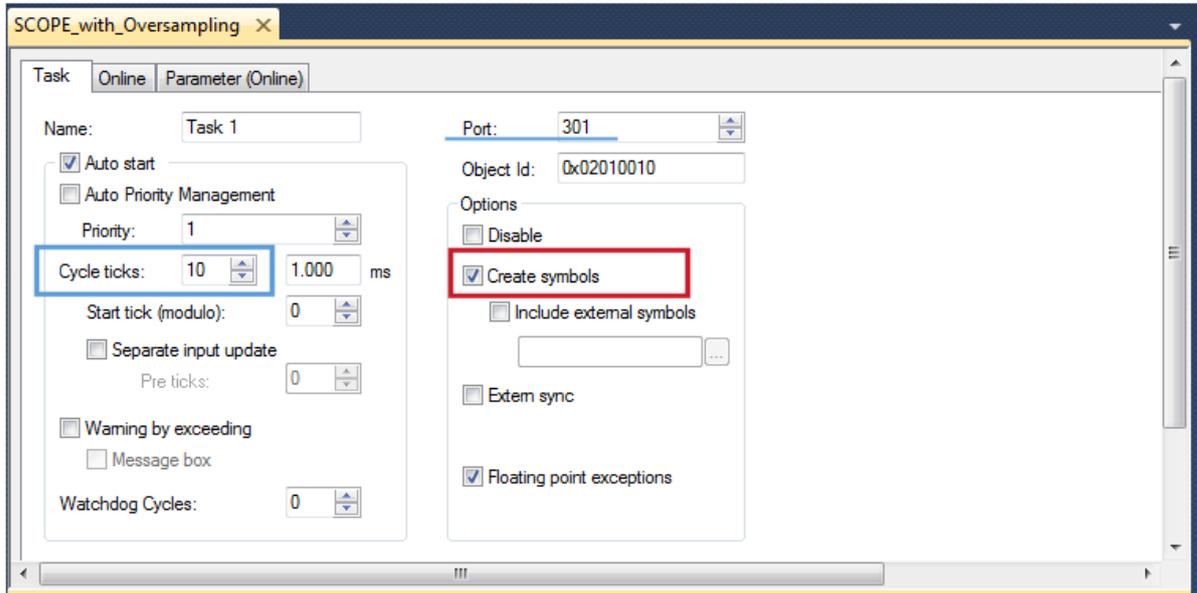


Abb. 113: Task Eigenschaft "Create symbols" ist zu aktivieren

Für die Portangabe liegt eine Voreinstellung vor (hier: 301) und kann falls nötig geändert werden. Diese Zahl muss später ggf. dem Scope bekannt gemacht werden. Durch einen rechts-Klick auf „Inputs“ kann nun die dem Oversampling zugrunde liegende Variable mit dem passenden Datentyp als Array hinzugefügt werden; in diesem Fall „ARRAY [0..9] OF DINT“ mit der Bezeichnung „Var 1“:

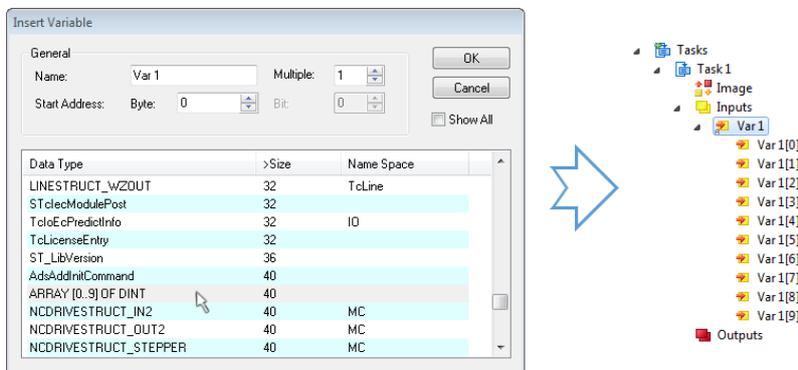


Abb. 114: Einfügen der zum Oversampling passenden Variablen „Var 1“

**Schritt 3: Verknüpfen der Feldvariablen mit einem oversampling PDO**

Durch Rechtsklick auf „MAIN.aUI\_Samples“ (für den vorhergehenden Schritt 2a) bzw. „Var 1“ der freien Task 1 (für den vorhergehenden Schritt 2b) im Solution Explorer wird ein Fenster zur Auswahl der Prozessdaten geöffnet:

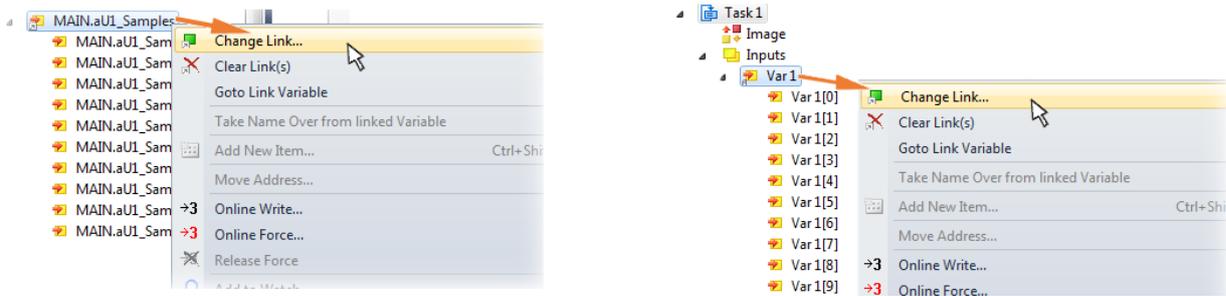


Abb. 115: Setzen der Verknüpfung der PLC Feldvariablen (links: vorhergehender Schritt 2a; rechts: vorhergehender Schritt 2b)

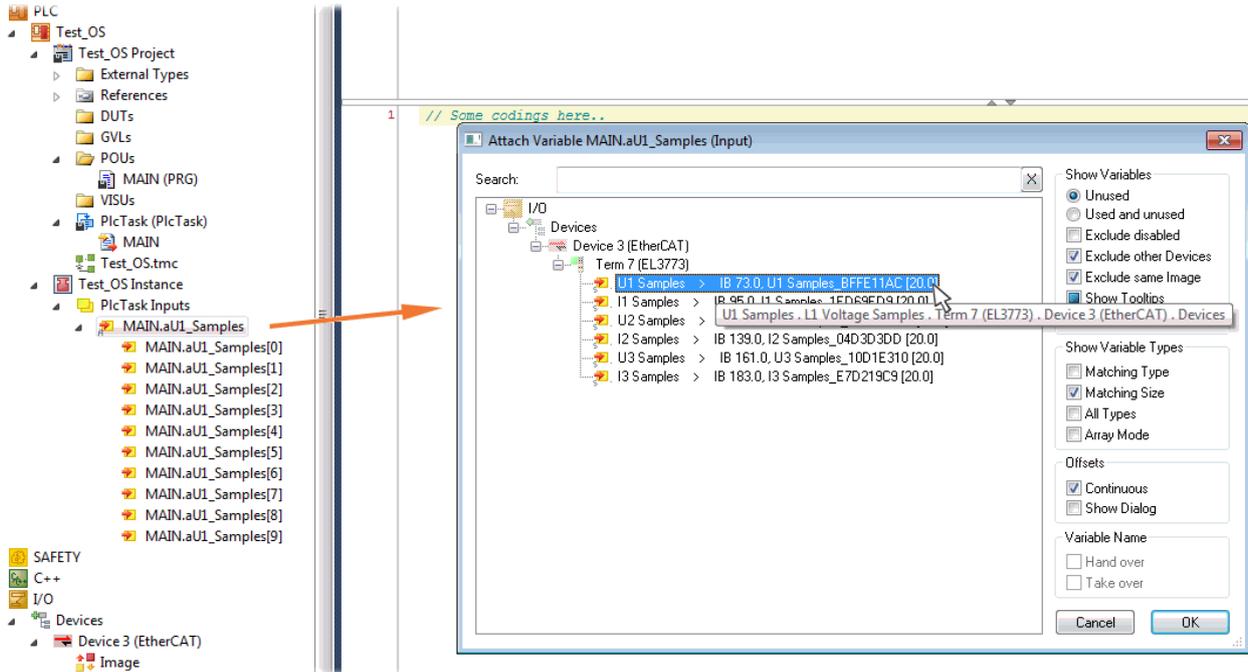


Abb. 116: Auswahl des EL3773 PDO "L1 Voltage Samples" zum Erstellen eines Links mit der PLC Feldvariablen „aU1\_Samples“

Die Auswahl des PDO "U1 Samples" der EL3773 für "MAIN.aU1\_Samples", wie oben gezeigt, basiert auf für den vorhergehenden Schritt 2a und ist ggf. für "Var 1" in gleicher Weise vorzunehmen.

**Schritt 4: Auswahl der PLC Feldvariablen für die Y-Achse des Scope**

Nun wird die Konfiguration aktiviert (  ) und auf die PLC eingeloggt (  ), damit für den „target browser“ des Scope die Feldvariable zur Auswahl erscheinen kann.

Dazu wird mit einem Rechtsklick auf „Axis“ (A) das drop-down Menü für die Auswahl der Scope Funktionen geöffnet (B):

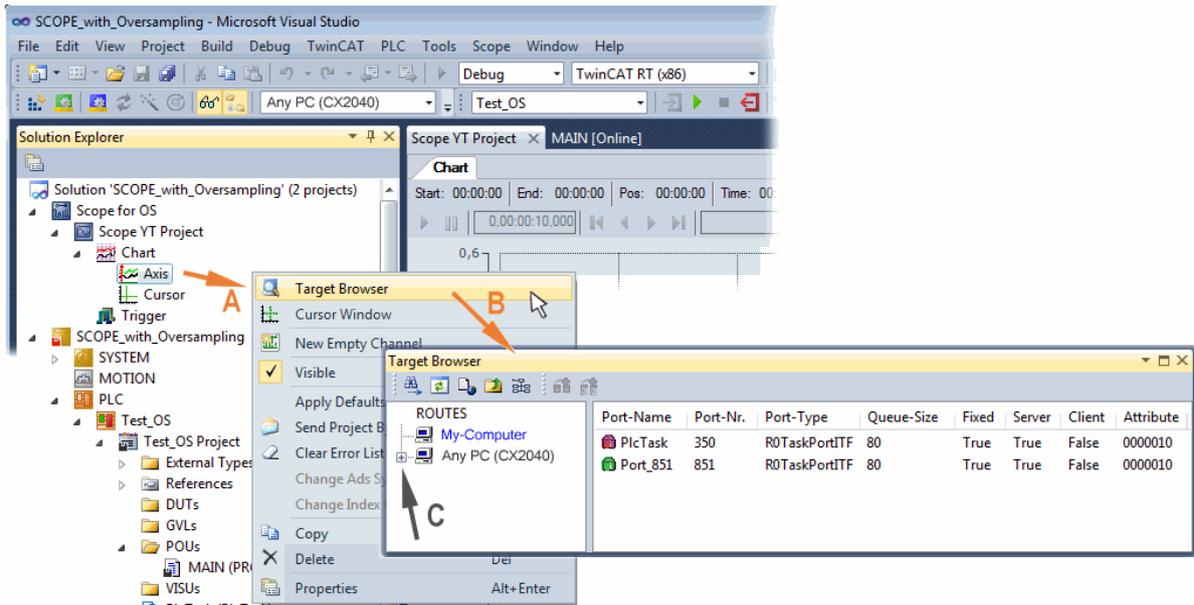


Abb. 117: Auswahl der oversampling - Variablen mit dem "target browser"

Mit dem Anwählen des jeweiligen Systems, der die PLC mit der Feldvariablen aus der POU „MAIN“ entspricht (in diesem Fall „Any PC (CX2040)“) wird bis zu der „aUI\_Samples“ Variablen navigiert (C):

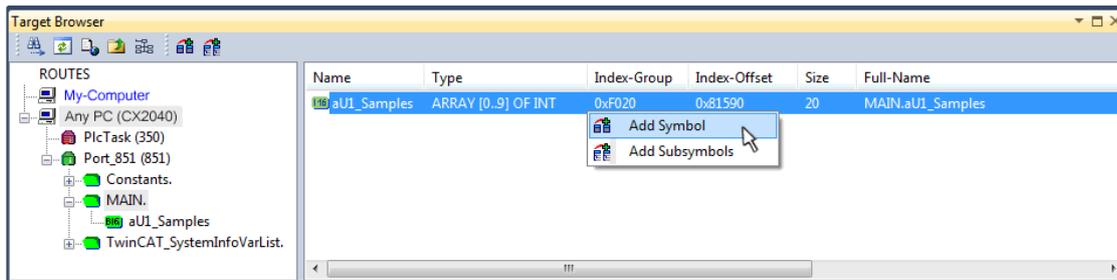
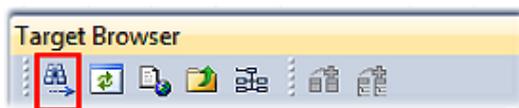


Abb. 118: Hinzufügen der "aUI\_Samples" Feldvariablen zu "Axis" des Scope

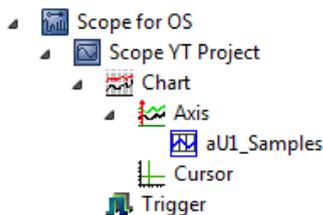
**i Variable erscheint nicht im Target Browser**

Falls „ROUTES“ keine Auswahlmöglichkeit der bereitgestellten Variablen bietet, sollte der entsprechende Port dem Target Browser bekannt gemacht werden:



"Enable Server Ports"

Mit „Add Symbol“ wird sogleich die „aUI\_Samples“ Feldvariable unterhalb von „Axis“ des Scope-Projekts im Solution Explorer angezeigt.



Nun ist – obwohl bislang kein Programm vorliegt – mit  der Programmstart formal vorzunehmen. Mit

„Start Recording“  kann nun der Prozessdatenwert des Oversampling-PDO „L1 Voltage Samples“ über die verlinkte PLC Feldvariable zeitlich aufgezeichnet werden.

Als Beispiel wird eine Sinusförmige Eingangsmessgröße (204,5 Hz) im Folgenden dargestellt:

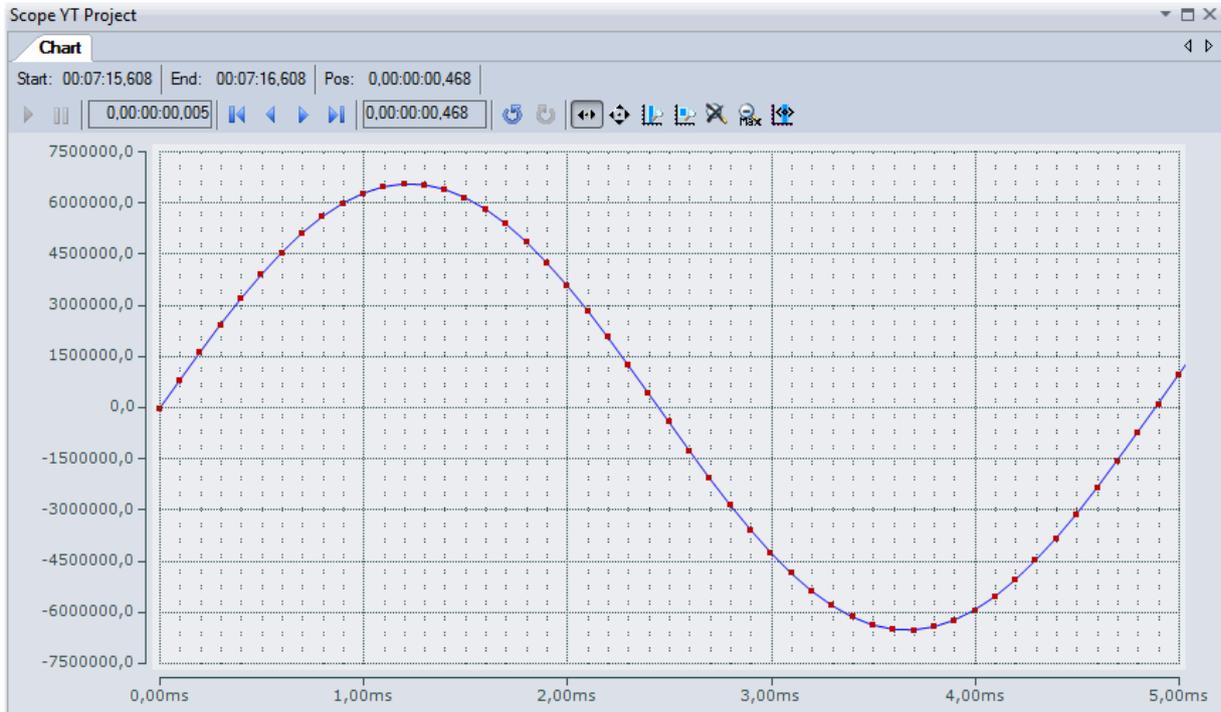


Abb. 119: Beispiel einer Messung eines Sinussignals mit 10 Fach Oversampling bei 1 ms Messzykluszeit

Mittels „Panning X“  ist nach Beendigung der Aufzeichnung  die X-Achse passend skaliert. Nachfolgend die „Chart“-Eigenschaft „Use X-Axis SubGrid“ auf „True“ mit 10 Teilungen sowie innerhalb der „ChannelNodeProperties“ die Eigenschaft „Marks“ auf „On“ mit den Farben „Line Color“ Blau und „Mark Color“ Rot eingestellt worden. Letzteres zeigt somit die 10 oversampling-Messpunkte durch die roten Markierungen.

### Vorgehen bei TwinCAT 3 / alternativ per ADS

Bei früheren TwinCAT 3 Versionen (oder einer kleineren Revision der Klemme als wie in obiger Tabelle [\[ 120 \]](#) angegeben) kann per Aktivierung des ADS Servers das Oversampling-PDO der betreffenden oversampling fähigen Klemme/Box für das ScopeView sichtbar gemacht werden.

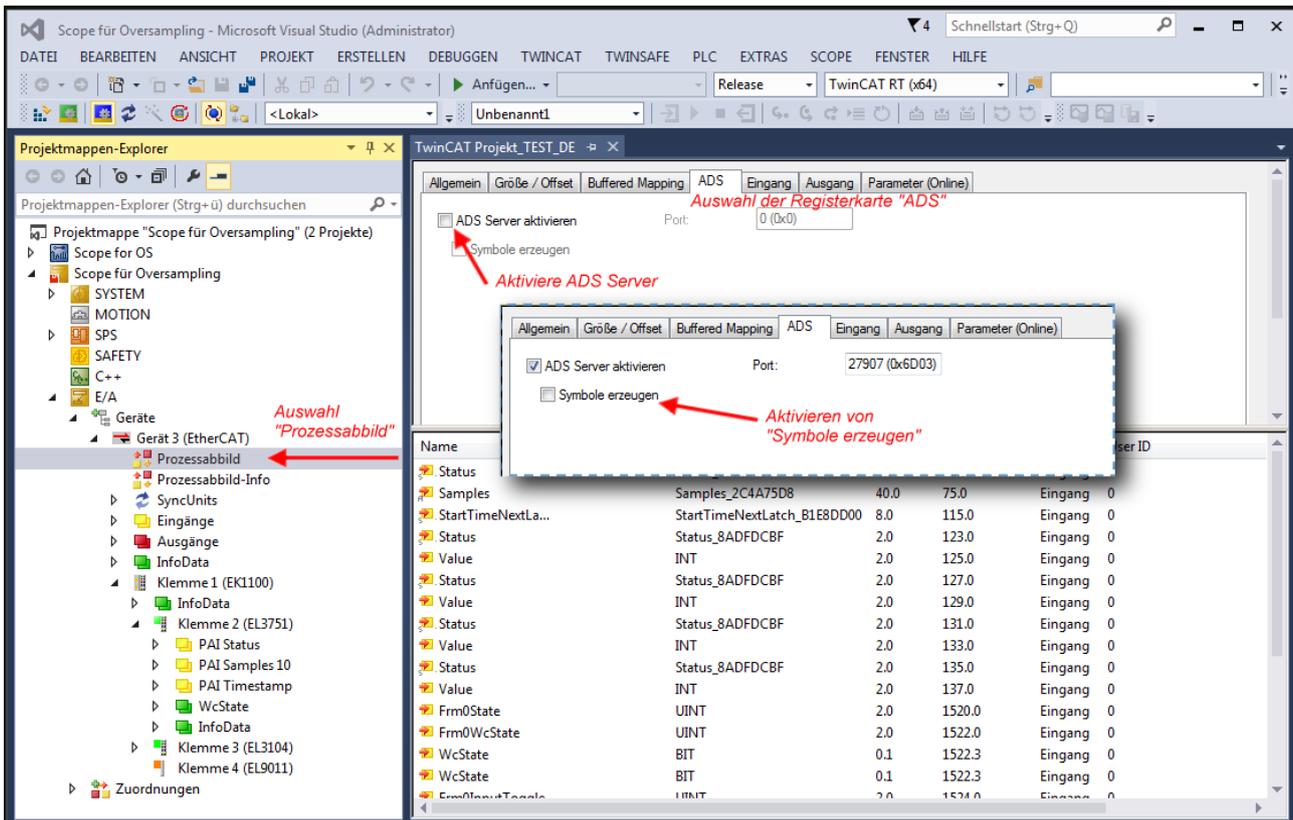


Abb. 120: Aktivierung des ADS Servers des EtherCAT Device (TwinCAT 3)

Die Aktivierung des Servers erfolgt durch Auswahl von „Image“ im linksseitigen Solution Explorer: „I/O → Devices → Device .. (EtherCAT) → Image“.

