

Dokumentation | DE

# EL33xx-00x0

Analog Eingangsklemmen Thermoelement (1, 2, 4 Kanal, Drahtbrucherken-  
nung)





# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Vorwort</b> .....	<b>7</b>
1.1	Produktübersicht Analoge Eingangsklemmen Thermoelement.....	7
1.2	Hinweise zur Dokumentation.....	8
1.3	Sicherheitshinweise.....	9
1.4	Ausgabestände der Dokumentation.....	10
1.5	Versionsidentifikation von EtherCAT-Geräten.....	12
1.5.1	Allgemeine Hinweise zur Kennzeichnung.....	12
1.5.2	Versionsidentifikation von EL Klemmen.....	12
1.5.3	Beckhoff Identification Code (BIC).....	13
1.5.4	Elektronischer Zugriff auf den BIC (eBIC).....	15
<b>2</b>	<b>Produktbeschreibung</b> .....	<b>17</b>
2.1	EL3311.....	17
2.1.1	Einführung.....	17
2.1.2	Technische Daten.....	18
2.1.3	Anschlussbelegung.....	33
2.1.4	Anzeigen, Diagnose.....	34
2.2	EL3312.....	35
2.2.1	Einführung.....	35
2.2.2	Technische Daten.....	36
2.2.3	Anschlussbelegung.....	51
2.2.4	Anzeigen, Diagnose.....	52
2.3	EL3314.....	53
2.3.1	Einführung.....	53
2.3.2	Technische Daten.....	54
2.3.3	Anschlussbelegung.....	70
2.3.4	Anzeige, Diagnose.....	71
2.4	EL3314-0002.....	72
2.4.1	Einführung.....	72
2.4.2	Technische Daten.....	74
2.4.3	Anschlussbelegung.....	89
2.4.4	Anzeige, Diagnose.....	90
2.5	EL3314-0010.....	91
2.5.1	Einführung.....	91
2.5.2	Technische Daten.....	93
2.5.3	Anschlussbelegung.....	108
2.5.4	Anzeige, Diagnose.....	109
2.6	EL3314-0020.....	110
2.6.1	Einführung.....	110
2.6.2	Technische Daten.....	112
2.6.3	Anschlussbelegung.....	127
2.6.4	Anzeige, Diagnose.....	128
2.7	EL3314-0030.....	129
2.7.1	Einführung.....	129
2.7.2	Technische Daten.....	131

2.7.3	Anschlussbelegung.....	146
2.7.4	Anzeige, Diagnose.....	147
2.8	EL3314-0090.....	148
2.8.1	Einführung.....	148
2.8.2	Technische Daten.....	150
2.8.3	Anschlussbelegung.....	166
2.8.4	Anzeige, Diagnose.....	167
2.9	EL3318.....	168
2.9.1	Einführung.....	168
2.9.2	Technische Daten.....	169
2.9.3	Anschlussbelegungen.....	186
2.9.4	Anzeige, Diagnose.....	187
2.10	Technologie "Temperaturmessung mit Thermoelementen".....	188
2.10.1	Grundlagen der Thermoelement-Technologie.....	188
2.10.2	Thermoelement Messung mit Beckhoff.....	197
2.11	Verwendung EL33xx im TwinCAT System Manager.....	200
2.12	Hinweise zu Kennzeichnungen, Zulassungen und Kalibrierzertifikaten.....	201
2.12.1	Hinweis zu Beckhoff Kalibrierzertifikaten.....	201
2.12.2	UL-Hinweise.....	203
2.12.3	ATEX - Besondere Bedingungen (Standardtemperaturbereich).....	204
2.12.4	ATEX - Besondere Bedingungen (erweiterter Temperaturbereich).....	205
2.12.5	Weiterführende Dokumentation zu ATEX und IECEx.....	206
2.12.6	IECEx - Besondere Bedingungen.....	207
2.12.7	cFMus - Besondere Bedingungen.....	208
2.12.8	Weiterführende Dokumentation zu cFMus.....	209
2.13	Start.....	210
2.14	Ähnliche Produkte.....	210
2.14.1	Thermoelement (TC).....	210
<b>3</b>	<b>Grundlagen der Kommunikation.....</b>	<b>212</b>
3.1	EtherCAT-Grundlagen.....	212
3.2	EtherCAT-Verkabelung - Drahtgebunden.....	212
3.3	Allgemeine Hinweise zur Watchdog-Einstellung.....	213
3.4	EtherCAT State Machine.....	215
3.5	CoE-Interface.....	217
3.6	Distributed Clock.....	222
<b>4</b>	<b>Montage und Verdrahtung.....</b>	<b>223</b>
4.1	Sicherheitshinweise.....	223
4.2	Umgebungsbedingungen.....	223
4.3	Transportvorgaben / Lagerung.....	223
4.4	Schaltschrank / Klemmenkasten.....	223
4.5	Hinweise zum ESD-Schutz.....	224
4.6	Tragschienenmontage.....	224
4.7	Montagevorschriften für erhöhte mechanische Belastbarkeit.....	227
4.8	Anschluss.....	228
4.8.1	Anschlusstechnik.....	228

4.8.2	Verdrahtung .....	230
4.8.3	Schirmung.....	231
4.9	Anschlusshinweise zu geerdeten/potenzialfreien Thermoelementen.....	231
4.10	Positionierung von passiven Klemmen.....	233
4.11	Einbaulagen 331x-0000.....	233
4.12	Vorgeschriebene Einbaulage EL3314-0002/ EL3314-0010 .....	235
<b>5</b>	<b>Inbetriebnahme .....</b>	<b>237</b>
5.1	TwinCAT Quickstart.....	237
5.1.1	TwinCAT 2 .....	240
5.1.2	TwinCAT 3 .....	250
5.2	TwinCAT Entwicklungsumgebung .....	263
5.2.1	Installation TwinCAT Realtime Treiber .....	264
5.2.2	Hinweise ESI-Gerätebeschreibung.....	269
5.2.3	TwinCAT ESI Updater .....	273
5.2.4	Unterscheidung Online/Offline .....	273
5.2.5	OFFLINE Konfigurationserstellung .....	274
5.2.6	ONLINE Konfigurationserstellung.....	279
5.2.7	EtherCAT Teilnehmerkonfiguration .....	287
5.2.8	Import/Export von EtherCAT-Teilnehmern mittels SCI und XTI .....	297
5.3	Allgemeine Inbetriebnahmehinweise des EtherCAT Slaves .....	304
5.4	TwinSAFE SC.....	313
5.4.1	TwinSAFE SC - Funktionsprinzip .....	313
5.4.2	TwinSAFE SC - Konfiguration .....	313
5.5	Prozessdaten.....	317
5.5.1	Sync Manager.....	317
5.5.2	Prozessdatenvorauswahl (Predefined PDOs) .....	318
5.5.3	Datenverarbeitung .....	320
5.5.4	TwinSAFE SC Prozessdaten EL3314-0090 .....	320
5.6	Kurzanleitung zur Inbetriebnahme / Schnellstart.....	321
5.6.1	Hinweise für die Inbetriebnahme .....	321
5.6.2	Inbetriebnahme der Temperatur- oder Spannungsmessung.....	321
5.7	Einstellungen .....	323
5.7.1	Darstellung (Presentation), Index 0x80n0:02 .....	323
5.7.2	Siemens Bits, Index 0x80n0:05 .....	323
5.7.3	Underrange, Ovrerrange.....	324
5.7.4	Notch- Filter (Wandlungszeiten) .....	324
5.7.5	Limit 1 und Limit 2.....	325
5.7.6	Kalibrierung.....	325
5.7.7	Producer Codeword.....	327
5.8	Betrieb mit externer Vergleichsstelle .....	328
5.9	Beeinflussung durch störende Geräte .....	331
5.10	Drahtbruchererkennung.....	331
5.11	Objektbeschreibung und Parameterisierung .....	332
5.11.1	Restore Objekt.....	332
5.11.2	EL3311 - Objektbeschreibung und Parametrierung .....	333
5.11.3	EL3312 - Objektbeschreibung und Parametrierung .....	341

5.11.4	EL3314 - Objektbeschreibung und Parametrierung .....	349
5.11.5	EL3314-0002 - Objektbeschreibung und Parametrierung .....	357
5.11.6	EL3314-0010, EL3314-0020, EL3314-0030 - Objektbeschreibung und Parametrierung .....	365
5.11.7	EL3314-0090 - Objektbeschreibung und Parametrierung .....	373
5.11.8	EL3318 - Objektbeschreibung und Parametrierung .....	382
5.12	Status-Wort.....	389
5.13	Grundlagen zu Signaltrennern, Barrieren.....	393
5.14	Hinweise zu analogen Spezifikationen .....	395
5.14.1	Messbereichsendwert (MBE).....	395
5.14.2	Messfehler/ Messabweichung .....	395
5.14.3	Temperaturkoeffizient tk [ppm/K] .....	396
5.14.4	Langzeiteinsatz.....	397
5.14.5	Typisierung SingleEnded / Differentiell.....	397
5.14.6	Gleichtaktspannung und Bezugsmasse (bezogen auf Differenzeingänge).....	402
5.14.7	Spannungsfestigkeit .....	402
5.14.8	Zeitliche Aspekte der analog/digital Wandlung.....	403
<b>6</b>	<b>Anhang .....</b>	<b>406</b>
6.1	Beispielprogramm zur individuellen Temperaturberechnung in der PLC .....	406
6.2	EtherCAT AL Status Codes .....	409
6.3	Firmware Update EL/ES/ELM/EM/EPxxxx .....	409
6.3.1	Gerätebeschreibung ESI-File/XML .....	410
6.3.2	Erläuterungen zur Firmware .....	413
6.3.3	Update Controller-Firmware *.efw .....	414
6.3.4	FPGA-Firmware *.rbf .....	416
6.3.5	Gleichzeitiges Update mehrerer EtherCAT-Geräte .....	420
6.4	Firmware Kompatibilität .....	421
6.5	Wiederherstellen des Auslieferungszustandes.....	423
6.6	Support und Service .....	424

# 1 Vorwort

## 1.1 Produktübersicht Analoge Eingangsklemmen Thermoelement

[EL3311](#) [[▶ 17](#)]

1-Kanal Eingangsklemme für Thermoelemente

[EL3312](#) [[▶ 35](#)]

2-Kanal Eingangsklemme für Thermoelemente

[EL3314](#) [[▶ 53](#)]

4-Kanal Eingangsklemme für Thermoelemente

[EL3314-0002](#) [[▶ 72](#)]

4-Kanal-Eingangsklemme, Thermoelement, hochpräzise, galvanisch getrennt

[EL3314-0010](#) [[▶ 91](#)]

4-Kanal Eingangsklemme für Thermoelemente, hochpräzise

[EL3314-0020](#) [[▶ 110](#)]

4-Kanal Eingangsklemme für Thermoelemente, hochpräzise, mit [Werkskalibrierzertifikat](#) [[▶ 201](#)]

[EL3314-0030](#) [[▶ 129](#)]

4-Kanal Eingangsklemme für Thermoelemente, hochpräzise, mit [externem Kalibrierzertifikat](#) [[▶ 201](#)]

[EL3314-0090](#) [[▶ 148](#)]

4 - Kanal Eingangsklemme für Thermoelemente, TwinSAFE Single Channel

[EL3318](#) [[▶ 168](#)]

8 - Kanal HD-Eingangsklemme für Thermoelemente

## 1.2 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.



## 1.3 Sicherheitshinweise

### Sicherheitsbestimmungen

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

### Haftungsausschluss

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

### Qualifikation des Personals

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

### 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.

## 1.4 Ausgabestände der Dokumentation

Version	Kommentar
5.1	- Update-Kapitel „Objektbeschreibung und Parameterisierung“ - Update Revisionsstatus - Strukturupdate
5.0	- Strukturupdate - Update Kapitel "Technische Daten" - Update Kapitel „Versionsidentifikation“
4.9	- Strukturupdate - Update Kapitel "Technische Daten", Spezifikationen ergänzt - EL3314-0030 ergänzt
4.8	- Strukturupdate - Update Kapitel "Technische Daten" - EL3314-0020 ergänzt - Update Kapitel „Technologie "Temperaturmessung mit Thermoelementen"“
4.7	- Strukturupdate: Kapitel „Einführung“
4.6	- Update Kapitel „Technische Daten“ - Kapitel „Inbetriebnahme“: Unterkapitel „Grundlagen zu Signaltrennern, Barrieren“ eingefügt - Update Kapitel „Objektbeschreibung und Parametrierung“ - Strukturupdate
4.5	- Update Kapitel „Technische Daten“ - Strukturupdate
4.4	- Update Kapitel „UL-Hinweise“ - Update Kapitel „Firmware Kompatibilität“ - Strukturupdate
4.3	- Update Kapitel "Betrieb mit externer Vergleichsstelle" - Update Revisionsstand - Strukturupdate
4.2	- Update Kapitel "Technische Daten" - Update Kapitel "Drahtbruchererkennung" - Update Kapitel "TwinSAFE SC" - Update Revisionsstand
4.1	- Update Kapitel "Technische Daten"
4.0	- EL3314-0002 ergänzt - Update Kapitel "Technische Daten" - Beispielprogramm ergänzt
3.9	- Update Kapitel „Inbetriebnahme“ - Update Kapitel „Objektbeschreibung und Parametrierung“
3.8	- Update Kapitel „Objektbeschreibung und Parametrierung“ - Strukturupdate - Update Revisionsstand
3.7	- EL3314-0090 ergänzt - Update Kapitel "Technische Daten" - Update Revisionsstand
3.6	- Update Kapitel "Technische Daten" - Hinweis zum ESD-Schutz eingefügt - Update Kapitel "Hinweise zu analogen Spezifikationen" - Update Revisionsstand
3.5	- Update Kapitel „Objektbeschreibung und Parametrierung“ - Externe Kaltstellenkompensation für die EL3314-0010 als vorhanden kenntlich gemacht
3.4	- Update Kapitel "Hinweise zur Dokumentation" - Korrektur Technische Daten - Kapitel "TwinCAT Quick Start" eingefügt - Update Revisionsstand
3.3	- Ergänzung Kapitel „Betrieb mit externer Vergleichsstelle“ - Struktur- Update - Update Revisionsstand
3.2	- Ergänzung Kapitel „Analogtechnische Hinweise – Spezifikationen“ - Update Kapitel „Technische Daten“ - Update Revisionsstand
3.1	- Update Kapitel „Technische Daten“ - Update Revisionsstand

Version	Kommentar
3.0	- Erste Veröffentlichung im PDF – Format - Strukturupdate - Korrekturen Kapitel "Berechnung der Prozessdaten"
2.6	- Update Kapitel "Technische Daten" - Kapitel "Montagehinweise bei erhöhter mechanischer Belastbarkeit" ergänzt - Strukturupdate - Update Revisionsstand
2.5	- Update Kapitel "LEDs und Anschlussbelegung" - Update Revisionsstand
2.4	- Update Kapitel "Prozessdaten" - Update Kapitel "Technische Daten"
2.3	- Update Kapitel "Technische Daten"
2.2	- Update Kapitel "Objektbeschreibung" und "Technische Daten"
2.1	- EL3314-0010 hinzugefügt - Update Kapitel "Prozessdaten"
2.0	- EL3318 hinzugefügt - Technische Daten aktualisiert - Update Kapitel "Prozessdaten"
1.9	- Technische Daten aktualisiert - Neue Struktur
1.8	- Technische Hinweise ergänzt
1.7	- Technische Hinweise ergänzt
1.6	- Technische Hinweise ergänzt
1.5	- Technische Hinweise ergänzt
1.4	- Ergänzungen Technische Daten und CoE Objekte
1.3	- Anschlussbilder geändert
1.2	- Technische Daten ergänzt
1.1	- Technische Daten ergänzt (CoE Objekte)
1.0	- Technische Daten ergänzt, erste Veröffentlichung
0.1	- Vorläufige Dokumentation für EL33xx

## 1.5 Versionsidentifikation von EtherCAT-Geräten

### 1.5.1 Allgemeine Hinweise zur Kennzeichnung

#### 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.

### 1.5.2 Versionsidentifikation von EL Klemmen

Als Seriennummer/Date Code bezeichnet Beckhoff im IO-Bereich im Allgemeinen die 8-stellige Nummer, die auf dem Gerät aufgedruckt oder 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

Ser. Nr.: 12063A02: 12 - Produktionswoche 12 06 - Produktionsjahr 2006 3A - Firmware-Stand 3A 02 - Hardware-Stand 02



Abb. 1: EL2872 mit Revision 0022 und Seriennummer 01200815

### 1.5.3 Beckhoff Identification Code (BIC)

Der Beckhoff Identification Code (BIC) wird vermehrt auf Beckhoff-Produkten zur eindeutigen Identitätsbestimmung des Produkts aufgebracht. Der BIC ist als Data Matrix Code (DMC, Code-Schema ECC200) dargestellt, der Inhalt orientiert sich am ANSI-Standard MH10.8.2-2016.

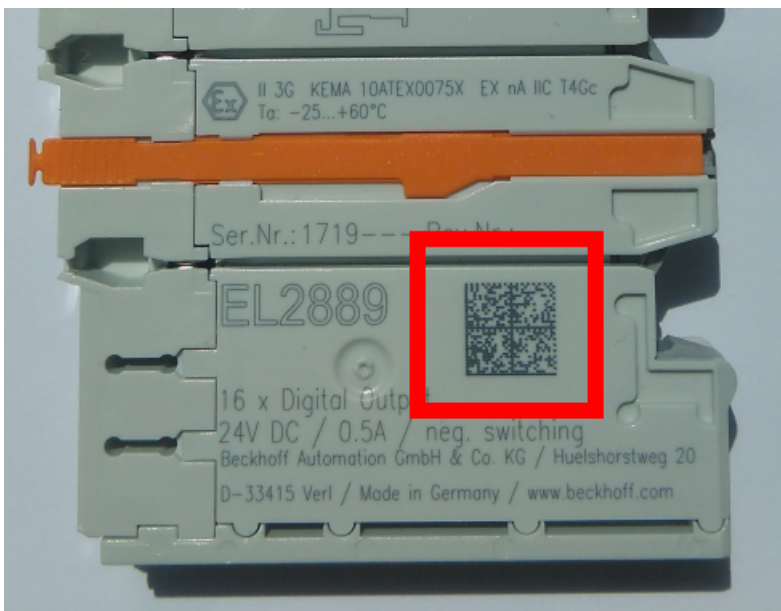


Abb. 2: BIC als Data Matrix Code (DMC, Code-Schema ECC200)

Die Einführung des BIC erfolgt schrittweise über alle Produktgruppen hinweg. Er ist je nach Produkt an folgenden Stellen zu finden:

- auf der Verpackungseinheit
- direkt auf dem Produkt (bei ausreichendem Platz)
- auf Verpackungseinheit und Produkt

Der BIC ist maschinenlesbar und enthält Informationen, die auch kundenseitig für Handling und Produktverwaltung genutzt werden können.

Jede Information ist anhand des so genannten Datenidentifikators (ANSI MH10.8.2-2016) eindeutig identifizierbar. Dem Datenidentifikator folgt eine Zeichenkette. Beide zusammen haben eine maximale Länge gemäß nachstehender Tabelle. Sind die Informationen kürzer, werden sie um Leerzeichen ergänzt.

Folgende Informationen sind möglich, die Positionen 1 bis 4 sind immer vorhanden, die weiteren je nach Produktfamilienbedarf:

Pos-Nr.	Art der Information	Erklärung	Datenidentifikator	Anzahl Stellen inkl. Datenidentifikator	Beispiel
1	Beckhoff-Artikelnummer	<b>Beckhoff - Artikelnummer</b>	1P	8	1P072222
2	Beckhoff Traceability Number (BTN)	<b>Eindeutige Seriennummer, Hinweis s. u.</b>	S	12	SBTNk4p562d7
3	Artikelbezeichnung	<b>Beckhoff Artikelbezeichnung, z. B. EL1008</b>	1K	32	1KEL1809
4	Menge	<b>Menge in Verpackungseinheit, z. B. 1, 10...</b>	Q	6	Q1
5	Chargennummer	Optional: Produktionsjahr und -woche	2P	14	2P401503180016
6	ID-/Seriennummer	Optional: vorheriges Seriennummer-System, z. B. bei Safety-Produkten oder kalibrierten Klemmen	51S	12	51S678294
7	Variante	Optional: Produktvarianten-Nummer auf Basis von Standardprodukten	30P	32	30PF971, 2*K183
...					

Weitere Informationsarten und Datenidentifikatoren werden von Beckhoff verwendet und dienen internen Prozessen.

### Aufbau des BIC

Beispiel einer zusammengesetzten Information aus den Positionen 1 bis 4 und dem o.a. Beispielwert in Position 6. Die Datenidentifikatoren sind in Fettschrift hervorgehoben:

**1P072222SBTNk4p562d71KEL1809 Q1 51S678294**

Entsprechend als DMC:



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

### BTN

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

#### HINWEIS

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

## 1.5.4 Elektronischer Zugriff auf den BIC (eBIC)

### Elektronischer BIC (eBIC)

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

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

### K-Bus Geräte (IP20, IP67)

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

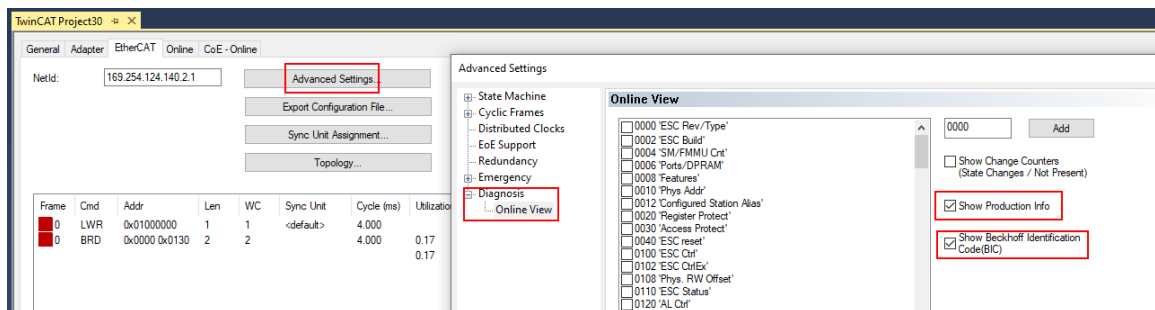
### EtherCAT Geräte (P20, IP67)

Alle Beckhoff EtherCAT Geräte haben ein sogenanntes ESI-EEPROM, das die EtherCAT-Identität mit der Revision beinhaltet. Darin wird die EtherCAT-Slave-Information gespeichert, umgangssprachlich auch als ESI/XML-Konfigurationsdatei für den EtherCAT-Master bekannt. Zu den Zusammenhängen siehe die entsprechenden Kapitel im EtherCAT-Systemhandbuch (Kapitel 3).

In das ESI-EEPROM wird auch die eBIC gespeichert. Die Einführung des eBIC in die Beckhoff IO Produktion (Klemmen, Boxen) erfolgt ab 2020; mit einer weitgehenden Umsetzung ist in 2021 zu rechnen.

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

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



- Die BTN und Inhalte daraus werden dann angezeigt:

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

- Hinweis: ebenso können wie in der Abbildung zu sehen die seit 2012 programmierten Produktionsdaten HW-Stand, FW-Stand und Produktionsdatum per „Show Production Info“ angezeigt werden.
- Bei EtherCAT Geräten mit CoE-Verzeichnis kann zusätzlich das Objekt 0x10E2:01 zur Anzeige der eigenen eBIC genutzt werden, hier kann auch die PLC einfach auf die Information zugreifen:

- Das Gerät muss zum Zugriff in SAFEOP/OP sein:

Index	Name	Flags	Value
1000	Device type	RO	0x015E1389 (22942601)
1008	Device name	RO	ELM3704-0000
1009	Hardware version	RO	00
100A	Software version	RO	01
100B	Bootloader version	RO	J0.1.27.0
1011:0	Restore default parameters	RO	> 1 <
1018:0	Identity	RO	> 4 <
10E2:0	Manufacturer-specific Identification C...	RO	> 1 <
10E2:01	SubIndex 001	RO	1P158442SBTN0008jkep1KELM3704 Q1 2P482001000016
10F0:0	Backup parameter handling	RO	> 1 <
10F3:0	Diagnosis History	RO	> 21 <
10F8	Actual Time Stamp	RO	0x170fb277e

- Das Objekt 0x10E2 wird in Bestandsprodukten vorrangig im Zuge einer notwendigen Firmware-Überarbeitung eingeführt.
- Hinweis: bei elektronischer Weiterverarbeitung ist die BTN als String(8) zu behandeln, der Identifier „SBTN“ ist nicht Teil der BTN.
- Technischer Hintergrund  
Die neue BIC Information wird als Category zusätzlich bei der Geräteproduktion ins ESI-EEPROM geschrieben. Die Struktur des ESI-Inhalts ist durch ETG Spezifikationen weitgehend vorgegeben, demzufolge wird der zusätzliche herstellereigene Inhalt mithilfe einer Category nach ETG.2010 abgelegt. Durch die ID 03 ist für alle EtherCAT Master vorgegeben, dass sie im Updatefall diese Daten nicht überschreiben bzw. nach einem ESI-Update die Daten wiederherstellen sollen. Die Struktur folgt dem Inhalt des BIC, siehe dort. Damit ergibt sich ein Speicherbedarf von ca. 50..200 Byte im EEPROM.
- Sonderfälle
  - Sind mehrere ESC in einem Gerät verbaut die hierarchisch angeordnet sind, trägt nur der TopLevel ESC die eBIC Information.
  - Sind mehrere ESC in einem Gerät verbaut die nicht hierarchisch angeordnet sind, tragen alle ESC die eBIC Information gleich.
  - Besteht das Gerät aus mehreren Sub-Geräten mit eigener Identität, aber nur das TopLevel-Gerät ist über EtherCAT zugänglich, steht im CoE-Objekt-Verzeichnis 0x10E2:01 die eBIC des TopLevel-Geräts, in 0x10E2:nn folgen die eBIC der Sub-Geräte.

### Profibus/Profinet/DeviceNet... Geräte

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



## 2 Produktbeschreibung

### 2.1 EL3311

#### 2.1.1 Einführung

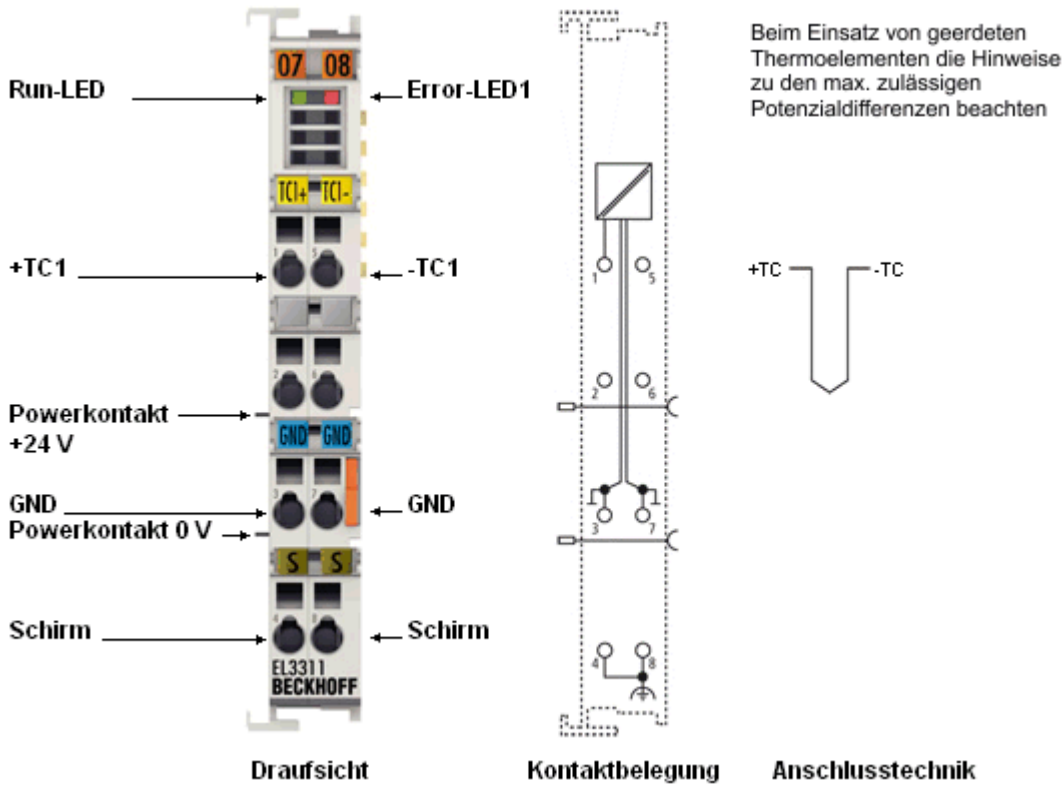


Abb. 4: EL3311

#### 1-Kanal Analog-Eingangsklemmen für Thermoelemente mit Drahtbruchererkennung

Die analoge Eingangsklemme EL3311 erlaubt den direkten Anschluss von Thermoelementen. Die Schaltung der EtherCAT-Klemmen kann Thermoelement-Sensoren in 2-Leitertechnik betreiben. Die Linearisierung über den gesamten Temperaturbereich wird durch einen Mikroprozessor realisiert. Der Temperaturbereich ist frei wählbar. Drahtbruch wird durch Error-LEDs signalisiert. Die Kaltstellenkompensation erfolgt durch interne Temperaturmessung an den Klemmen. Mit den EL33xx ist auch mV-Messung möglich.