Hier wird dann der Karteireiter „ADS“ ausgewählt und jeweils die Checkbox „Enable ADS Server“ und dann „Create symbols“ aktiviert (der Port – Eintrag erfolgt automatisch).

Dadurch kann ohne eine eingebundene POU bzw. ohne einen Variablenverweis mit dem ScopeView per Target Browser auf Prozessdaten zugegriffen werden:

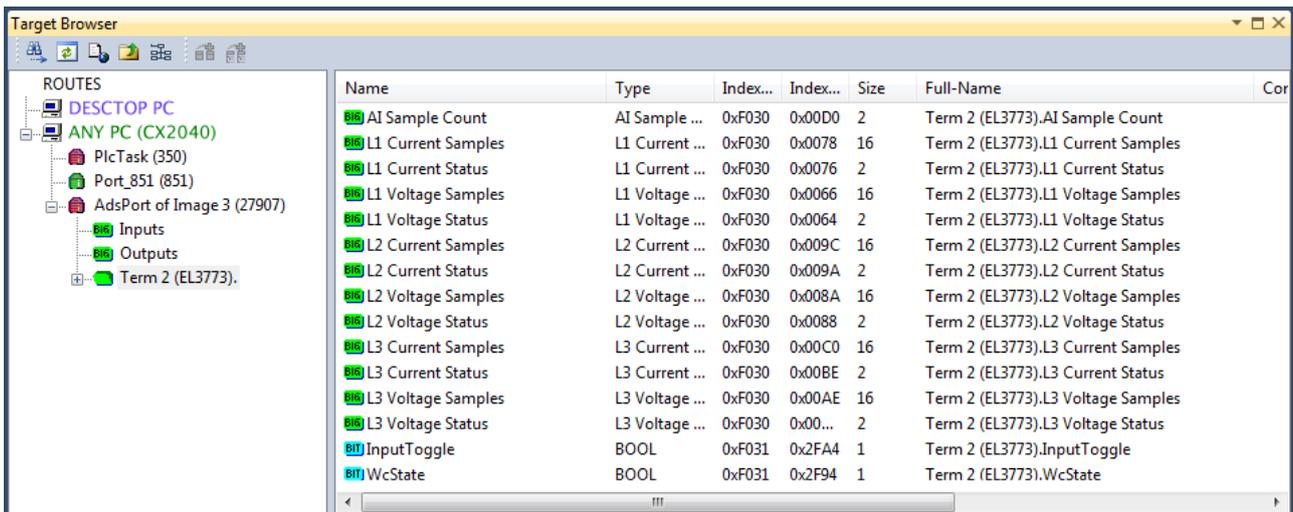
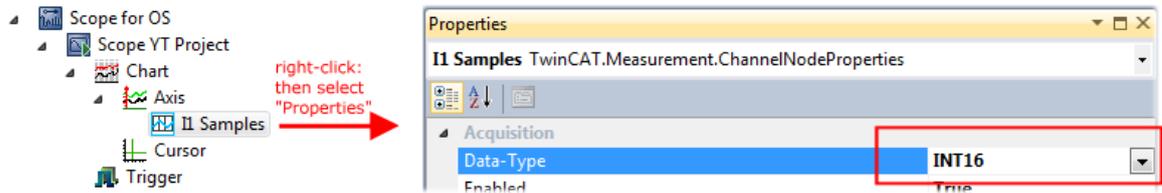


Abb. 121: Direkter Zugriff des ScopeView auf PDOs der Klemme

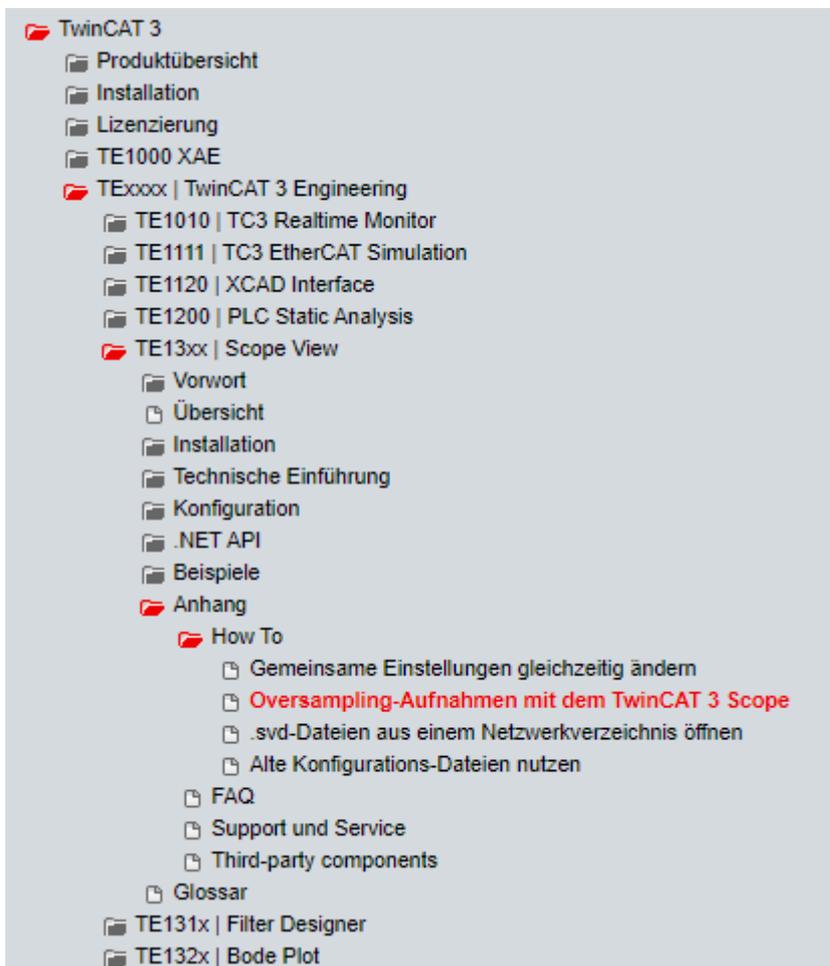
## ● Datentyp nicht korrekt

**i** Es kann vorkommen, dass es dem „Target Browser“ nach dem Einfügen des oversampling PDO (entspricht i.d.R. einer Feldvariable) nicht gelingt den Datentyp zu ermitteln. In diesem Fall kann dieser nachträglich in den Kanaleigenschaften geändert werden:



## ● TwinCAT 3: ADS Server des EtherCAT Gerätes aktivieren

**i** Siehe hierzu im Beckhoff Information System:  
[infosys.beckhoff.com](https://infosys.beckhoff.com) → TwinCAT 3 → TExxxx | TwinCAT 3 Engineering → TE13xx | ScopeView → Anhang → How To → Oversampling-Aufnahmen mit dem TwinCAT 3 Scope



## 6.7.2 Vorgehen bei TwinCAT 2

TwinCAT Scope2 unterstützt das Einlesen und die Anzeige von Oversampling-Prozessdaten wie sie von oversampling-fähigen Klemmen/Box-Modulen zur Verfügung stehen.

### **i** Voraussetzungen

- Es muss ein TwinCAT Scope2 auf dem System installiert sein.
- Es muss eine oversampling-fähige Klemme/Box in der Konfiguration vorhanden sein.

Das TwinCAT Scope2 bekommt über die ADS-Daten auch den Datentyp der Variablen übermittelt. Deshalb ist die ARRAY-Variable anzulegen

- in der PLC, [siehe Schritt 1a \[► 129\]](#)
- oder direkt im System Manager, wenn nur eine freie Task vorliegt, [siehe Schritt 1b \[► 129\]](#)

Im Scope2 sind für beide Fälle dieselben Einstellungen vorzunehmen, [siehe Schritt 2 \[► 131\]](#)

### Aufzeichnung einer PLC Variablen mit dem TwinCAT 2 – Scope2

#### Schritt 1a: Erzeugen einer PLC Variable über eine POU

Da die Kanaldaten in der PLC verwendet werden sollen, ist dort eine verlinkbare ARRAY-Variable anzulegen, wie in folgendem Beispiel gezeigt:

```
VAR
    aiEL3773_Ch1_DataIn AT%I*: ARRAY[1..10] OF INT;
END_VAR
```

Abb. 122: PLC Deklaration

Im System Manager erscheint diese dann in der Liste, in der Regel ist sie dann auch ohne weitere Maßnahmen über ADS erreichbar da PLC-Variablen immer als ADS-Symbol im Hintergrund angelegt werden.

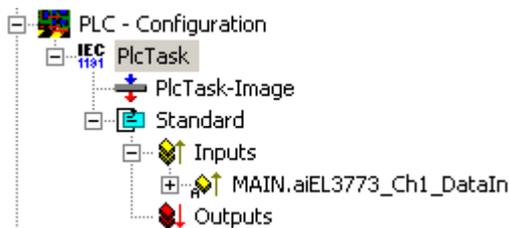


Abb. 123: PLC im System Manager

Hinweis: das Scope2 kann solche Variablen im Variablen Browser nur "sehen", wenn sich TwinCAT und die PLC im RUN befinden.

#### Schritt 1b: Erzeugen einer PLC Variable über eine freie Task

Die für das Scope2 notwendige Array-Variable kann alternativ auch manuell im System Manager definiert und angelegt werden.



Abb. 124: Add Variable Type

Wie bisher im Programm (POU „Main“), ist auch hier eine ARRAY-Variable des gleichen Typs wie vom Oversampling-PDO der jeweiligen Klemme/Box anzulegen. In diesem Beispiel nun ein Array 0..9 vom Typ INT, also mit 10 Feldern.

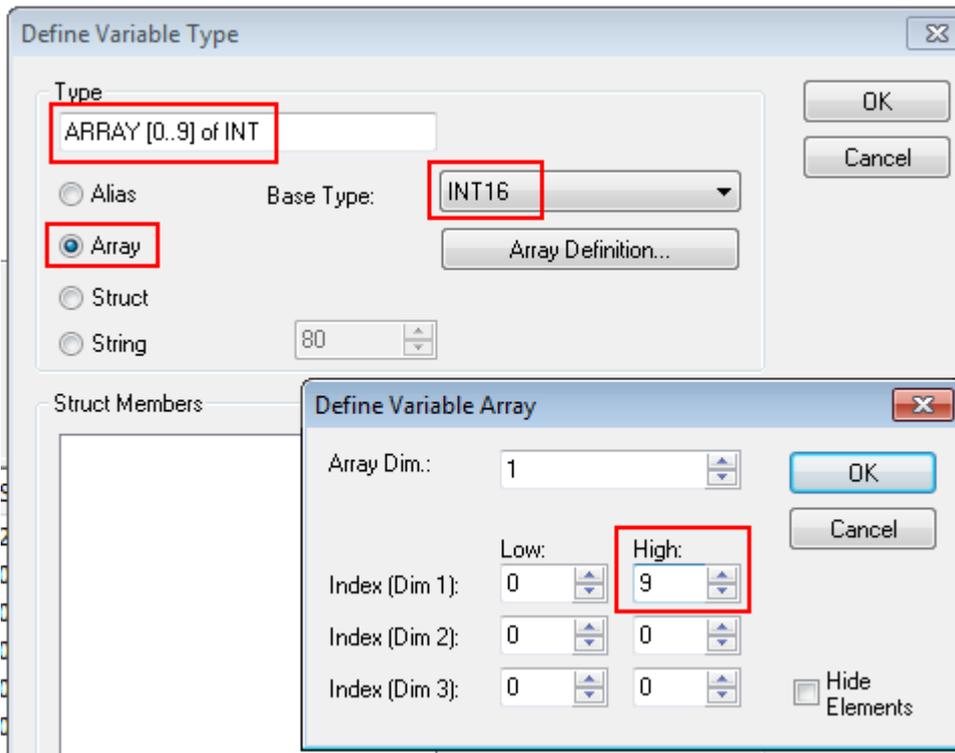


Abb. 125: Definieren des Variablen Typs

Wenn diese Variable dem System Manager bekannt ist, kann eine Instanz davon einer zusätzlichen Task mit Rechtsklick zugeordnet werden. Sie erscheint in der nach Bitgröße sortierten Übersicht.

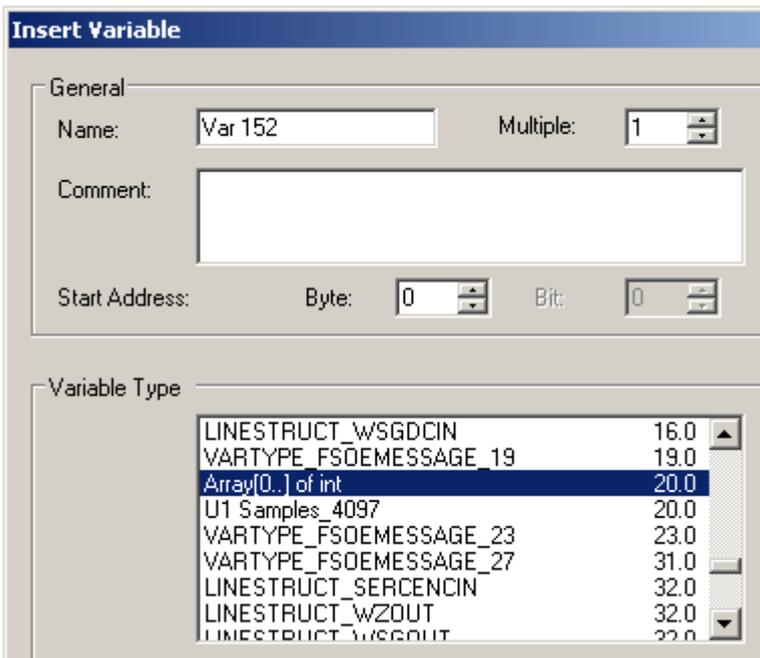


Abb. 126: Übersicht deklarierte Typen

In diesem Beispiel wird die Variable *Var152* angelegt. Sie kann nun mit dem PDO-Array vom jeweiligen Kanal der Klemme/Box verlinkt werden.

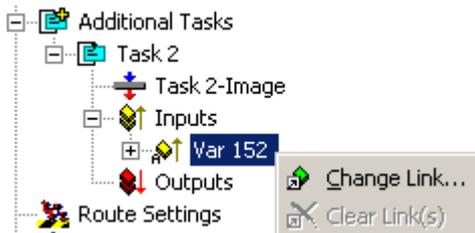


Abb. 127: Verlinken

Wenn im Dialog *MatchingSize* aktiviert ist, bieten sich direkt die einzelnen Kanäle an.

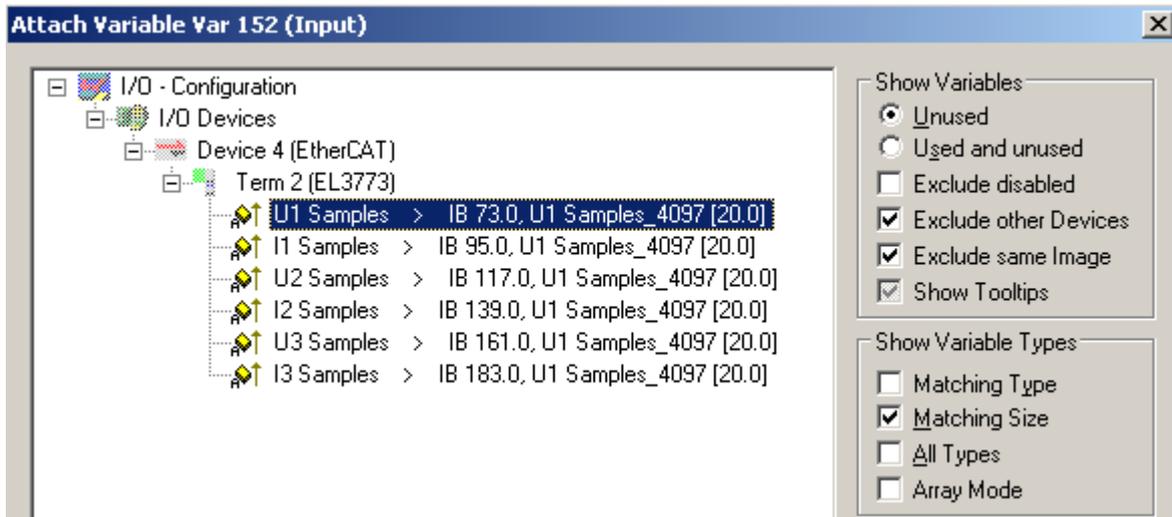


Abb. 128: Array-Variablen einer Oversampling-Klemme

Damit die Variablen auch über ADS im Scope2 zu finden sind, sind die ADS-Symbole zu aktivieren, so wie das Enable Auto-Start, sonst läuft die Task nicht selbsttätig. Dann werden ADS-Symboltabellen von allen Variablen angelegt, die diese Task in ihren Prozessdatenimages hat.

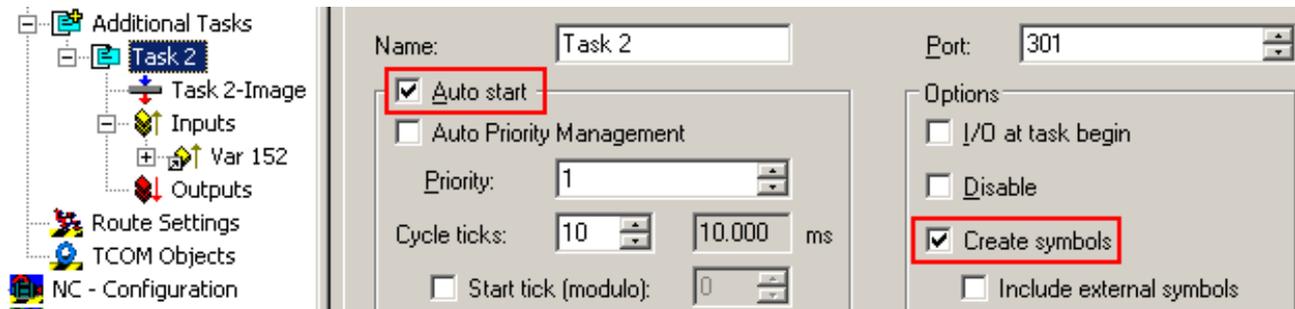


Abb. 129: Einstellungen in der zusätzlichen Task

**Schritt 2: Konfiguration im Scope2**

Damit die Verlinkung funktioniert, muss im System Manager je eine Array-Variable mit den Kanaldaten der jeweiligen Klemme/Box vorliegen, d. h. jedes Oversampling-Datenpaket muss in einem Array vorliegen. Diese Array-Variable ist manuell zu definieren und anzulegen, siehe oben [▶ 129].

Im Scope2 kann nun bis zur betreffenden Variable gebrowst werden.

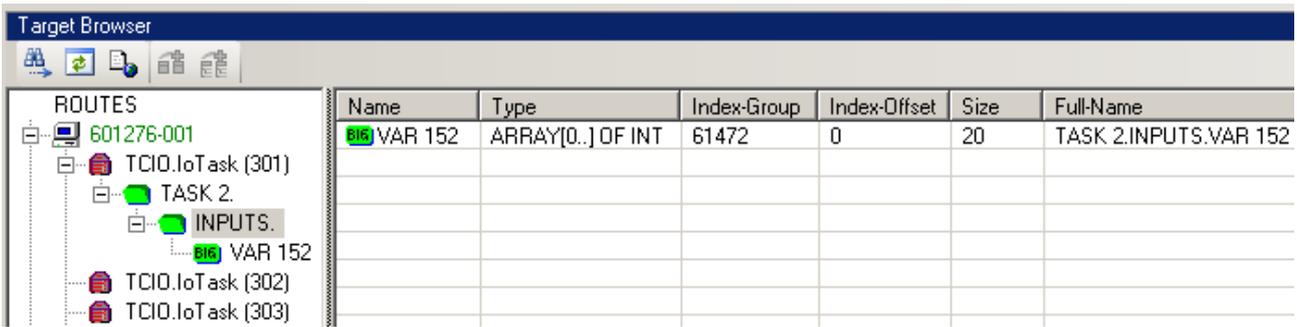


Abb. 130: Variablenbrowser bis zum Array VAR152

Es ist dann nicht das Array zu öffnen, sondern direkt das Array-Symbol per Rechtsklick *AddSymbol* auszuwählen.

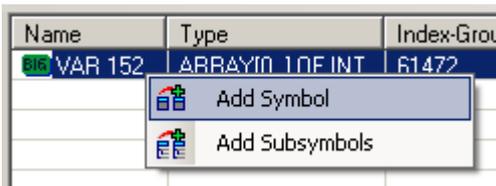


Abb. 131: AddSymbol auf dem Array

Im Einstellungsdialog des nun erzeugten Kanals ist *ForceOversampling* und *DataType* INT16 einzustellen. Ggf. ist dazu vorübergehend *SymbolBased* zu deaktivieren.

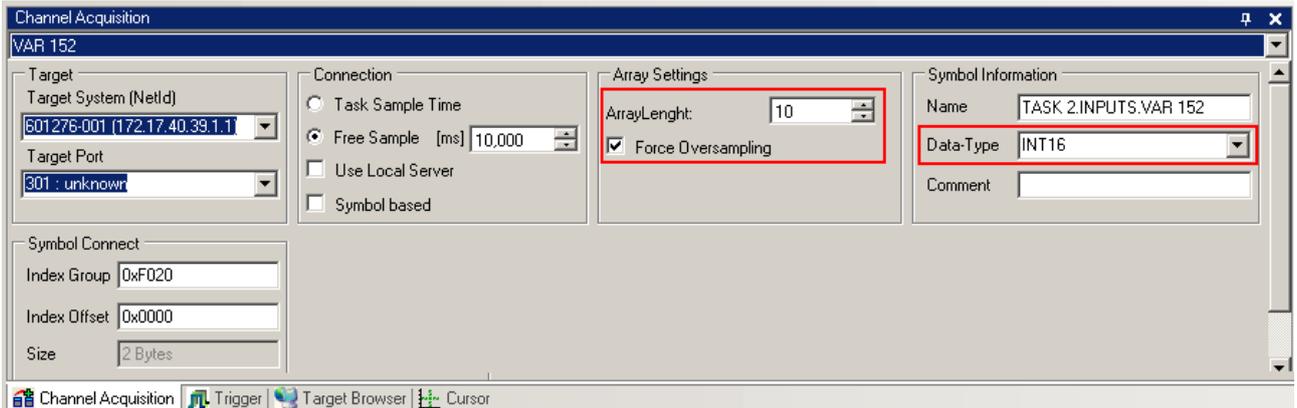


Abb. 132: Channel-Einstellungen

Zur Überprüfung, dass wirklich die einzelnen Oversampling-Werte geloggt werden, können im Scope2 die *Marks* aktiviert werden. Bitte beachten Sie die Zusammenhänge aus Task-Zykluszeit, Sampling-Zeit des Scope2-Kanals und Oversamplingfaktor.

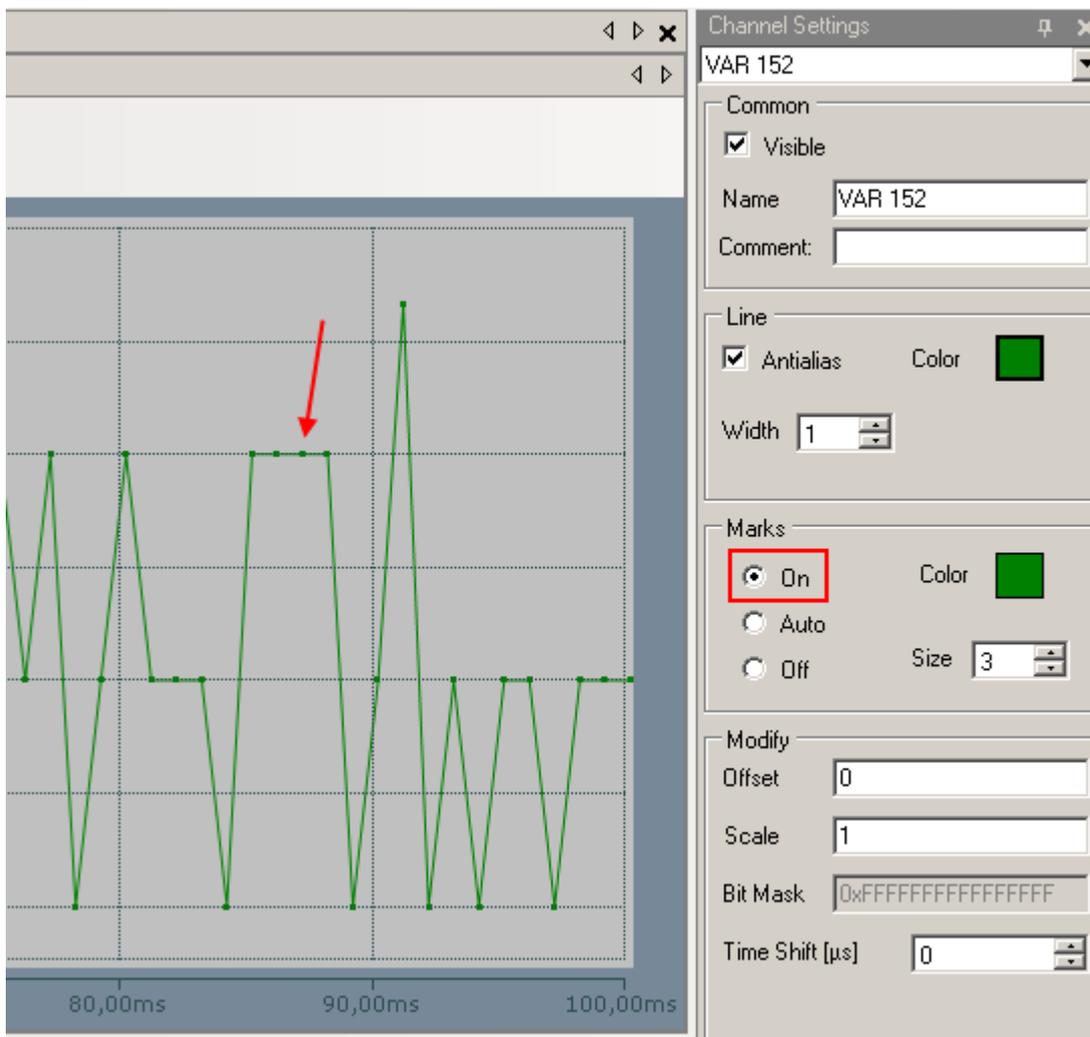


Abb. 133: Aktivieren der Marks

Ein weiteres Beispiel zeigt die folgende Abbildung der Darstellung einer Oversampling – Variablen der EL3751 mit 10 x Oversampling:

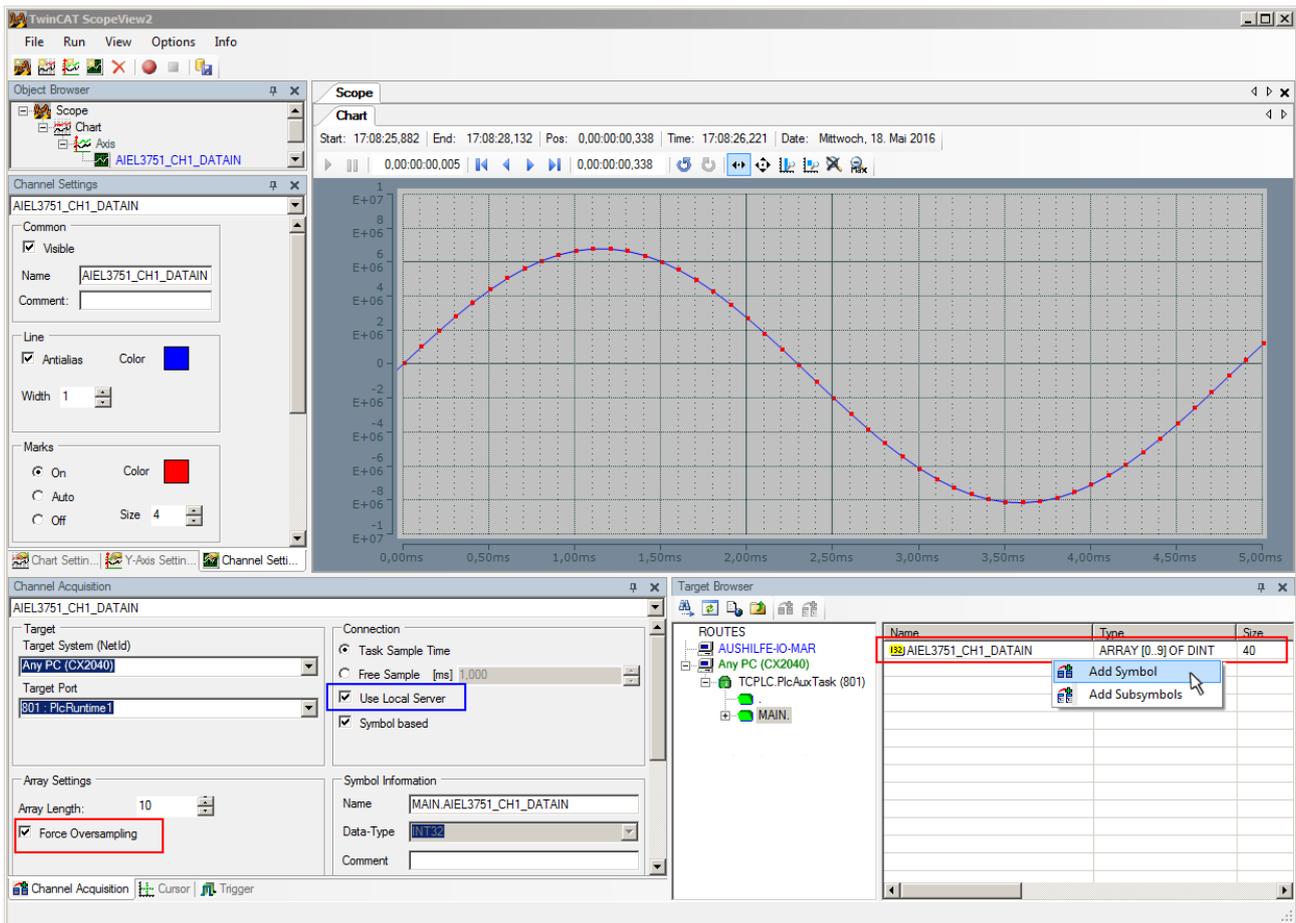


Abb. 134: Darstellung einer 10 x Oversampling-Variablen der EL3751 mit dem Scope2

In der Abbildung ist nachträglich eingezeichnet, dass die von der PLC stammende Oversampling Variable mit „Add Symbol“ einfach als Y-Kanal der Achse eingefügt wurde (Auswahl des PLC-POU Namen „MAIN“ im „ROUTES“ - Baum beachten). Hierbei ist „Force Oversampling“ aktiviert, da es sich nicht um eine von der Klemme/Box bereit gestellte Oversampling-Variablen handelt.

**Vorgehen bei TwinCAT 2 / alternativ per ADS**

Bei früheren TwinCAT 2 Versionen (oder einer kleineren Revision der Klemme als wie in obiger Table [▶ 120] angegeben) kann per Aktivierung des ADS Servers das Oversampling-PDO der betreffenden oversampling fähigen Klemme/Box für das Scope2 sichtbar gemacht werden.

Es kann so ebenfalls auf die Erstellung einer Feldvariablen in einer PLC verzichtet werden. Dazu ist der ADS Server des EtherCAT Device zu aktivieren, an dem die oversampling fähige Klemme/Box angeschlossen ist.

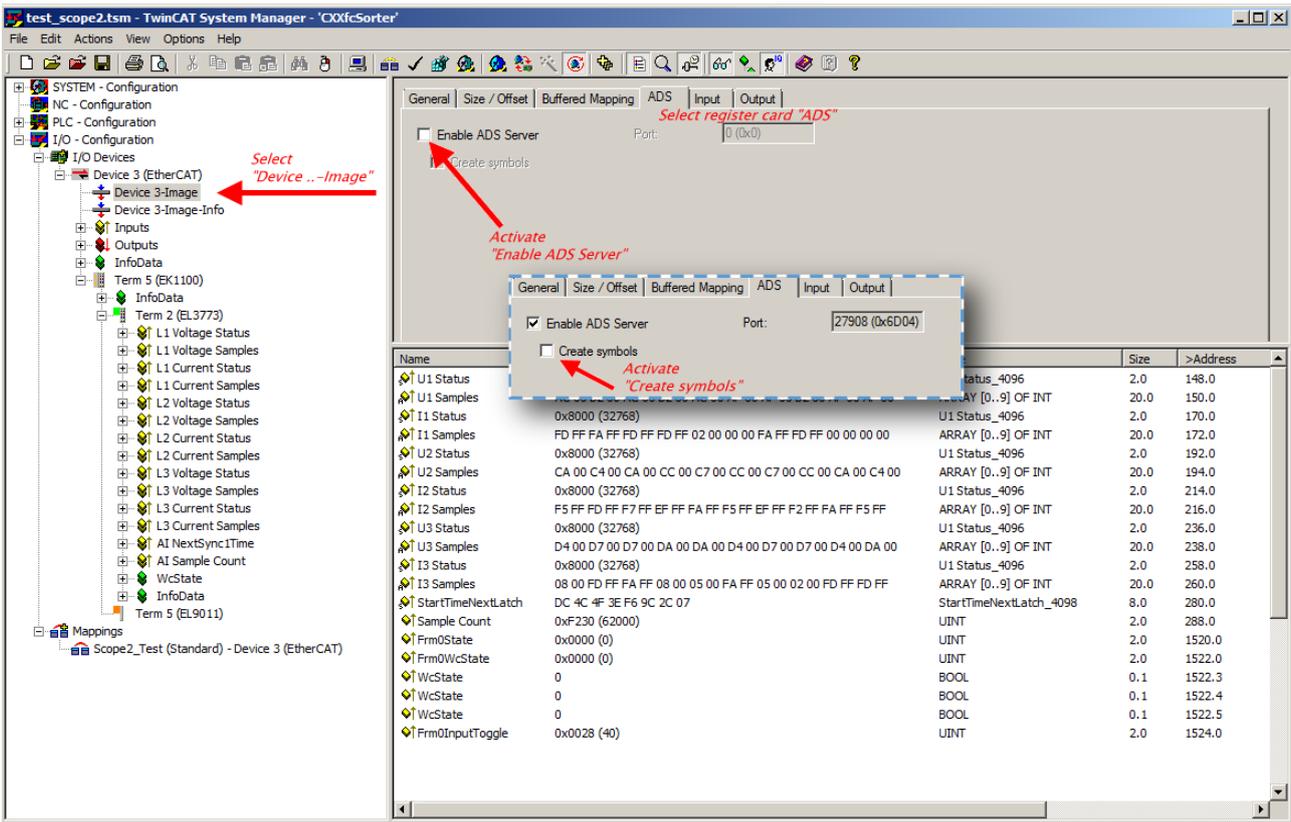


Abb. 135: Aktivierung des ADS Servers des EtherCAT Device (TwinCAT 2)

Die Aktivierung des Servers erfolgt durch Auswahl des „Device – Image“ im linksseitigen Konfigurationsbaum: „I/O – Configuration → I/O Devices → Device .. (EtherCAT) → Device .. – Image“.

Hier wird dann der Karteireiter „ADS“ ausgewählt und jeweils die Checkbox „Enable ADS Server“ und dann „Create symbols“ aktiviert (der Port Eintrag erfolgt automatisch).

Dadurch kann ohne eine eingebundene POU bzw. ohne einen Variablenverweis mit dem Scope2 per Target Browser auf Prozessdaten zugegriffen werden:

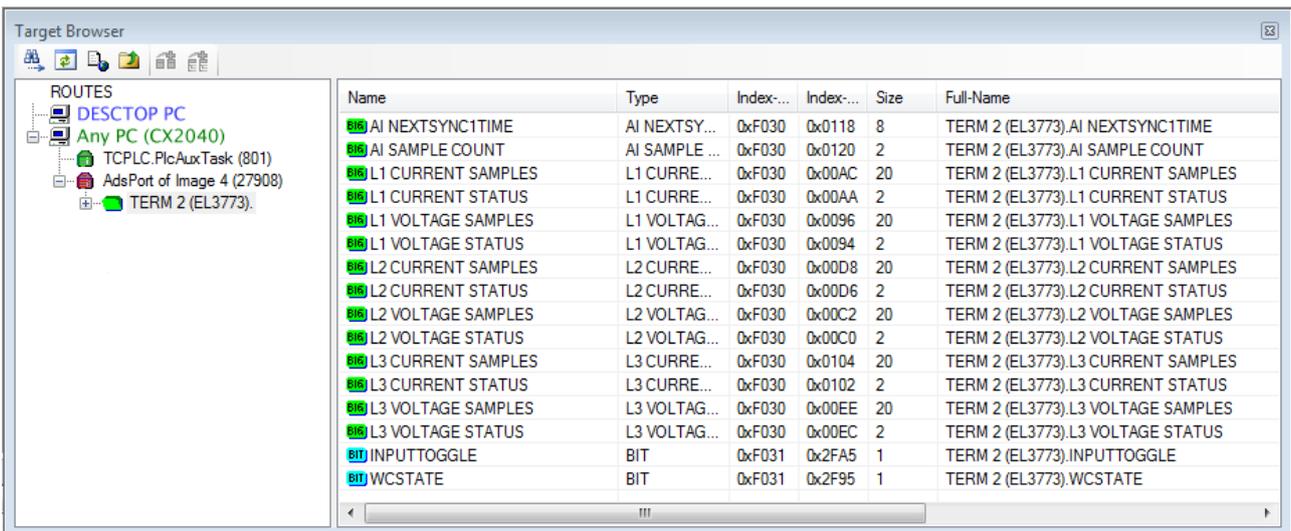
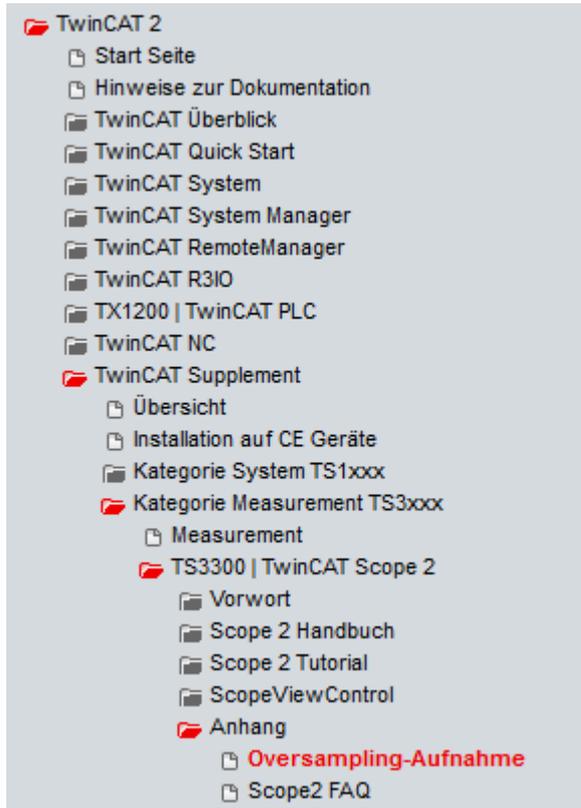


Abb. 136: Direkter Zugriff des Scope2 auf PDOs der Klemme

**i Siehe hierzu im Beckhoff Information System**

infosys.beckhoff.com → TwinCAT 2 → TwinCAT Supplement → Kategorie Measurement TS3xxx → TS3300 | TwinCAT Scope 2 → Anhang → Oversampling Aufnahme



Beckhoff TwinCAT unterstützt das Scope2 bei einigen Oversampling-Geräten in spezieller Weise, indem es automatisch im Hintergrund ein besonderes ADS-Array-Symbol berechnet, das im Scope2 im Variablenbrowser erscheint. Dieses kann dann als Variable verlinkt werden und bringt automatisch die Array-Information mit.