#### Quick-Links

- [EtherCAT Funktionsgrundlagen](#)
- [Technologie EL33xx \[► 188\]](#)
- [CoE-Objektbeschreibung und Parametrierung \[► 333\]](#)
- [Prozessdaten und Betriebsmodi \[► 317\]](#)

## 2.1.2 Technische Daten

### 2.1.2.1 Allgemeine technische Daten

Analoge Eingänge	EL3311
Anzahl Eingänge	1
Thermoelement-Sensortypen, Messgrößen	Typ B, C, E, J, K, L, N, R, S, T, U (Voreinstellung: Typ K), mV-Messung
Anschlusstechnik	2-Leiter
Max. Leitungslänge zum Thermoelement	30 m (ohne Schutzmaßnahmen), bei größeren Kabellängen ist ein geeigneter Überspannungsschutz (Surge-Protection) vorzusehen
Auflösung	Intern 16 Bit
Wandlungszeit	ca. 750 ms bis 20 ms, je nach Konfiguration und Filtereinstellung, Default: ca. 75 ms
Grenzfrequenz Eingangsfiler	1 kHz typ.
Softwarefilter	5 Hz...30 kHz, einstellbar, Notch-Charakteristik; Voreinstellung: deaktiviert
Drahtbruchererkennung	ja
Unterstützt Funktion <code>NoCoeStorage</code> [► 218]	ja, ab Firmware 01

Spannungsmessung	EL3311
Messbereich, technisch nutzbar	ca. $\pm 78$ mV
Messbereiche (nominell) und Auflösung	$\pm 30$ mV (1 $\mu$ V pro Digit, somit max. 32,768 mV darstellbar) $\pm 60$ mV (2 $\mu$ V pro Digit, somit max. 65,536 mV darstellbar) $\pm 75$ mV (4 $\mu$ V pro Digit, somit max. 131 mV darstellbar, techn. Nutzbaren Messbereich beachten) Die Messbereiche 30 und 60 mV sind in Software ausgeführt zur Erhöhung der Auflösung und nutzen immer denselben elektrischen Messbereich von $\pm 75$ mV.
Messunsicherheit	Siehe <a href="#">Messung <math>\pm 30</math> mV...<math>\pm 75</math> mV</a> [► 20]

Temperaturmessung	EL3311
Verwendeter elektr. Messbereich	$\pm 75$ mV
Messbereiche	Typ B: +600...+1800 °C Typ C: 0...+2320 °C Typ E: -100...+1000 °C Typ J: -100...+1200 °C Typ K: -200...+1370 °C (Voreingestellt) Typ L: 0...+900 °C Typ N: -100...+1300 °C Typ R: 0...+1767 °C Typ S: 0...+1760 °C Typ T: -200...+400 °C Typ U: 0...+600 °C
Auflösung	Temperaturdarstellung 0,1/0,01 °C pro Digit, Voreinstellung 0,1 °C Hinweis: intern wird mit 16 Bit auf den Messbereichsendwert gerechnet, je nach eingestelltem Thermoelement kommt es also bei „Auflösung 0,01 °C“ zu Wertesprünge $>0,01$ °C; z.B. Typ K: ca. 0,04 °C
Messunsicherheit	Siehe <a href="#">Messung Thermoelemente</a> [► 21]

Versorgung und Potentiale		EL3311
Spannungsversorgung für Elektronik		über den E-Bus
Stromaufnahme aus dem E-Bus		typ. 200 mA
Differenzspannung zwischen +TC und -TC	Empfohlener Einsatzbereich	jew. Messbereich
	Zerstörgrenze kurzzeitig/dauerhaft	±15 V
Max. Potential der verdrehten TC-Enden untereinander (nicht isolierte/geerdete TC)	Empfohlener Einsatzbereich	±10 V innerhalb $U_{CM}$ -Grenzen (CommonMode-Spannung)
	Zerstörgrenze kurzzeitig/dauerhaft	±15 V
Max. Potential $U_{CM}$ (CommonMode-Spannung) der verdrehten TC gegen GND	Empfohlener Einsatzbereich	±5 V
	Zerstörgrenze kurzzeitig/dauerhaft	±15 V
Max. Potenzial verdrehte TC oder GND gegen SGND oder 0V-Power	Empfohlener Einsatzbereich	±30 V
	Zerstörgrenze kurzzeitig/dauerhaft	±50 V
Potentialtrennung: Max Potential verdrehte TC oder GND gegen Busseite	Empfohlener Einsatzbereich und Zerstörgrenze kurzzeitig/dauerhaft	500 V

Kommunikation		EL3311
Konfiguration		über TwinCAT System Manager
Breite im Prozessabbild		max. 4 Byte Input, max. 2 Byte Output
Distributed Clocks		-

Umgebungsbedingungen		EL3311
zulässiger Umgebungstemperatur-bereich im Betrieb		-25°C ... +60°C (erweiterter Temperaturbereich), ab Firmware 06
zulässiger Umgebungstemperatur-bereich bei Lagerung		-40°C ... +85°C
zulässige relative Luftfeuchtigkeit		95%, keine Betauung

Allgemeine Daten		EL3311
Abmessungen (B x H x T)		ca. 15 mm x 100 mm x 70 mm (Breite angereicht: 12 mm)
Gewicht		ca. 60 g
Montage [► 223]		auf 35 mm Tragschiene nach EN 60715
Einbaulage		beliebig

Erweiterte Eigenschaften		EL3311
Steckbare Anschlussebene		-
Galvanische Trennung		-
TwinSAFE SC		-
Kalibrierzertifikat		-

Normen und Zulassungen		EL3311
Schutzart		IP20
Vibrations- / Schockfestigkeit		gemäß EN 60068-2-6 / EN 60068-2-27, siehe auch Montagevorschriften für Klemmen mit erhöhter mechanischer Belastbarkeit [► 227]
EMV-Festigkeit / Aussendung		gemäß EN 61000-6-2 / EN 61000-6-4
Kennzeichnung / Zulassung		CE, UKCA, EAC ATEX [► 205] cULus [► 203]

**Ex-Kennzeichnung**

Standard	Kennzeichnung
ATEX	II 3 G Ex nA IIC T4 Gc

## 2.1.2.2 Messung $\pm 30$ mV... $\pm 75$ mV

### Spezifikation $\pm 30$ mV

Hinweis: dieser Messbereich ist kein eigener elektrischer Messbereich sondern ein digitaler Ausschnitt des 75mV-Messbereichs

Messung Modus		$\pm 30$ mV
Messbereich, nominell		-30...+30 mV
Messbereich, Endwert (MBE)		30 mV
PDO Auflösung		1 $\mu$ V / digit
Grundgenauigkeit: Messabweichung, mit Mittelwertbildung	@ 23 °C Umgebungstemperatur	< $\pm 0,24\%_{\text{MBE}}$ typ. $\approx < \pm 0,070$ mV
	@ 55 °C Umgebungstemperatur <sup>1</sup>	< $\pm 0,26\%_{\text{MBE}}$ typ. $\approx < \pm 0,077$ mV
Offset/Nullpunkt-Abweichung (bei 23°C) <sup>2</sup>	F <sub>Offset</sub>	< $\pm 60$ $\mu$ V
Gain/Scale/Verstärkungs-Abweichung (bei 23°C) <sup>2</sup>	F <sub>Gain</sub>	< 1200 ppm
Temperaturkoeffizient	Tk <sub>Gain</sub>	< 1 $\mu$ V/K
	Tk <sub>Offset</sub>	< 30 ppm/K

### Spezifikation $\pm 60$ mV

Hinweis: dieser Messbereich ist kein eigener elektrischer Messbereich sondern ein digitaler Ausschnitt des 75mV-Messbereichs

Messung Modus		$\pm 60$ mV
Messbereich, nominell		-60...+60 mV
Messbereich, Endwert (MBE)		60 mV
PDO Auflösung		2 $\mu$ V / digit
Grundgenauigkeit: Messabweichung, mit Mittelwertbildung	@ 23 °C Umgebungstemperatur	< $\pm 0,16\%_{\text{MBE}}$ typ. $\approx < \pm 0,094$ mV
	@ 55 °C Umgebungstemperatur <sup>1</sup>	< $\pm 0,17\%_{\text{MBE}}$ typ. $\approx < \pm 0,10$ mV
Offset/Nullpunkt-Abweichung (bei 23°C) <sup>2</sup>	F <sub>Offset</sub>	< $\pm 60$ $\mu$ V
Gain/Scale/Verstärkungs-Abweichung (bei 23°C) <sup>2</sup>	F <sub>Gain</sub>	< 1200 ppm
Temperaturkoeffizient	Tk <sub>Gain</sub>	< 1 $\mu$ V/K
	Tk <sub>Offset</sub>	< 30 ppm/K

### Spezifikation $\pm 75$ mV

Messung Modus		$\pm 75$ mV
Messbereich, nominell		-75...+75 mV
Messbereich, Endwert (MBE)		75 mV
PDO Auflösung		4 $\mu$ V / digit
Grundgenauigkeit: Messabweichung, mit Mittelwertbildung	@ 23 °C Umgebungstemperatur	< $\pm 0,14\%_{\text{MBE}}$ typ. $\approx < \pm 0,11$ mV
	@ 55 °C Umgebungstemperatur <sup>1</sup>	< $\pm 0,15\%_{\text{MBE}}$ typ. $\approx < \pm 0,12$ mV
Offset/Nullpunkt-Abweichung (bei 23°C) <sup>2</sup>	F <sub>Offset</sub>	< $\pm 60$ $\mu$ V
Gain/Scale/Verstärkungs-Abweichung (bei 23°C) <sup>2</sup>	F <sub>Gain</sub>	< 1200 ppm
Temperaturkoeffizient	Tk <sub>Gain</sub>	< 1 $\mu$ V/K
	Tk <sub>Offset</sub>	< 30 ppm/K

<sup>1</sup> Dieser Spezifikationswert beinhaltet den Temperaturkoeffizienten für Gain (Tk<sub>Gain</sub>) und Offset (Tk<sub>Offset</sub>)

<sup>2</sup> Diese Angaben sind bereits in der Grundgenauigkeit eingerechnet. Sie sind an dieser Stelle für eine detaillierte, individuelle Unsicherheitsbetrachtung aufgeführt.

**2.1.2.3 Messung Thermoelemente**

Im Messbereich eines vorgegebenen Thermoelementtyps wird eine gemessene Spannung intern nach eingestellter Transformation in eine Temperatur umgerechnet. Da der Kanal intern eine Spannung misst, ist der entsprechende Messfehler im Spannungsmessbereich zugrunde zu legen.

Die nachfolgenden Tabellen mit der Spezifikation der Thermoelementmessung gelten nur bei der Verwendung der internen Kaltstelle.

Die EL331x-00xx kann auch bei Bedarf mit externer Kaltstelle verwendet werden. Die Unsicherheiten müssen dann für die externe Kaltstelle anwendungsseitig ermittelt werden. Der Temperaturwert der externen Kaltstelle muss der EL331x-00xx dann über die Prozessdaten zur eigenen Verrechnung mitgeteilt werden. Die Auswirkung auf die Messung der Thermoelemente ist dann anlagenseitig zu berechnen.

Die hier angegebenen Spezifikationen der internen Kaltstelle und der Messbereiche gelten nur bei Einhaltung folgender Zeiten zur thermischen Stabilisierung bei konstanter Umgebungstemperatur:

- nach dem Einschalten: 60 min
- nach Änderung von Verdrahtung/Steckern: 15 min

**Spezifikation der internen Kaltstellenmessung**

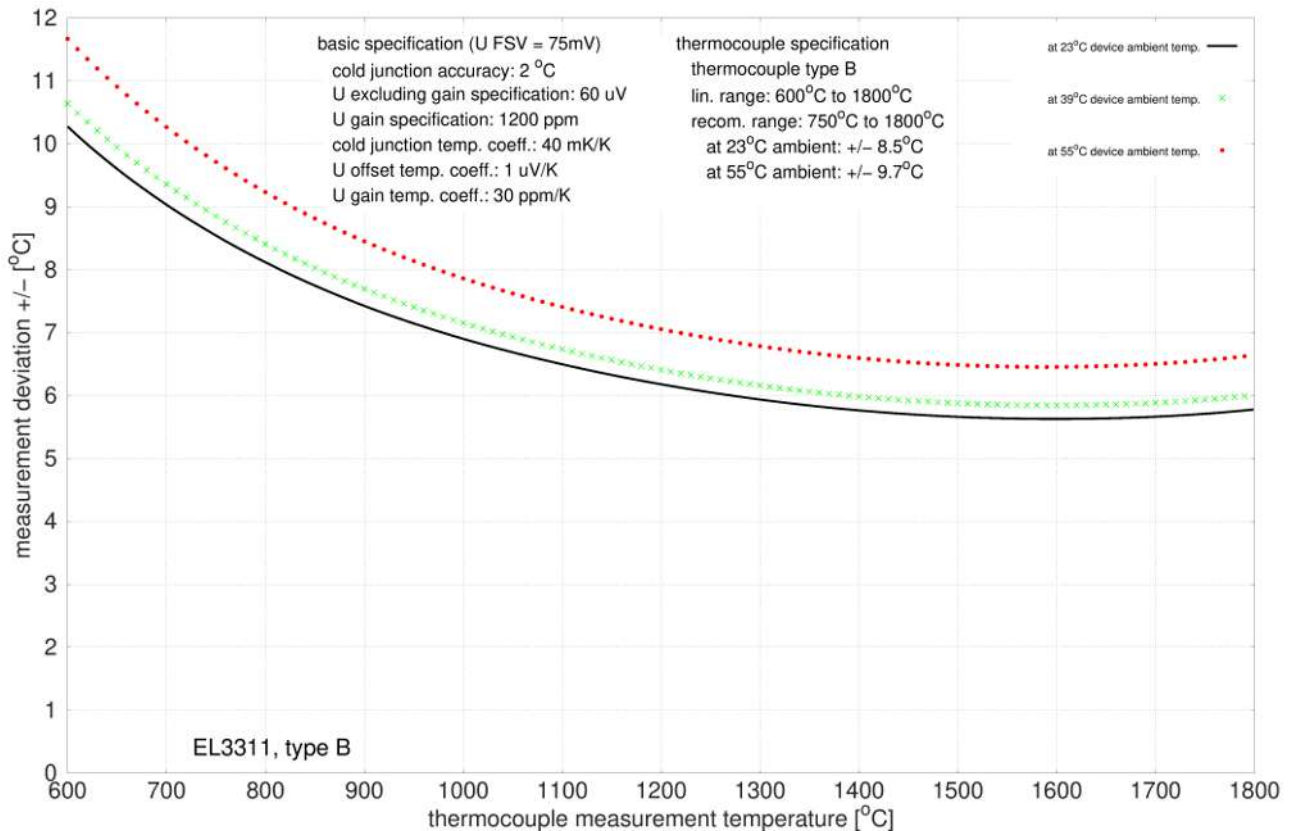
In der EL3311 verfügt jeder Kanal über einen eigenen Kaltstellensensor.

Messung Modus		Kaltstelle
Grundgenauigkeit: Messabweichung bei 23°C, mit Mittelwertbildung		< ±2,0 °C
Temperaturkoeffizient	Tk	< 40 mK/K

**Spezifikation Thermoelement Typ B**

Temperaturmessung Thermoelement		Typ B
Verwendeter elektr. Messbereich		± 75 mV
Messbereich, technisch nutzbar		+600 °C ≈ 1,792 mV ... +1800 °C ≈ 13,591 mV
Messbereich, Endwert (MBE)		+1800 °C
Messbereich, empfohlen		+750°C ... +1800°C
PDO LSB		0,1/0,01 °C/digit, je nach PDO Einstellung  Hinweis: intern wird mit 16 Bit auf den Messbereichsendwert gerechnet, je nach eingestelltem Thermoelement kommt es also bei „Auflösung 0,01°C“ zu Wertsprünge >0,01°C; Typ B: ca. 0,05°C
Unsicherheit im empfohlenen Messbereich, mit Mittelwertbildung	@ 23°C Umgebungstemperatur	± 8,5 K ≈ ± 0,47 % <sub>MBE</sub>
	@ 55°C Umgebungstemperatur	± 9,7 K ≈ ± 0,54 % <sub>MBE</sub>
Temperaturkoeffizient (Änderung des Messwerts bei Änderung der Klemmenumgebungstemperatur)		<i>Da der Wert wie im u.a. Spezifikations-Plot zu sehen stark abhängig ist von der Sensortemperatur, ist er grundsätzlich aus dem Spezifikations-Plot abzuleiten. Zur besseren Näherung ist auch informativ die Messunsicherheit bei T<sub>amb</sub> = 39°C als Mitte zwischen 23°C und 55°C dargestellt, um den nichtlinearen Verlauf zu verdeutlichen.</i>

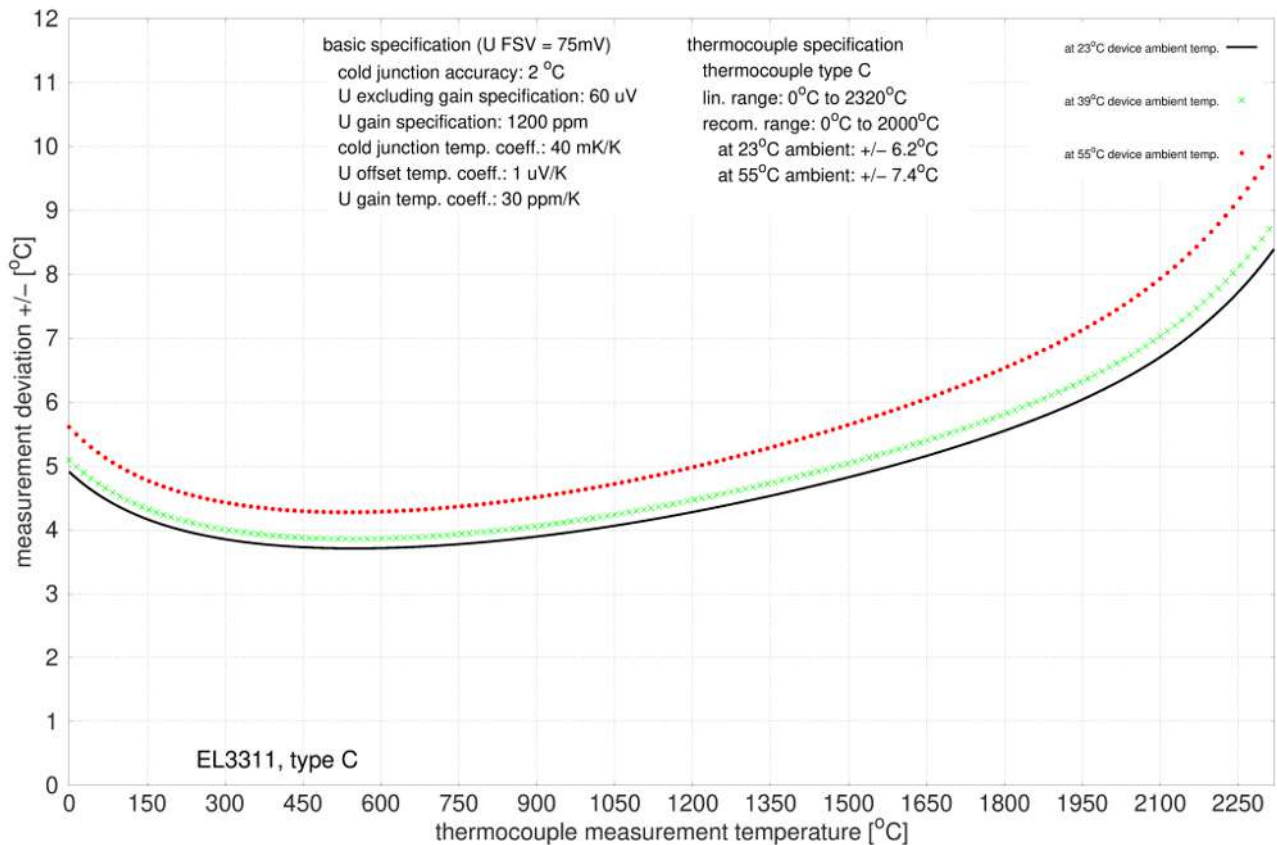
Messunsicherheit für Thermoelement Typ B:



**Spezifikation Thermoelement Typ C**

Temperaturmessung Thermoelement		Typ C
Verwendeter elektr. Messbereich		± 75 mV
Messbereich, technisch nutzbar		0 °C ≈ 0 mV ... +2320 °C ≈ 37,107 mV
Messbereich, Endwert (MBE)		+2320 °C
Messbereich, empfohlen		0°C ... +2000°C
PDO LSB		0,1/0,01 °C/digit, je nach PDO Einstellung Hinweis: intern wird mit 16 Bit auf den Messbereichsendwert gerechnet, je nach eingestelltem Thermoelement kommt es also bei „Auflösung 0,01°C“ zu Wertsprünge >0,01°C; Typ C: ca. 0,07°C
Unsicherheit im empfohlenen Messbereich, mit Mittelwertbildung	@ 23°C Umgebungstemperatur	± 6,2 K ≈ ± 0,27 % <sub>MBE</sub>
	@ 55°C Umgebungstemperatur	± 7,4 K ≈ ± 0,32 % <sub>MBE</sub>
Temperaturkoeffizient (Änderung des Messwerts bei Änderung der Klemmenumgebungstemperatur)		<i>Da der Wert wie im u.a. Spezifikations-Plot zu sehen stark abhängig ist von der Sensortemperatur, ist er grundsätzlich aus dem Spezifikations-Plot abzuleiten. Zur besseren Näherung ist auch informativ die Messunsicherheit bei T<sub>amb</sub> = 39°C als Mitte zwischen 23°C und 55°C dargestellt, um den nichtlinearen Verlauf zu verdeutlichen.</i>

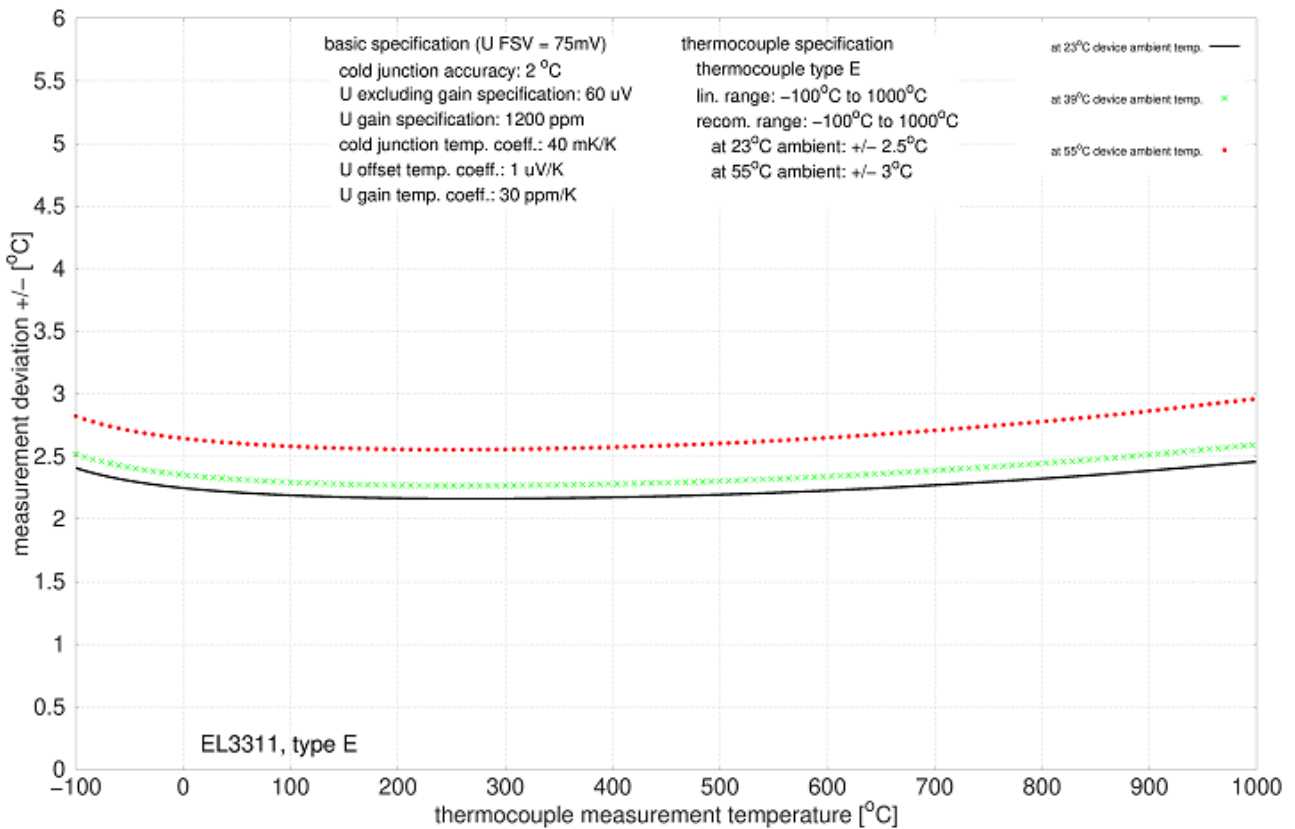
Messunsicherheit für Thermoelement Typ C:



**Spezifikation Thermoelement Typ E**

Temperaturmessung Thermoelement		Typ E
Verwendeter elektr. Messbereich		± 75 mV
Messbereich, technisch nutzbar		-100 °C ≈ -5,237 mV ... +1000 °C ≈ 76,372 mV
Messbereich, Endwert (MBE)		+1000 °C
Messbereich, empfohlen		-100°C ... +1000°C
PDO LSB		0,1/0,01 °C/digit, je nach PDO Einstellung  Hinweis: intern wird mit 16 Bit auf den Messbereichsendwert gerechnet, je nach eingestelltem Thermoelement kommt es also bei „Auflösung 0,01°C“ zu Wertsprünge >0,01°C; Typ E: ca. 0,03°C
Unsicherheit im empfohlenen Messbereich, mit Mittelwertbildung	@ 23°C Umgebungstemperatur	± 2,5 K ≈ ± 0,25 % <sub>MBE</sub>
	@ 55°C Umgebungstemperatur	± 3,0 K ≈ ± 0,30 % <sub>MBE</sub>
Temperaturkoeffizient (Änderung des Messwerts bei Änderung der Klemmenumgebungstemperatur)		<i>Da der Wert wie im u.a. Spezifikations-Plot zu sehen stark abhängig ist von der Sensortemperatur, ist er grundsätzlich aus dem Spezifikations-Plot abzuleiten. Zur besseren Näherung ist auch informativ die Messunsicherheit bei T<sub>amb</sub> = 39°C als Mitte zwischen 23°C und 55°C dargestellt, um den nichtlinearen Verlauf zu verdeutlichen.</i>

Messunsicherheit für Thermoelement Typ E:

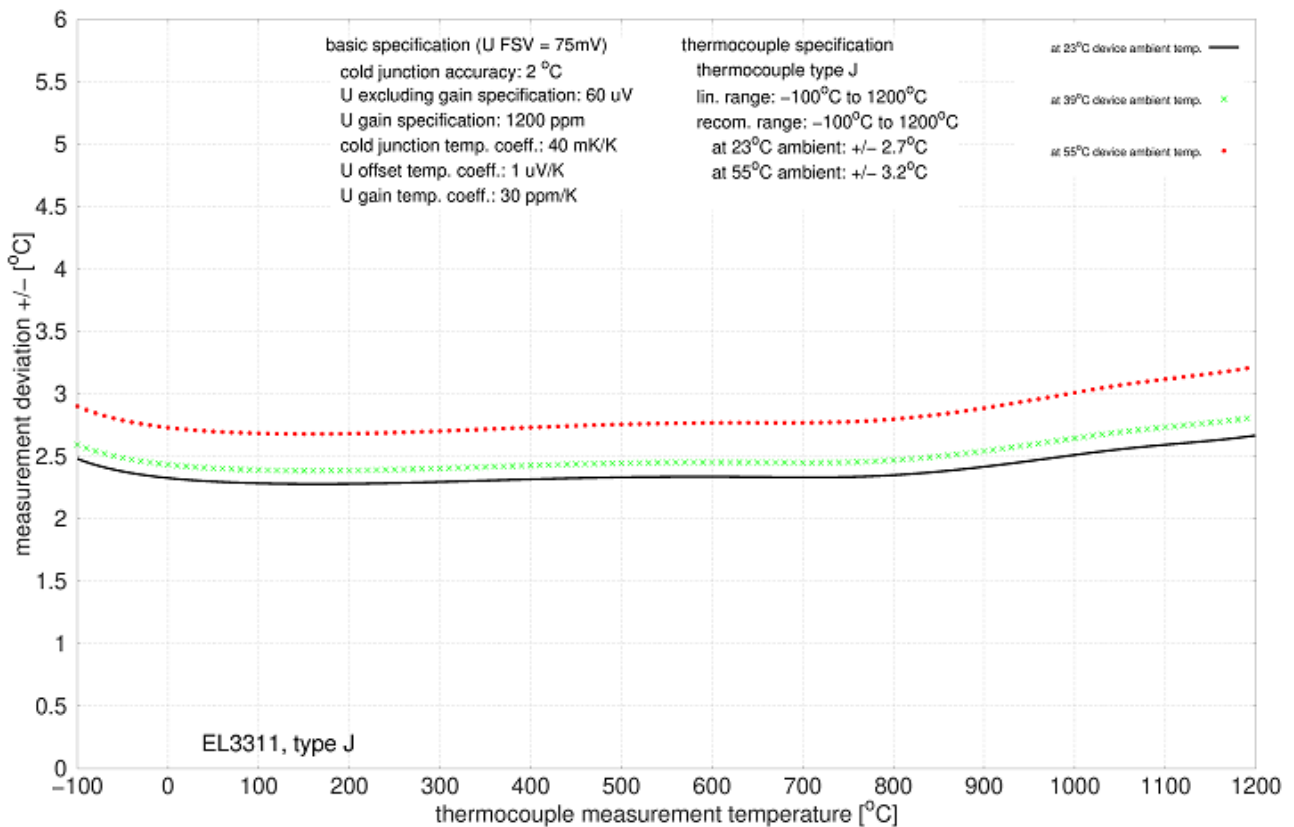




**Spezifikation Thermoelement Typ J**

Temperaturmessung Thermoelement		Typ J
Verwendeter elektr. Messbereich		± 75 mV
Messbereich, technisch nutzbar		-100 °C ≈ -4,632 mV ... +1200 °C ≈ 69,553 mV
Messbereich, Endwert (MBE)		+1200 °C
Messbereich, empfohlen		-100°C ... +1200°C
PDO LSB		0,1/0,01 °C/digit, je nach PDO Einstellung  Hinweis: intern wird mit 16 Bit auf den Messbereichsendwert gerechnet, je nach eingestelltem Thermoelement kommt es also bei „Auflösung 0,01°C“ zu Wertsprünge >0,01°C; Typ J: ca. 0,04°C
Unsicherheit im empfohlenen Messbereich, mit Mittelwertbildung	@ 23°C Umgebungstemperatur	± 2,7 K ≈ ± 0,23 % <sub>MBE</sub>
	@ 55°C Umgebungstemperatur	± 3,2 K ≈ ± 0,27 % <sub>MBE</sub>
Temperaturkoeffizient (Änderung des Messwerts bei Änderung der Klemmenumgebungstemperatur)		<i>Da der Wert wie im u.a. Spezifikations-Plot zu sehen stark abhängig ist von der Sensortemperatur, ist er grundsätzlich aus dem Spezifikations-Plot abzuleiten. Zur besseren Näherung ist auch informativ die Messunsicherheit bei T<sub>amb</sub> = 39°C als Mitte zwischen 23°C und 55°C dargestellt, um den nichtlinearen Verlauf zu verdeutlichen.</i>

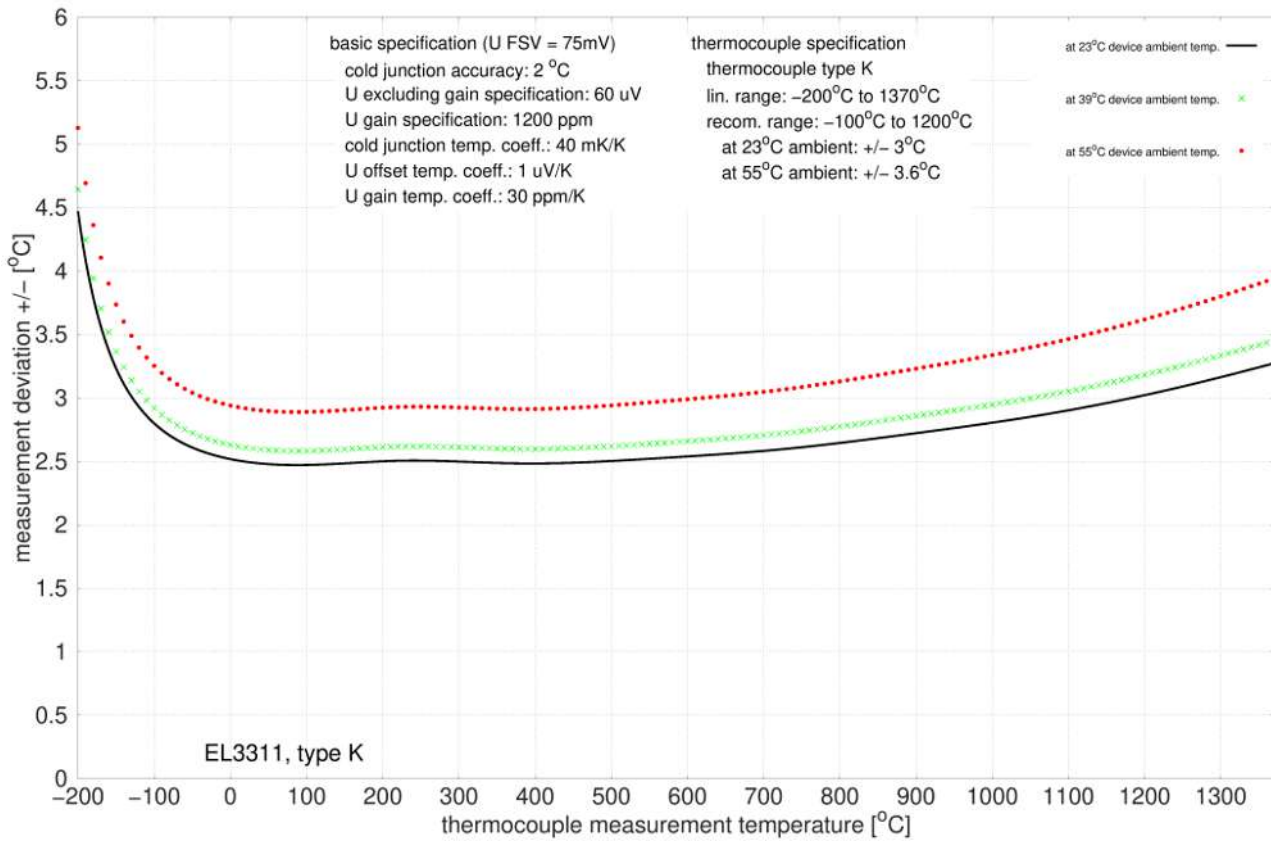
Messunsicherheit für Thermoelement Typ J:



**Spezifikation Thermoelement Typ K**

Temperaturmessung Thermoelement		Typ K
Verwendeter elektr. Messbereich		± 75 mV
Messbereich, technisch nutzbar		-200 °C ≈ -5,891 mV ... +1370 °C ≈ 54,818 mV
Messbereich, Endwert (MBE)		+1370 °C
Messbereich, empfohlen		-100°C ... +1200°C
PDO LSB		0,1/0,01 °C/digit, je nach PDO Einstellung  Hinweis: intern wird mit 16 Bit auf den Messbereichsendwert gerechnet, je nach eingestelltem Thermoelement kommt es also bei „Auflösung 0,01°C“ zu Wertsprünge >0,01°C; Typ K: ca. 0,04°C
Unsicherheit im empfohlenen Messbereich, mit Mittelwertbildung	@ 23°C Umgebungstemperatur	± 3,0 K ≈ ± 0,22 % <sub>MBE</sub>
	@ 55°C Umgebungstemperatur	± 3,6 K ≈ ± 0,26 % <sub>MBE</sub>
Temperaturkoeffizient (Änderung des Messwerts bei Änderung der Klemmenumgebungstemperatur)		<i>Da der Wert wie im u.a. Spezifikations-Plot zu sehen stark abhängig ist von der Sensortemperatur, ist er grundsätzlich aus dem Spezifikations-Plot abzuleiten. Zur besseren Näherung ist auch informativ die Messunsicherheit bei T<sub>amb</sub> = 39°C als Mitte zwischen 23°C und 55°C dargestellt, um den nichtlinearen Verlauf zu verdeutlichen.</i>

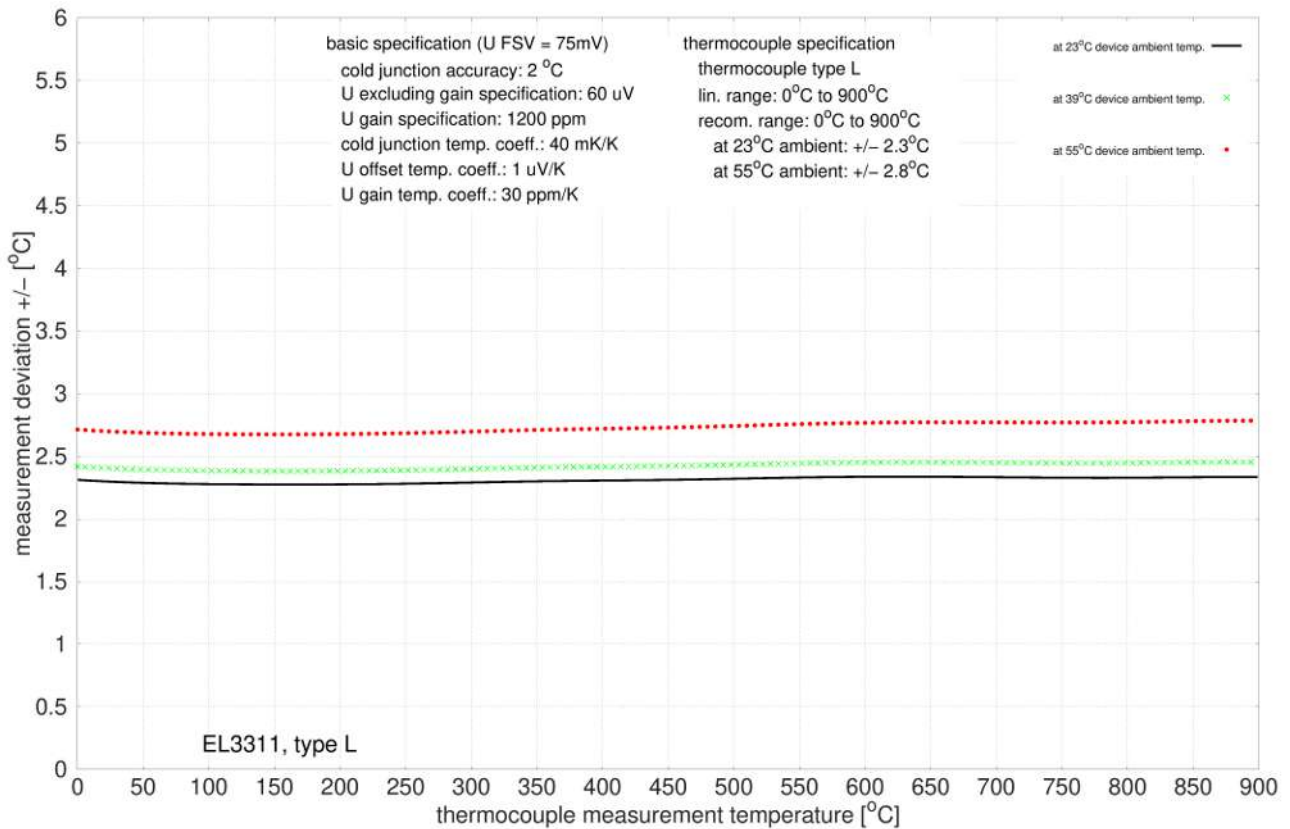
Messunsicherheit für Thermoelement Typ K:



**Spezifikation Thermoelement Typ L**

Temperaturmessung Thermoelement		Typ L
Verwendeter elektr. Messbereich		± 75 mV
Messbereich, technisch nutzbar		0 °C ≈ 0 mV ... +900 °C ≈ 52,430 mV
Messbereich, Endwert (MBE)		+900 °C
Messbereich, empfohlen		0°C ... +900°C
PDO LSB		0,1/0,01 °C/digit, je nach PDO Einstellung  Hinweis: intern wird mit 16 Bit auf den Messbereichsendwert gerechnet, je nach eingestelltem Thermoelement kommt es also bei „Auflösung 0,01°C“ zu Wertsprünge >0,01°C; Typ L: ca. 0,03°C
Unsicherheit im empfohlenen Messbereich, mit Mittelwertbildung	@ 23°C Umgebungstemperatur	± 2,3 K ≈ ± 0,26 % <sub>MBE</sub>
	@ 55°C Umgebungstemperatur	± 2,8 K ≈ ± 0,31 % <sub>MBE</sub>
Temperaturkoeffizient (Änderung des Messwerts bei Änderung der Klemmenumgebungstemperatur)		<i>Da der Wert wie im u.a. Spezifikations-Plot zu sehen stark abhängig ist von der Sensortemperatur, ist er grundsätzlich aus dem Spezifikations-Plot abzuleiten. Zur besseren Näherung ist auch informativ die Messunsicherheit bei T<sub>amb</sub> = 39°C als Mitte zwischen 23°C und 55°C dargestellt, um den nichtlinearen Verlauf zu verdeutlichen.</i>

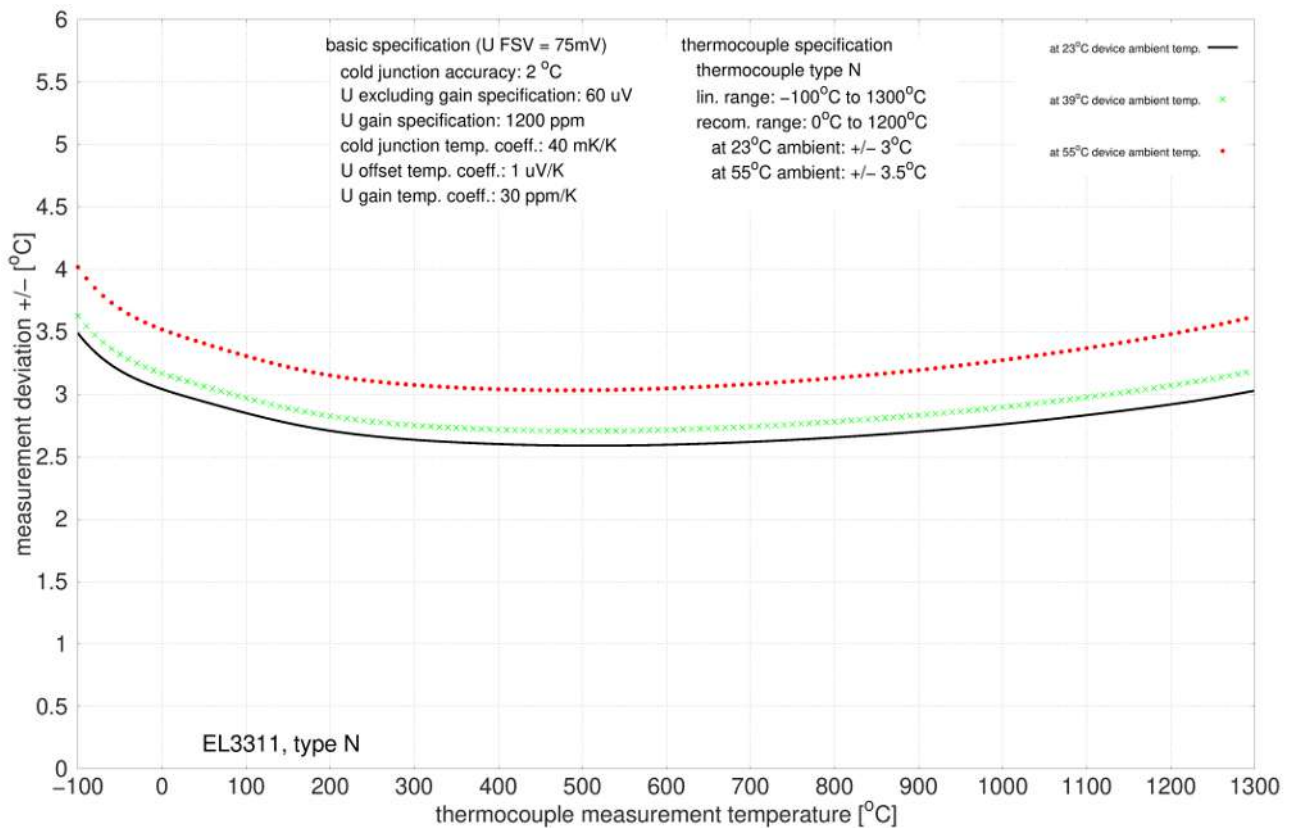
Messunsicherheit für Thermoelement Typ L:



**Spezifikation Thermoelement Typ N**

Temperaturmessung Thermoelement		Typ N
Verwendeter elektr. Messbereich		± 75 mV
Messbereich, technisch nutzbar		-100 °C ≈ -2,406 mV ... +1300 °C ≈ 47,513 mV
Messbereich, Endwert (MBE)		+1300 °C
Messbereich, empfohlen		0°C ... +1300°C
PDO LSB		0,1/0,01 °C/digit, je nach PDO Einstellung  Hinweis: intern wird mit 16 Bit auf den Messbereichsendwert gerechnet, je nach eingestelltem Thermoelement kommt es also bei „Auflösung 0,01°C“ zu Wertsprünge >0,01°C; Typ N: ca. 0,04°C
Unsicherheit im empfohlenen Messbereich, mit Mittelwertbildung	@ 23°C Umgebungstemperatur	± 3,0 K ≈ ± 0,23 % <sub>MBE</sub>
	@ 55°C Umgebungstemperatur	± 3,5 K ≈ ± 0,27 % <sub>MBE</sub>
Temperaturkoeffizient (Änderung des Messwerts bei Änderung der Klemmenumgebungstemperatur)		<i>Da der Wert wie im u.a. Spezifikations-Plot zu sehen stark abhängig ist von der Sensortemperatur, ist er grundsätzlich aus dem Spezifikations-Plot abzuleiten. Zur besseren Näherung ist auch informativ die Messunsicherheit bei T<sub>amb</sub> = 39°C als Mitte zwischen 23°C und 55°C dargestellt, um den nichtlinearen Verlauf zu verdeutlichen.</i>

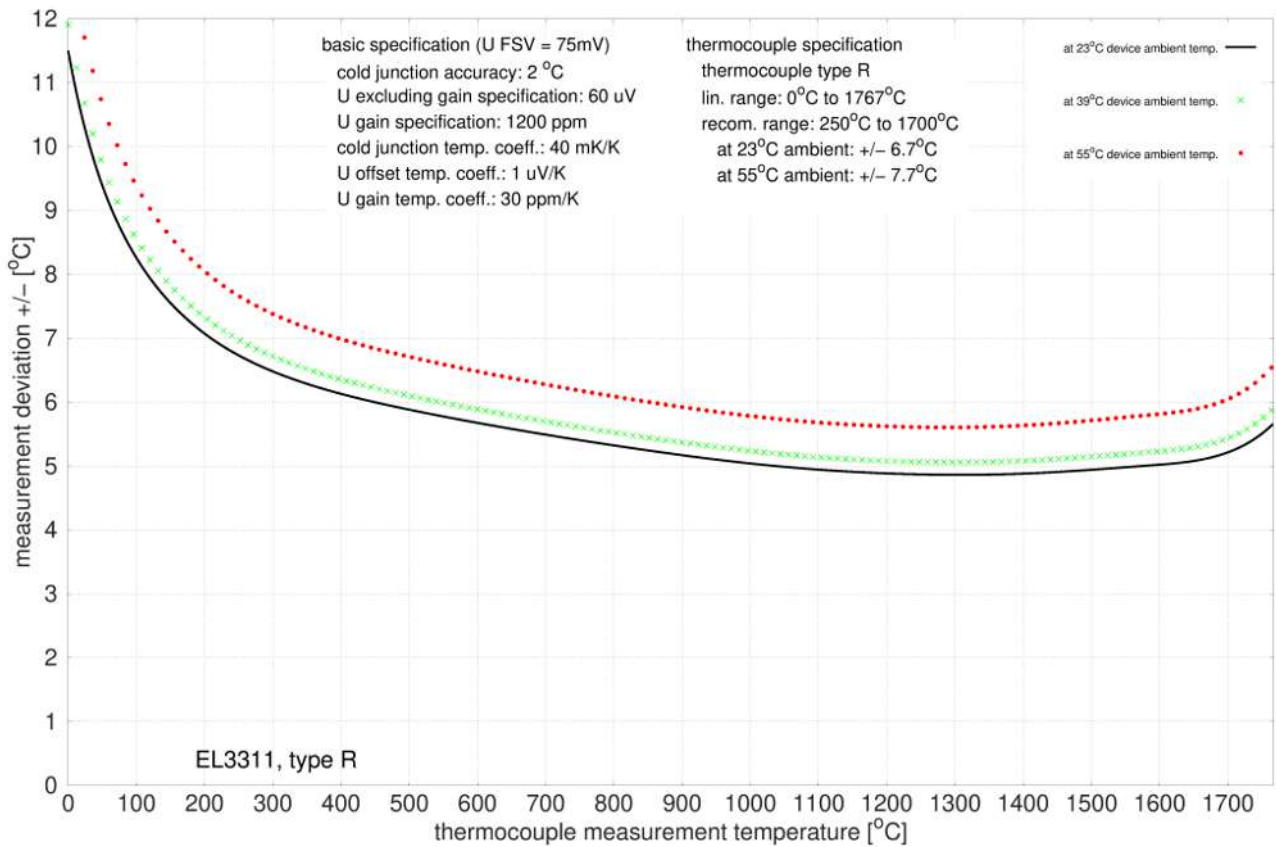
Messunsicherheit für Thermoelement Typ N:



**Spezifikation Thermoelement Typ R**

Temperaturmessung Thermoelement		Typ R
Verwendeter elektr. Messbereich		± 75 mV
Messbereich, technisch nutzbar		0 °C ≈ 0 mV ... +1767 °C ≈ 21,089 mV
Messbereich, Endwert (MBE)		+1767 °C
Messbereich, empfohlen		+250°C ... +1700°C
PDO LSB		0,1/0,01 °C/digit, je nach PDO Einstellung  Hinweis: intern wird mit 16 Bit auf den Messbereichsendwert gerechnet, je nach eingestelltem Thermoelement kommt es also bei „Auflösung 0,01°C“ zu Wertsprünge >0,01°C; TypR: ca. 0,05°C
Unsicherheit im empfohlenen Messbereich, mit Mittelwertbildung	@ 23°C Umgebungstemperatur	± 6,7 K ≈ ± 0,38 % <sub>MBE</sub>
	@ 55°C Umgebungstemperatur	± 7,7 K ≈ ± 0,44 % <sub>MBE</sub>
Temperaturkoeffizient (Änderung des Messwerts bei Änderung der Klemmenumgebungstemperatur)		<i>Da der Wert wie im u.a. Spezifikations-Plot zu sehen stark abhängig ist von der Sensortemperatur, ist er grundsätzlich aus dem Spezifikations-Plot abzuleiten. Zur besseren Näherung ist auch informativ die Messunsicherheit bei T<sub>amb</sub> = 39°C als Mitte zwischen 23°C und 55°C dargestellt, um den nichtlinearen Verlauf zu verdeutlichen.</i>

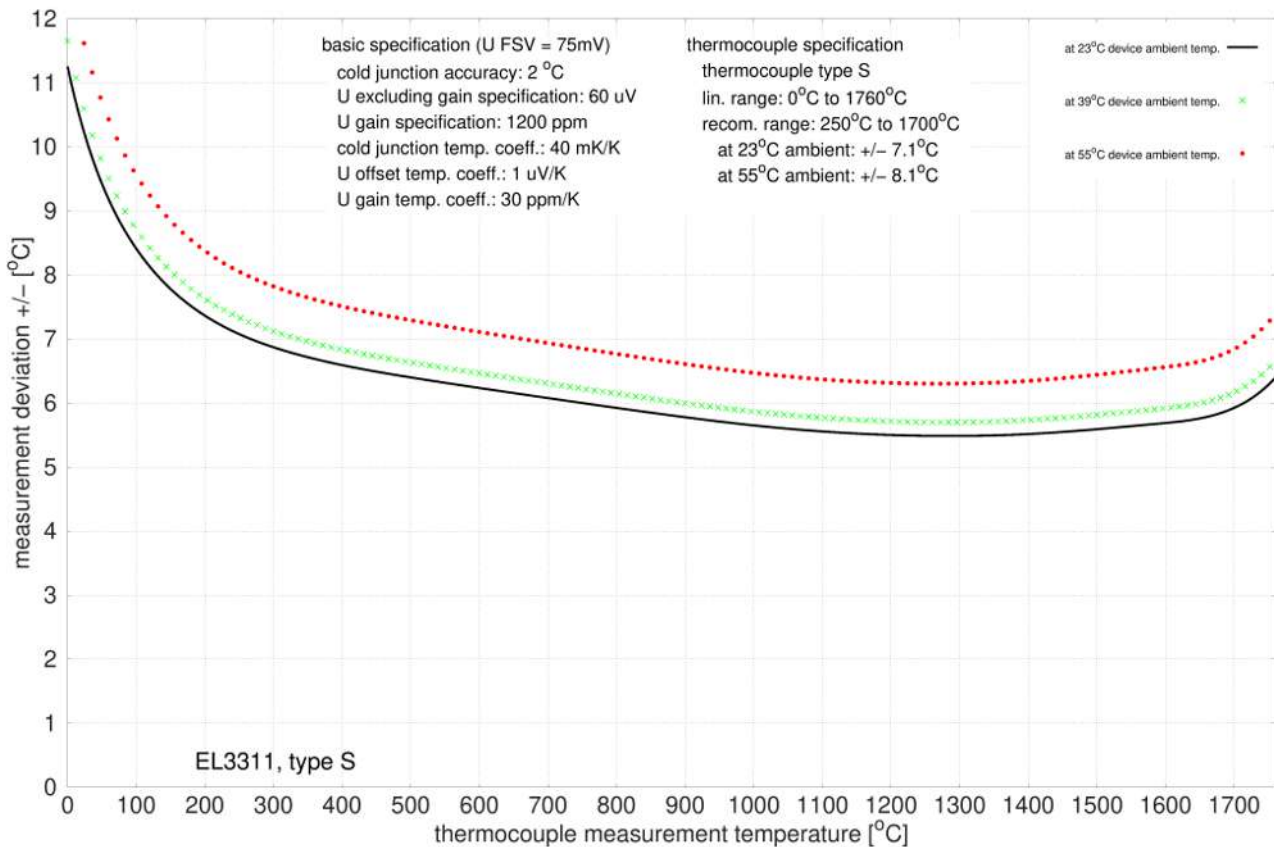
Messunsicherheit für Thermoelement Typ R:



**Spezifikation Thermoelement Typ S**

Temperaturmessung Thermoelement		Typ S
Verwendeter elektr. Messbereich		± 75 mV
Messbereich, technisch nutzbar		0 °C ≈ 0 mV ... +1760 °C ≈ 17,947 mV
Messbereich, Endwert (MBE)		+1760 °C
Messbereich, empfohlen		+250°C ... +1700°C
PDO LSB		0,1/0,01 °C/digit, je nach PDO Einstellung  Hinweis: intern wird mit 16 Bit auf den Messbereichsendwert gerechnet, je nach eingestelltem Thermoelement kommt es also bei „Auflösung 0,01°C“ zu Wertesprünge >0,01°C; Typ S: ca. 0,05°C
Unsicherheit im empfohlenen Messbereich, mit Mittelwertbildung	@ 23°C Umgebungstemperatur	± 7,1 K ≈ ± 0,40 % <sub>MBE</sub>
	@ 55°C Umgebungstemperatur	± 8,1 K ≈ ± 0,46 % <sub>MBE</sub>
Temperaturkoeffizient (Änderung des Messwerts bei Änderung der Klemmenumgebungstemperatur)		<i>Da der Wert wie im u.a. Spezifikations-Plot zu sehen stark abhängig ist von der Sensortemperatur, ist er grundsätzlich aus dem Spezifikations-Plot abzuleiten. Zur besseren Näherung ist auch informativ die Messunsicherheit bei T<sub>amb</sub> = 39°C als Mitte zwischen 23°C und 55°C dargestellt, um den nichtlinearen Verlauf zu verdeutlichen.</i>

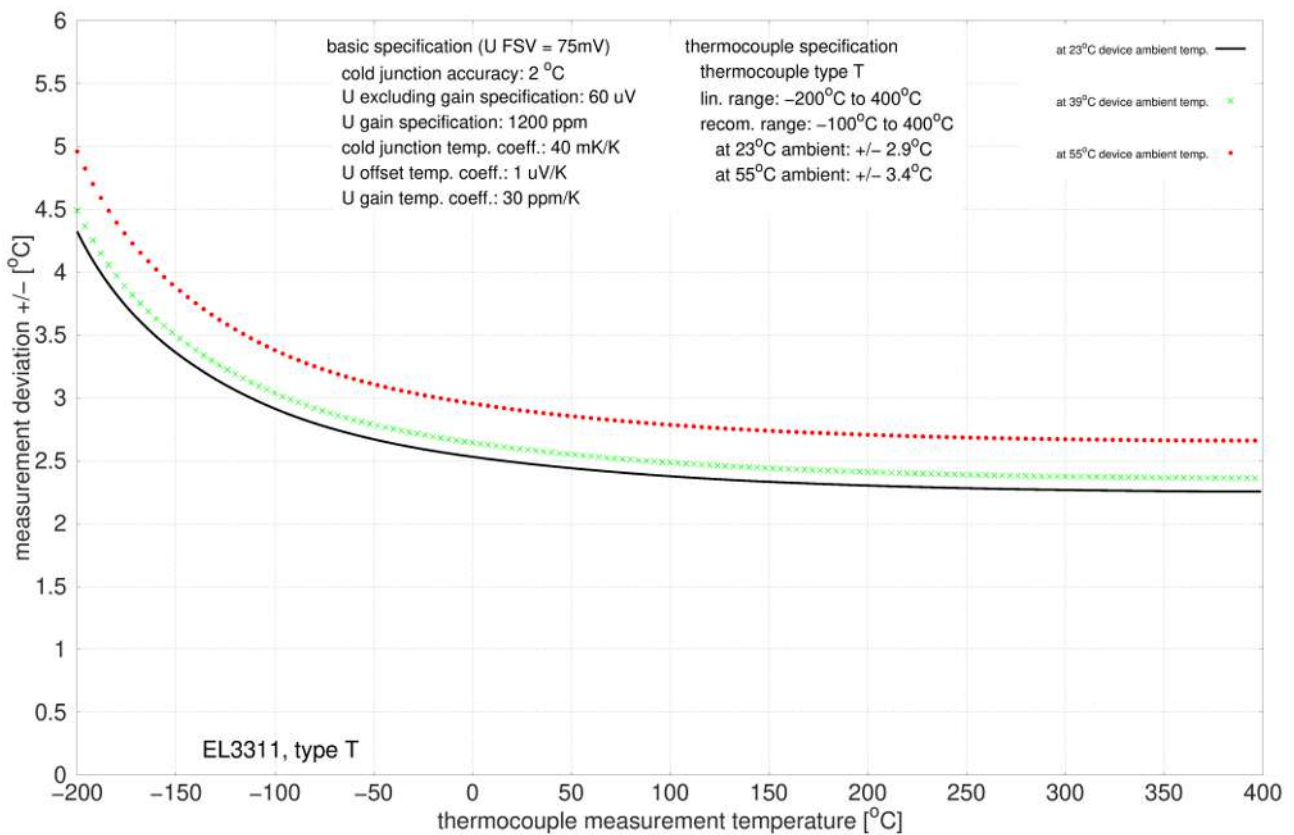
Messunsicherheit für Thermoelement Typ S:



**Spezifikation Thermoelement Typ T**

Temperaturmessung Thermoelement		Typ T
Verwendeter elektr. Messbereich		± 75 mV
Messbereich, technisch nutzbar		-200 °C ≈ -5,603 mV ... +400 °C ≈ 20,872 mV
Messbereich, Endwert (MBE)		+400 °C
Messbereich, empfohlen		-100°C ... +400°C
PDO LSB		0,1/0,01 °C/digit, je nach PDO Einstellung
Unsicherheit im empfohlenen Messbereich, mit Mittelwertbildung	@ 23°C Umgebungstemperatur	± 2,9 K ≈ ± 0,73 % <sub>MBE</sub>
	@ 55°C Umgebungstemperatur	± 3,4 K ≈ ± 0,85 % <sub>MBE</sub>
Temperaturkoeffizient (Änderung des Messwerts bei Änderung der Klemmenumgebungstemperatur)		<i>Da der Wert wie im u.a. Spezifikations-Plot zu sehen stark abhängig ist von der Sensortemperatur, ist er grundsätzlich aus dem Spezifikations-Plot abzuleiten. Zur besseren Näherung ist auch informativ die Messunsicherheit bei T<sub>amb</sub> = 39°C als Mitte zwischen 23°C und 55°C dargestellt, um den nichtlinearen Verlauf zu verdeutlichen.</i>

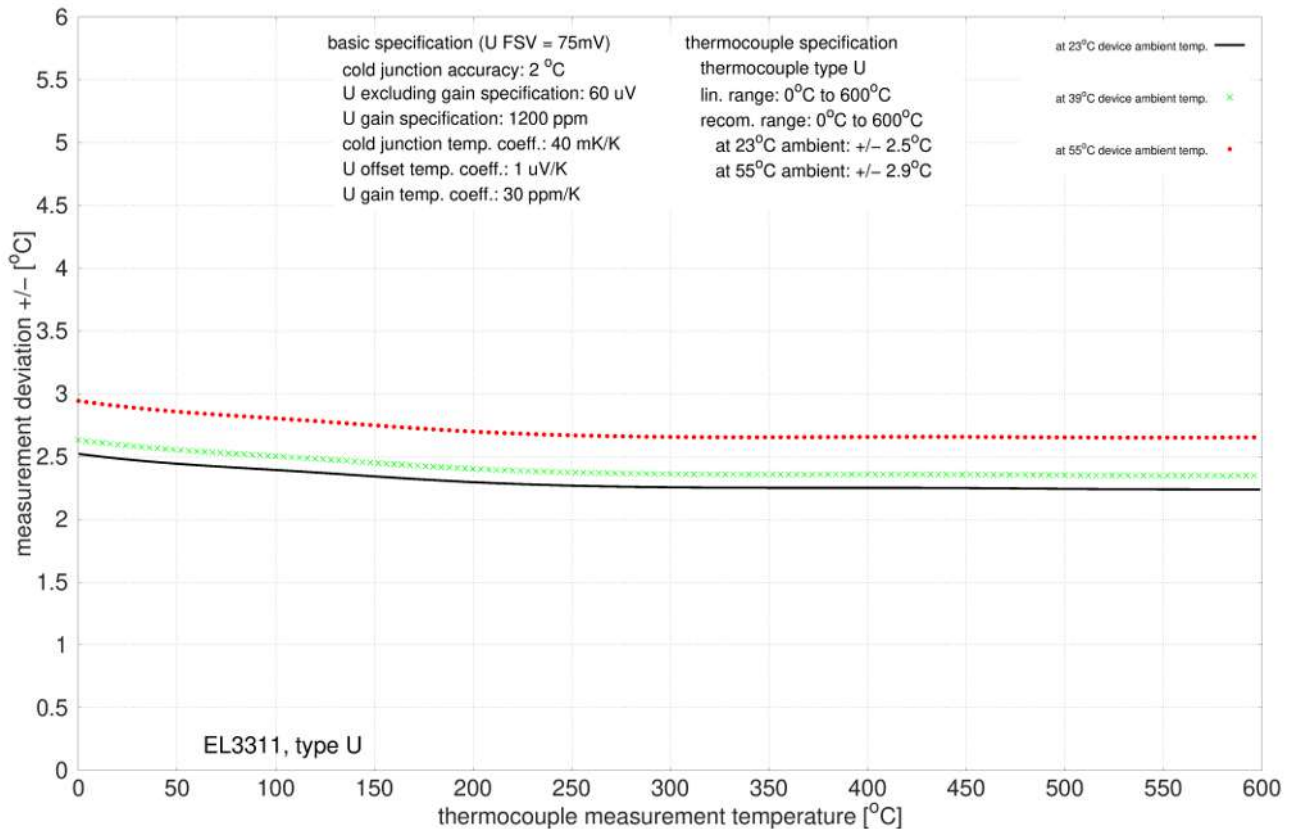
Messunsicherheit für Thermoelement Typ T:



**Spezifikation Thermoelement Typ U**

Temperaturmessung Thermoelement		Typ U
Verwendeter elektr. Messbereich		± 75 mV
Messbereich, technisch nutzbar		0 °C ≈ 0 mV ... +600 °C ≈ 33,600 mV
Messbereich, Endwert (MBE)		+600 °C
Messbereich, empfohlen		0°C ... +600°C
PDO LSB		0,1/0,01 °C/digit, je nach PDO Einstellung Hinweis: intern wird mit 16 Bit auf den Messbereichsendwert gerechnet, je nach eingestelltem Thermoelement kommt es also bei „Auflösung 0,01°C“ zu Wertesprünge >0,01°C; Typ U: ca. 0,02°C
Unsicherheit im empfohlenen Messbereich, mit Mittelwertbildung	@ 23°C Umgebungstemperatur	± 2,5 K ≈ ± 0,42 % <sub>MBE</sub>
	@ 55°C Umgebungstemperatur	± 2,9 K ≈ ± 0,48 % <sub>MBE</sub>
Temperaturkoeffizient (Änderung des Messwerts bei Änderung der Klemmenumgebungstemperatur)		<i>Da der Wert wie im u.a. Spezifikations-Plot zu sehen stark abhängig ist von der Sensortemperatur, ist er grundsätzlich aus dem Spezifikations-Plot abzuleiten. Zur besseren Näherung ist auch informativ die Messunsicherheit bei T<sub>amb</sub> = 39°C als Mitte zwischen 23°C und 55°C dargestellt, um den nichtlinearen Verlauf zu verdeutlichen.</i>

Messunsicherheit für Thermoelement Typ U:





### 2.1.3 Anschlussbelegung

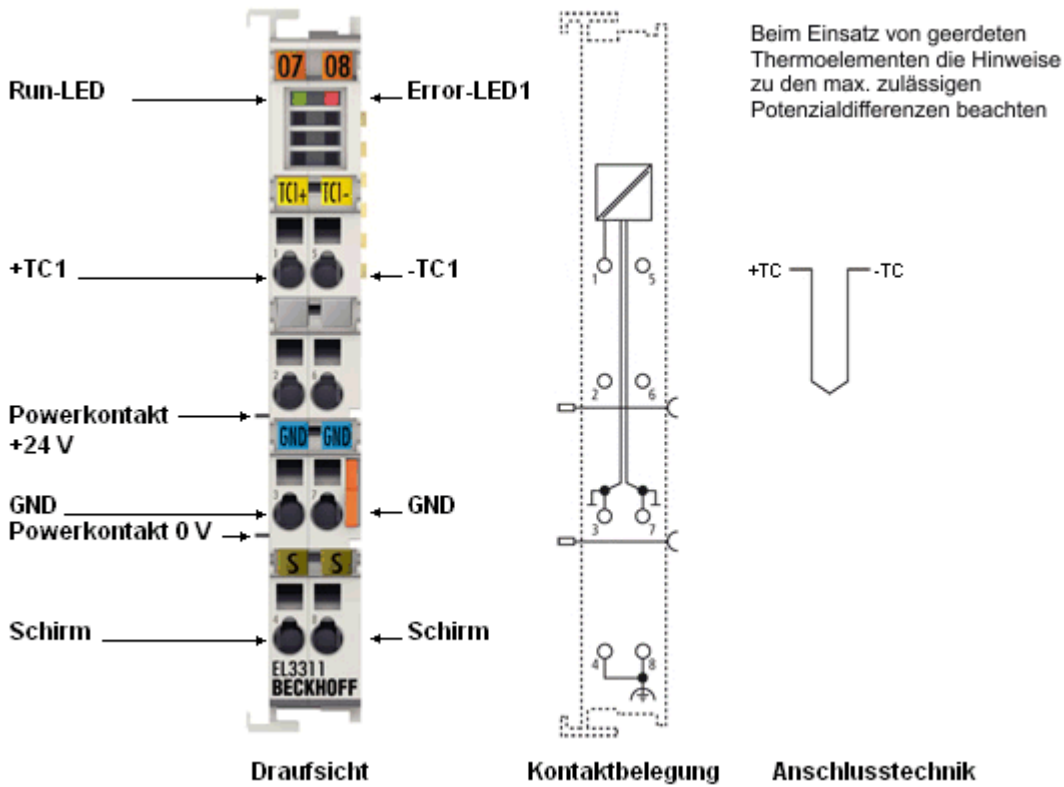


Abb. 5: EL3311

#### EL3311 - Anschlussbelegung

Klemmstelle	Nr.	Kommentar
Input +TC1	1	Eingang +TC1
n. c.	2	nicht belegt
GND	3	Masse (intern verbunden mit Klemmstelle 7)
Shield	4	Schirm (intern verbunden mit Klemmstelle 8)
Input -TC1	5	Eingang -TC1
n. c.	6	nicht belegt
GND	7	Masse (intern verbunden mit Klemmstelle 3)
Shield	8	Schirm (intern verbunden mit Klemmstelle 4)

#### **i** Geerdete Thermoelemente

Bei geerdeten Thermoelementen beachten: Differenzeingänge max.  $\pm 2$  V gegen Masse!

## 2.1.4 Anzeigen, Diagnose

### EL3311 - LEDs

LED	Farbe	Bedeutung	
RUN	grün	Diese LED gibt den Betriebszustand der Klemme wieder:	
		aus	Zustand der EtherCAT State Machine: <b>INIT</b> = Initialisierung der Klemme
		gleichmäßig blinkend	Zustand der EtherCAT State Machine: <b>PREOP</b> = Funktion für Mailbox-Kommunikation und abweichende Standard-Einstellungen gesetzt
		langsam blinkend	Zustand der EtherCAT State Machine: <b>SAFEOP</b> = Überprüfung der Kanäle des Sync-Managers und der Distributed Clocks. Ausgänge bleiben im sicheren Zustand
		an	Zustand der EtherCAT State Machine: <b>OP</b> = normaler Betriebszustand; Mailbox- und Prozessdatenkommunikation ist möglich
	schnell blinkend	Zustand der EtherCAT State Machine: <b>BOOTSTRAP</b> = Funktion für Firmware-Updates der Klemme	
ERROR1	rot	Es liegt ein Kurzschluss oder Drahtbruch vor. Der Spannungswert befindet sich im ungültigen Bereich der Kennlinie	

## 2.2 EL3312

### 2.2.1 Einführung

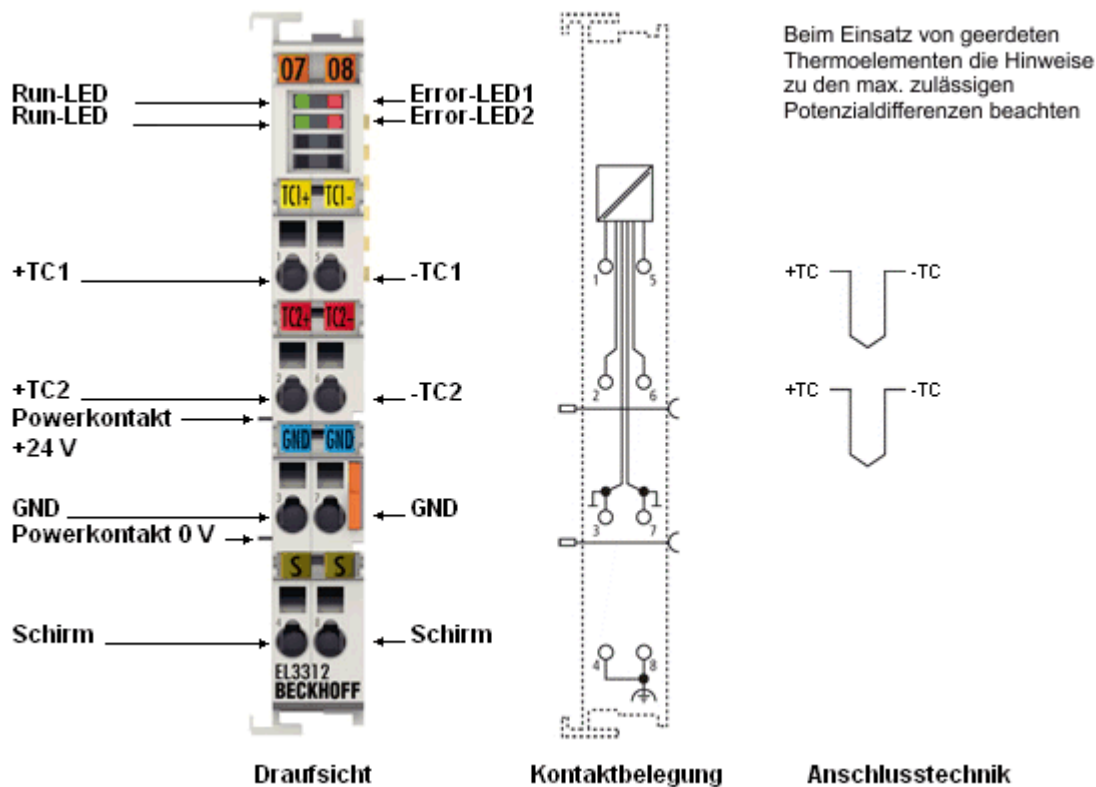


Abb. 6: EL3312

### 2-Kanal Analog-Eingangsklemmen für Thermoelemente mit Drahtbruchererkennung

Die analoge Eingangsklemme EL3312 erlaubt den direkten Anschluss von Thermoelementen. Die Schaltung der EtherCAT-Klemmen kann Thermoelement-Sensoren in 2-Leitertechnik betreiben. Die Linearisierung über den gesamten Temperaturbereich wird durch einen Mikroprozessor realisiert. Der Temperaturbereich ist frei wählbar. Drahtbruch wird durch Error-LEDs signalisiert. Die Kaltstellenkompensation erfolgt durch interne Temperaturmessung an den Klemmen. Mit den EL33xx ist auch mV-Messung möglich.

#### Quick-Links

- [EtherCAT Funktionsgrundlagen](#)
- [Technologie EL33xx \[► 188\]](#)
- [CoE-Objektbeschreibung und Parametrierung \[► 341\]](#)
- [Prozessdaten und Betriebsmodi \[► 317\]](#)

## 2.2.2 Technische Daten

### 2.2.2.1 Allgemeine technische Daten

Analoge Eingänge	EL3312
Anzahl Eingänge	2
Thermoelement-Sensortypen, Messgrößen	Typ B, C, E, J, K, L, N, R, S, T, U (Voreinstellung: Typ K), mV-Messung
Anschlussstechnik	2-Leiter
Max. Leitungslänge zum Thermoelement	30 m (ohne Schutzmaßnahmen), bei größeren Kabellängen ist ein geeigneter Überspannungsschutz (Surge-Protection) vorzusehen
Auflösung	Intern 16 Bit
Wandlungszeit	ca. 1,2 s bis 20 ms, je nach Konfiguration und Filtereinstellung, Default: ca. 125 ms
Grenzfrequenz Eingangsfiler	1 kHz typ.
Softwarefilter	5 Hz...30 kHz, einstellbar, Notch-Charakteristik; Voreinstellung: deaktiviert
Drahtbruchererkennung	ja
Unterstützt Funktion <code>NoCoeStorage</code> [► 218]	ja, ab Firmware 01

Spannungsmessung	EL3312
Messbereich, technisch nutzbar	ca. $\pm 78$ mV
Messbereiche (nominell) und Auflösung	$\pm 30$ mV (1 $\mu$ V pro Digit, somit max. 32,768 mV darstellbar) $\pm 60$ mV (2 $\mu$ V pro Digit, somit max. 65,536 mV darstellbar) $\pm 75$ mV (4 $\mu$ V pro Digit, somit max. 131 mV darstellbar, techn. Nutzbaren Messbereich beachten) Die Messbereiche 30 und 60 mV sind in Software ausgeführt zur Erhöhung der Auflösung und nutzen immer denselben elektrischen Messbereich von $\pm 75$ mV.
Messunsicherheit	Siehe <u>Messung <math>\pm 30</math> mV...<math>\pm 75</math> mV</u> [► 38]

Temperaturmessung	EL3312
Verwendeter elektr. Messbereich	$\pm 75$ mV
Messbereiche	Typ B: +600...+1800 °C Typ C: 0...+2320 °C Typ E: -100...+1000 °C Typ J: -100...+1200 °C Typ K: -200...+1370 °C (Voreingestellt) Typ L: 0...+900 °C Typ N: -100...+1300 °C Typ R: 0...+1767 °C Typ S: 0...+1760 °C Typ T: -200...+400 °C Typ U: 0...+600 °C
Auflösung	Temperaturdarstellung 0,1/0,01 °C pro Digit, Voreinstellung 0,1 °C Hinweis: intern wird mit 16 Bit auf den Messbereichsendwert gerechnet, je nach eingestelltem Thermoelement kommt es also bei „Auflösung 0,01 °C“ zu Wertesprünge $>0,01$ °C; z.B. Typ K: ca. 0,04 °C
Messunsicherheit	Siehe <u>Messung Thermoelemente</u> [► 39]

Versorgung und Potentiale		EL3312
Spannungsversorgung für Elektronik		über den E-Bus
Stromaufnahme aus dem E-Bus		typ. 200 mA
Differenzspannung zwischen +TC und -TC	Empfohlener Einsatzbereich	jew. Messbereich
	Zerstörgrenze kurzzeitig/dauerhaft	±15 V
Max. Potential der verdrehten TC-Enden untereinander (nicht isolierte/geerdete TC)	Empfohlener Einsatzbereich	±10 V innerhalb $U_{CM}$ -Grenzen (CommonMode-Spannung)
	Zerstörgrenze kurzzeitig/dauerhaft	±15 V
Max. Potential $U_{CM}$ (CommonMode-Spannung) der verdrehten TC gegen GND	Empfohlener Einsatzbereich	±5 V
	Zerstörgrenze kurzzeitig/dauerhaft	±15 V
Max. Potenzial verdrehte TC oder GND gegen SGND oder 0V-Power	Empfohlener Einsatzbereich	±30 V
	Zerstörgrenze kurzzeitig/dauerhaft	±50 V
Potentialtrennung: Max Potential verdrehte TC oder GND gegen Busseite	Empfohlener Einsatzbereich und Zerstörgrenze kurzzeitig/dauerhaft	500 V

Kommunikation		EL3312
Konfiguration		über TwinCAT System Manager
Breite im Prozessabbild		max. 8 Byte Input, max. 4 Byte Output
Distributed Clocks		-

Umgebungsbedingungen		EL3312
zulässiger Umgebungstemperatur-bereich im Betrieb		-25°C ... +60°C (erweiterter Temperaturbereich), ab Firmware 06
zulässiger Umgebungstemperatur-bereich bei Lagerung		-40°C ... +85°C
zulässige relative Luftfeuchtigkeit		95%, keine Betauung

Allgemeine Daten		EL3312
Abmessungen (B x H x T)		ca. 15 mm x 100 mm x 70 mm (Breite angereicht: 12 mm)
Gewicht		ca. 60 g
Montage [► 223]		auf 35 mm Tragschiene nach EN 60715
Einbaulage		beliebig

Erweiterte Eigenschaften		EL3312
Steckbare Anschlussebene		-
Galvanische Trennung		-
TwinSAFE SC		-
Kalibrierzertifikat		-

Normen und Zulassungen		EL3312
Schutzart		IP20
Vibrations- / Schockfestigkeit		gemäß EN 60068-2-6 / EN 60068-2-27, siehe auch Montagevorschriften für Klemmen mit erhöhter mechanischer Belastbarkeit [► 227]
EMV-Festigkeit / Aussendung		gemäß EN 61000-6-2 / EN 61000-6-4
Kennzeichnung / Zulassung		CE, UKCA, EAC ATEX [► 205] cULus [► 203]

**Ex-Kennzeichnung**

Standard	Kennzeichnung
ATEX	II 3 G Ex nA IIC T4 Gc

## 2.2.2.2 Messung $\pm 30$ mV... $\pm 75$ mV

### Spezifikation $\pm 30$ mV

Hinweis: dieser Messbereich ist kein eigener elektrischer Messbereich sondern ein digitaler Ausschnitt des 75mV-Messbereichs

Messung Modus		$\pm 30$ mV
Messbereich, nominell		-30...+30 mV
Messbereich, Endwert (MBE)		30 mV
PDO Auflösung		1 $\mu$ V / digit
Grundgenauigkeit: Messabweichung, mit Mittelwertbildung	@ 23 °C Umgebungstemperatur <sup>1</sup>	< $\pm 0,24\%_{\text{MBE}}$ typ. $\approx < \pm 0,070$ mV
	@ 55 °C Umgebungstemperatur	< $\pm 0,26\%_{\text{MBE}}$ typ. $\approx < \pm 0,077$ mV
Offset/Nullpunkt-Abweichung (bei 23°C) <sup>2</sup>	F <sub>Offset</sub>	< $\pm 60$ $\mu$ V
Gain/Scale/Verstärkungs-Abweichung (bei 23°C) <sup>2</sup>	F <sub>Gain</sub>	< 1200 ppm
Temperaturkoeffizient	Tk <sub>Gain</sub>	< 1 $\mu$ V/K
	Tk <sub>Offset</sub>	< 30 ppm/K

### Spezifikation $\pm 60$ mV

Hinweis: dieser Messbereich ist kein eigener elektrischer Messbereich sondern ein digitaler Ausschnitt des 75mV-Messbereichs

Messung Modus		$\pm 60$ mV
Messbereich, nominell		-60...+60 mV
Messbereich, Endwert (MBE)		60 mV
PDO Auflösung		2 $\mu$ V / digit
Grundgenauigkeit: Messabweichung, mit Mittelwertbildung	@ 23 °C Umgebungstemperatur <sup>1</sup>	< $\pm 0,16\%_{\text{MBE}}$ typ. $\approx < \pm 0,094$ mV
	@ 55 °C Umgebungstemperatur	< $\pm 0,17\%_{\text{MBE}}$ typ. $\approx < \pm 0,10$ mV
Offset/Nullpunkt-Abweichung (bei 23°C) <sup>2</sup>	F <sub>Offset</sub>	< $\pm 60$ $\mu$ V
Gain/Scale/Verstärkungs-Abweichung (bei 23°C) <sup>2</sup>	F <sub>Gain</sub>	< 1200 ppm
Temperaturkoeffizient	Tk <sub>Gain</sub>	< 1 $\mu$ V/K
	Tk <sub>Offset</sub>	< 30 ppm/K

### Spezifikation $\pm 75$ mV

Messung Modus		$\pm 75$ mV
Messbereich, nominell		-75...+75 mV
Messbereich, Endwert (MBE)		75 mV
PDO Auflösung		4 $\mu$ V / digit
Grundgenauigkeit: Messabweichung, mit Mittelwertbildung	@ 23 °C Umgebungstemperatur <sup>1</sup>	< $\pm 0,14\%_{\text{MBE}}$ typ. $\approx < \pm 0,11$ mV
	@ 55 °C Umgebungstemperatur	< $\pm 0,15\%_{\text{MBE}}$ typ. $\approx < \pm 0,12$ mV
Offset/Nullpunkt-Abweichung (bei 23°C) <sup>2</sup>	F <sub>Offset</sub>	< $\pm 60$ $\mu$ V
Gain/Scale/Verstärkungs-Abweichung (bei 23°C) <sup>2</sup>	F <sub>Gain</sub>	< 1200 ppm
Temperaturkoeffizient	Tk <sub>Gain</sub>	< 1 $\mu$ V/K
	Tk <sub>Offset</sub>	< 30 ppm/K

<sup>1</sup> Dieser Spezifikationswert beinhaltet den Temperaturkoeffizienten für Gain (Tk<sub>Gain</sub>) und Offset (Tk<sub>Offset</sub>)

<sup>2</sup> Diese Angaben sind bereits in der Grundgenauigkeit eingerechnet. Sie sind an dieser Stelle für eine detaillierte, individuelle Unsicherheitsbetrachtung aufgeführt.