Name	Type	Index...	Index...	Size	Full-Name
CH1 SAMPLE 0[0]	CH1 SAMPLE_0_TYPE	61488	73	2	TERM 2 (EL3702).CH1 SAMPLE 0[0]
CH1 SAMPLE 0[1]	CH1 SAMPLE_0_TYPE	61488	75	2	TERM 2 (EL3702).CH1 SAMPLE 0[1]
CH1 SAMPLE 0[2]	CH1 SAMPLE_0_TYPE	61488	77	2	TERM 2 (EL3702).CH1 SAMPLE 0[2]
CH1 SAMPLE 0[3]	CH1 SAMPLE_0_TYPE	61488	79	2	TERM 2 (EL3702).CH1 SAMPLE 0[3]
CH1 SAMPLE 0[4]	CH1 SAMPLE_0_TYPE	61488	81	2	TERM 2 (EL3702).CH1 SAMPLE 0[4]
CH1 SAMPLE 0[5]	CH1 SAMPLE_0_TYPE	61488	83	2	TERM 2 (EL3702).CH1 SAMPLE 0[5]
CH1 SAMPLE 0[6]	CH1 SAMPLE_0_TYPE	61488	85	2	TERM 2 (EL3702).CH1 SAMPLE 0[6]
CH1 SAMPLE 0[7]	CH1 SAMPLE_0_TYPE	61488	87	2	TERM 2 (EL3702).CH1 SAMPLE 0[7]
CH1 SAMPLE 0[8]	CH1 SAMPLE_0_TYPE	61488	89	2	TERM 2 (EL3702).CH1 SAMPLE 0[8]
CH1 SAMPLE 0[9]	CH1 SAMPLE_0_TYPE	61488	91	2	TERM 2 (EL3702).CH1 SAMPLE 0[9]
CH1 SAMPLE 0[T10]	CH1 SAMPLE_0_TYPE	61488	73	2	TERM 2 (EL3702).CH1 SAMPLE 0[T10]

Name	Type	Index...	Index...	Size	Full-Name
CH1 VALUE	INT16	61488	73	2	TERM 2 (EL3702).CH1 SAMPLE 0[T10].CH1 VALUE

Abb. 137: Automatisch berechnete Array-Variable (rot) im Scope2

Zusammenfassung: es muss eine ARRAY-Variable vorliegen, die über ADS erreichbar ist. Dies kann eine PLC-Variable, eine im System Manager definierte ARRAY-Variable sein oder alternativ ist der ADS Server des Device der Klemme/Box aktiviert. Diese wird dann vom Scope2 erkannt.

## 6.8 Stromwandler

Grundsätzlich ist die Auswahl der Stromwandler für die EL3773 nicht kritisch. Der Innenwiderstand im Strompfad der EL3773 ist so klein, dass er bei der Betrachtung der gesamten Widerstände der Stromschleife vernachlässigt werden kann. Die Wandler müssen einen Sekundär-Nennstrom von 1 oder 1,5 A liefern können, der Primär-Nennstrom  $I_{pn}$  kann beliebig gewählt werden. Eine Überlastung der EL3773 von bis zu  $1,2 \times I_{pn}/U_{pn}$  ist zulässig, siehe [Technische Daten \[►\\_15\]](#) zum max. zulässigen Überspannung/Überstrom.

### Genauigkeit

Beachten Sie, dass die Gesamtgenauigkeit des Aufbaues aus EL3773 und Stromwandlern wesentlich von der Genauigkeitsklasse der Wandler abhängt.

#### **Keine Zulassung als Verrechnungszähler**

**i** Die Anordnung mit einem Stromwandler der Klasse 0,5 ist nicht zulassungs- und beglaubigungsfähig. Die EL3773 ist kein zugelassener Verrechnungszähler im Sinne der Norm für Elektrizitätszähler (DIN 43 856).

### Stromarten

Die EL3773 kann beliebige Stromformen messen.

### Überstrombegrenzungsfaktor FS

Der Überstrombegrenzungsfaktor FS eines Stromwandlers gibt an, bei welchem Vielfachen seines des primären Nennstroms der Stromwandler in die Sättigung geht, um die angeschlossenen Messgeräte zu schützen.

#### HINWEIS

#### **Achtung! Beschädigung des Gerätes möglich!**

Es sind die max. zulässigen Eingangswerte lt. den [Technischen Daten \[►\\_15\]](#) zu beachten!  
In Anlagen, in denen die Überstrombegrenzungsfaktoren der Wandler höhere Sekundärströme erlauben, sind zusätzliche Zwischenwandler einzusetzen!

### Schutz vor gefährlichen Berührungsspannungen

Im bestimmungsgemäßen Betrieb der EL3773 mit entsprechenden Stromwandlern kommt es zu keinen gefährlichen Spannungen. Die Sekundärspannung liegt im Bereich von einigen Volt. Folgende Fehlerfälle können jedoch zu hohen Spannungen führen:

- Offener Strompfad eines oder mehrere Wandler
- Durchtrennter Nullleiter auf der Seite der Spannungsmessung der EL3773
- Allgemeine Isolationsfehler

#### ⚠️ WARNUNG

#### **WARNUNG! Verletzungsgefahr durch Stromschlag!**

Die gesamte Verdrahtung der EL3773 muss berührungsgeschützt ausgeführt und mit den entsprechenden Warnhinweisen versehen werden! Legen Sie die Isolierung für die maximale Leiterspannung des zu messenden Netzes aus!

Die EL3773 lässt eine maximale Spannung von 500 V für normale Betriebsbedingungen zu. Die Leiterspannung auf der Stromseite darf 500 V nicht überschreiten! Verwenden Sie für höhere Spannungen eine Zwischenwandlerstufe!

Ein EL3773 ist auf der Seite der Spannungsmessung mit einer Schutzimpedanz von typ. 1,8 M $\Omega$  ausgestattet. Wenn der Nullleiter nicht angeschlossen ist und nur ein Anschluss auf der Seite der Spannungsmessung unter Spannung steht, ergibt sich in einem 3-Phasen-Netz mit einer

Außenleiterspannung von  $400\text{ V}_{AC}$  eine Spannung von  $230\text{ V}_{AC}$  gegen Erde. Diese ist mit einem Multimeter mit  $10\text{ M}\Omega$  Innenwiderstand auch auf der Seite der Strommessung zu messen, was keinen Isolationsfehler darstellt.

### **Zusätzliche Messgeräte im Strompfad**

Beachten Sie, dass sich durch das Hinzufügen zusätzlicher Messgeräte (z. B. Amperemeter) in den Strompfad die Gesamtscheinleistung deutlich erhöhen kann.

Außerdem muss der Anschluss  $I_N$  der EL3773 einen Sternpunkt für die drei Sekundärwicklungen darstellen. Zusätzliche Messgeräte müssen deshalb potentialfrei sein und entsprechend verdrahtet werden.

## 6.9 Anwendungsbeispiele

### Leistungsmessung an einer Maschine

- Die Spannungsmessung erfolgt über die Anschlüsse L1, L2, L3 und N.
- Die Strommessung erfolgt mittels dreier Stromwandler [► 138] über die Anschlüsse  $I_{L1}$ ,  $I_{L2}$ ,  $I_{L3}$  und  $I_N$  (Sternpunkt der Stromwandler).

#### ⚠ WARNUNG

#### WARNUNG: Verletzungsgefahr durch Stromschlag!

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

#### HINWEIS

#### Achtung! Beschädigung der Geräte möglich!

Achten Sie beim Anschluss darauf, Strom und Spannungspfad nicht zu verwechseln, da der direkte Anschluss von Netzspannung an die Klemmstellen für die Stromwandler (Eingangswiderstand typisch 220 mΩ) die Leistungsmessklemme zerstört!

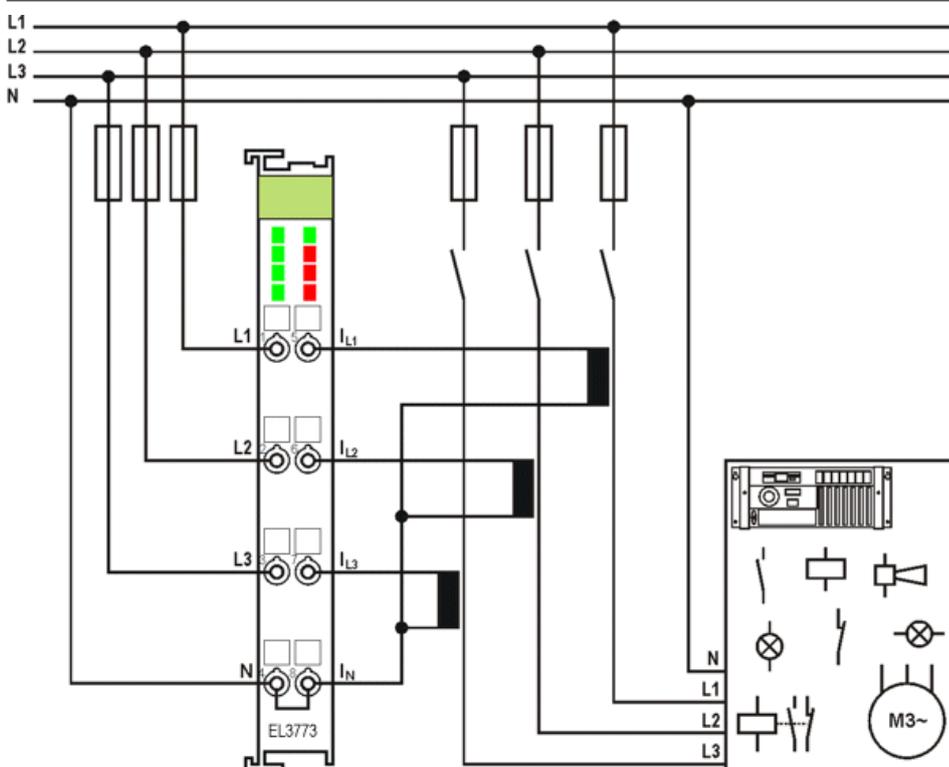


Abb. 138: Leistungsmessung an einer Maschine

#### ● Negative Leistungswerte

**i** Falls Sie in einem Pfad negative Leistungswerte messen, überprüfen Sie bitte, ob Sie den zugehörigen Stromwandlerpfad richtig herum angeschlossen haben.

#### ● Strommessung

**i** Es ist für eine Strommessung erforderlich, eine Spannungsquelle anzuschließen. Eine Strommessung ohne Spannungsquelle ist nicht möglich.

### Leistungsmessung an einem Motor mit 2 Stromwandlern

- Die Spannungsmessung erfolgt über die Anschlüsse L1, L2, L3 .
- Die Strommessung erfolgt mittels zweier Stromwandler [► 138] über die Anschlüsse  $I_{L1}$ ,  $I_{L2}$ .

- Die Summe der aller Ströme im 3-Phasennetz addiert sich zu 0; durch die Beschaltung der EL3773 ergibt sich der Wert im Stromkreis  $I_{L3}$  entsprechend.

**⚠ WARNUNG**

**WARNUNG: Verletzungsgefahr durch Stromschlag!**

Wenn Sie die Klemmstelle N nicht mit dem Nulleiter Ihres Versorgungsnetzes verbinden, müssen Sie die Klemmstelle N erden, damit im Fehlerfall eines Stromwandlers gefährliche Überspannungen vermieden werden!

**HINWEIS**

**Achtung! Beschädigung der Geräte möglich!**

Achten Sie beim Anschluss darauf, Strom und Spannungspfad nicht zu verwechseln, da der direkte Anschluss von Netzspannung an die Klemmstellen für die Stromwandler (Eingangswiderstand typisch 220 mΩ) die Leistungsmessklemme zerstört!

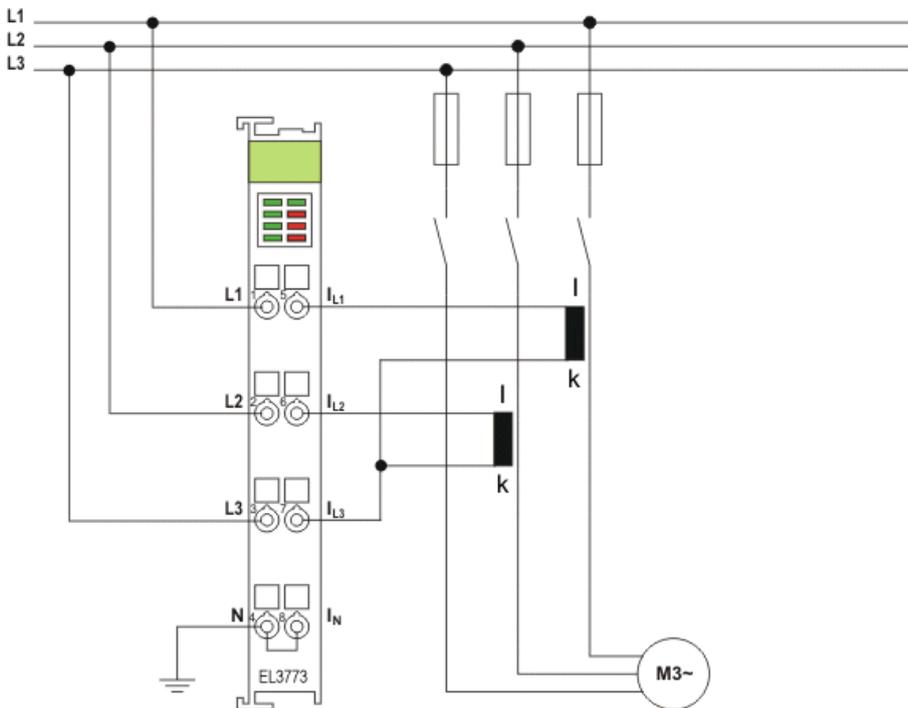


Abb. 139: Leistungsmessung mit 2 Stromwandlern an einem Motor

Bei der oberen Beschaltung (Abb. *Leistungsmessung mit 2 Stromwandlern an einem Motor*) ist darauf zu achten, dass das Drehstromnetz entweder erdfrei ist oder einen geerdeten Stenpunkt besitzt. Eine weitere Option ist das Vorschalten eines Transformators in Yy0-Schaltung.

**Leistungsmessung in einem einphasigen Netz mit ohmschen Verbrauchern**

- Die Spannungsmessung erfolgt über die Anschlüsse L1, L2, L3 und N.
- Die Strommessung erfolgt mittels dreier Stromwandler [▶ 138] über die Anschlüsse  $I_{L1}$ ,  $I_{L2}$ ,  $I_{L3}$  und  $I_N$  (Sternpunkt der Stromwandler).

**⚠ WARNUNG**

**WARNUNG: Verletzungsgefahr durch Stromschlag!**

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

**HINWEIS****Achtung! Beschädigung der Geräte möglich!**

Achten Sie beim Anschluss darauf, Strom und Spannungspfad nicht zu verwechseln, da der direkte Anschluss von Netzspannung an die Klemmstellen für die Stromwandler (Eingangswiderstand typisch 220 m $\Omega$ ) die Leistungsmessklemme zerstört!

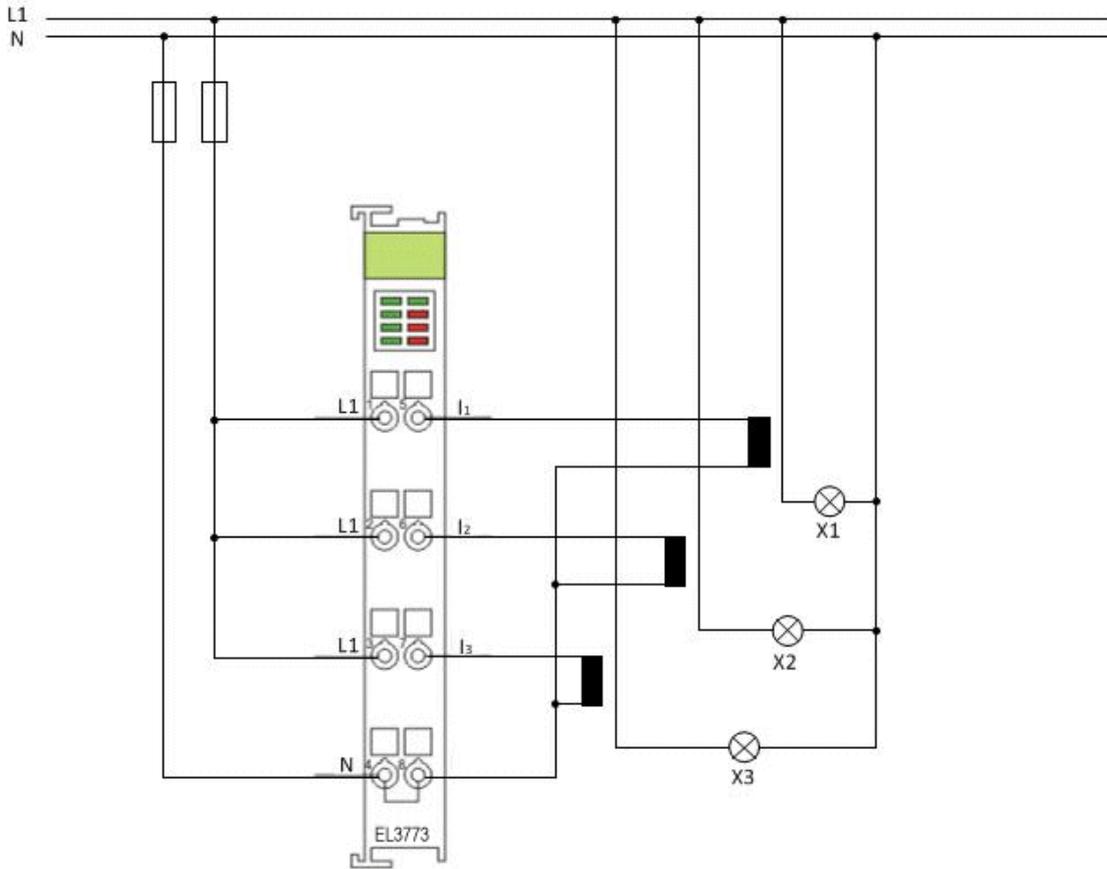


Abb. 140: Leistungsmessung an ohmschen Verbrauchern

## 6.10 Beispielprogramme

### ● Verwendung der Beispielprogramme

**i** Dieses Dokument enthält exemplarische Anwendungen unserer Produkte für bestimmte Einsatzbereiche. Die hier dargestellten Anwendungshinweise beruhen auf den typischen Eigenschaften unserer Produkte und haben ausschließlich Beispielcharakter. Die mit diesem Dokument vermittelten Hinweise beziehen sich ausdrücklich nicht auf spezifische Anwendungsfälle, daher liegt es in der Verantwortung des Kunden zu prüfen und zu entscheiden, ob das Produkt für den Einsatz in einem bestimmten Anwendungsbereich geeignet ist. Wir übernehmen keine Gewährleistung, dass der in diesem Dokument enthaltene Quellcode vollständig und richtig ist. Wir behalten uns jederzeit eine Änderung der Inhalte dieses Dokuments vor und übernehmen keine Haftung für Irrtümer und fehlenden Angaben. Das im Folgenden vorgestellte Programm dient als erste Einführung in die Auswertmöglichkeiten der Daten einer Netzmonitoringklemme. Dem Anwender steht es frei, das Programm nach seinen Vorstellungen zu verändern, oder nur Teile des Codes zu verwenden.

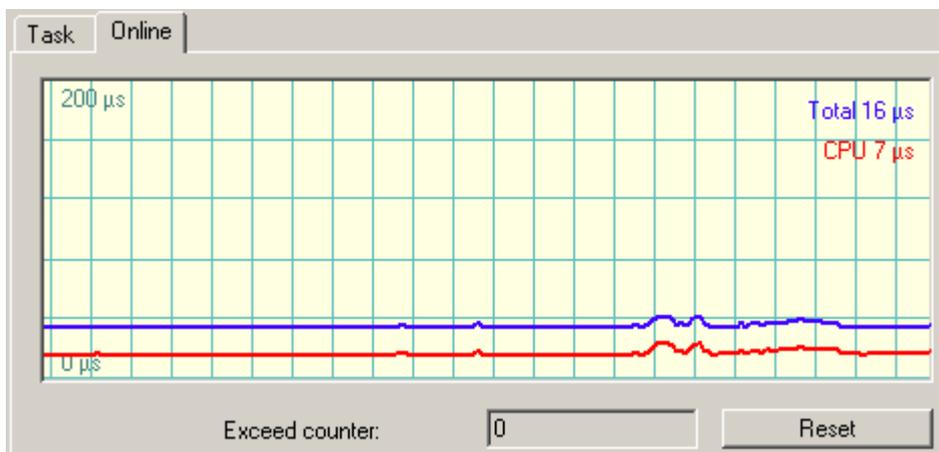
### 6.10.1 Beispiel 1: Diagnose und Auswertung von Eingangsdaten

 Download: (<https://infosys.beckhoff.com/content/1031/el3773/Resources/2041395339.zip>)

### ● Verwendung dieses Beispielprogramms

**i** Dieses Beispielprogramm wurde auf einem leistungsfähigen Beckhoff C6920 Industrie-PC erstellt und erfordert eine hohe Rechenleistung. Beim Testen des Programms sollten die folgenden beschriebenen Faktoren berücksichtigt werden:

- In allen Tasks sollten der Überschreitungszähler nicht inkrementieren und eine gleichmäßige Auslastung angezeigt werden



- Ist eine ungleichförmige Ausführung des PLC-Programms nicht zu vermeiden, ist die Aktivierung von *IoAtTaskBegin* in Erwägung zu ziehen

Run-Time No.:	<input type="text" value="1"/>	Port:	<input type="text" value="801"/>
Target System:	<input type="text" value="x86"/>	<input type="checkbox"/>	I/O at Task Begin

- Es sind ggf. die Puffergrößen zu verringern, Hinweise dazu siehe weiter unten auf dieser Seite.
- Wenn die EL3773 Sync-Fehler im ADS-Logger-Fenster

(EL3773) (1016): abnormal state change (from 'OP' to 'SAFEOP') with code 0x2c, 'SYNC0 or SYNC1 failed'. Try to go back to 'OP'...  
 (EL3773) (1016): state change to 'OP' finished

Oder in den DiagMessages

```

11:20:01 19... (0x1135) Angeforderter Status OP erreicht
11:20:00 88... (0x8140) Synchronisierungsfehler
11:20:00 88... (0x8143) Jitter zu groß ( >> 1830 µs)
11:20:00 16... (0x1135) Angeforderter Status OP erreicht
11:19:59 85... (0x8140) Synchronisierungsfehler
11:19:59 85... (0x8143) Jitter zu groß ( >> 1830 µs)
    
```

Meldet, kommen die Frames zur EL3773 nicht regelmäßig. In diesem Fall sollten die oberen Punkte überprüft werden.

- Insbesondere kann es die Synchronisierung erschweren, wenn solche Effekte in der Hochlaufphase auftreten. Dies kann ggf. auch verhindern, dass die EL3773 in den OP-State geht.

EL3773 Demonstration

Go to Errors

BECKHOFF

2013-03-15-11:22:05.471000000

Phase to Phase	L1 to L2:	L1 to L3:	L2 to L3:	
<b>RMS Voltage:</b>	406.90	406.11	406.28	V
<b>Maximum:</b>	406.90	406.11	406.28	
<b>Minimum:</b>	0.00	0.00	0.00	
<b>L1 to N:      L2 to N:      L3 to N:</b>				
<b>RMS Voltage:</b>	234.59	235.02	234.38	V
<b>Maximum:</b>	234.62	235.02	234.38	
<b>Minimum:</b>	0.00	0.00	0.00	
<b>Frequency:</b>	50.00	50.01	50.00	Hz
<b>RMS Current:</b>	0.002	0.004	0.169	A
<b>Maximum:</b>	0.002	0.004	0.169	
<b>Minimum:</b>	0.000	0.000	0.000	
<b>Active Power (P):</b>	-0.10	0.10	39.21	W
<b>Maximum:</b>	0.00	0.10	39.27	
<b>Minimum:</b>	-0.10	0.00	0.00	
<b>Cos Phi:</b>	-0.21	0.12	0.99	
<b>Reactive Power (Q):</b>	0.49	0.15	4.91	Var
<b>Apparent Power (S):</b>	0.51	0.91	39.52	VA
<b>Total Power all 3 Phases:</b>				
P:	39.22	W	Q:	5.55
			S:	40.94
				VA

Abb. 141: Visualisierung Beispielprogramm EL3773

In diesem Beispiel werden die Eingangsdaten einer EL3773 auf Gültigkeit geprüft und bearbeitet:

- Zykluszeit und Oversampling frei konfigurierbar, Voreinstellung: 5 ms Zykluszeit, 20-fach Oversampling
- WC, State, EtherCAT Master DevState, WcState, FrmState und Status der Kanäle werden zyklisch überprüft
- Die Daten eines jeden Zyklus werden in einen FIFO-Puffer geschoben, damit die Auswertung übergeordnet stattfinden kann. Die Größe des FIFO-Puffers ist frei konfigurierbar
- Bei Gültigkeit aller Daten finden folgende Berechnungen statt:
  - RMS Spannung je Kanal

- RMS Strom je Kanal
- RMS Spannung der Außenleiter
- Schein-, Wirk- und Blindleistung je Kanal und Gesamt
- Leistungsfaktor (cos φ) je Phase
- Frequenz je Spannungskanal

Folgende Liste zeigt eine Übersicht über die Berechnung der Werte. Genauer unter dem Punkt „Durchführung der Berechnungen“

	<b>Berechnung</b>	<b>Berechnung des in der Visu angezeigten Wertes</b>
<b>RMS Außenleiter</b>	$u_{pp} = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_1^n (u1(t) - u2(t))^2}$	$u_{pp,avg} = \frac{1}{n} \sum_1^n u_{pp}$
<b>RMS Phase</b>	$u_{rms} = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_1^n u(t)^2}$	$u_{rms,avg} = \frac{1}{n} \sum_1^n u_{rms}$
<b>P</b>	$P = \frac{1}{n} \sum_1^n u(t) * i(t)$	$P_{avg} = \frac{1}{n} \sum_1^n P(t)$
<b>S</b>	$S = u_{rms} * i_{rms}$	$S_{avg} = \frac{1}{n} \sum_1^n S(t)$
<b>Q</b>	$Q = \sqrt{S^2 - P^2}$	$Q_{avg} = \frac{1}{n} \sum_1^n Q(t)$
<b>Cos Phi</b>	$\cos \varphi = \frac{P}{S}$	siehe links

Abb. 142: Übersicht über die Durchführung der Berechnungen

- Die Berechnungen können kanalweise ein- und ausgeschaltet werden
- ausgehend vom gelieferten Zeitstempel des nächsten Sample werden alle anderen Samples mit 64 Bit DC-Zeitstempeln versehen, diese sind für die Frequenzbestimmung notwendig
- bei ungültigen Eingangsdaten werden Default Werte weitergereicht, die Anzeige des aufgetretenen Fehlers erfolgt in der Visualisierung

Anschlussschema:

- Die Verdrahtung erfolgt wie im Kapitel [Anwendungsbeispiele für Wechselstrom \[► 140\]](#) beschrieben
- Die Spannungsmessung erfolgt über die Anschlüsse L1, L2, L3 und N.
- Die Strommessung erfolgt mittels dreier [Stromwandler \[► 138\]](#) über die Anschlüsse I<sub>L1</sub>, I<sub>L2</sub>, I<sub>L3</sub> und I<sub>N</sub> (Sternpunkt der Stromwandler).

Das Programm dient als erste Einführung in die Auswertmöglichkeiten der Daten einer Netzmonitoringklemme. Dem Anwender steht es frei, das Programm nach seinen Vorstellungen frei zu verändern, oder nur Teile des Codes zu verwenden.

## ● CPU – Auslastung bei der Verwendung des Programms

**i** Die CPU - Auslastung bei der Verwendung des Programms hängt stark von der gewählten Zykluszeit und der gewählten Größe des FIFO - Datenpuffers ab. Die Ergebnisse von unternehmensinternen Tests haben gezeigt, dass die CPU - Auslastung annähernd antiproportional zur Zykluszeit (also je schneller die Zykluszeit, desto mehr CPU - Auslastung) und proportional zur Größe des FIFO - Datenpuffers ist. Die Default Einstellungen von 5 ms Zykluszeit und einer FIFO - Größe von 800 Stellen ergab mit folgender Hardware eine CPU - Auslastung von ca. 35%:

- CPU Intel Celeron 1.90Ghz, 2 Cores
  - 1024MB DDR3-RAM
  - Windows XP Professional SP3
  - TwinCAT Version 2.11 (Build 2230)
- ⇒ Der gewählte Oversampling - Faktor hatte bei den Tests kaum Einfluss auf die CPU - Auslastung.

## ● Verwendung des Programms mit dem Oversampling – Faktor 1

**i** Wird im System Manager der Operation Mode ‚DC Oversampling 1‘ gewählt, muss für die Berechnung der ‚StartTimeNextLatch‘ im Reiter ‚Process Data‘ das PDO Assignment 0x1A60 aktiviert werden. Der PDO muss daraufhin mit der entsprechenden Variablen verknüpft werden (Default: MAIN.fbEL3773.uliStartTimeNextLatch).

### 6.10.1.1 Inbetriebnahme des Beispielprogramms

Das Programm ist bereits so konfiguriert, dass die im Folgenden beschriebenen Einstellungen in der PLC nicht zwingend verändert werden müssen. Zum Starten kann direkt zum Punkt „Vorgehensweise zum Starten des Programms“ gesprungen werden

#### Anpassen der PLC an den gewählten Oversampling-Faktor

Anpassen der PLC an den gewählten Oversampling-Faktor

Der Aufbau des Programmes erlaubt es, den Oversampling-Faktor frei zu konfigurieren. Wird der Oversampling-Faktor der Klemme verändert, muss die PLC daran angepasst werden. Die im Folgenden beschriebenen Einstellungen finden in der globalen Variablenliste (siehe Abb. *Globale Variablenliste*) statt:

- Die konstante globale Variable *CnMaxOvs* entspricht dem gewählten Oversampling-Faktor.
- Die konstante globale Variable *CnUpperSampleArray* entspricht  $CnMaxOvs - 1$ .
- Des Weiteren muss die Größe des FIFO-Puffers festgelegt werden (siehe Beschreibung der Funktion des Beispielprogrammes). Die Größenfestlegung erfolgt durch die konstante globale Variable *CnSizeOfFIFOBuffer*
- Die konstante globale Variable *CnUpperFIFOBufferArray* beträgt  $CnSizeOfFIFOBuffer - 1$ .
- Durch die Variable *CnMaxRecordedValues* wird die Anzahl der Werte festgelegt, die für die gleitende Durchschnittsberechnung der RMS-Werte verwendet werden. Der kleinste mögliche Wert beträgt 1
- Durch die globale Variable *bValuesZeroWhenDataInvalid* wird festgelegt, ob der FIFO-Puffer im Falle von ungültigen Daten mit Nullen gefüllt werden soll. Im Falle von ungültigen Daten finden in jedem Fall für den betroffenen Kanal keine Berechnungen mehr statt. Die Befüllung des FIFO-Puffers mit Nullen macht es ggf. leichter, die Fehlerquelle ausfindig zu machen.

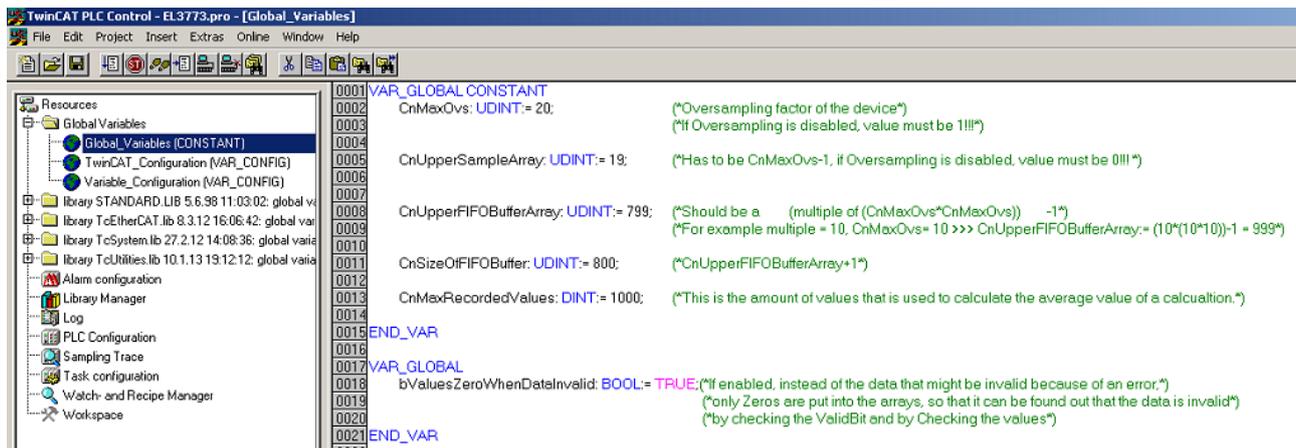


Abb. 143: Globale Variablenliste

### Anpassen der Berechnung von Spannung und Strom aus den Rohdaten

Das Programm erlaubt es, die Umrechnung der Rohdaten in die entsprechenden Spannungs- und Stromwerte anzupassen. Die Default Einstellungen sind bereits an die EL3773 angepasst und müssen zur Inbetriebnahme nicht zwingend verändert werden.

Lediglich der Wandlungsfaktor des Stromwandlers sollte überprüft werden.

- Alle nötigen Einstellungen zur Berechnung der jeweiligen Spannungs- und Stromwerte werden im MAIN vorgenommen. Die Voreinstellungen entsprechen den Standardeinstellungen der EL 3773
  - rMaxVoltage legt die maximale Messspannung fest
  - rMaxCurrent legt den maximalen Messstrom fest
  - iMaxRawValue legt den bei der maximalen Messspannung vorliegenden Rohwert der Klemme fest
  - Mit den drei Variablen *rTransformerFactor* werden die Wandlungsfaktoren der Stromwandler für die jeweiligen Stromkanäle festgelegt
  - Des Weiteren können Offsets pro Kanal festgelegt werden. Die Einbeziehung der Offsets in die Berechnung der Messwerte findet direkt durch Anpassung des jeweiligen Rohwertes statt.

**6.10.1.2 Beschreibung der Funktion des Beispielprogrammes**

**Visualisierung**

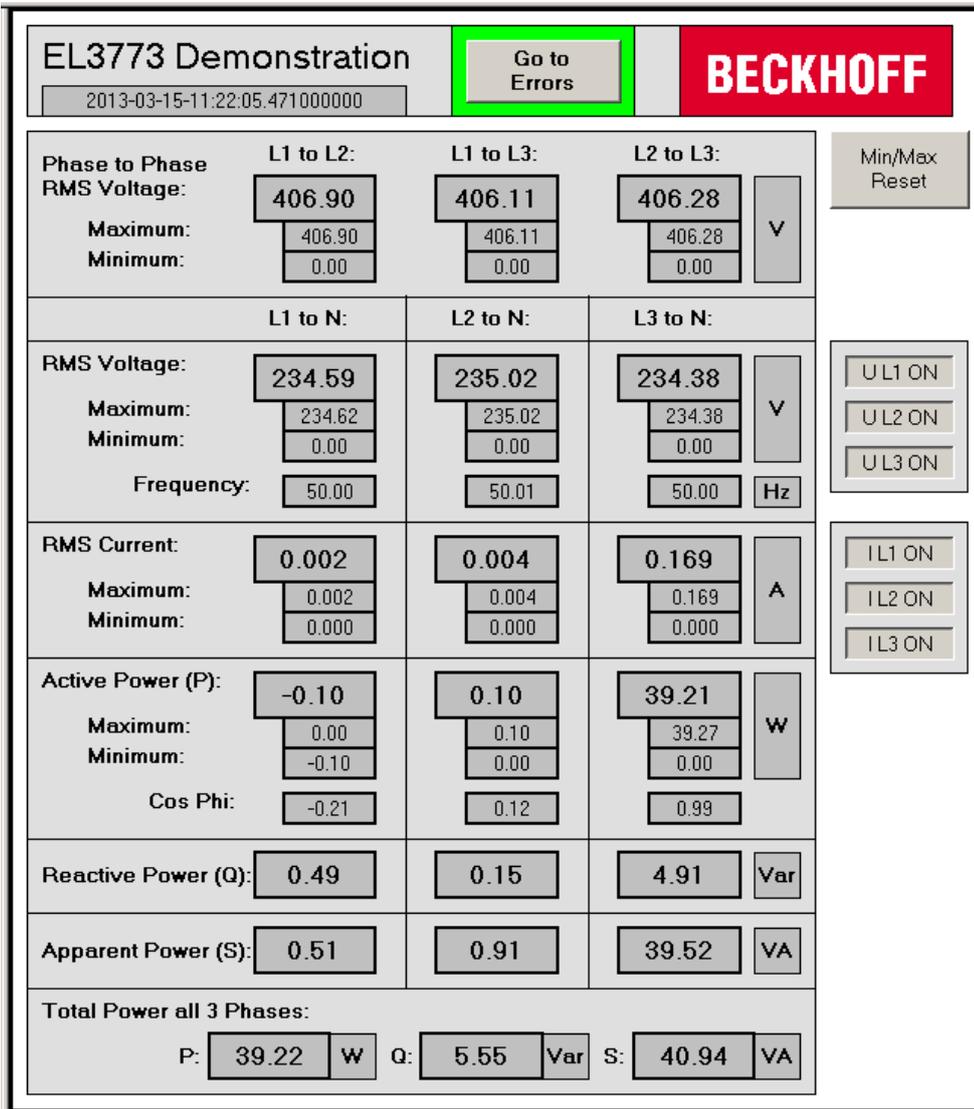


Abb. 144: Erste Seite der Visualisierung des Beispielprogrammes

Die Visualisierung besteht aus zwei Seiten. Auf der Hauptseite (siehe Abb. *Erste Seite der Visualisierung des Beispielprogrammes*) werden alle berechneten Werte angezeigt und die Berechnungen für die Kanäle können einzeln zu- und abgeschaltet werden. Über die Betätigung des mit „Go to Errors“ beschrifteten Buttons gelangt man auf die zweite Seite der Visualisierung, auf der aufgetretene Fehler angezeigt werden. Man beachte, dass schon auf der ersten Seite durch die Umrandung des erwähnten Buttons ersichtlich ist, ob ein Fehler aufgetreten ist (siehe Abb. *Umrandung des „Go to Errors“-Buttons bei aufgetretenen Fehler*).

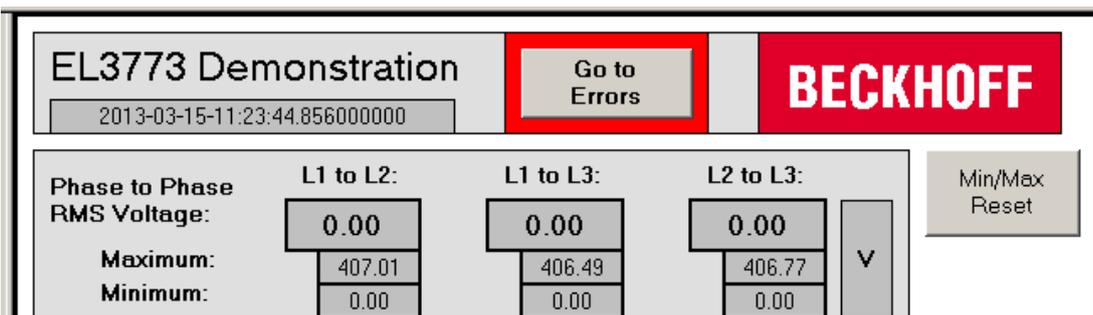


Abb. 145: Umrandung des „Go to Errors“-Buttons bei aufgetretenen Fehler

Auf der zweiten Seite der Visualisierung werden aufgetretene Fehler angezeigt (siehe Abb. *Zweite Seite der Visualisierung des EL3773 Beispielprogrammes*). Hier wurde beispielsweise im laufenden Betrieb das EtherCAT-Kabel von der Steuerung zum Koppler entfernt.

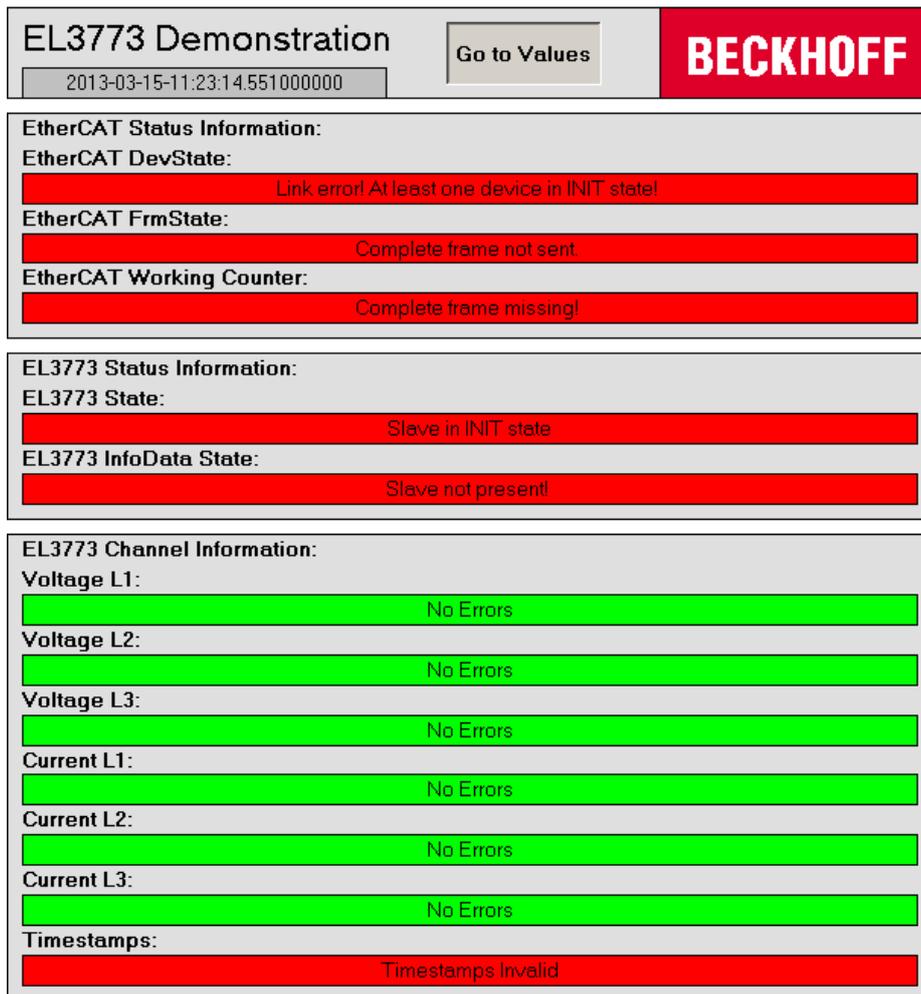


Abb. 146: Zweite Seite der Visualisierung des EL3773 Beispielprogrammes

**Auswahl der Größe des FIFO-Puffers**

Die aufgenommenen Samples werden pro Zyklus in einen FIFO-Puffer kopiert, in den „vorne“ die neuesten Werte gespeichert werden und die ältesten Werte „hinten“ herausfallen. Die Größe des FIFO-Puffers kann zu Beginn festgelegt werden und sollte entsprechend des Oversampling-Faktors, der Zykluszeit und der anliegenden Frequenz gewählt werden. Wichtig für eine genaue Auswertung der anliegenden Spannungen und Ströme ist ein ausreichend großer Speicher von aufgenommenen Werten. Beträgt die anliegende Frequenz beispielsweise 50 Hz, werden mit einem Oversampling-Faktor von 20 und einer Zykluszeit von 5 ms pro SPS-Zyklus 4 Werte pro Millisekunde aufgenommen. Die Periodendauer bei einer Frequenz von 50 Hz beträgt 20 ms und mit den gewählten Einstellungen wird eine gesamte Periode mit 80 Werten abgetastet. Somit sollte die Größe des FIFO-Puffers ein ganzzahliges Vielfaches von 80 sein, beispielsweise 800.