### 2.2.2.3 Messung Thermoelemente

Im Messbereich eines vorgegebenen Thermoelementtyps wird eine gemessene Spannung intern nach eingestellter Transformation in eine Temperatur umgerechnet. Da der Kanal intern eine Spannung misst, ist der entsprechende Messfehler im Spannungsbereich zugrunde zu legen.

Die nachfolgenden Tabellen mit der Spezifikation der Thermoelementmessung gelten nur bei der Verwendung der internen Kaltstelle.

Die EL331x-00xx kann auch bei Bedarf mit externer Kaltstelle verwendet werden. Die Unsicherheiten müssen dann für die externe Kaltstelle anwendungsseitig ermittelt werden. Der Temperaturwert der externen Kaltstelle muss der EL331x-00xx dann über die Prozessdaten zur eigenen Verrechnung mitgeteilt werden. Die Auswirkung auf die Messung der Thermoelemente ist dann anlagenseitig zu berechnen.

Die hier angegebenen Spezifikationen der internen Kaltstelle und der Messbereiche gelten nur bei Einhaltung folgender Zeiten zur thermischen Stabilisierung bei konstanter Umgebungstemperatur:

- nach dem Einschalten: 60 min
- nach Änderung von Verdrahtung/Steckern: 15 min

#### Spezifikation der internen Kaltstellenmessung

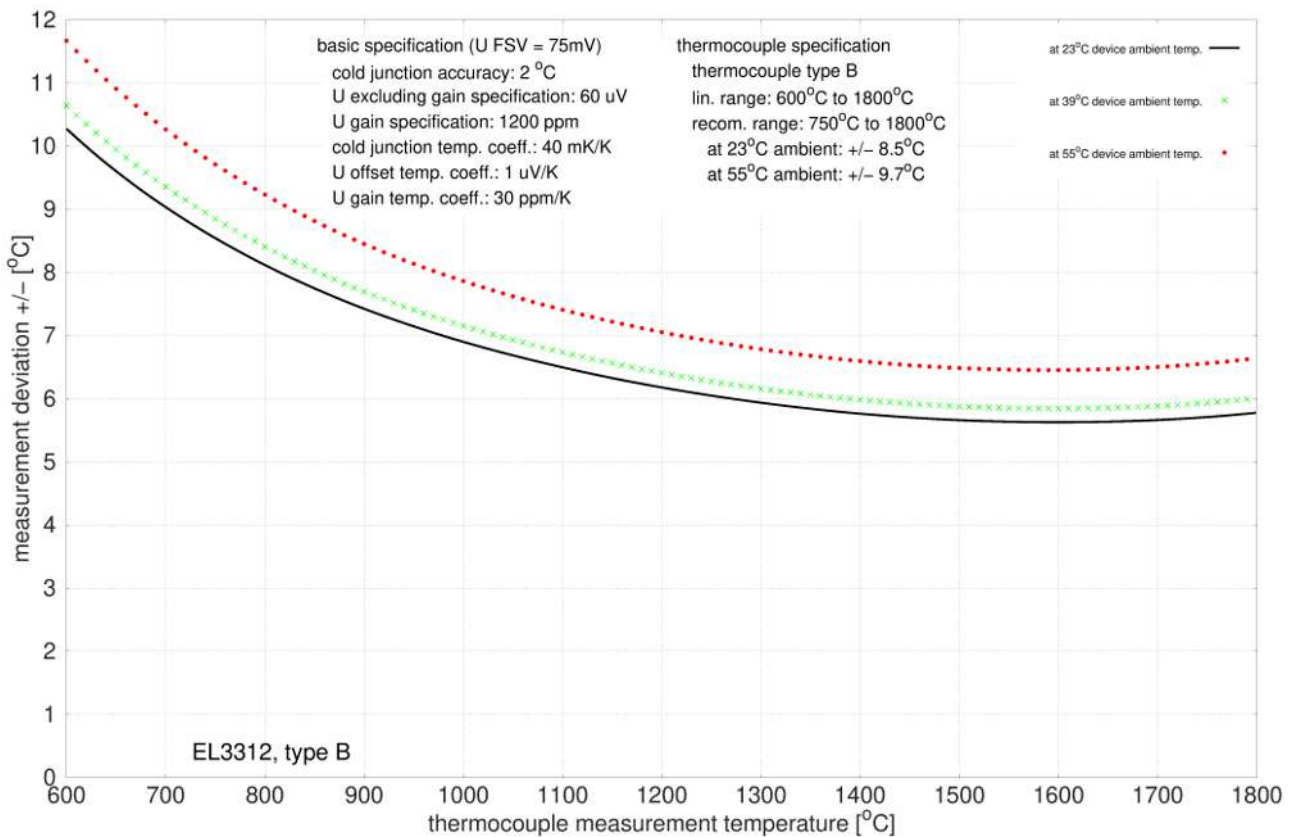
In der EL3312 verfügt jeder Kanal über einen eigenen Kaltstellensensor.

Messung Modus		Kaltstelle
Grundgenauigkeit: Messabweichung bei 23°C, mit Mittelwertbildung		< ±2,0 °C
Temperaturkoeffizient	Tk	< 40 mK/K

**Spezifikation Thermoelement Typ B**

Temperaturmessung Thermoelement		Typ B
Verwendeter elektr. Messbereich		± 75 mV
Messbereich, technisch nutzbar		+600 °C ≈ 1,792 mV ... +1800 °C ≈ 13,591 mV
Messbereich, Endwert (MBE)		+1800 °C
Messbereich, empfohlen		+750°C ... +1800°C
PDO LSB		0,1/0,01 °C/digit, je nach PDO Einstellung  Hinweis: intern wird mit 16 Bit auf den Messbereichsendwert gerechnet, je nach eingestelltem Thermoelement kommt es also bei „Auflösung 0,01°C“ zu Wertsprünge >0,01°C; Typ B: ca. 0,05°C
Unsicherheit im empfohlenen Messbereich, mit Mittelwertbildung	@ 23°C Umgebungstemperatur	± 8,5 K ≈ ± 0,47 % <sub>MBE</sub>
	@ 55°C Umgebungstemperatur	± 9,7 K ≈ ± 0,54 % <sub>MBE</sub>
Temperaturkoeffizient (Änderung des Messwerts bei Änderung der Klemmenumgebungstemperatur)		<i>Da der Wert wie im u.a. Spezifikations-Plot zu sehen stark abhängig ist von der Sensortemperatur, ist er grundsätzlich aus dem Spezifikations-Plot abzuleiten. Zur besseren Näherung ist auch informativ die Messunsicherheit bei T<sub>amb</sub> = 39°C als Mitte zwischen 23°C und 55°C dargestellt, um den nichtlinearen Verlauf zu verdeutlichen.</i>

Messunsicherheit für Thermoelement Typ B:

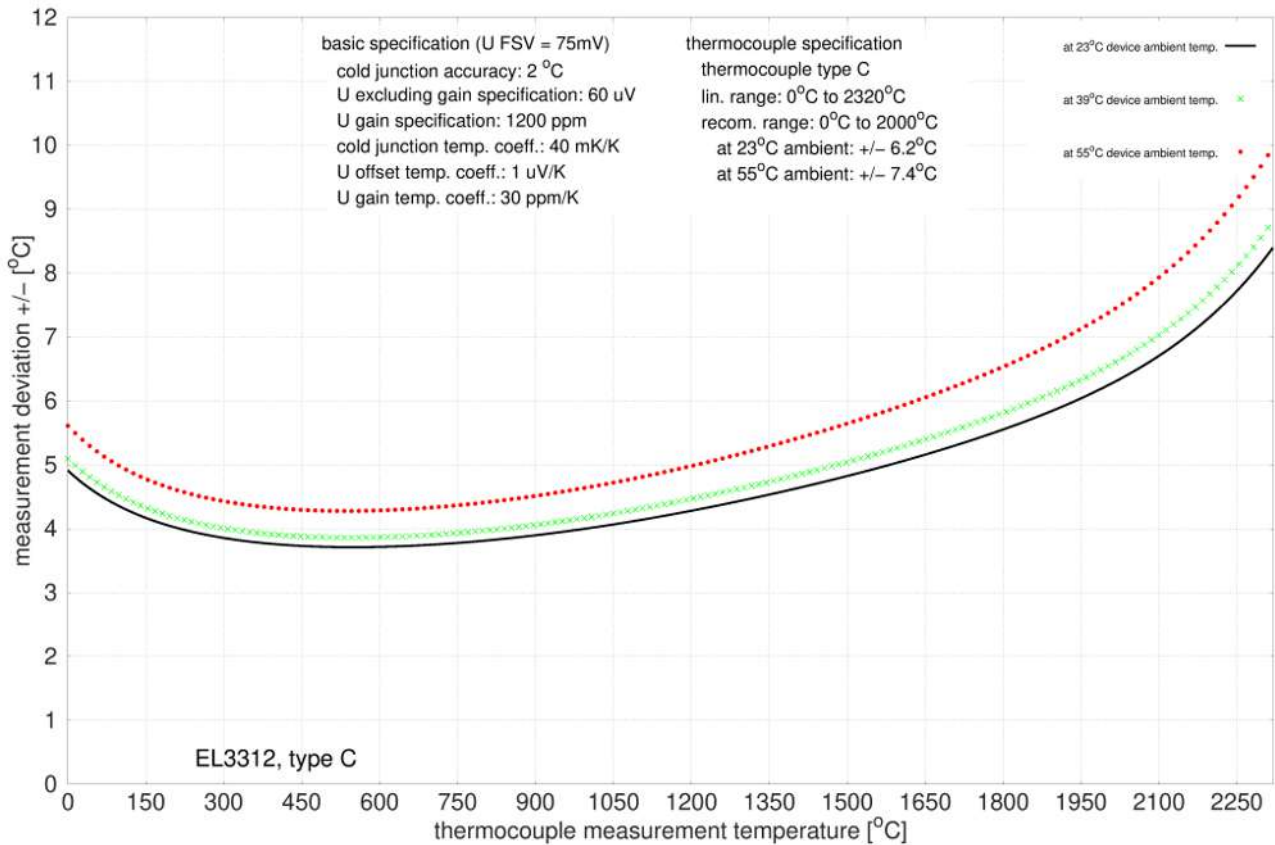




**Spezifikation Thermoelement Typ C**

Temperaturmessung Thermoelement		Typ C
Verwendeter elektr. Messbereich		± 75 mV
Messbereich, technisch nutzbar		0 °C ≈ 0 mV ... +2320 °C ≈ 37,107 mV
Messbereich, Endwert (MBE)		+2320 °C
Messbereich, empfohlen		0°C ... +2000°C
PDO LSB		0,1/0,01 °C/digit, je nach PDO Einstellung  Hinweis: intern wird mit 16 Bit auf den Messbereichsendwert gerechnet, je nach eingestelltem Thermoelement kommt es also bei „Auflösung 0,01°C“ zu Wertesprünge >0,01°C; Typ C: ca. 0,07°C
Unsicherheit im empfohlenen Messbereich, mit Mittelwertbildung	@ 23°C Umgebungstemperatur	± 6,2 K ≈ ± 0,27 % <sub>MBE</sub>
	@ 55°C Umgebungstemperatur	± 7,4 K ≈ ± 0,32 % <sub>MBE</sub>
Temperaturkoeffizient (Änderung des Messwerts bei Änderung der Klemmenumgebungstemperatur)		<i>Da der Wert wie im u.a. Spezifikations-Plot zu sehen stark abhängig ist von der Sensortemperatur, ist er grundsätzlich aus dem Spezifikations-Plot abzuleiten. Zur besseren Näherung ist auch informativ die Messunsicherheit bei T<sub>amb</sub> = 39°C als Mitte zwischen 23°C und 55°C dargestellt, um den nichtlinearen Verlauf zu verdeutlichen.</i>

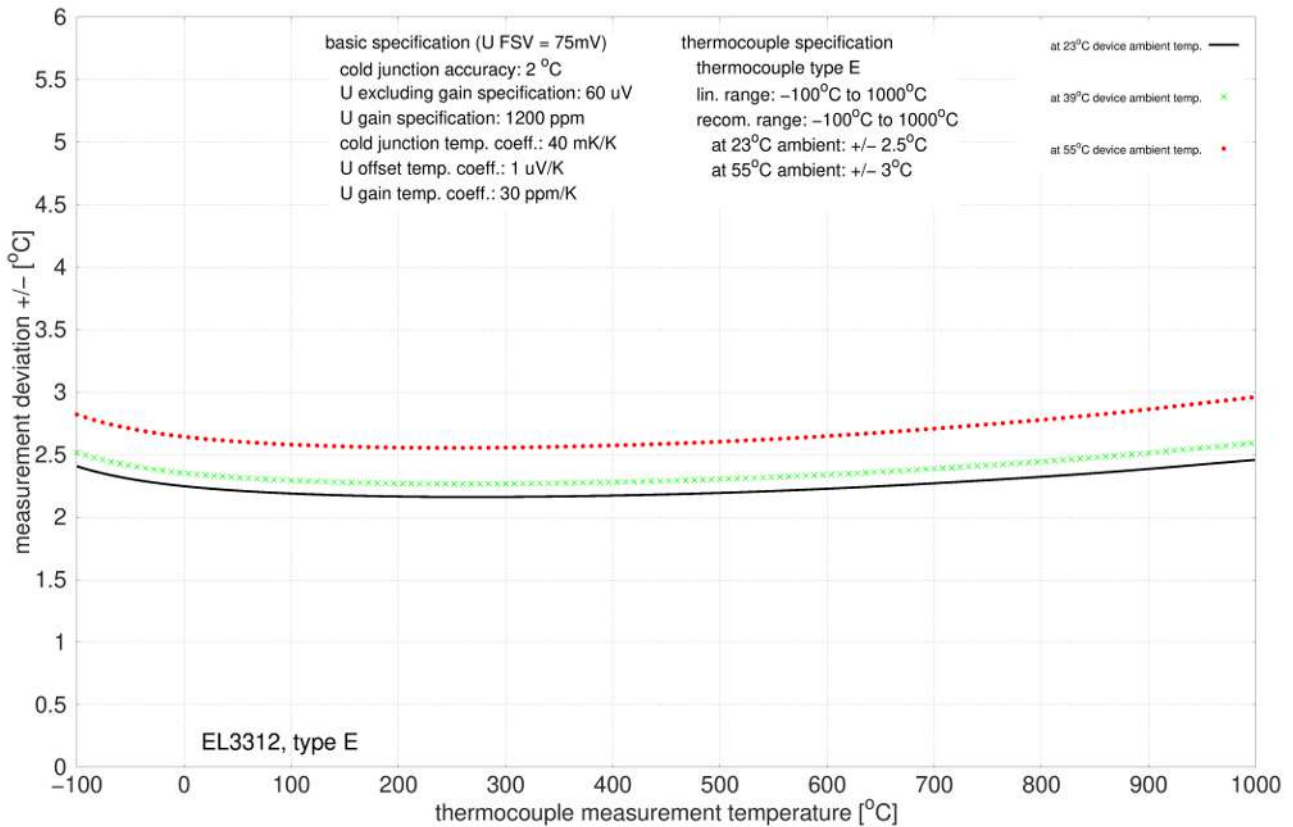
Messunsicherheit für Thermoelement Typ C:



**Spezifikation Thermoelement Typ E**

Temperaturmessung Thermoelement		Typ E
Verwendeter elektr. Messbereich		± 75 mV
Messbereich, technisch nutzbar		-100 °C ≈ -5,237 mV ... +1000 °C ≈ 76,372 mV
Messbereich, Endwert (MBE)		+1000 °C
Messbereich, empfohlen		-100°C ... +1000°C
PDO LSB		0,1/0,01 °C/digit, je nach PDO Einstellung  Hinweis: intern wird mit 16 Bit auf den Messbereichsendwert gerechnet, je nach eingestelltem Thermoelement kommt es also bei „Auflösung 0,01°C“ zu Wertsprünge >0,01°C; Typ E: ca. 0,03°C
Unsicherheit im empfohlenen Messbereich, mit Mittelwertbildung	@ 23°C Umgebungstemperatur	± 2,5 K ≈ ± 0,25 % <sub>MBE</sub>
	@ 55°C Umgebungstemperatur	± 3,0 K ≈ ± 0,30 % <sub>MBE</sub>
Temperaturkoeffizient (Änderung des Messwerts bei Änderung der Klemmenumgebungstemperatur)		<i>Da der Wert wie im u.a. Spezifikations-Plot zu sehen stark abhängig ist von der Sensortemperatur, ist er grundsätzlich aus dem Spezifikations-Plot abzuleiten. Zur besseren Näherung ist auch informativ die Messunsicherheit bei T<sub>amb</sub> = 39°C als Mitte zwischen 23°C und 55°C dargestellt, um den nichtlinearen Verlauf zu verdeutlichen.</i>

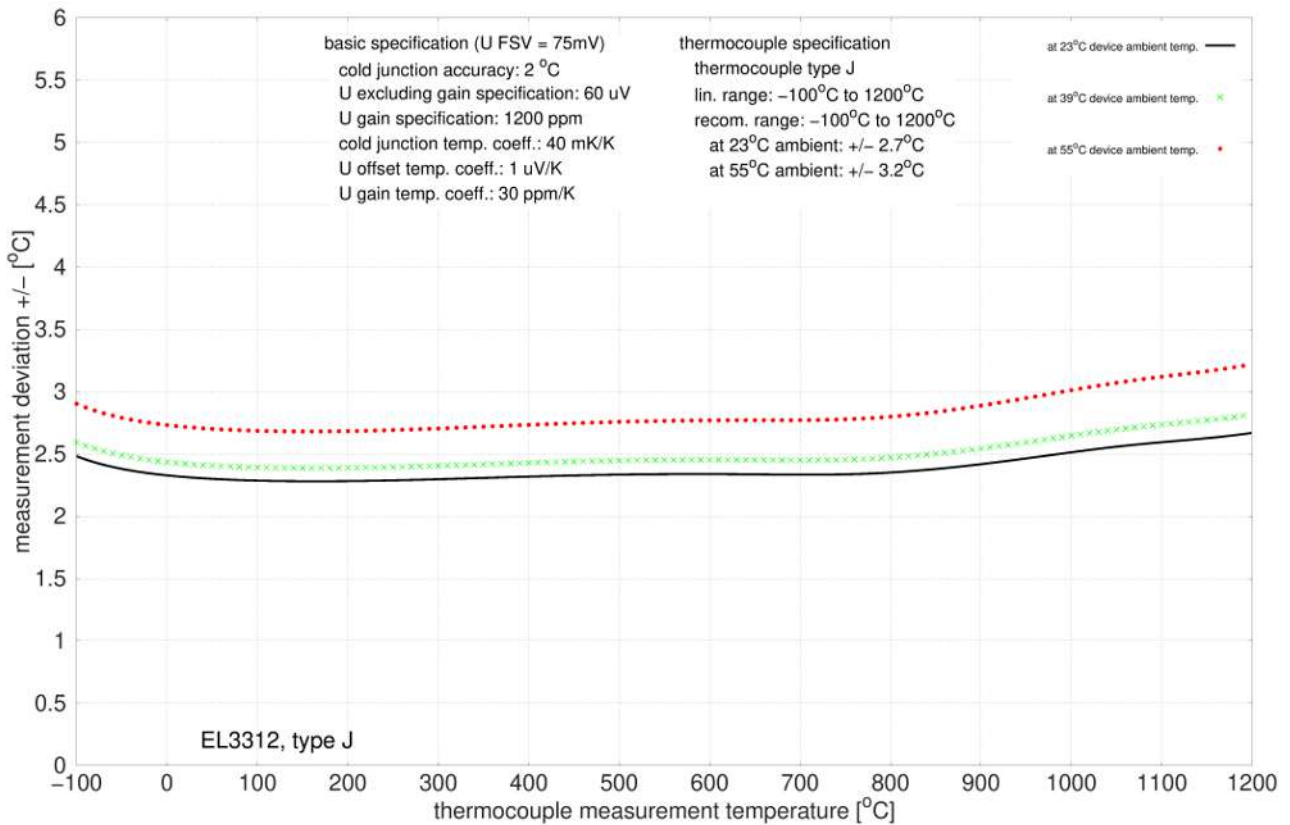
Messunsicherheit für Thermoelement Typ E:



**Spezifikation Thermoelement Typ J**

Temperaturmessung Thermoelement		Typ J
Verwendeter elektr. Messbereich		± 75 mV
Messbereich, technisch nutzbar		-100 °C ≈ -4,632 mV ... +1200 °C ≈ 69,553 mV
Messbereich, Endwert (MBE)		+1200 °C
Messbereich, empfohlen		-100°C ... +1200°C
PDO LSB		0,1/0,01 °C/digit, je nach PDO Einstellung  Hinweis: intern wird mit 16 Bit auf den Messbereichsendwert gerechnet, je nach eingestelltem Thermoelement kommt es also bei „Auflösung 0,01°C“ zu Wertsprünge >0,01°C; Typ J: ca. 0,04°C
Unsicherheit im empfohlenen Messbereich, mit Mittelwertbildung	@ 23°C Umgebungstemperatur	± 2,7 K ≈ ± 0,23 % <sub>MBE</sub>
	@ 55°C Umgebungstemperatur	± 3,2 K ≈ ± 0,27 % <sub>MBE</sub>
Temperaturkoeffizient (Änderung des Messwerts bei Änderung der Klemmenumgebungstemperatur)		<i>Da der Wert wie im u.a. Spezifikations-Plot zu sehen stark abhängig ist von der Sensortemperatur, ist er grundsätzlich aus dem Spezifikations-Plot abzuleiten. Zur besseren Näherung ist auch informativ die Messunsicherheit bei T<sub>amb</sub> = 39°C als Mitte zwischen 23°C und 55°C dargestellt, um den nichtlinearen Verlauf zu verdeutlichen.</i>

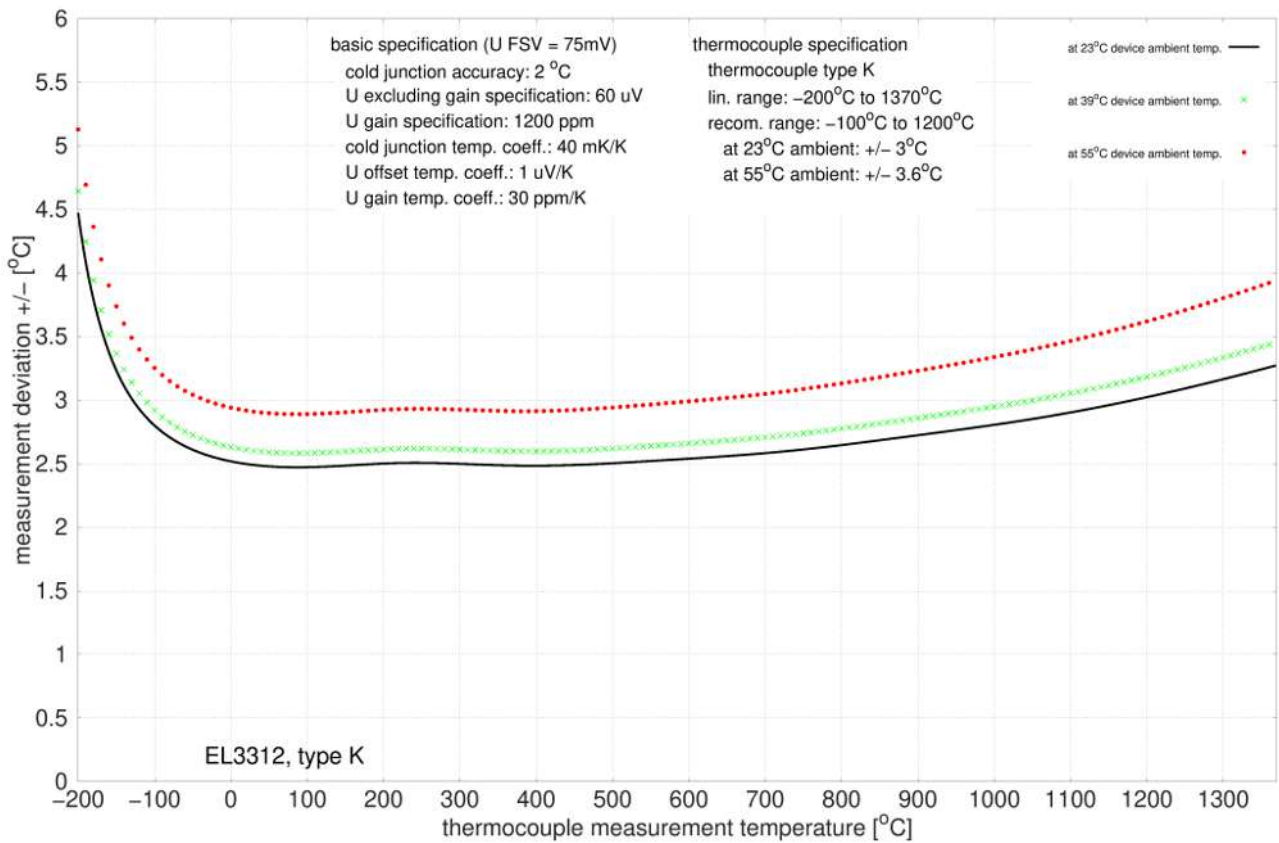
Messunsicherheit für Thermoelement Typ J:



**Spezifikation Thermoelement Typ K**

Temperaturmessung Thermoelement		Typ K
Verwendeter elektr. Messbereich		± 75 mV
Messbereich, technisch nutzbar		-200 °C ≈ -5,891 mV ... +1370 °C ≈ 54,818 mV
Messbereich, Endwert (MBE)		+1370 °C
Messbereich, empfohlen		-100°C ... +1200°C
PDO LSB		0,1/0,01 °C/digit, je nach PDO Einstellung  Hinweis: intern wird mit 16 Bit auf den Messbereichsendwert gerechnet, je nach eingestelltem Thermoelement kommt es also bei „Auflösung 0,01°C“ zu Wertsprünge >0,01°C; Typ K: ca. 0,04°C
Unsicherheit im empfohlenen Messbereich, mit Mittelwertbildung	@ 23°C Umgebungstemperatur	± 3,0 K ≈ ± 0,22 % <sub>MBE</sub>
	@ 55°C Umgebungstemperatur	± 3,6 K ≈ ± 0,26 % <sub>MBE</sub>
Temperaturkoeffizient (Änderung des Messwerts bei Änderung der Klemmenumgebungstemperatur)		<i>Da der Wert wie im u.a. Spezifikations-Plot zu sehen stark abhängig ist von der Sensortemperatur, ist er grundsätzlich aus dem Spezifikations-Plot abzuleiten. Zur besseren Näherung ist auch informativ die Messunsicherheit bei T<sub>amb</sub> = 39°C als Mitte zwischen 23°C und 55°C dargestellt, um den nichtlinearen Verlauf zu verdeutlichen.</i>