Eine Übersicht über die Funktionsweise des Datenpuffers liefert folgende Abbildung:

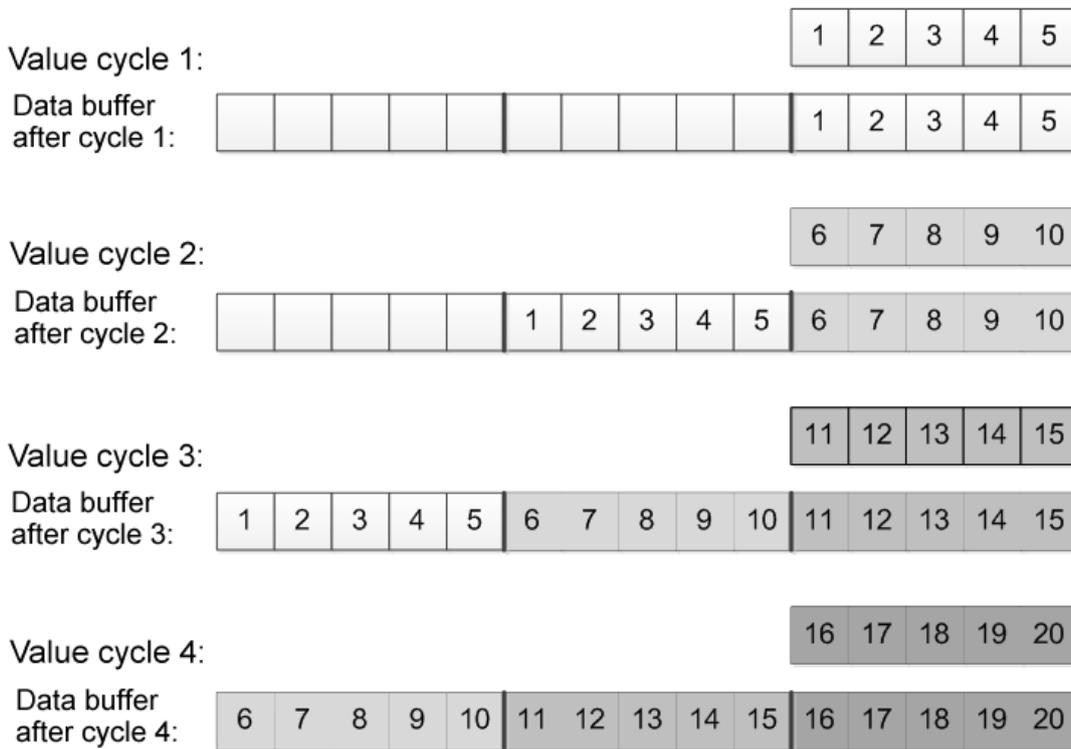


Abb. 147: Funktionsprinzip Datenpuffer

### Durchführung der Berechnungen

Wenn nicht anders vermerkt, finden alle Berechnungen gleitend mit allen im FIFO-Puffer berechneten Werten statt. In der Praxis hat es sich darüber hinaus als bewährter erwiesen, über die letzten berechneten Werte einen Durchschnitt zu bilden. Die Anzahl der Werte dafür kann vom Benutzer über die globale Variable *CnMaxRecordedValues* festgelegt werden.

**Beispiel:** Die allgemeine Formel zur Berechnung des RMS-Wertes lautet

$$u_{rms} = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_1^n u_{(t)}^2}$$

Die jeweiligen Unter- und Obergrenzen für die Summenbildung werden durch die Größe des FIFO-Puffers festgelegt. Die Berechnung der RMS-Werte erfolgt in jedem Zyklus gleitend über die gesamte Größe des FIFO-Puffers.

Das Ergebnis der Berechnung wird wiederum in einen FIFO-Puffer geschrieben, über diesen findet gleitend die Berechnung des in der Visualisierung angezeigten Wertes statt:

$$u_{rms,average} = \frac{1}{n} \sum_1^n u_{rms}$$

Der Bereich für die Summenbildung wird vom Benutzer über die globale Variable *CnMaxRecordedValues* festgelegt.

	Berechnung	Berechnung des in der Visu angezeigten Wertes
<b>RMS Außenleiter</b>	$u_{pp} = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_1^n (u1(t) - u2(t))^2}$	$u_{pp,avg} = \frac{1}{n} \sum_1^n u_{pp}$
<b>RMS Phase</b>	$u_{rms} = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_1^n u(t)^2}$	$u_{rms,avg} = \frac{1}{n} \sum_1^n u_{rms}$
<b>P</b>	$P = \frac{1}{n} \sum_1^n u(t) * i(t)$	$P_{avg} = \frac{1}{n} \sum_1^n P(t)$
<b>S</b>	$S = u_{rms} * i_{rms}$	$S_{avg} = \frac{1}{n} \sum_1^n S(t)$
<b>Q</b>	$Q = \sqrt{S^2 - P^2}$	$Q_{avg} = \frac{1}{n} \sum_1^n Q(t)$
<b>Cos Phi</b>	$\cos \varphi = \frac{P}{S}$	siehe links

Abb. 148: Übersicht über die Durchführung der Berechnungen

**● Berechnung der Frequenz und des Vorzeichens der Blindleistung Q**

**I**

Die Berechnung der Frequenz erfolgt über die Feststellung des Zeitpunktes des Nulldurchgangs von positiv nach negativ. Dieser Zeitpunkt wird durchgängig festgestellt und mit dem vorherigen Nulldurchgang verglichen.

Aus der Zeitdifferenz wird die Frequenz berechnet. Die verwendete Methode zur Frequenzberechnung dient nur als erster Ansatzpunkt zur Vermittlung eines möglichen Algorithmus. Dem Anwender bleibt es überlassen, die Praxistauglichkeit des Verfahrens für eine bestimmte Applikation zu überprüfen. Praxistests haben gezeigt, dass bei der Frequenzberechnung eines stark verrauschten Signals mit dem verwendeten Verfahren keine verlässlichen Werte geliefert werden. Die Berechnung der Frequenz der 50 Hz Netzspannung hat allerdings bei allen durchgeführten Tests verlässlich funktioniert.

Gleiches gilt für die Bestimmung des Vorzeichens der Blindleistung Q, denn dieses wird über den Vergleich der Zeitpunkte der Nulldurchgänge von Spannung und Strom ermittelt.

**6.10.1.3 Starten des Beispielprogramms**

Die Applikationsbeispiele sind mit einem Prüfaufbau getestet und entsprechend beschrieben worden. Das Programm dient als erste Einführung in die Auswertemöglichkeiten der Daten einer Netzmonitoringklemme. Dem Anwender steht es frei, das Programm nach seinen Vorstellungen frei zu verändern, oder nur Teile des Codes zu verwenden.

- Für den Prüfaufbau wurde folgende Hardware und Software verwendet:  
TwinCAT-Master-PC mit Betriebssystem Windows XP Professional SP 3, TwinCAT Version 2.11 (Build 2230) und TwinCAT-Intel PCI Ethernet Adapter
- Beckhoff EtherCAT Koppler EK1100, Klemmen EL3773 und EL9011

**Vorgehensweise zum Starten des Programms**

- Nach Klick auf den Download-Button speichern Sie das Zip-Archiv lokal auf ihrer Festplatte und entpacken die \*.TSM (Konfigurationsdatei und \*.PRO (PLC-Programmdatei) in einem temporären Arbeitsordner
- Start der \*.TSM-Datei und \*.PRO Datei; der TwinCAT-System Manger und die TwinCAT PLC öffnen sich
- Schließen Sie die Hardware an und verbinden Sie den Ethernet-Adapter ihres PCs mit dem EtherCAT-Koppler (weitere Hinweise hierzu finden sie in den entsprechenden Kopplerhandbüchern)
- Auswahl des lokalen Ethernet-Adapters (ggf. mit Echtzeit-Treiber) unter Systemkonfiguration, E/A - Konfiguration, E/A -Geräte, Gerät (EtherCAT); dann unter Karteireiter "Adapter", "Suchen..." den entsprechenden Adapter auswählen und bestätigen (siehe Abb. *Suchen des Ethernet-Adapters + Auswahl und Bestätigung des Ethernet-Adapters*)

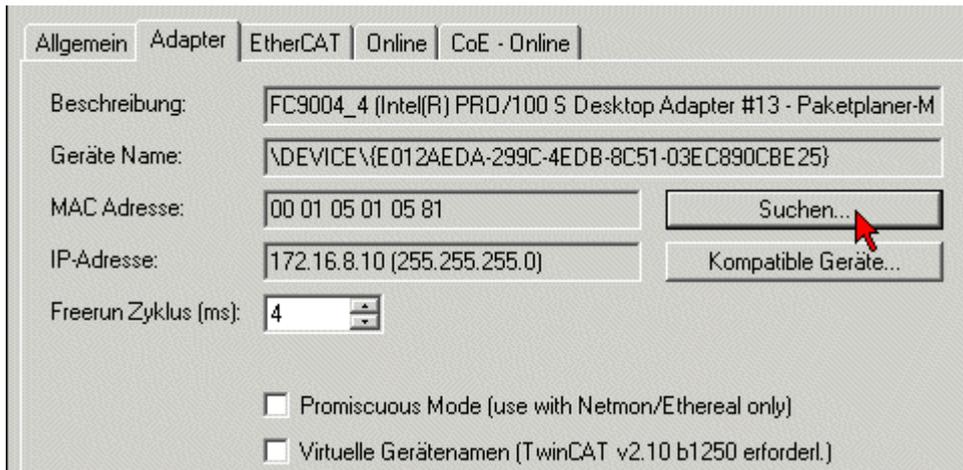


Abb. 149: Suchen des Ethernet-Adapters



Abb. 150: Auswahl und Bestätigung des Ethernet-Adapters

- Aktivierung der Konfiguration und bestätigen (Abb. *Aktivierung der Konfiguration + Konfigurationsaktivierung bestätigen*)



Abb. 151: Aktivierung der Konfiguration



Abb. 152: Konfigurationsaktivierung bestätigen

- Neue Variablenzuordnung bestätigen, Neustart im RUN-Modus (Abb. *Variablenzuordnung erzeugen + Neustart TwinCAT im RUN-Modus*)



Abb. 153: Variablenzuordnung erzeugen



Abb. 154: Neustart TwinCAT im RUN-Modus

- In der TwinCAT PLC unter Menü "Projekt" -> "Alles Übersetzen" das Projekt übersetzen (Abb. *Projekt übersetzen*)

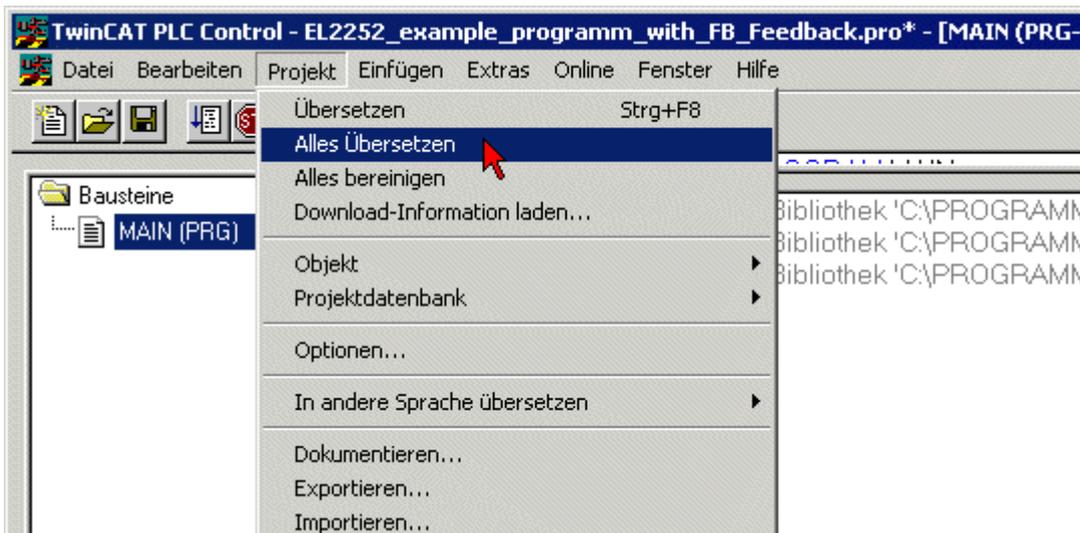


Abb. 155: Projekt übersetzen

- In der TwinCAT PLC: Einloggen mit der Taste "F11", Laden des Programms bestätigen (Abb. *Programmstart bestätigen*), Start des Programms mit Taste "F5"



Abb. 156: Programmstart bestätigen

## 6.10.2 Beispiel 2: Auswertung der EL3773 mit der Power Monitoring Library

Programmbeispiel mit der TwinCAT 3 Power Monitoring Library (TF3650).

# 7 Diagnose

## 7.1 Diagnose-LEDs

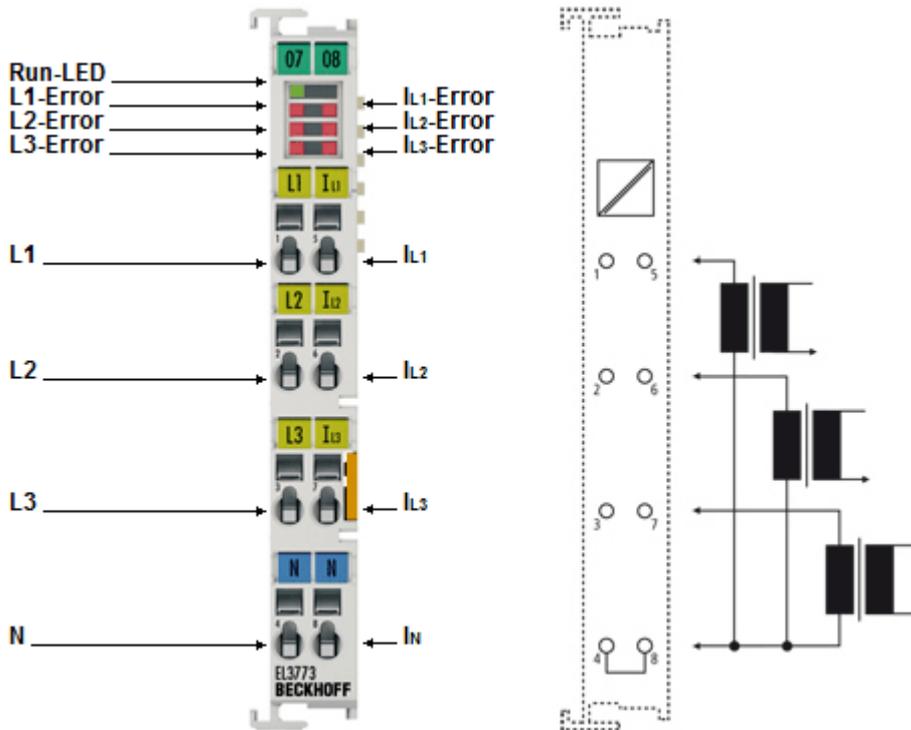


Abb. 157: EL3773

LED	Farbe	Bedeutung	
Run	grün	Diese LED gibt den Betriebszustand der Klemme wieder.	
		aus	Zustand der EtherCAT State Machine: INIT = Initialisierung der Klemme.
		blinkend	Zustand der EtherCAT State Machine: PREOP = Funktion der 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 möglich
	flimmernd	Zustand der EtherCAT State Machine: BOOTSTRAP = Funktion für Firmware-Updates der Klemme	
L1 - L3 Error	rot	aus	Kein Messfehler im Spannungspfad
		an	Überschreitung des Messbereichs im Spannungspfad
I <sub>L1</sub> - I <sub>L3</sub> Error	rot	aus	Kein Messfehler im Strompfad
		an	Überschreitung des Messbereichs im Strompfad

## 7.2 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	R/W	0x14 (20)
10F3:04	New Messages Available	RO	FALSE
10F3:05	Flags	R/W	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 00 00 03 00 06 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. 158: *DiagMessages* im CoE

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

### ● Unterstützung zur Inbetriebnahme

**i** 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.

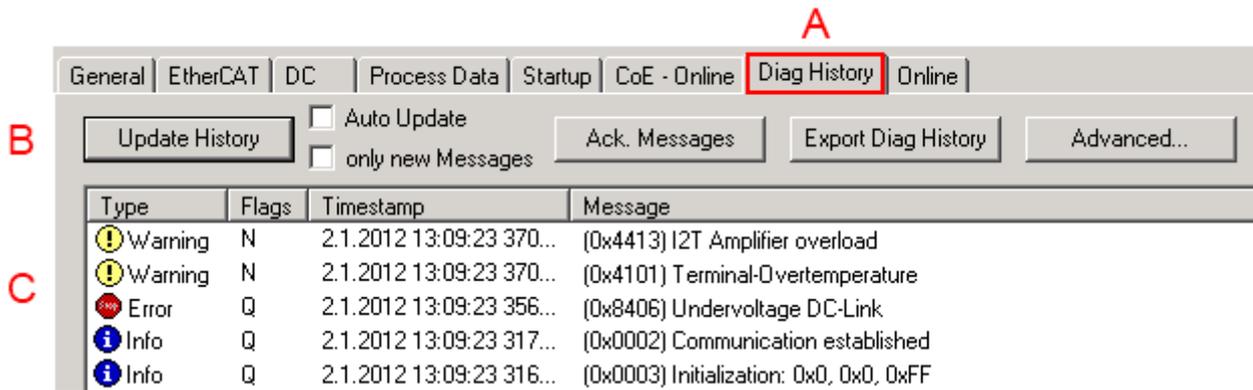


Abb. 159: Implementierung DiagMessage-System im TwinCAT System Manager

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:

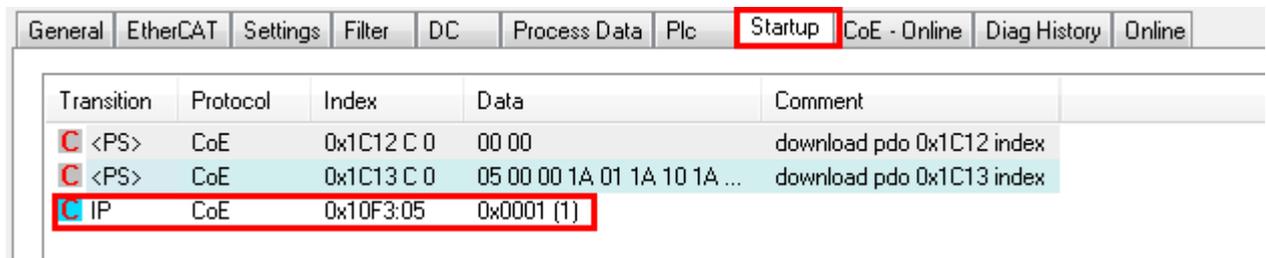


Abb. 160: StartUp-Liste

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:

<b>x</b>	<b>y</b>	<b>zz</b>
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"> <li>Der Verstärker wird außerhalb der Spezifikation betrieben</li> <li>Das I2T-Modell des Verstärkers ist falsch parametrisiert</li> </ul>
0x4414	Warnung	Drive	I2T-Model Motor overload (Warning)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Der Motor wird außerhalb der parametrisierten Nennwerte betrieben.</li> <li>Das I2T-Modell des Motors ist falsch parametrisiert.</li> </ul>

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

Text-ID	Typ	Ort	Text Message	Zusätzlicher Kommentar
0x8000	Fehler	System	%s: %s	
0x8001	Fehler	System	Error: 0x%X, 0x%X, 0x%X	allgemeiner Fehler, Parameter je nach Ereignis. Interpretation siehe Gerätedokumentation.
0x8002	Fehler	System	Communication aborted	Kommunikation abgebrochen
0x8003	Fehler	System	Configuration error: 0x%X, 0x%X, 0x%X	allgemeine, Parameter je nach Ereignis. Interpretation siehe Gerätedokumentation.
0x8004	Fehler	System	%s: Unsuccessful FwdOpen-Response received from %d.%d.%d.%d (%s) (Error: %u)	
0x8005	Fehler	System	%s: FwdClose-Request sent to %d.%d.%d.%d (%s)	
0x8006	Fehler	System	%s: Unsuccessful FwdClose-Response received from %d.%d.%d.%d (%s) (Error: %u)	
0x8007	Fehler	System	%s: Connection with %d.%d.%d.%d (%s) closed	
0x8100	Fehler	Allgemein	Status word set: 0x%X, %d	Fehlerbit im Statuswort gesetzt
0x8101	Fehler	Allgemein	Operation mode incompatible to PDO interface: 0x%X, %d	Betriebsart inkompatibel zum PDO-Interface
0x8102	Fehler	Allgemein	Invalid combination of Inputs and Outputs PDOs	Ungültige Kombination von In- und Output PDOs
0x8103	Fehler	Allgemein	No variable linkage	Keine Variablen verknüpft
0x8104	Fehler	Allgemein	Terminal-Overtemperature	Die Innentemperatur der Klemme überschreitet die parametrisierte Fehlerschwelle. Das Aktivieren der Klemme wird unterbunden.
0x8105	Fehler	Allgemein	PD-Watchdog	Die Kommunikation zwischen Feldbus und Endstufe wird durch einen Watchdog abgesichert. Sollte die Feldbuskommunikation abbrechen, wird die Achse automatisch gestoppt. <ul style="list-style-type: none"> <li>Die EtherCAT-Verbindung wurde im Betrieb unterbrochen</li> <li>Der Master wurde im Betrieb in den Config-Mode geschaltet</li> </ul>
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"> <li>Es ist keine Spannung an den Powerkontakten angelegt</li> <li>Ein Firmware Update ist fehlgeschlagen</li> </ul>
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"> <li>• Der Verstärker wird außerhalb der Spezifikation betrieben</li> <li>• Das I2T-Modell des Verstärkers ist falsch parametrisiert</li> </ul>
0x8409	Fehler	Drive	I2T-Model motor overload (Error)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Der Motor wird außerhalb der parametrisierten Nennwerte betrieben.</li> <li>• Das I2T-Modell des Motors ist falsch parametrisiert.</li> </ul>
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

## 7.3 Diagnoseverfahren

Die EL3773 bietet zwei Verfahren zur Diagnose:

- **Prozessdaten**  
Im Status-Word der Prozessdaten werden einige Diagnoseangaben gegeben, siehe [Prozessdaten](#) [[▶ 100](#)].
- **Diag Messages**  
Diag Messages können jederzeit aus dem CoE-Objekt [0x10F3](#) [[▶ 113](#)] ausgelesen werden.