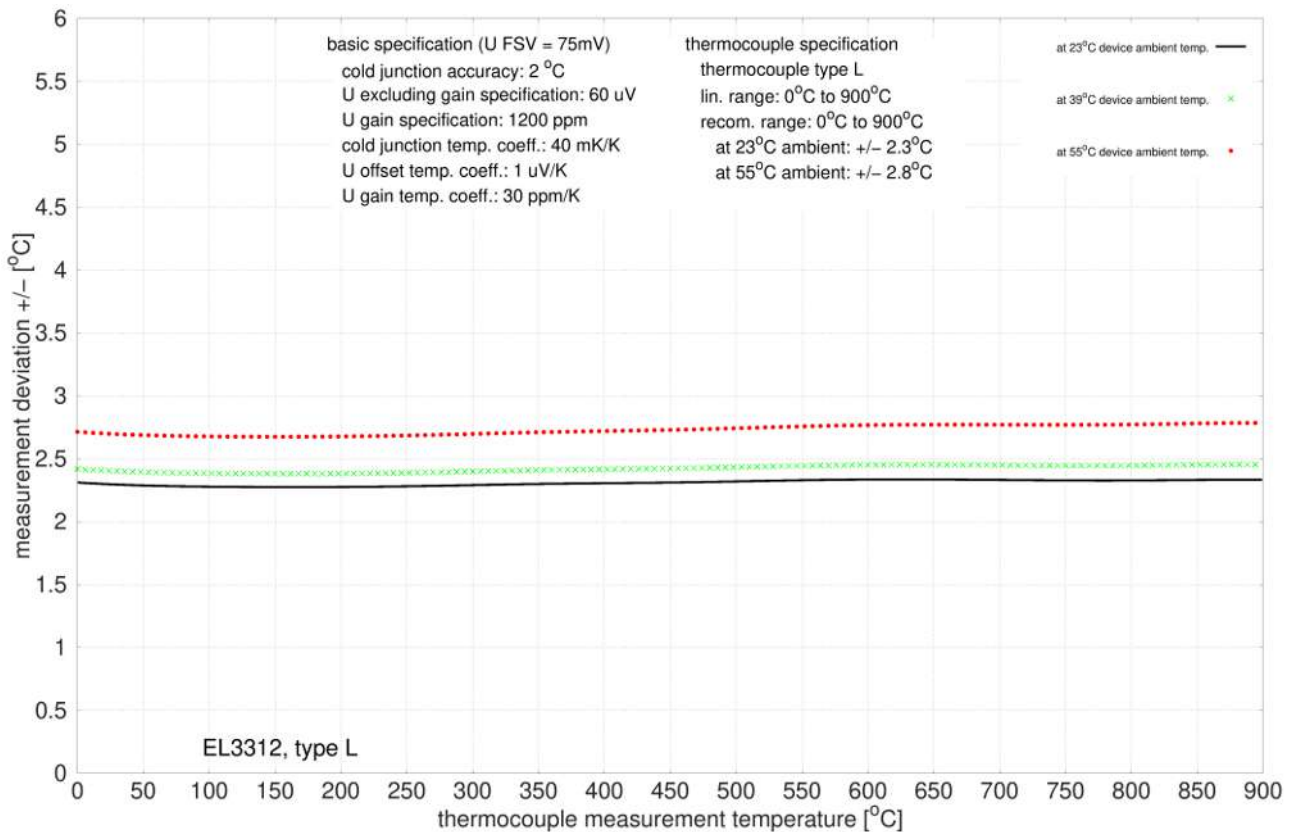
Messunsicherheit für Thermoelement Typ K:



**Spezifikation Thermoelement Typ L**

Temperaturmessung Thermoelement		Typ L
Verwendeter elektr. Messbereich		± 75 mV
Messbereich, technisch nutzbar		0 °C ≈ 0 mV ... +900 °C ≈ 52,430 mV
Messbereich, Endwert (MBE)		+900 °C
Messbereich, empfohlen		0°C ... +900°C
PDO LSB		0,1/0,01 °C/digit, je nach PDO Einstellung Hinweis: intern wird mit 16 Bit auf den Messbereichsendwert gerechnet, je nach eingestelltem Thermoelement kommt es also bei „Auflösung 0,01°C“ zu Wertsprünge >0,01°C; Typ L: ca. 0,03°C
Unsicherheit im empfohlenen Messbereich, mit Mittelwertbildung	@ 23°C Umgebungstemperatur	± 2,3 K ≈ ± 0,26 % <sub>MBE</sub>
	@ 55°C Umgebungstemperatur	± 2,8 K ≈ ± 0,31 % <sub>MBE</sub>
Temperaturkoeffizient (Änderung des Messwerts bei Änderung der Klemmenumgebungstemperatur)		<i>Da der Wert wie im u.a. Spezifikations-Plot zu sehen stark abhängig ist von der Sensortemperatur, ist er grundsätzlich aus dem Spezifikations-Plot abzuleiten. Zur besseren Näherung ist auch informativ die Messunsicherheit bei T<sub>amb</sub> = 39°C als Mitte zwischen 23°C und 55°C dargestellt, um den nichtlinearen Verlauf zu verdeutlichen.</i>

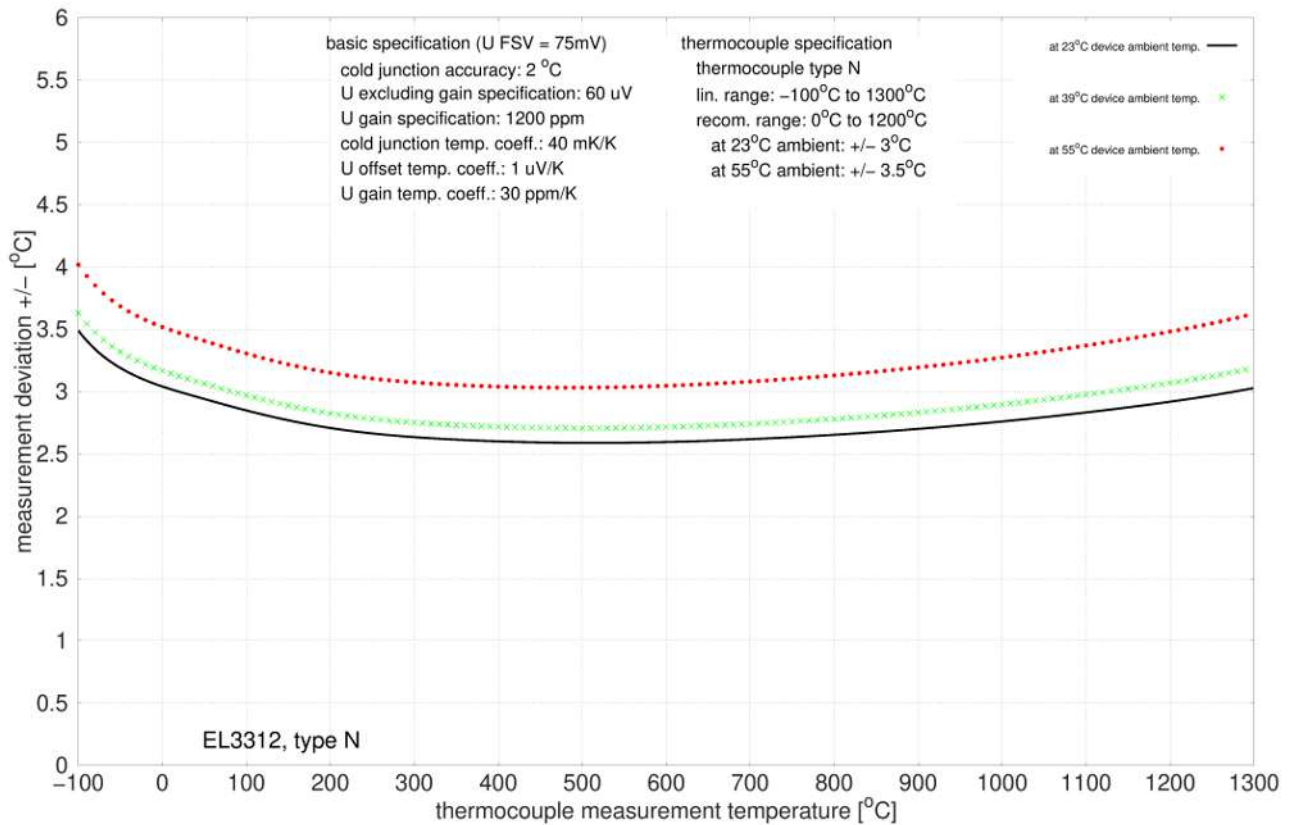
Messunsicherheit für Thermoelement Typ L:



**Spezifikation Thermoelement Typ N**

Temperaturmessung Thermoelement		Typ N
Verwendeter elektr. Messbereich		± 75 mV
Messbereich, technisch nutzbar		-100 °C ≈ -2,406 mV ... +1300 °C ≈ 47,513 mV
Messbereich, Endwert (MBE)		+1300 °C
Messbereich, empfohlen		0°C ... +1300°C
PDO LSB		0,1/0,01 °C/digit, je nach PDO Einstellung  Hinweis: intern wird mit 16 Bit auf den Messbereichsendwert gerechnet, je nach eingestelltem Thermoelement kommt es also bei „Auflösung 0,01°C“ zu Wertsprünge >0,01°C; Typ N: ca. 0,04°C
Unsicherheit im empfohlenen Messbereich, mit Mittelwertbildung	@ 23°C Umgebungstemperatur	± 3,0 K ≈ ± 0,23 % <sub>MBE</sub>
	@ 55°C Umgebungstemperatur	± 3,5 K ≈ ± 0,27 % <sub>MBE</sub>
Temperaturkoeffizient (Änderung des Messwerts bei Änderung der Klemmenumgebungstemperatur)		<i>Da der Wert wie im u.a. Spezifikations-Plot zu sehen stark abhängig ist von der Sensortemperatur, ist er grundsätzlich aus dem Spezifikations-Plot abzuleiten. Zur besseren Näherung ist auch informativ die Messunsicherheit bei T<sub>amb</sub> = 39°C als Mitte zwischen 23°C und 55°C dargestellt, um den nichtlinearen Verlauf zu verdeutlichen.</i>

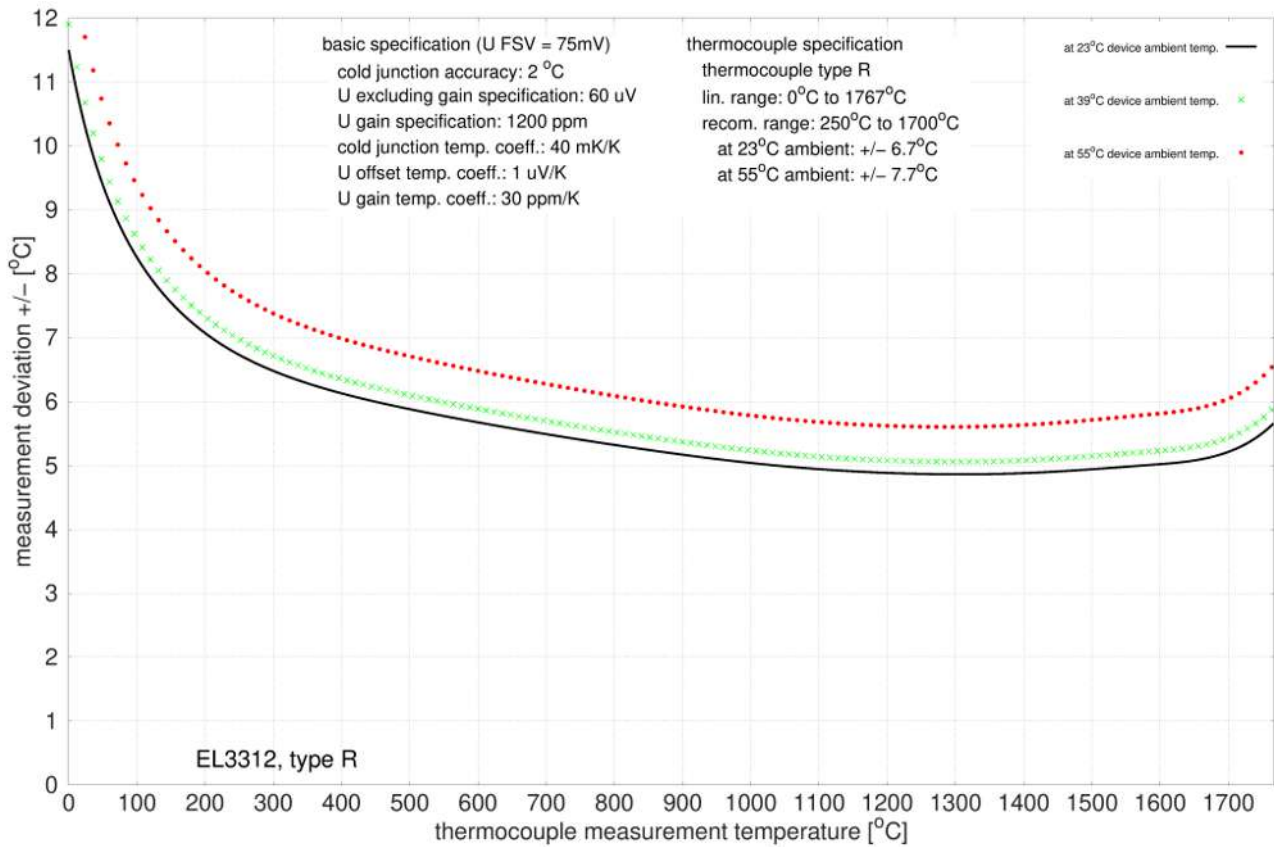
Messunsicherheit für Thermoelement Typ N:



**Spezifikation Thermoelement Typ R**

Temperaturmessung Thermoelement		Typ R
Verwendeter elektr. Messbereich		± 75 mV
Messbereich, technisch nutzbar		0 °C ≈ 0 mV ... +1767 °C ≈ 21,089 mV
Messbereich, Endwert (MBE)		+1767 °C
Messbereich, empfohlen		+250°C ... +1700°C
PDO LSB		0,1/0,01 °C/digit, je nach PDO Einstellung  Hinweis: intern wird mit 16 Bit auf den Messbereichsendwert gerechnet, je nach eingestelltem Thermoelement kommt es also bei „Auflösung 0,01°C“ zu Wertsprünge >0,01°C; TypR: ca. 0,05°C
Unsicherheit im empfohlenen Messbereich, mit Mittelwertbildung	@ 23°C Umgebungstemperatur	± 6,7 K ≈ ± 0,38 % <sub>MBE</sub>
	@ 55°C Umgebungstemperatur	± 7,7 K ≈ ± 0,44 % <sub>MBE</sub>
Temperaturkoeffizient (Änderung des Messwerts bei Änderung der Klemmenumgebungstemperatur)		<i>Da der Wert wie im u.a. Spezifikations-Plot zu sehen stark abhängig ist von der Sensortemperatur, ist er grundsätzlich aus dem Spezifikations-Plot abzuleiten. Zur besseren Näherung ist auch informativ die Messunsicherheit bei T<sub>amb</sub> = 39°C als Mitte zwischen 23°C und 55°C dargestellt, um den nichtlinearen Verlauf zu verdeutlichen.</i>

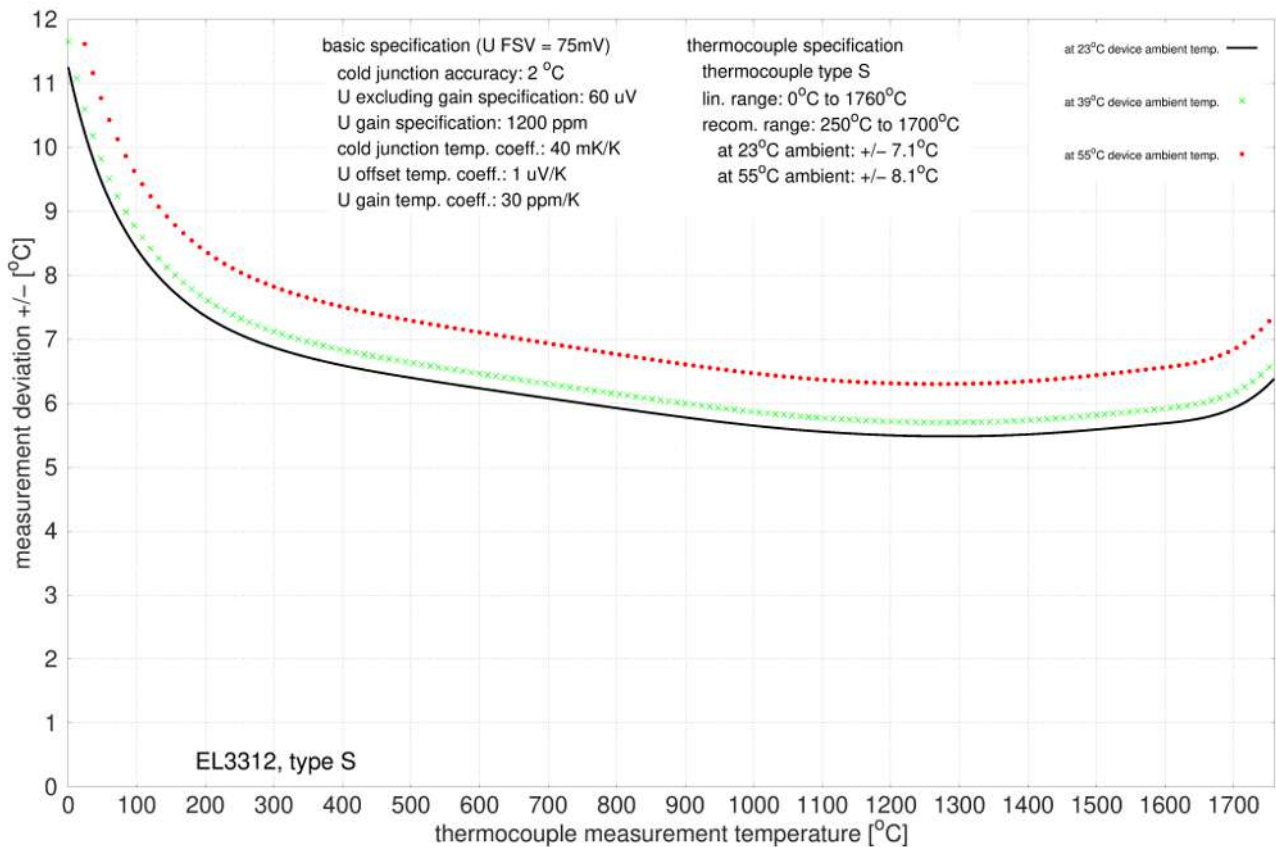
Messunsicherheit für Thermoelement Typ R:



**Spezifikation Thermoelement Typ S**

Temperaturmessung Thermoelement		Typ S
Verwendeter elektr. Messbereich		± 75 mV
Messbereich, technisch nutzbar		0 °C ≈ 0 mV ... +1760 °C ≈ 17,947 mV
Messbereich, Endwert (MBE)		+1760 °C
Messbereich, empfohlen		+250°C ... +1700°C
PDO LSB		0,1/0,01 °C/digit, je nach PDO Einstellung  Hinweis: intern wird mit 16 Bit auf den Messbereichsendwert gerechnet, je nach eingestelltem Thermoelement kommt es also bei „Auflösung 0,01°C“ zu Wertesprünge >0,01°C; Typ S: ca. 0,05°C
Unsicherheit im empfohlenen Messbereich, mit Mittelwertbildung	@ 23°C Umgebungstemperatur	± 7,1 K ≈ ± 0,40 % <sub>MBE</sub>
	@ 55°C Umgebungstemperatur	± 8,1 K ≈ ± 0,46 % <sub>MBE</sub>
Temperaturkoeffizient (Änderung des Messwerts bei Änderung der Klemmenumgebungstemperatur)		<i>Da der Wert wie im u.a. Spezifikations-Plot zu sehen stark abhängig ist von der Sensortemperatur, ist er grundsätzlich aus dem Spezifikations-Plot abzuleiten. Zur besseren Näherung ist auch informativ die Messunsicherheit bei T<sub>amb</sub> = 39°C als Mitte zwischen 23°C und 55°C dargestellt, um den nichtlinearen Verlauf zu verdeutlichen.</i>

Messunsicherheit für Thermoelement Typ S:

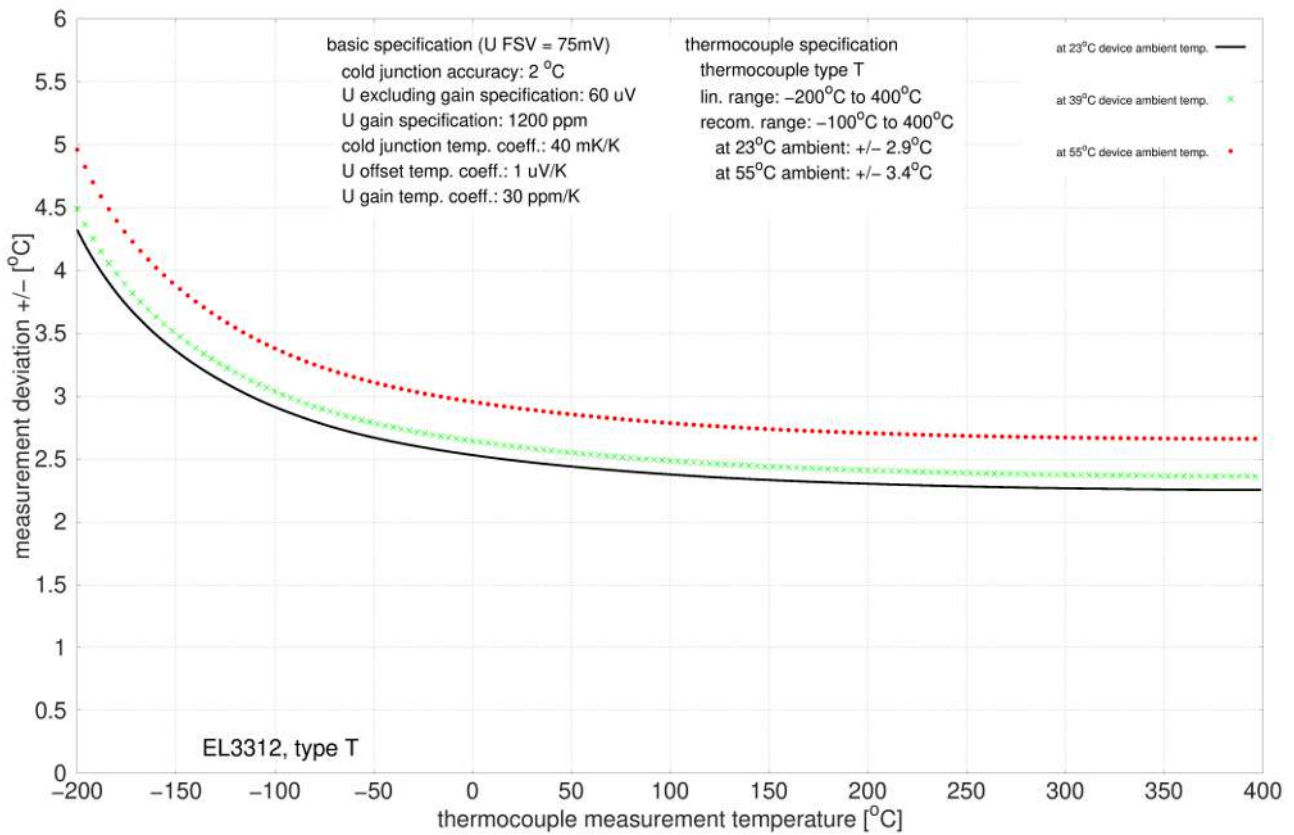




**Spezifikation Thermoelement Typ T**

Temperaturmessung Thermoelement		Typ T
Verwendeter elektr. Messbereich		± 75 mV
Messbereich, technisch nutzbar		-200 °C ≈ -5,603 mV ... +400 °C ≈ 20,872 mV
Messbereich, Endwert (MBE)		+400 °C
Messbereich, empfohlen		-100°C ... +400°C
PDO LSB		0,1/0,01 °C/digit, je nach PDO Einstellung
Unsicherheit im empfohlenen Messbereich, mit Mittelwertbildung	@ 23°C Umgebungstemperatur	± 2,9 K ≈ ± 0,73 % <sub>MBE</sub>
	@ 55°C Umgebungstemperatur	± 3,4 K ≈ ± 0,85 % <sub>MBE</sub>
Temperaturkoeffizient (Änderung des Messwerts bei Änderung der Klemmenumgebungstemperatur)		<i>Da der Wert wie im u.a. Spezifikations-Plot zu sehen stark abhängig ist von der Sensortemperatur, ist er grundsätzlich aus dem Spezifikations-Plot abzuleiten. Zur besseren Näherung ist auch informativ die Messunsicherheit bei T<sub>amb</sub> = 39°C als Mitte zwischen 23°C und 55°C dargestellt, um den nichtlinearen Verlauf zu verdeutlichen.</i>

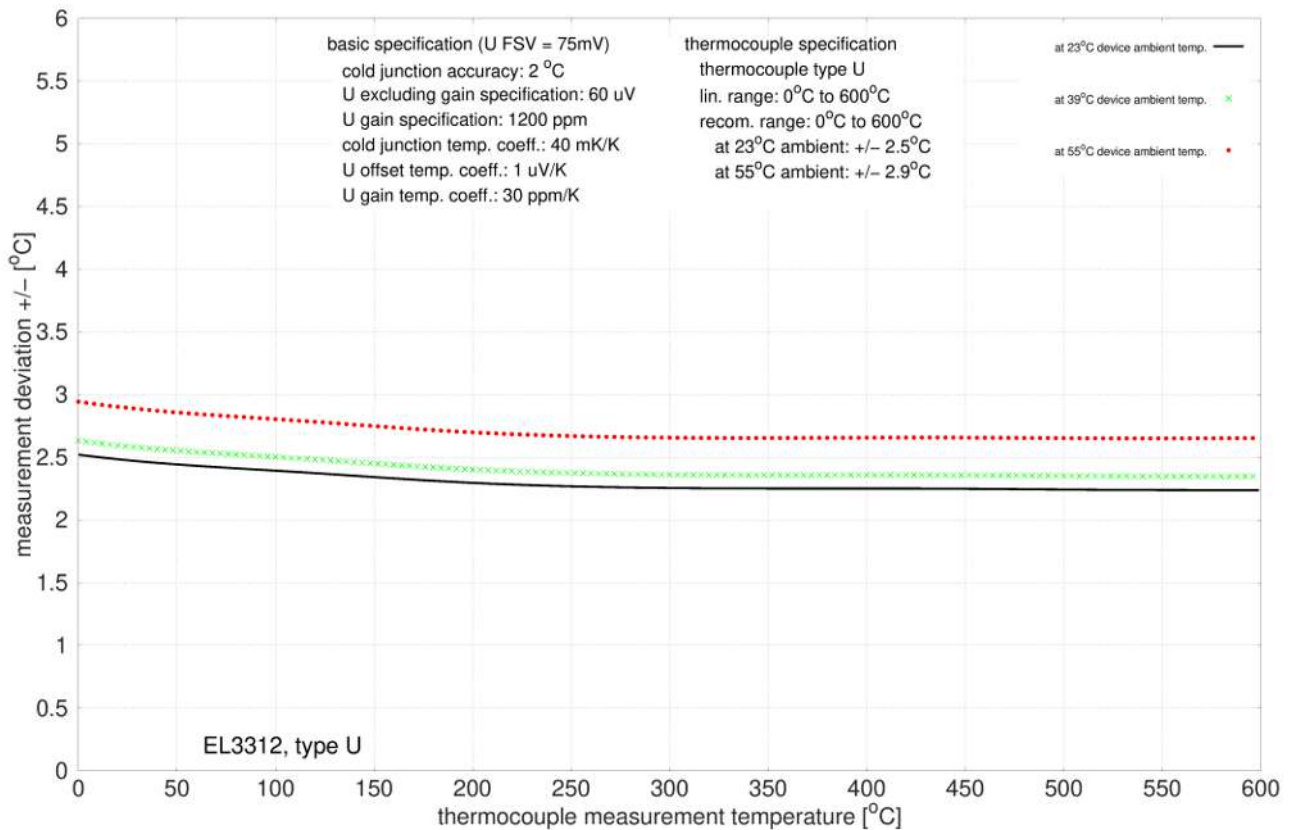
Messunsicherheit für Thermoelement Typ T:



**Spezifikation Thermoelement Typ U**

Temperaturmessung Thermoelement		Typ U
Verwendeter elektr. Messbereich		± 75 mV
Messbereich, technisch nutzbar		0 °C ≈ 0 mV ... +600 °C ≈ 33,600 mV
Messbereich, Endwert (MBE)		+600 °C
Messbereich, empfohlen		0°C ... +600°C
PDO LSB		0,1/0,01 °C/digit, je nach PDO Einstellung  Hinweis: intern wird mit 16 Bit auf den Messbereichsendwert gerechnet, je nach eingestelltem Thermoelement kommt es also bei „Auflösung 0,01°C“ zu Wertsprünge >0,01°C; Typ U: ca. 0,02°C
Unsicherheit im empfohlenen Messbereich, mit Mittelwertbildung	@ 23°C Umgebungstemperatur	± 2,5 K ≈ ± 0,42 % <sub>MBE</sub>
	@ 55°C Umgebungstemperatur	± 2,9 K ≈ ± 0,48 % <sub>MBE</sub>
Temperaturkoeffizient (Änderung des Messwerts bei Änderung der Klemmenumgebungstemperatur)		<i>Da der Wert wie im u.a. Spezifikations-Plot zu sehen stark abhängig ist von der Sensortemperatur, ist er grundsätzlich aus dem Spezifikations-Plot abzuleiten. Zur besseren Näherung ist auch informativ die Messunsicherheit bei T<sub>amb</sub> = 39°C als Mitte zwischen 23°C und 55°C dargestellt, um den nichtlinearen Verlauf zu verdeutlichen.</i>

Messunsicherheit für Thermoelement Typ U:



### 2.2.3 Anschlussbelegung

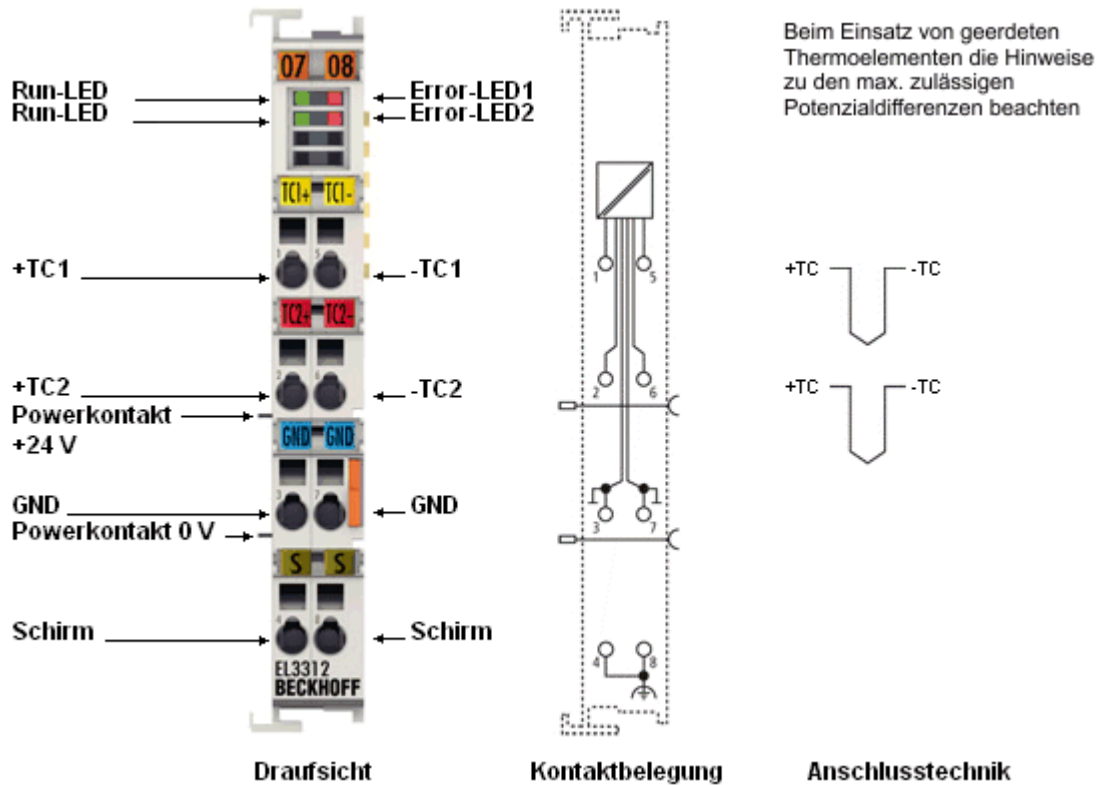


Abb. 7: EL3312

#### EL3312 - Anschlussbelegung

Klemmstelle	Nr.	Kommentar
Input +TC1	1	Eingang +TC1
Input +TC2	2	Eingang +TC2
GND	3	Masse (intern verbunden mit Klemmstelle 7)
Shield	4	Schirm (intern verbunden mit Klemmstelle 8)
Input -TC1	5	Eingang -TC1
Input -TC2	6	Eingang -TC2
GND	7	Masse (intern verbunden mit Klemmstelle 3)
Shield	8	Schirm (intern verbunden mit Klemmstelle 4)

#### **i** Geerdete Thermoelemente

Bei geerdeten Thermoelementen beachten: Differenzeingänge max. ± 2 V gegen Masse!

## 2.2.4 Anzeigen, Diagnose

### EL3312 - LEDs

LED	Farbe	Bedeutung	
RUN	grün	Diese LED gibt den Betriebszustand der Klemme wieder:	
		aus	Zustand der EtherCAT State Machine: <b>INIT</b> = Initialisierung der Klemme
		gleichmäßig blinkend	Zustand der EtherCAT State Machine: <b>PREOP</b> = Funktion für Mailbox-Kommunikation und abweichende Standard-Einstellungen gesetzt
		langsam blinkend	Zustand der EtherCAT State Machine: <b>SAFEOP</b> = Überprüfung der Kanäle des Sync-Managers und der Distributed Clocks. Ausgänge bleiben im sicheren Zustand
		an	Zustand der EtherCAT State Machine: <b>OP</b> = normaler Betriebszustand; Mailbox- und Prozessdatenkommunikation ist möglich
	schnell blinkend	Zustand der EtherCAT State Machine: <b>BOOTSTRAP</b> = Funktion für Firmware-Updates der Klemme	
ERROR1, ERROR2	rot	Es liegt ein Kurzschluss oder Drahtbruch vor. Der Spannungswert befindet sich im ungültigen Bereich der Kennlinie	

## 2.3 EL3314

### 2.3.1 Einführung

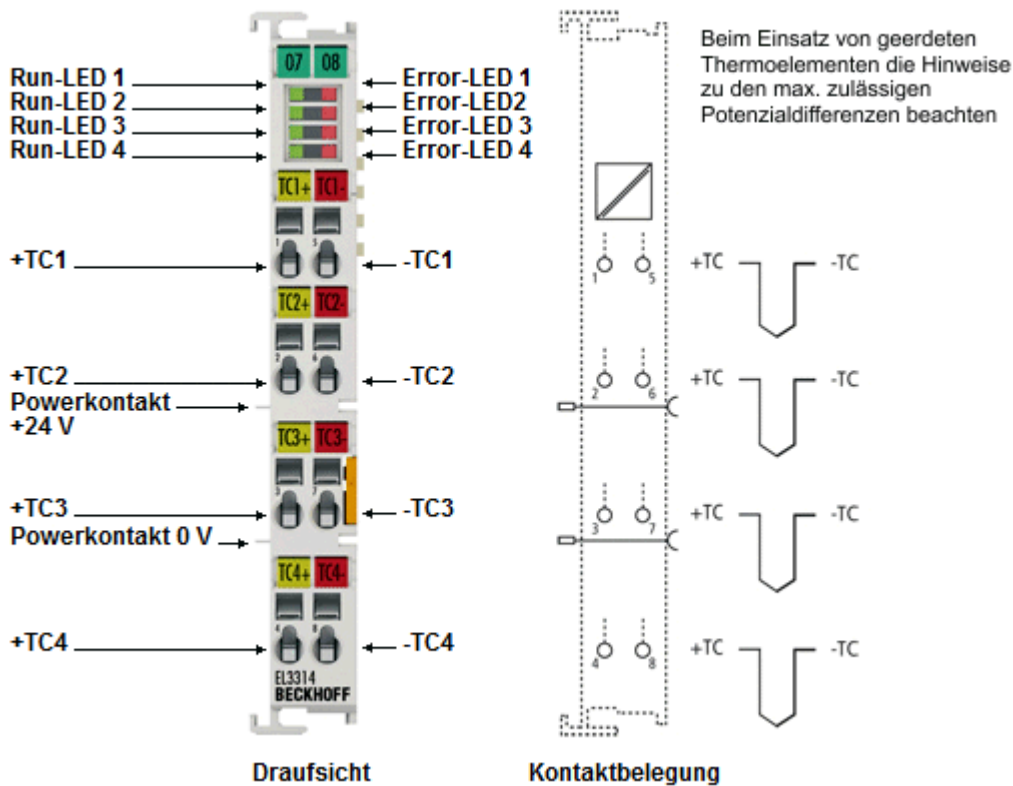


Abb. 8: EL3314

#### 4-Kanal Analog-Eingangsklemmen für Thermoelemente mit Drahtbruchererkennung

Die analoge Eingangsklemme EL3314 erlaubt den direkten Anschluss von Thermoelementen. Die Schaltung der EtherCAT-Klemmen kann Thermoelement-Sensoren in 2-Leitertechnik betreiben. Die Linearisierung über den gesamten Temperaturbereich wird durch einen Mikroprozessor realisiert. Der Temperaturbereich ist frei wählbar. Drahtbruch wird durch Error-LEDs signalisiert. Die Kaltstellenkompensation erfolgt durch interne Temperaturmessung an den Klemmen. Mit den EL33xx ist auch mV-Messung möglich.

Mit der EL3314-0010 stellt Beckhoff eine hochpräzise Variante [► 93] der 4-Kanal Eingangsklemme für Thermoelemente zur Verfügung.

#### Quick-Links

- [EtherCAT Funktionsgrundlagen](#)
- [Technologie EL33xx](#) [► 188]
- [CoE-Objektbeschreibung und Parametrierung](#) [► 349]
- [Prozessdaten und Betriebsmodi](#) [► 317]

## 2.3.2 Technische Daten

### 2.3.2.1 Allgemeine technische Daten

Analoge Eingänge	EL3314
Anzahl Eingänge	4
Thermoelement-Sensortypen, Messgrößen	Typ B, C, E, J, K, L, N, R, S, T, U (Voreinstellung: Typ K), mV-Messung
Anschlussstechnik	2-Leiter
Max. Leitungslänge zum Thermoelement	30 m (ohne Schutzmaßnahmen), bei größeren Kabellängen ist ein geeigneter Überspannungsschutz (Surge-Protection) vorzusehen
Auflösung	Intern 16 Bit
Wandlungszeit	ca. 2,5 s bis 20 ms, je nach Konfiguration und Filtereinstellung, Default: ca. 250 ms
Grenzfrequenz Eingangsfiler	1 kHz typ.
Softwarefilter	5 Hz...30 kHz, einstellbar, Notch-Charakteristik; Voreinstellung: deaktiviert
Drahtbruchererkennung	ja (abschaltbar)
Unterstützt Funktion <code>NoCoeStorage</code> [► 218]	ja, ab Firmware 01

Spannungsmessung	EL3314
Messbereich, technisch nutzbar	ca. $\pm 78$ mV
Messbereiche (nominell) und Auflösung	$\pm 30$ mV (1 $\mu$ V pro Digit, somit max. 32,768 mV darstellbar) $\pm 60$ mV (2 $\mu$ V pro Digit, somit max. 65,536 mV darstellbar) $\pm 75$ mV (4 $\mu$ V pro Digit, somit max. 131 mV darstellbar, techn. Nutzbaren Messbereich beachten) Die Messbereiche 30 und 60 mV sind in Software ausgeführt zur Erhöhung der Auflösung und nutzen immer denselben elektrischen Messbereich von $\pm 75$ mV.
Messunsicherheit	Siehe <a href="#">Messung <math>\pm 30</math> mV...<math>\pm 75</math> mV</a> [► 57]

Temperaturmessung	EL3314
Verwendeter elektr. Messbereich	$\pm 75$ mV
Messbereiche	Typ B: +600...+1800 °C Typ C: 0...+2320 °C Typ E: -100...+1000 °C Typ J: -100...+1200 °C Typ K: -200...+1370 °C (Voreingestellt) Typ L: 0...+900 °C Typ N: -100...+1300 °C Typ R: 0...+1767 °C Typ S: 0...+1760 °C Typ T: -200...+400 °C Typ U: 0...+600 °C
Auflösung	Temperaturdarstellung 0,1/0,01 °C pro Digit, Voreinstellung 0,1 °C Hinweis: intern wird mit 16 Bit auf den Messbereichsendwert gerechnet, je nach eingestelltem Thermoelement kommt es also bei „Auflösung 0,01 °C“ zu Wertesprünge $>0,01$ °C; z.B. Typ K: ca. 0,04 °C
Messunsicherheit	Siehe <a href="#">Messung Thermoelemente</a> [► 58]

Versorgung und Potentiale		EL3314
Spannungsversorgung für Elektronik		über den E-Bus
Stromaufnahme aus dem E-Bus		typ. 200 mA
Differenzspannung zwischen +TC und -TC	Empfohlener Einsatzbereich	jew. Messbereich
	Zerstörgrenze kurzzeitig/dauerhaft	±15 V
Max. Potential der verdrehten TC-Enden untereinander (nicht isolierte/geerdete TC)	Empfohlener Einsatzbereich	±2 V
	Zerstörgrenze kurzzeitig/dauerhaft	±15 V
Max. Potential $U_{CM}$ (CommonMode-Spannung) der verdrehten TC gegen GND	Empfohlener Einsatzbereich	Nicht anwendbar, da GND nicht zugänglich
	Zerstörgrenze kurzzeitig/dauerhaft	
Max. Potenzial verdrehte TC oder GND gegen SGND oder 0V-Power	Empfohlener Einsatzbereich	±30 V
	Zerstörgrenze kurzzeitig/dauerhaft	±50 V
Potentialtrennung: Max Potenzial verdrehte TC oder GND gegen Busseite	Empfohlener Einsatzbereich und Zerstörgrenze kurzzeitig/dauerhaft	500 V

Kommunikation		EL3314
Konfiguration		über TwinCAT System Manager
Breite im Prozessabbild		max. 16 Byte Input, max.8 Byte Output
Distributed Clocks		-

Umgebungsbedingungen		EL3314
zulässiger Umgebungstemperatur-bereich im Betrieb		-25°C ... +60°C (erweiterter Temperaturbereich), ab Firmware 06
zulässiger Umgebungstemperatur-bereich bei Lagerung		-40°C ... +85°C
zulässige relative Luftfeuchtigkeit		95%, keine Betauung

Allgemeine Daten		EL3314
Abmessungen (B x H x T)		ca. 15 mm x 100 mm x 70 mm (Breite angereicht: 12 mm)
Gewicht		ca. 60 g
<a href="#">Montage</a> [ <a href="#">▶ 223</a> ]		auf 35 mm Tragschiene nach EN 60715
Einbaulage		beliebig

Normen und Zulassungen		EL3314
Schutzart		IP20
Vibrations- / Schockfestigkeit		gemäß EN 60068-2-6 / EN 60068-2-27, siehe auch <a href="#">Montagevorschriften für Klemmen mit erhöhter mechanischer Belastbarkeit</a> [ <a href="#">▶ 227</a> ]
EMV-Festigkeit / Aussendung		gemäß EN 61000-6-2 / EN 61000-6-4
Kennzeichnung / Zulassung		CE, UKCA, EAC <a href="#">ATEX</a> [ <a href="#">▶ 205</a> ] <a href="#">cULus</a> [ <a href="#">▶ 203</a> ] <a href="#">cFMus</a> [ <a href="#">▶ 208</a> ] <a href="#">IECEX</a> [ <a href="#">▶ 207</a> ]

**Ex-Kennzeichnungen**

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

<b>Erweiterte Eigenschaften</b>	<b>EL3314</b>
Steckbare Anschlussebene	-
Galvanische Trennung	EL3314-0002
TwinSAFE SC	EL3314-0090
Kalibrierzertifikat	EL3314-0030



### 2.3.2.2 Messung $\pm 30$ mV... $\pm 75$ mV

#### Spezifikation $\pm 30$ mV

Hinweis: dieser Messbereich ist kein eigener elektrischer Messbereich sondern ein digitaler Ausschnitt des 75mV-Messbereichs

Messung Modus		$\pm 30$ mV
Messbereich, nominell		-30...+30 mV
Messbereich, Endwert (MBE)		30 mV
PDO Auflösung		1 $\mu$ V / digit
Grundgenauigkeit: Messabweichung, mit Mittelwertbildung	@ 23 °C Umgebungstemperatur <sup>1</sup>	< $\pm 0,24\%_{\text{MBE}}$ typ. $\approx < \pm 0,070$ mV
	@ 55 °C Umgebungstemperatur	< $\pm 0,26\%_{\text{MBE}}$ typ. $\approx < \pm 0,077$ mV
Offset/Nullpunkt-Abweichung (bei 23°C) <sup>2</sup>	F <sub>Offset</sub>	< $\pm 60$ $\mu$ V
Gain/Scale/Verstärkungs-Abweichung (bei 23°C) <sup>2</sup>	F <sub>Gain</sub>	< 1200 ppm
Temperaturkoeffizient	Tk <sub>Gain</sub>	< 1 $\mu$ V/K
	Tk <sub>Offset</sub>	< 30 ppm/K

#### Spezifikation $\pm 60$ mV

Hinweis: dieser Messbereich ist kein eigener elektrischer Messbereich sondern ein digitaler Ausschnitt des 75mV-Messbereichs

Messung Modus		$\pm 60$ mV
Messbereich, nominell		-60...+60 mV
Messbereich, Endwert (MBE)		60 mV
PDO Auflösung		2 $\mu$ V / digit
Grundgenauigkeit: Messabweichung, mit Mittelwertbildung	@ 23 °C Umgebungstemperatur <sup>1</sup>	< $\pm 0,16\%_{\text{MBE}}$ typ. $\approx < \pm 0,094$ mV
	@ 55 °C Umgebungstemperatur	< $\pm 0,17\%_{\text{MBE}}$ typ. $\approx < \pm 0,10$ mV
Offset/Nullpunkt-Abweichung (bei 23°C) <sup>2</sup>	F <sub>Offset</sub>	< $\pm 60$ $\mu$ V
Gain/Scale/Verstärkungs-Abweichung (bei 23°C) <sup>2</sup>	F <sub>Gain</sub>	< 1200 ppm
Temperaturkoeffizient	Tk <sub>Gain</sub>	< 1 $\mu$ V/K
	Tk <sub>Offset</sub>	< 30 ppm/K

#### Spezifikation $\pm 75$ mV

Messung Modus		$\pm 75$ mV
Messbereich, nominell		-75...+75 mV
Messbereich, Endwert (MBE)		75 mV
PDO Auflösung		4 $\mu$ V / digit
Grundgenauigkeit: Messabweichung, mit Mittelwertbildung	@ 23 °C Umgebungstemperatur <sup>1</sup>	< $\pm 0,14\%_{\text{MBE}}$ typ. $\approx < \pm 0,11$ mV
	@ 55 °C Umgebungstemperatur	< $\pm 0,15\%_{\text{MBE}}$ typ. $\approx < \pm 0,12$ mV
Offset/Nullpunkt-Abweichung (bei 23°C) <sup>2</sup>	F <sub>Offset</sub>	< $\pm 60$ $\mu$ V
Gain/Scale/Verstärkungs-Abweichung (bei 23°C) <sup>2</sup>	F <sub>Gain</sub>	< 1200 ppm
Temperaturkoeffizient	Tk <sub>Gain</sub>	< 1 $\mu$ V/K
	Tk <sub>Offset</sub>	< 30 ppm/K

<sup>1</sup> Dieser Spezifikationswert beinhaltet den Temperaturkoeffizienten für Gain (Tk<sub>Gain</sub>) und Offset (Tk<sub>Offset</sub>)

<sup>2</sup> Diese Angaben sind bereits in der Grundgenauigkeit eingerechnet. Sie sind an dieser Stelle für eine detaillierte, individuelle Unsicherheitsbetrachtung aufgeführt.

### 2.3.2.3 Messung Thermoelemente

Im Messbereich eines vorgegebenen Thermoelementtyps wird eine gemessene Spannung intern nach eingestellter Transformation in eine Temperatur umgerechnet. Da der Kanal intern eine Spannung misst, ist der entsprechende Messfehler im Spannungsbereich zugrunde zu legen.

Die nachfolgenden Tabellen mit der Spezifikation der Thermoelementmessung gelten nur bei der Verwendung der internen Kaltstelle.

Die EL331x-00xx kann auch bei Bedarf mit externer Kaltstelle verwendet werden. Die Unsicherheiten müssen dann für die externe Kaltstelle anwendungsseitig ermittelt werden. Der Temperaturwert der externen Kaltstelle muss der EL331x-00xx dann über die Prozessdaten zur eigenen Verrechnung mitgeteilt werden. Die Auswirkung auf die Messung der Thermoelemente ist dann anlagenseitig zu berechnen.

Die hier angegebenen Spezifikationen der internen Kaltstelle und der Messbereiche gelten nur bei Einhaltung folgender Zeiten zur thermischen Stabilisierung bei konstanter Umgebungstemperatur:

- nach dem Einschalten: 60 min
- nach Änderung von Verdrahtung/Steckern: 15 min

#### Spezifikation der internen Kaltstellenmessung

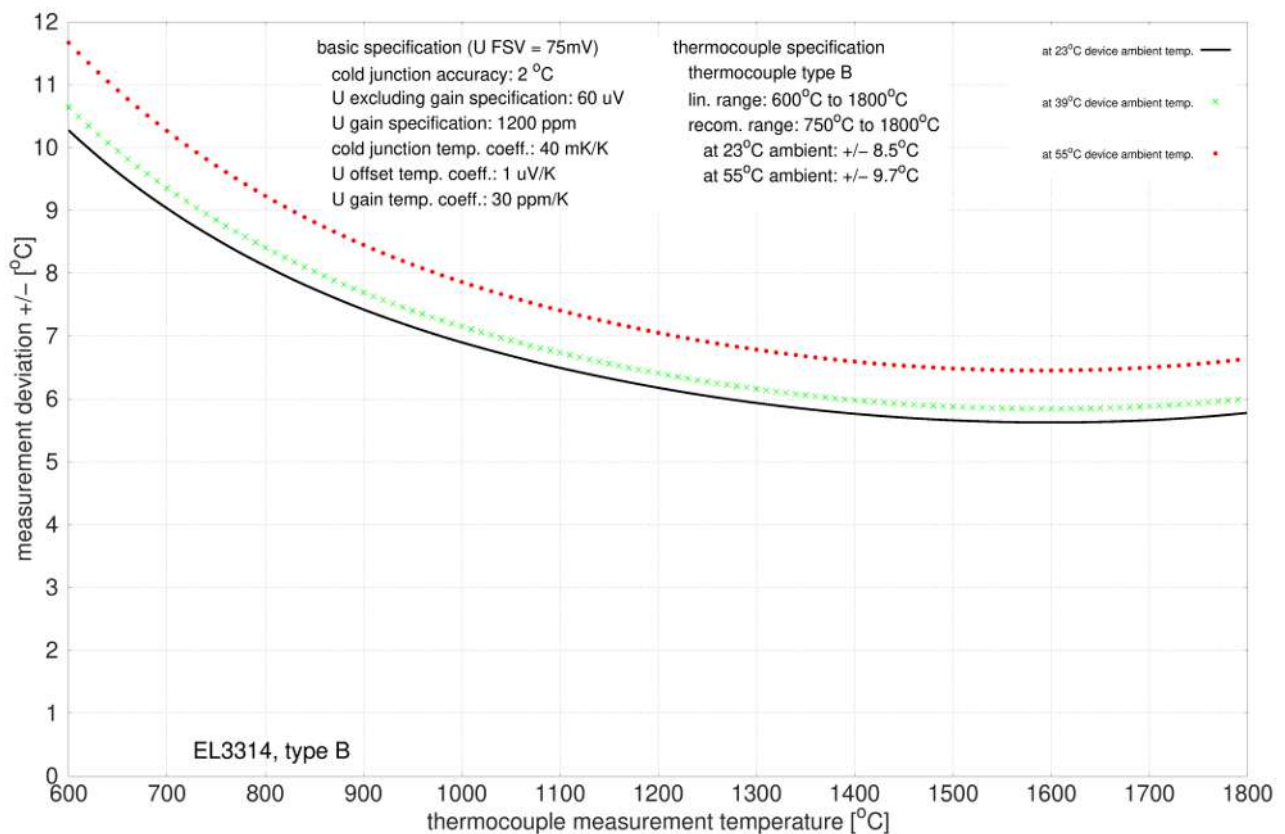
In der EL3314 und EL3314-0090 verfügt jeder Kanal über einen eigenen Kaltstellensensor.