### System Manager Logger-Ausgabe

Erklärung einiger typischer Logger-Meldungen der EL3773:

```

Message
Term 2 (EL3773) (1002): state change aborted (requested 'OP', back to 'SAFEOP').
Term 2 (EL3773) (1002): 'SAFEOP to OP' failed! Error: 'check device state for OP'. AL Status '0x0014' read and '0x0008' expected. AL Status Code '0x002d - no SYNC0 or SYNC1 received'
    
```

Abb. 161: Logger-Meldungen der EL3773

- Parameter written too high, 0x06090031  
CoE-Parameter ist zu groß, die Firmware begrenzt die zu schreibenden Werte
- Parameter written too low, 0x06090032  
CoE-Parameter ist zu klein, die Firmware begrenzt die zu schreibenden Werte
- Data can not be transferred or stored to the application because of the present device state, 0x08000022  
Versorgungsspannung fehlt, Klemme teilweise außer Betrieb

### Diag Messages

Mit *Diag Messages* wird ein System der Nachrichtenübermittlung vom EtherCAT Slave an den EtherCAT Master/TwinCAT bezeichnet. Die Nachrichten werden vom Gerät im eigenen CoE unter [0x10F3](#) [[▶ 113](#)] 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.

Siehe dazu die [Diag Messages Hinweise](#) [[▶ 157](#)].

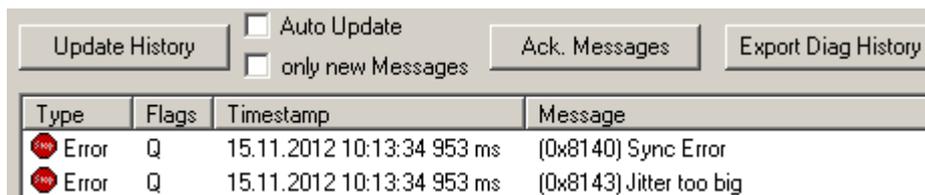


Abb. 162: Diag Messages der EL3773

## 8 Anhang

### 8.1 Firmware Update EL/ES/ELM/EM/EPxxxx

Dieses Kapitel beschreibt das Geräte-Update für Beckhoff EtherCAT Slaves der Serien EL/ES, ELM, EM, EK und EP. 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 <https://www.beckhoff.com/de-de/>.

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:

- Je nach Funktionsumfang und Performance besitzen EtherCAT Slaves einen oder mehrere lokale Controller zur Verarbeitung von IO-Daten. Das darauf laufende Programm ist die sog. **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.
- Darüber hinaus besitzt jeder EtherCAT Slave einen Speicherchip, um seine eigene Gerätebeschreibung (ESI; EtherCAT Slave Information) zu speichern, in einem sog. **ESI-EEPROM**. Beim Einschalten wird diese Beschreibung geladen und u. a. die EtherCAT Kommunikation entsprechend eingerichtet. Die Gerätebeschreibung kann von der Beckhoff Website (<http://www.beckhoff.de>) im Downloadbereich heruntergeladen werden. Dort sind alle ESI-Dateien als Zip-Datei zugänglich.

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 Systemmanager 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!

### 8.1.1 Gerätebeschreibung ESI-File/XML

**HINWEIS**

**ACHTUNG bei Update der ESI-Beschreibung/EEPROM**

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

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

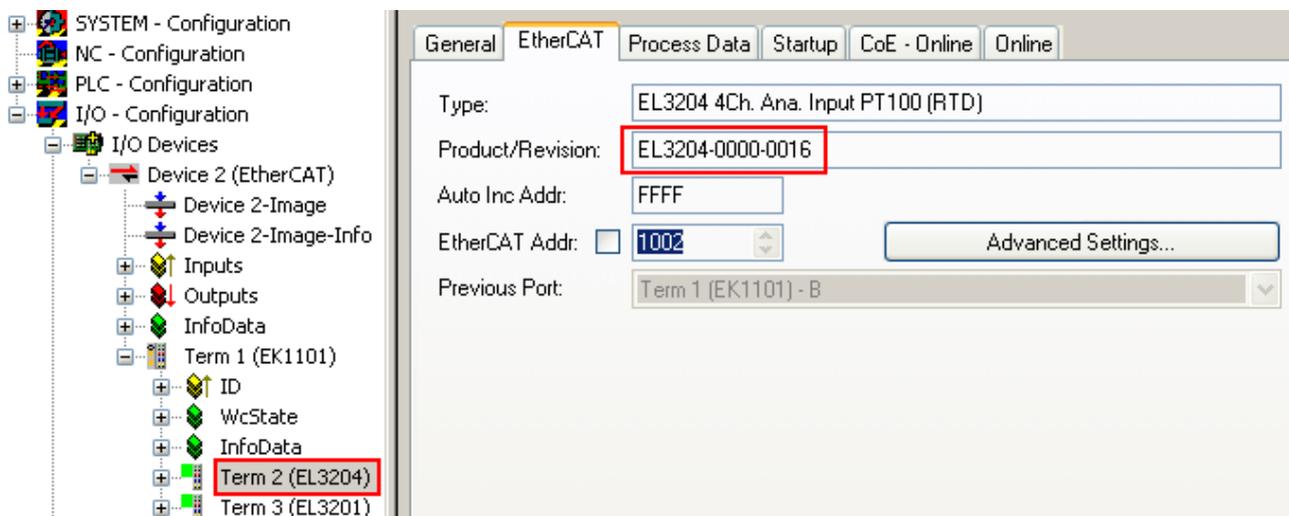


Abb. 163: Geräteerkennung aus Name EL3204-0000 und Revision -0016

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](#).

**● Update von XML/ESI-Beschreibung**

**i** 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:

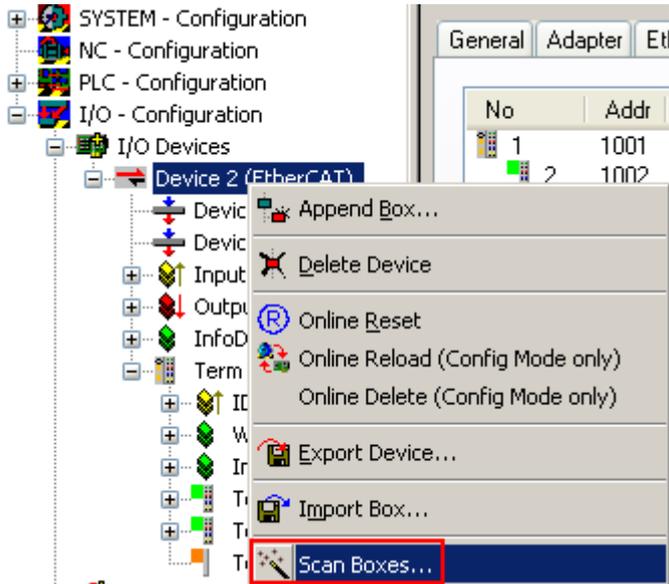


Abb. 164: Rechtsklick auf das EtherCAT Gerät bewirkt das Scannen des unterlagerten Feldes

Wenn das gefundene Feld mit dem konfigurierten übereinstimmt, erscheint



Abb. 165: Konfiguration identisch

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

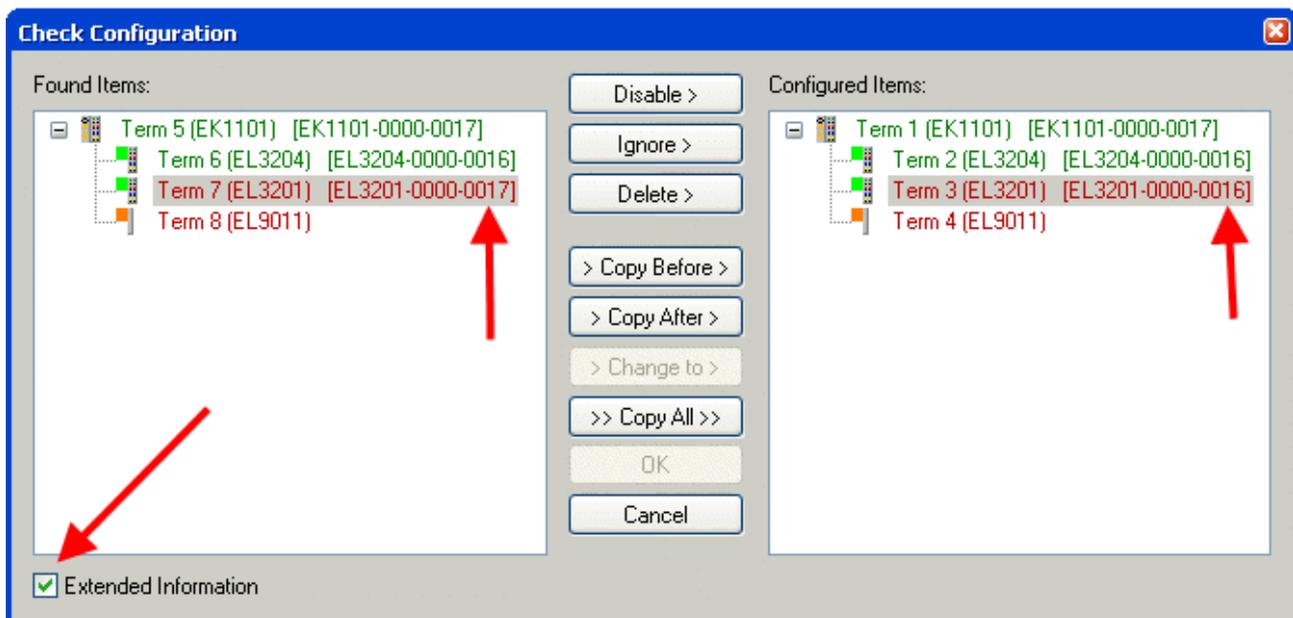


Abb. 166: Änderungsdialog

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*

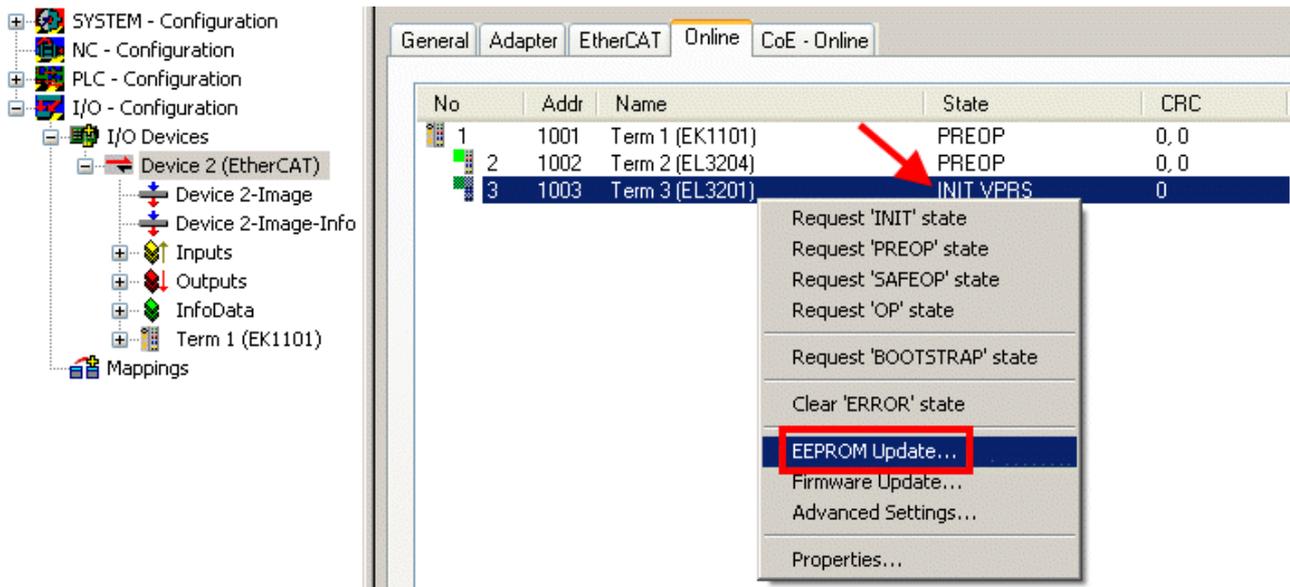


Abb. 167: EEPROM Update

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.

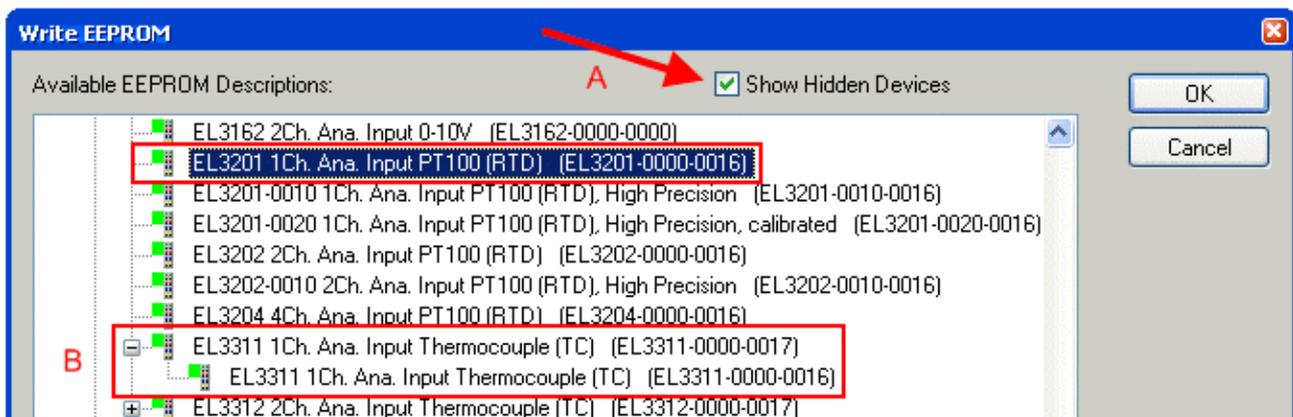


Abb. 168: Auswahl des neuen ESI

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

### **i** Änderung erst nach Neustart wirksam

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

## 8.1.2 Erläuterungen zur Firmware

### Versionsbestimmung der Firmware

#### Versionsbestimmung mit dem System-Manager

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

#### ● **CoE-Online und Offline-CoE**

**i** Es existieren zwei CoE-Verzeichnisse:

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

Abb. 169: Anzeige FW-Stand EL3204

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

## 8.1.3 Update Controller-Firmware \*.efw

#### ● **CoE-Verzeichnis**

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

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

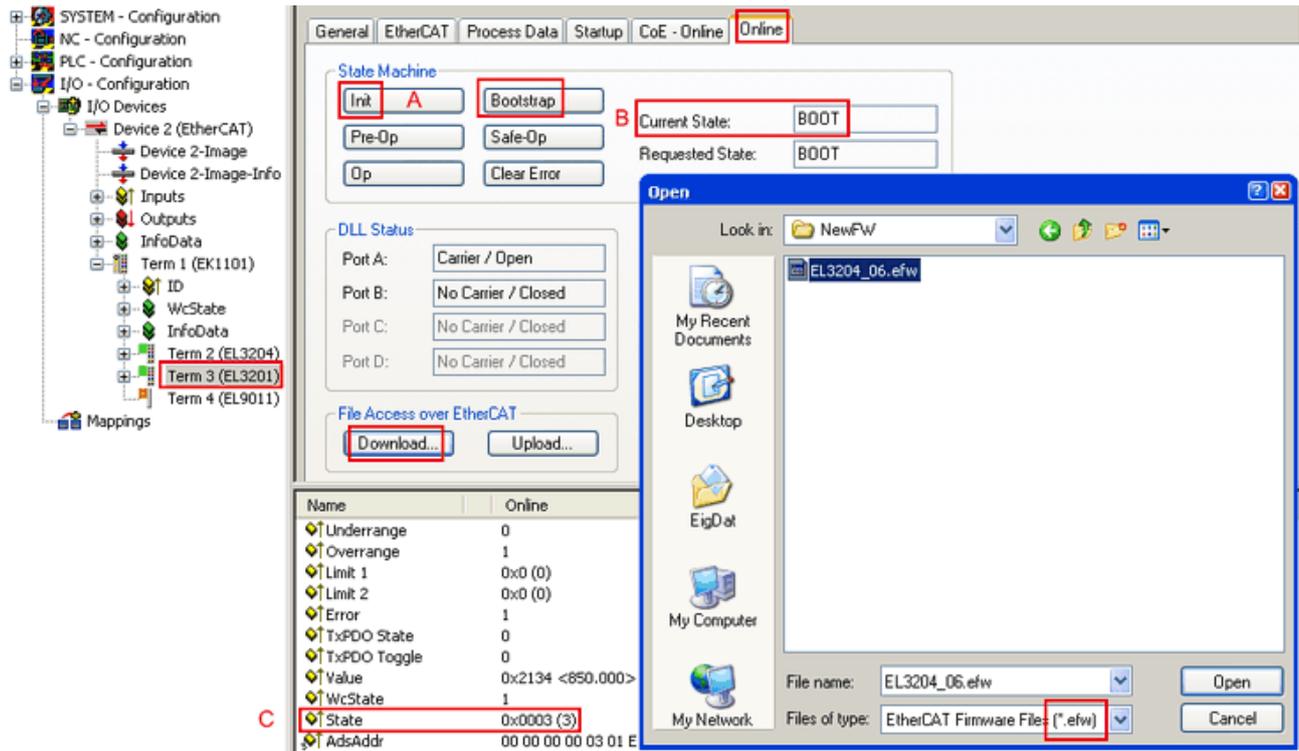
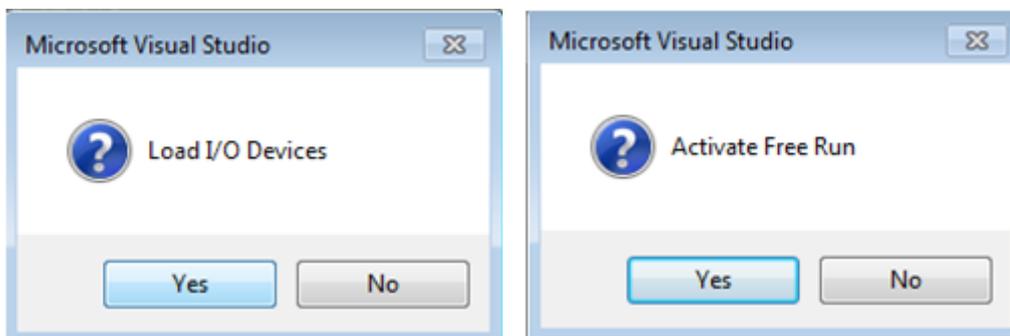


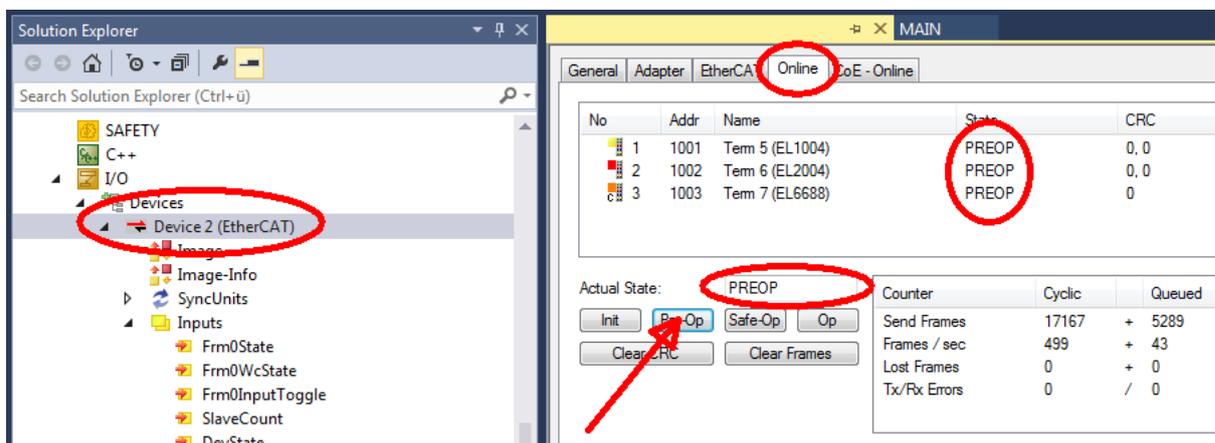
Abb. 170: Firmware Update

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.

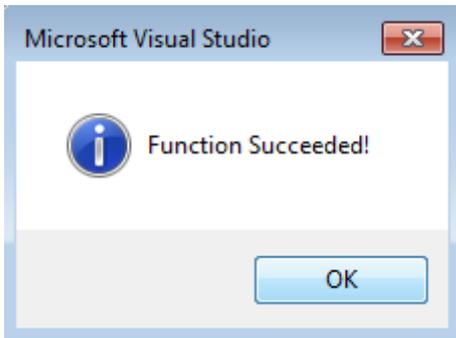
- TwinCAT System in ConfigMode/FreeRun mit Zykluszeit  $\geq 1$  ms schalten (default sind im ConfigMode 4 ms). Ein FW-Update während Echtzeitbetrieb ist nicht zu empfehlen.



- EtherCAT Master in PreOP schalten



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



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

#### 8.1.4 FPGA-Firmware \*.rbf

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

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

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

##### Versionsbestimmung mit dem 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.

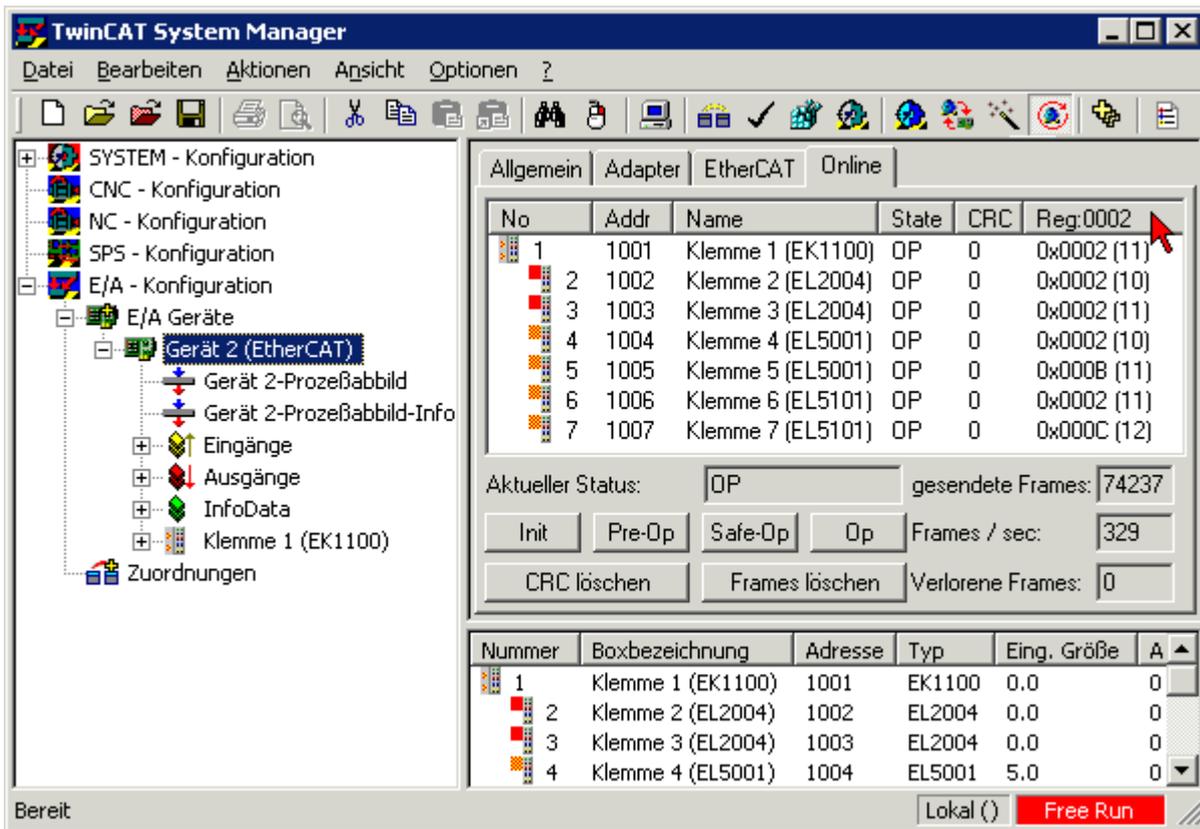


Abb. 171: Versionsbestimmung FPGA-Firmware

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*.

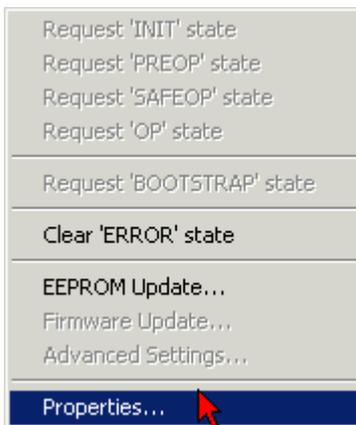
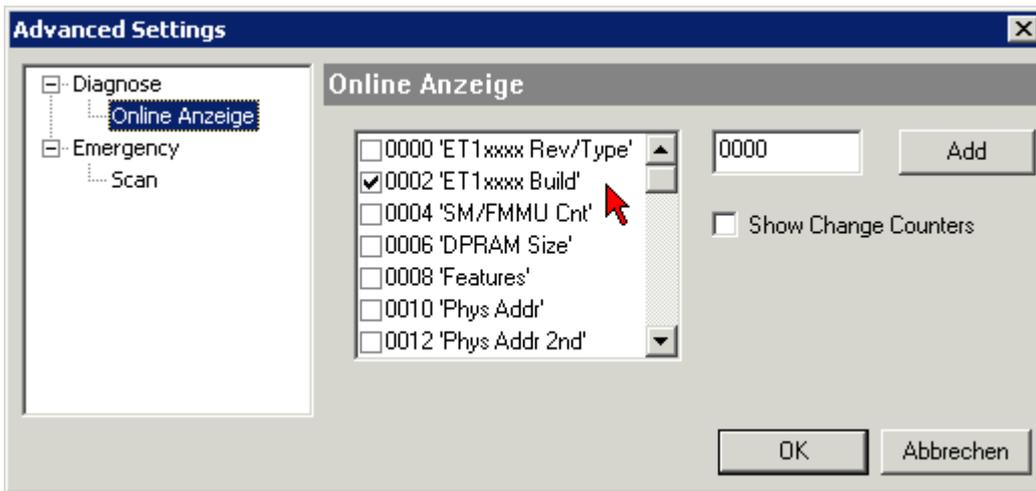


Abb. 172: Kontextmenu *Eigenschaften (Properties)*

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. 173: 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.

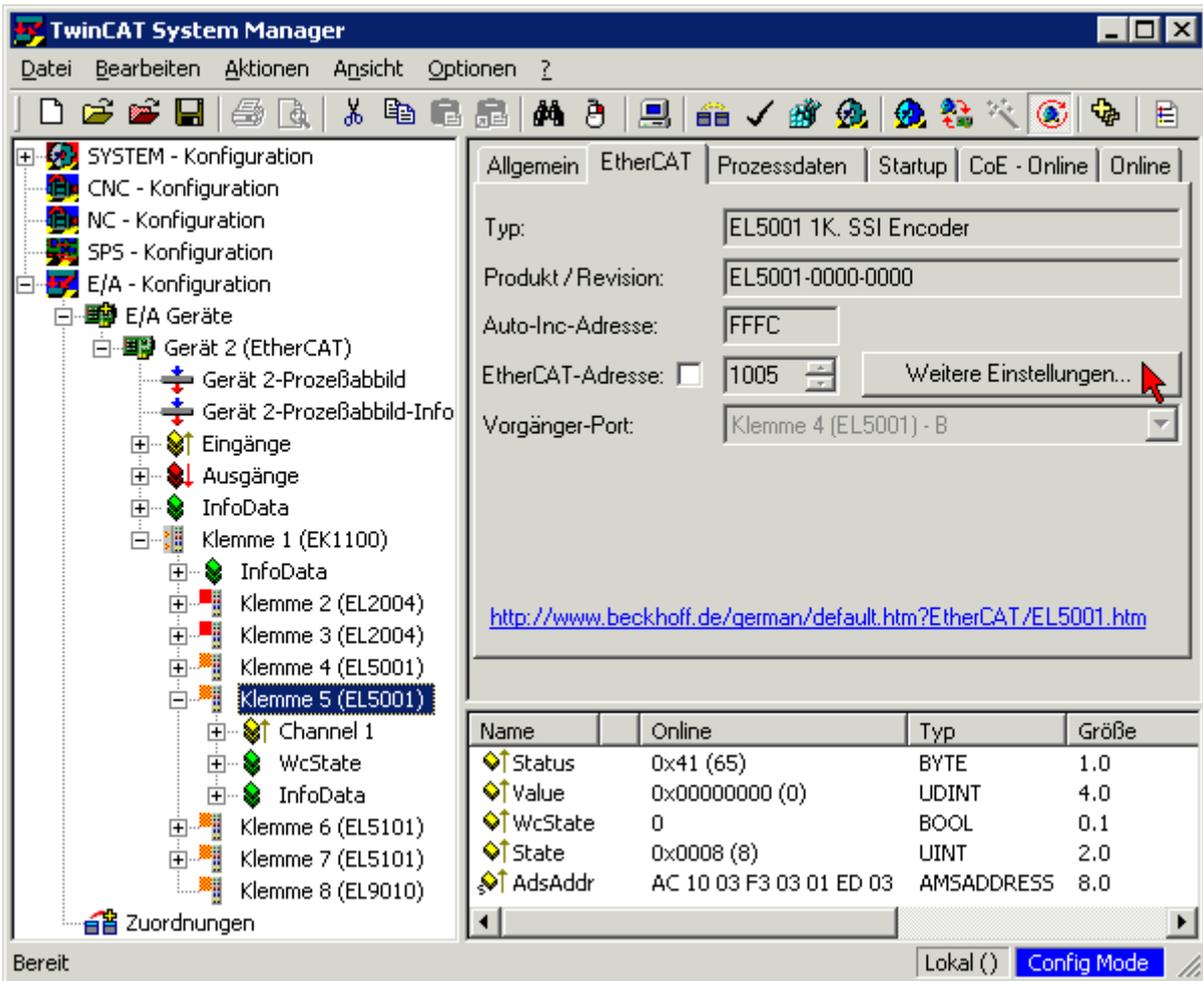
Ältere Firmware-Stände können nur vom Hersteller aktualisiert werden!

### Update eines EtherCAT-Geräts

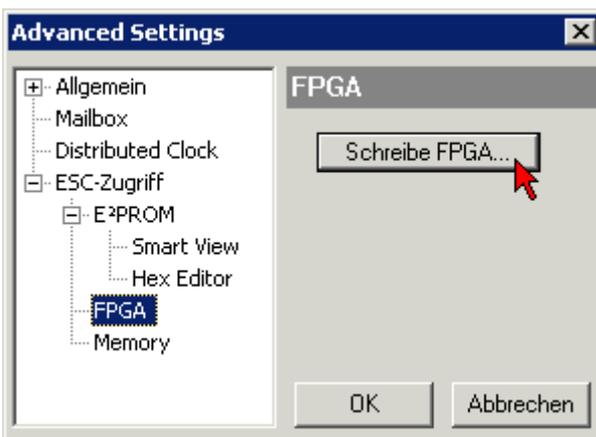
Es ist folgender Ablauf einzuhalten, wenn keine anderen Angaben z. B. durch den Beckhoff Support vorliegen:

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

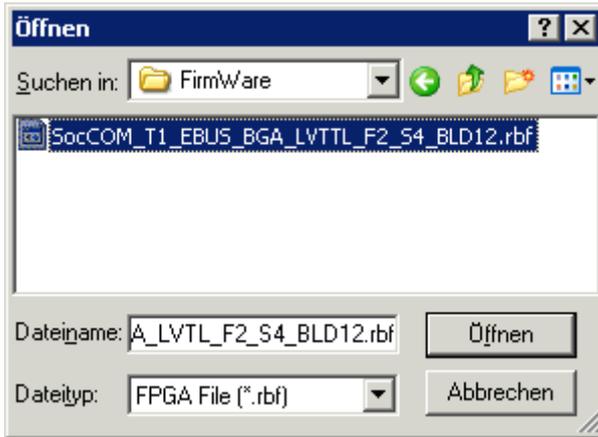
- Wählen Sie im TwinCAT System-Manager die Klemme an, deren FPGA-Firmware Sie aktualisieren möchten (im Beispiel: Klemme 5: EL5001) und klicken Sie auf dem Karteireiter *EtherCAT* auf die Schaltfläche *Weitere Einstellungen*:



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



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



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

### HINWEIS

#### Beschädigung des Gerätes möglich!

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

## 8.1.5 Gleichzeitiges Update mehrerer EtherCAT-Geräte

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

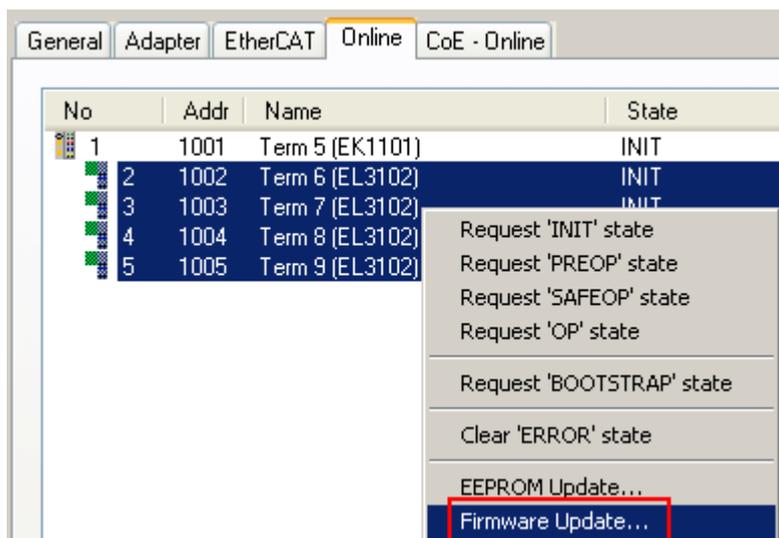


Abb. 174: Mehrfache Selektion und FW-Update

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

## 8.2 Firmware Kompatibilität

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

### Anmerkung

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

### HINWEIS

#### Beschädigung des Gerätes möglich!

Beachten Sie die Hinweise zum Firmware Update auf der [gesonderten Seite \[► 168\]](#). 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!

EL3773			
Hardware (HW)	Firmware (FW)	Revision-Nr.	Releasedatum
00	01	EL3773-0000-0002	2011/08
01 - 06*	02	EL3773-0000-0017	2012/09
	03	EL3773-0000-0018	2012/10
	04		2013/08
	05		2013/08
	06	EL3773-0000-0019	2013/09
	07		2014/12
	08		2015/09
	09	EL3773-0000-0020	2016/05
		EL3773-0000-0021	2016/10
	10*		2017/07

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

### Hinweis zum Firmware-Update EL3773

#### **i** Sekundärspannung nötig für Firmware-Update

Um die Firmware der EL3773 zu ändern, müssen sowohl an der Feldbusseite (E-Bus) als auch auf der Lastseite (Powerkontakte) die zulässigen Betriebsspannungen anliegen. Sonst bleibt die Klemme im INIT\_ERROR bzw. lässt sich nicht in den BOOTSTRAP-Mode schalten.

## 8.3 Wiederherstellen des Auslieferungszustandes

Um den Auslieferungszustand (Werkseinstellungen) der Backup-Objekte bei den ELxxxx-Klemmen wiederherzustellen, kann im TwinCAT System Manger (Config-Modus) das CoE-Objekt *Restore default parameters*, Subindex 001 angewählt werden (s. Abb. *Auswahl des PDO, Restore default parameters*)

The screenshot shows the 'CoE - Online' tab in the TwinCAT System Manager. A table lists various PDO objects. The object '1011:01 SubIndex 001' is selected, and a red arrow points to it. Below the table is a detailed view of the selected object's parameters.

Index	Name	Flags	Wert
1000	Device type	RO	0x00001389 (5001)
1008	Device name	RO	EL5101
1009	Hardware version	RO	09
100A	Software version	RO	10
1011:0	Restore default parameters	RO	> 1 <
1011:01	SubIndex 001	R/W	0x00000000 (0)
1018:0	Identity	RO	> 4 <

Name	Typ	Größe	>Adre...	Ein/Aus	User ID	Verknüpft mit
Status	USINT	1.0	26.0	Eingang	0	
Value	UINT	2.0	27.0	Eingang	0	
Latch	UINT	2.0	29.0	Eingang	0	
WcState	BOOL	0.1	1522.0	Eingang	0	
State	UINT	2.0	1550.0	Eingang	0	
AdsAddr	AMSADDRESS	8.0	1552.0	Eingang	0	
netId	ARRAY [n]...	6.0	1552.0	Eingang	0	

Abb. 175: Auswahl des PDO *Restore default parameters*

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

Alle Backup-Objekte werden so in den Auslieferungszustand zurückgesetzt.

The 'Set Value Dialog' window is shown with the following fields and values:

- Dec: 1684107116
- Hex: 0x64616F6C
- Float: 1684107116
- Bool: 0
- Binär: 6C 6F 61 64
- Bitgröße: 32 (selected)

The 'OK' button is highlighted with a red arrow.

Abb. 176: Eingabe des Restore-Wertes im Set Value Dialog

### ● Alternativer Restore-Wert

**I** Bei einigen Klemmen älterer Bauart lassen sich die Backup-Objekte mit einem alternativen Restore-Wert umstellen: Dezimalwert: 1819238756, Hexadezimalwert: 0x6C6F6164. Eine falsche Eingabe des Restore-Wertes zeigt keine Wirkung!

## 8.4 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](http://www.beckhoff.com)

Dort finden Sie auch weitere Dokumentationen zu Beckhoff Komponenten.

### Beckhoff Support

Der 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](mailto:support@beckhoff.com)

### Beckhoff 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](mailto:service@beckhoff.com)

### Beckhoff Firmenzentrale

Beckhoff Automation GmbH & Co. KG

Hülshorstweg 20  
33415 Verl  
Deutschland

Telefon: +49 5246 963 0  
E-Mail: [info@beckhoff.com](mailto:info@beckhoff.com)  
Internet: [www.beckhoff.com](http://www.beckhoff.com)



Mehr Informationen:  
[www.beckhoff.de/EL3773](http://www.beckhoff.de/EL3773)

Beckhoff Automation GmbH & Co. KG  
Hülshorstweg 20  
33415 Verl  
Deutschland  
Telefon: +49 5246 9630  
[info@beckhoff.com](mailto:info@beckhoff.com)  
[www.beckhoff.com](http://www.beckhoff.com)