Messung Modus		Kaltstelle
Grundgenauigkeit: Messabweichung bei 23°C, mit Mittelwertbildung		< ±2,0 °C
Temperaturkoeffizient	Tk	< 40 mK/K

**Spezifikation Thermoelement Typ B**

Temperaturmessung Thermoelement		Typ B
Verwendeter elektr. Messbereich		± 75 mV
Messbereich, technisch nutzbar		+600 °C ≈ 1,792 mV ... +1800 °C ≈ 13,591 mV
Messbereich, Endwert (MBE)		+1800 °C
Messbereich, empfohlen		+750°C ... +1800°C
PDO LSB		0,1/0,01 °C/digit, je nach PDO Einstellung  Hinweis: intern wird mit 16 Bit auf den Messbereichsendwert gerechnet, je nach eingestelltem Thermoelement kommt es also bei „Auflösung 0,01°C“ zu Wertsprünge >0,01°C; Typ B: ca. 0,05°C
Unsicherheit im empfohlenen Messbereich, mit Mittelwertbildung	@ 23°C Umgebungstemperatur	± 8,5 K ≈ ± 0,47 % <sub>MBE</sub>
	@ 55°C Umgebungstemperatur	± 9,7 K ≈ ± 0,54 % <sub>MBE</sub>
Temperaturkoeffizient (Änderung des Messwerts bei Änderung der Klemmenumgebungstemperatur)		<i>Da der Wert wie im u.a. Spezifikations-Plot zu sehen stark abhängig ist von der Sensortemperatur, ist er grundsätzlich aus dem Spezifikations-Plot abzuleiten. Zur besseren Näherung ist auch informativ die Messunsicherheit bei T<sub>amb</sub> = 39°C als Mitte zwischen 23°C und 55°C dargestellt, um den nichtlinearen Verlauf zu verdeutlichen.</i>

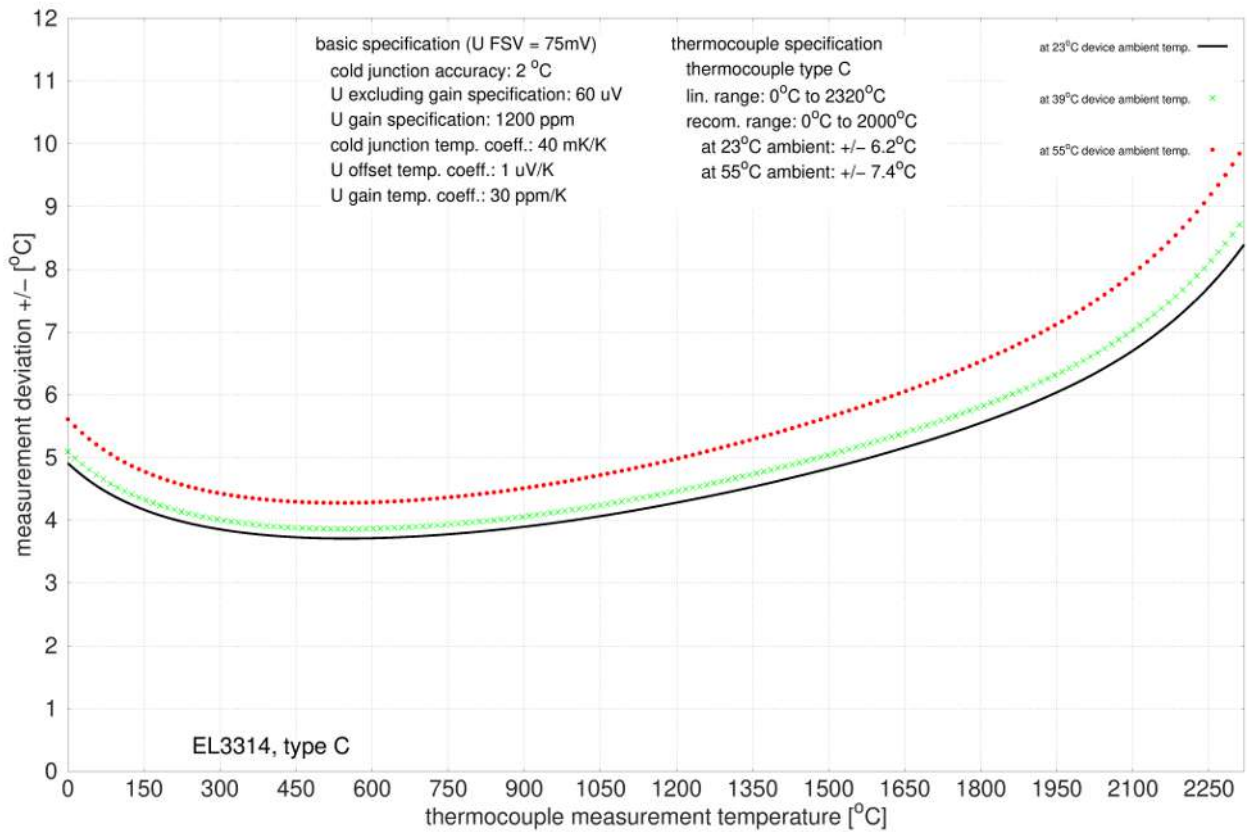
Messunsicherheit für Thermoelement Typ B:



**Spezifikation Thermoelement Typ C**

Temperaturmessung Thermoelement		Typ C
Verwendeter elektr. Messbereich		± 75 mV
Messbereich, technisch nutzbar		0 °C ≈ 0 mV ... +2320 °C ≈ 37,107 mV
Messbereich, Endwert (MBE)		+2320 °C
Messbereich, empfohlen		0°C ... +2000°C
PDO LSB		0,1/0,01 °C/digit, je nach PDO Einstellung  Hinweis: intern wird mit 16 Bit auf den Messbereichsendwert gerechnet, je nach eingestelltem Thermoelement kommt es also bei „Auflösung 0,01°C“ zu Wertsprünge >0,01°C; Typ C: ca. 0,07°C
Unsicherheit im empfohlenen Messbereich, mit Mittelwertbildung	@ 23°C Umgebungstemperatur	± 6,2 K ≈ ± 0,27 % <sub>MBE</sub>
	@ 55°C Umgebungstemperatur	± 7,4 K ≈ ± 0,32 % <sub>MBE</sub>
Temperaturkoeffizient (Änderung des Messwerts bei Änderung der Klemmenumgebungstemperatur)		<i>Da der Wert wie im u.a. Spezifikations-Plot zu sehen stark abhängig ist von der Sensortemperatur, ist er grundsätzlich aus dem Spezifikations-Plot abzuleiten. Zur besseren Näherung ist auch informativ die Messunsicherheit bei T<sub>amb</sub> = 39°C als Mitte zwischen 23°C und 55°C dargestellt, um den nichtlinearen Verlauf zu verdeutlichen.</i>

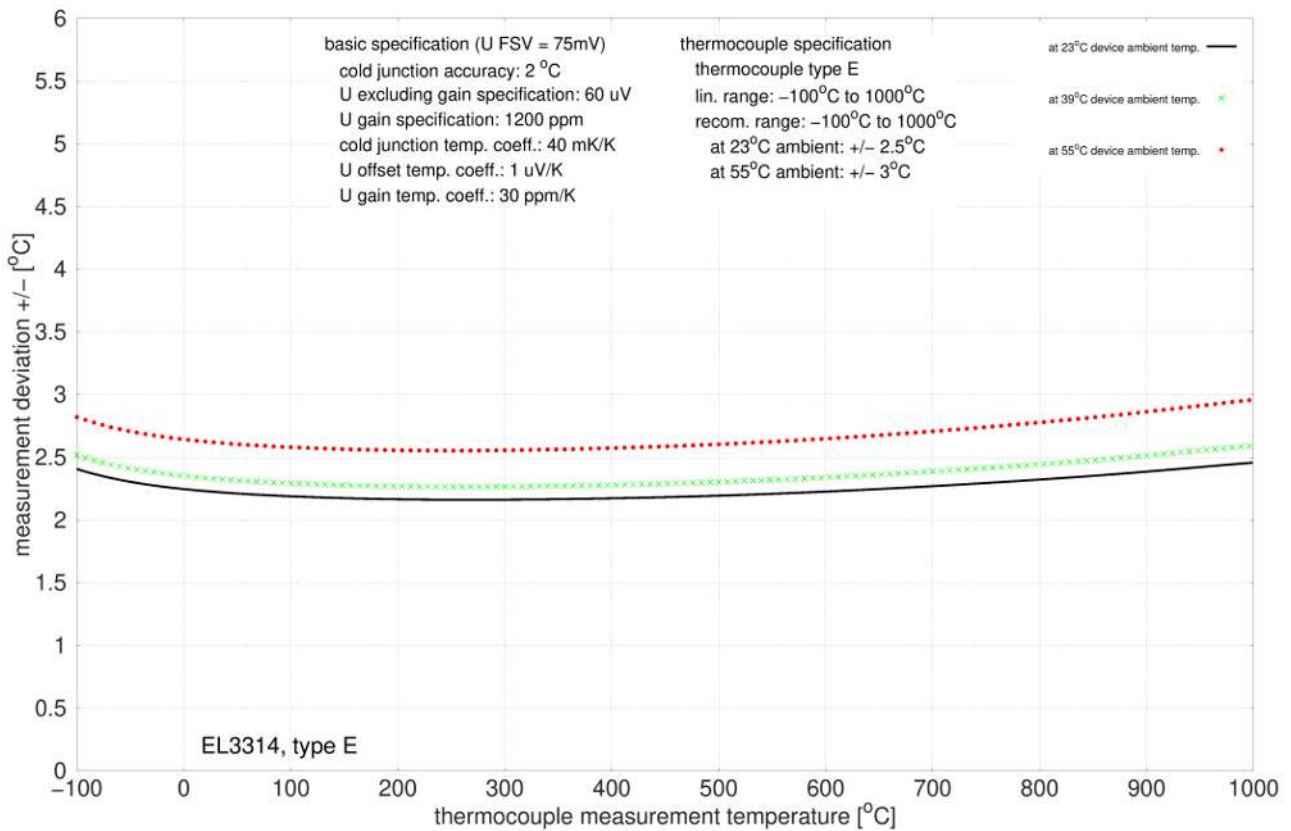
Messunsicherheit für Thermoelement Typ C:



**Spezifikation Thermoelement Typ E**

Temperaturmessung Thermoelement		Typ E
Verwendeter elektr. Messbereich		± 75 mV
Messbereich, technisch nutzbar		-100 °C ≈ -5,237 mV ... +1000 °C ≈ 76,372 mV
Messbereich, Endwert (MBE)		+1000 °C
Messbereich, empfohlen		-100°C ... +1000°C
PDO LSB		0,1/0,01 °C/digit, je nach PDO Einstellung  Hinweis: intern wird mit 16 Bit auf den Messbereichsendwert gerechnet, je nach eingestelltem Thermoelement kommt es also bei „Auflösung 0,01°C“ zu Wertsprünge >0,01°C; Typ E: ca. 0,03°C
Unsicherheit im empfohlenen Messbereich, mit Mittelwertbildung	@ 23°C Umgebungstemperatur	± 2,5 K ≈ ± 0,25 % <sub>MBE</sub>
	@ 55°C Umgebungstemperatur	± 3,0 K ≈ ± 0,30 % <sub>MBE</sub>
Temperaturkoeffizient (Änderung des Messwerts bei Änderung der Klemmenumgebungstemperatur)		<i>Da der Wert wie im u.a. Spezifikations-Plot zu sehen stark abhängig ist von der Sensortemperatur, ist er grundsätzlich aus dem Spezifikations-Plot abzuleiten. Zur besseren Näherung ist auch informativ die Messunsicherheit bei T<sub>amb</sub> = 39°C als Mitte zwischen 23°C und 55°C dargestellt, um den nichtlinearen Verlauf zu verdeutlichen.</i>

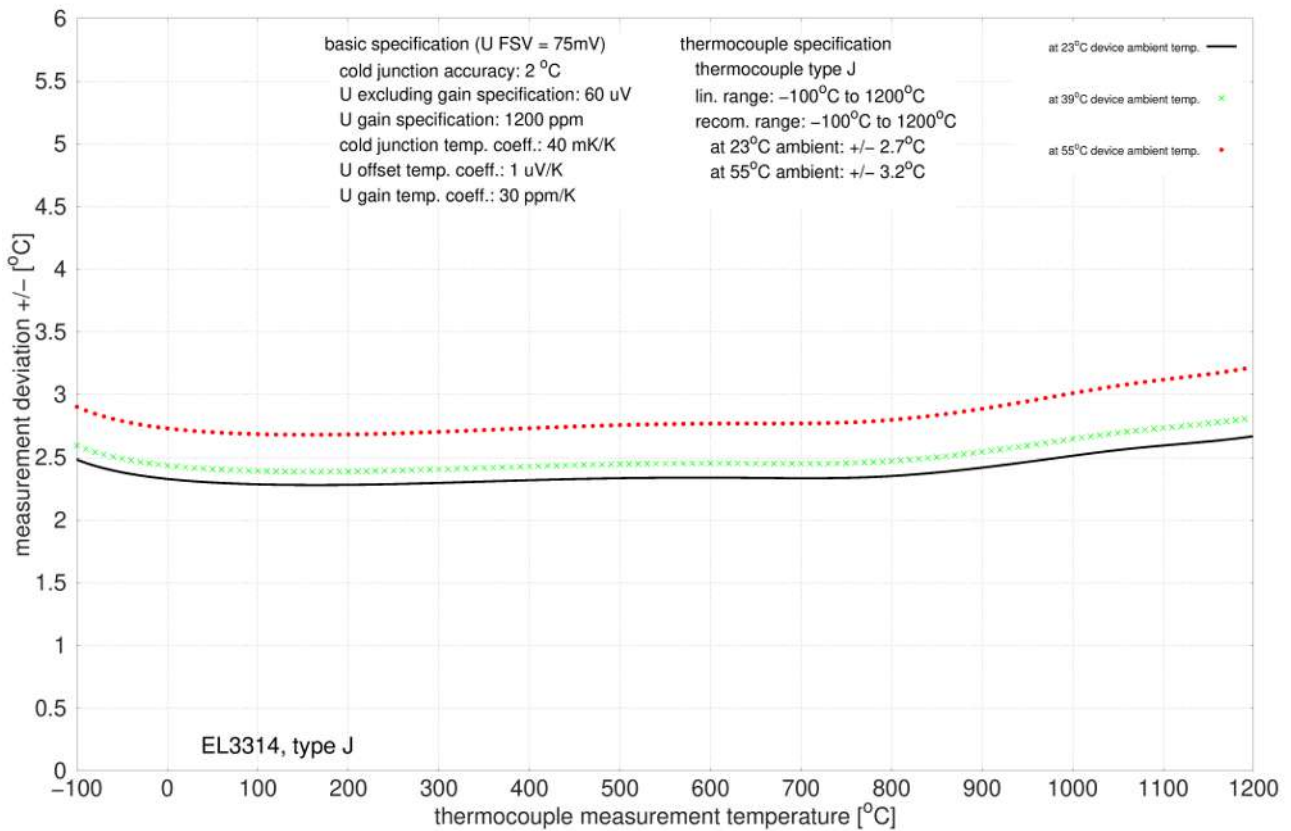
Messunsicherheit für Thermoelement Typ E:



**Spezifikation Thermoelement Typ J**

Temperaturmessung Thermoelement		Typ J
Verwendeter elektr. Messbereich		± 75 mV
Messbereich, technisch nutzbar		-100 °C ≈ -4,632 mV ... +1200 °C ≈ 69,553 mV
Messbereich, Endwert (MBE)		+1200 °C
Messbereich, empfohlen		-100°C ... +1200°C
PDO LSB		0,1/0,01 °C/digit, je nach PDO Einstellung  Hinweis: intern wird mit 16 Bit auf den Messbereichsendwert gerechnet, je nach eingestelltem Thermoelement kommt es also bei „Auflösung 0,01°C“ zu Wertsprünge >0,01°C; Typ J: ca. 0,04°C
Unsicherheit im empfohlenen Messbereich, mit Mittelwertbildung	@ 23°C Umgebungstemperatur	± 2,7 K ≈ ± 0,23 % <sub>MBE</sub>
	@ 55°C Umgebungstemperatur	± 3,2 K ≈ ± 0,27 % <sub>MBE</sub>
Temperaturkoeffizient (Änderung des Messwerts bei Änderung der Klemmenumgebungstemperatur)		<i>Da der Wert wie im u.a. Spezifikations-Plot zu sehen stark abhängig ist von der Sensortemperatur, ist er grundsätzlich aus dem Spezifikations-Plot abzuleiten. Zur besseren Näherung ist auch informativ die Messunsicherheit bei T<sub>amb</sub> = 39°C als Mitte zwischen 23°C und 55°C dargestellt, um den nichtlinearen Verlauf zu verdeutlichen.</i>

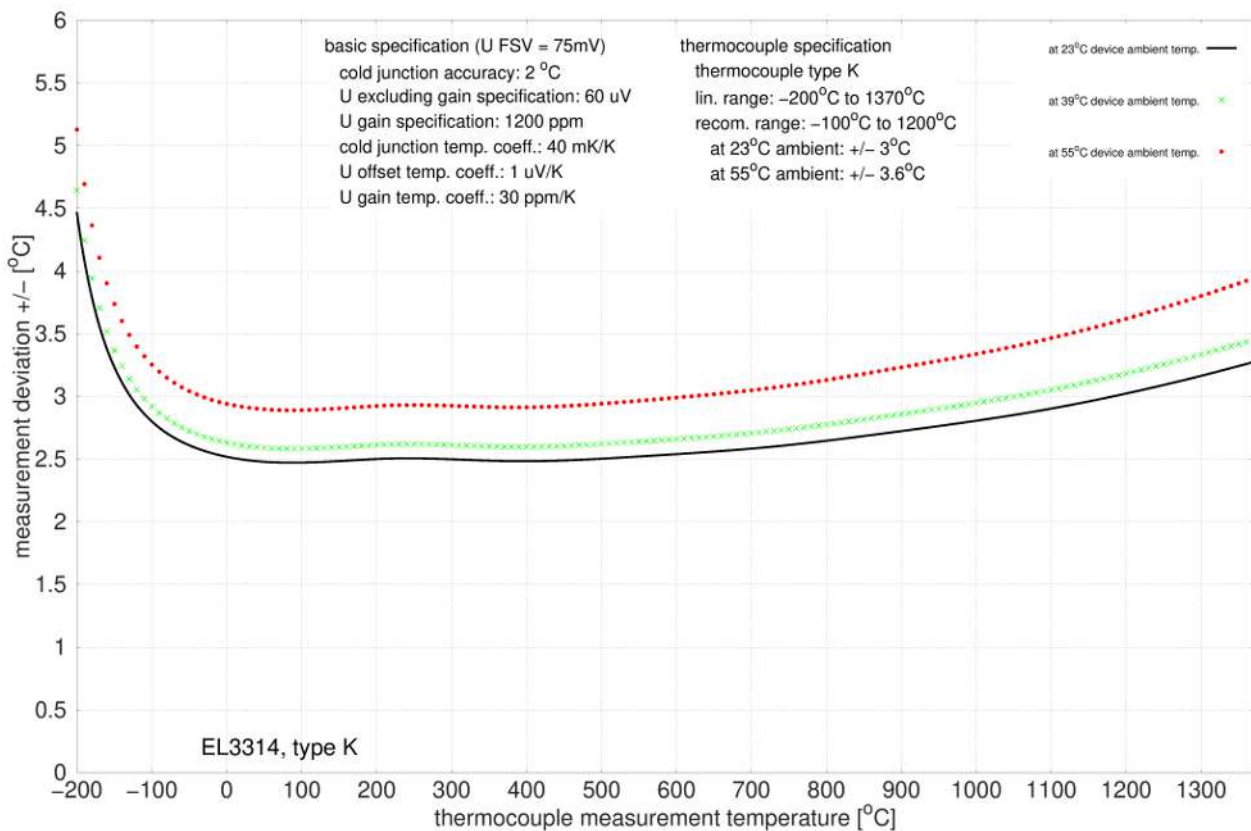
Messunsicherheit für Thermoelement Typ J:



**Spezifikation Thermoelement Typ K**

Temperaturmessung Thermoelement		Typ K
Verwendeter elektr. Messbereich		± 75 mV
Messbereich, technisch nutzbar		-200 °C ≈ -5,891 mV ... +1370 °C ≈ 54,818 mV
Messbereich, Endwert (MBE)		+1370 °C
Messbereich, empfohlen		-100°C ... +1200°C
PDO LSB		0,1/0,01 °C/digit, je nach PDO Einstellung  Hinweis: intern wird mit 16 Bit auf den Messbereichsendwert gerechnet, je nach eingestelltem Thermoelement kommt es also bei „Auflösung 0,01°C“ zu Wertsprünge >0,01°C; Typ K: ca. 0,04°C
Unsicherheit im empfohlenen Messbereich, mit Mittelwertbildung	@ 23°C Umgebungstemperatur	± 3,0 K ≈ ± 0,22 % <sub>MBE</sub>
	@ 55°C Umgebungstemperatur	± 3,6 K ≈ ± 0,26 % <sub>MBE</sub>
Temperaturkoeffizient (Änderung des Messwerts bei Änderung der Klemmenumgebungstemperatur)		<i>Da der Wert wie im u.a. Spezifikations-Plot zu sehen stark abhängig ist von der Sensortemperatur, ist er grundsätzlich aus dem Spezifikations-Plot abzuleiten. Zur besseren Näherung ist auch informativ die Messunsicherheit bei T<sub>amb</sub> = 39°C als Mitte zwischen 23°C und 55°C dargestellt, um den nichtlinearen Verlauf zu verdeutlichen.</i>

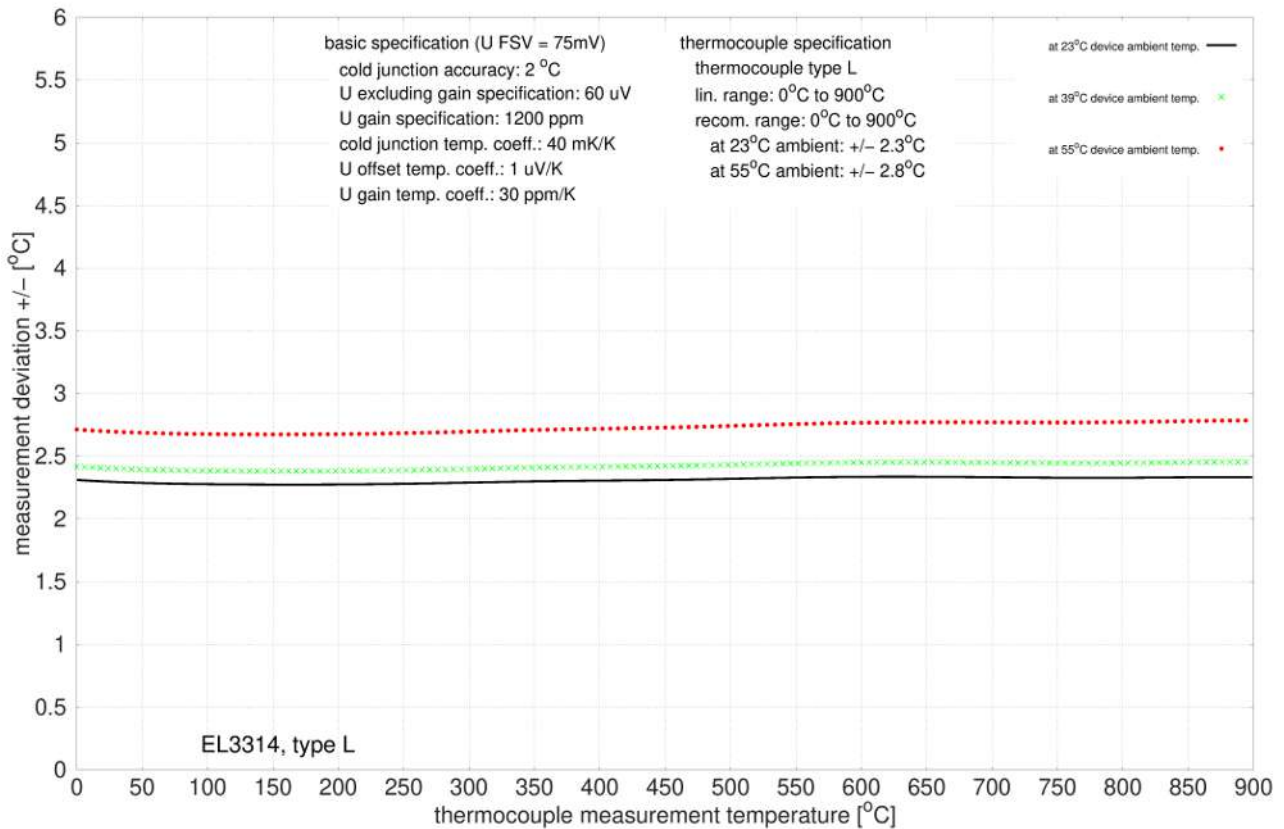
Messunsicherheit für Thermoelement Typ K:



**Spezifikation Thermoelement Typ L**

Temperaturmessung Thermoelement		Typ L
Verwendeter elektr. Messbereich		± 75 mV
Messbereich, technisch nutzbar		0 °C ≈ 0 mV ... +900 °C ≈ 52,430 mV
Messbereich, Endwert (MBE)		+900 °C
Messbereich, empfohlen		0°C ... +900°C
PDO LSB		0,1/0,01 °C/digit, je nach PDO Einstellung Hinweis: intern wird mit 16 Bit auf den Messbereichsendwert gerechnet, je nach eingestelltem Thermoelement kommt es also bei „Auflösung 0,01°C“ zu Wertsprünge >0,01°C; Typ L: ca. 0,03°C
Unsicherheit im empfohlenen Messbereich, mit Mittelwertbildung	@ 23°C Umgebungstemperatur	± 2,3 K ≈ ± 0,26 % <sub>MBE</sub>
	@ 55°C Umgebungstemperatur	± 2,8 K ≈ ± 0,31 % <sub>MBE</sub>
Temperaturkoeffizient (Änderung des Messwerts bei Änderung der Klemmenumgebungstemperatur)		<i>Da der Wert wie im u.a. Spezifikations-Plot zu sehen stark abhängig ist von der Sensortemperatur, ist er grundsätzlich aus dem Spezifikations-Plot abzuleiten. Zur besseren Näherung ist auch informativ die Messunsicherheit bei T<sub>amb</sub> = 39°C als Mitte zwischen 23°C und 55°C dargestellt, um den nichtlinearen Verlauf zu verdeutlichen.</i>

Messunsicherheit für Thermoelement Typ L:

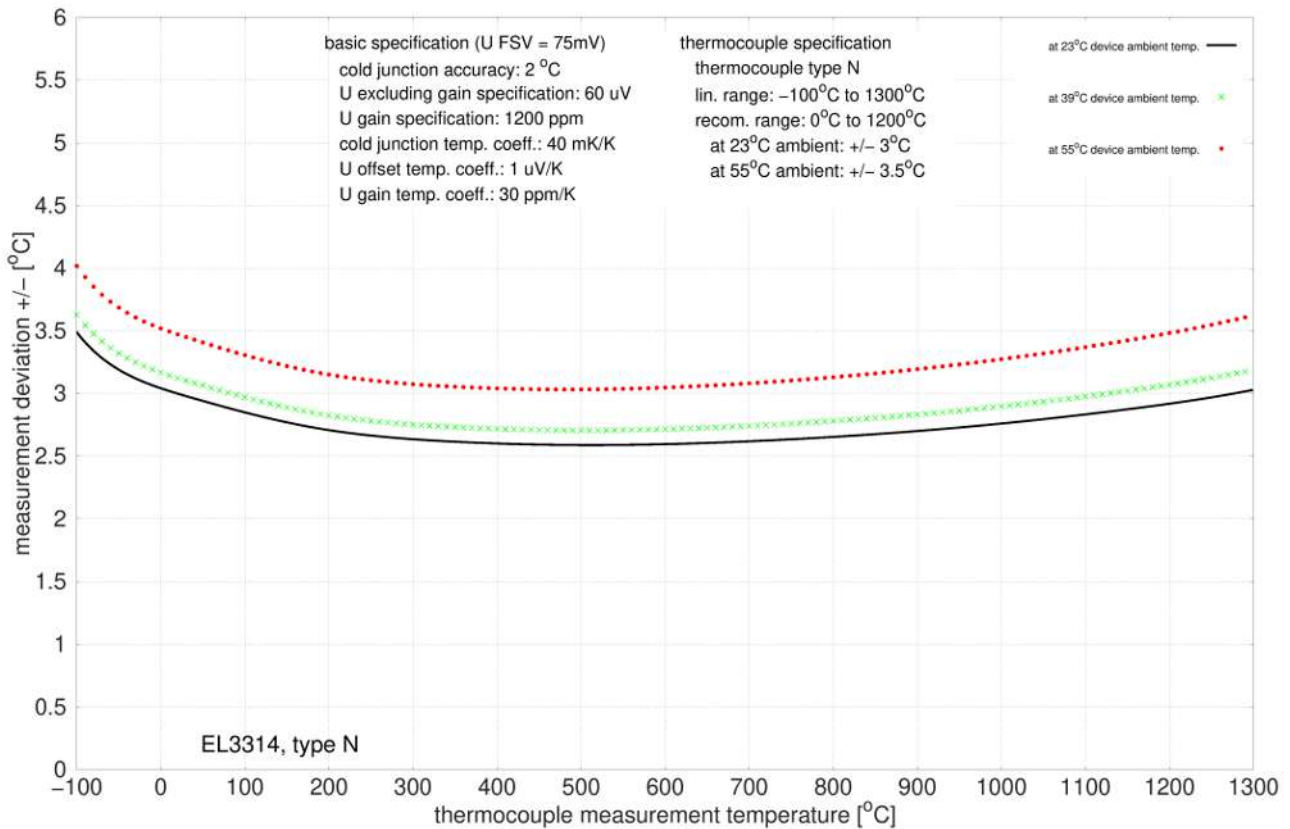




**Spezifikation Thermoelement Typ N**

Temperaturmessung Thermoelement		Typ N
Verwendeter elektr. Messbereich		± 75 mV
Messbereich, technisch nutzbar		-100 °C ≈ -2,406 mV ... +1300 °C ≈ 47,513 mV
Messbereich, Endwert (MBE)		+1300 °C
Messbereich, empfohlen		0°C ... +1300°C
PDO LSB		0,1/0,01 °C/digit, je nach PDO Einstellung  Hinweis: intern wird mit 16 Bit auf den Messbereichsendwert gerechnet, je nach eingestelltem Thermoelement kommt es also bei „Auflösung 0,01°C“ zu Wertsprünge >0,01°C; Typ N: ca. 0,04°C
Unsicherheit im empfohlenen Messbereich, mit Mittelwertbildung	@ 23°C Umgebungstemperatur	± 3,0 K ≈ ± 0,23 % <sub>MBE</sub>
	@ 55°C Umgebungstemperatur	± 3,5 K ≈ ± 0,27 % <sub>MBE</sub>
Temperaturkoeffizient (Änderung des Messwerts bei Änderung der Klemmenumgebungstemperatur)		<i>Da der Wert wie im u.a. Spezifikations-Plot zu sehen stark abhängig ist von der Sensortemperatur, ist er grundsätzlich aus dem Spezifikations-Plot abzuleiten. Zur besseren Näherung ist auch informativ die Messunsicherheit bei T<sub>amb</sub> = 39°C als Mitte zwischen 23°C und 55°C dargestellt, um den nichtlinearen Verlauf zu verdeutlichen.</i>

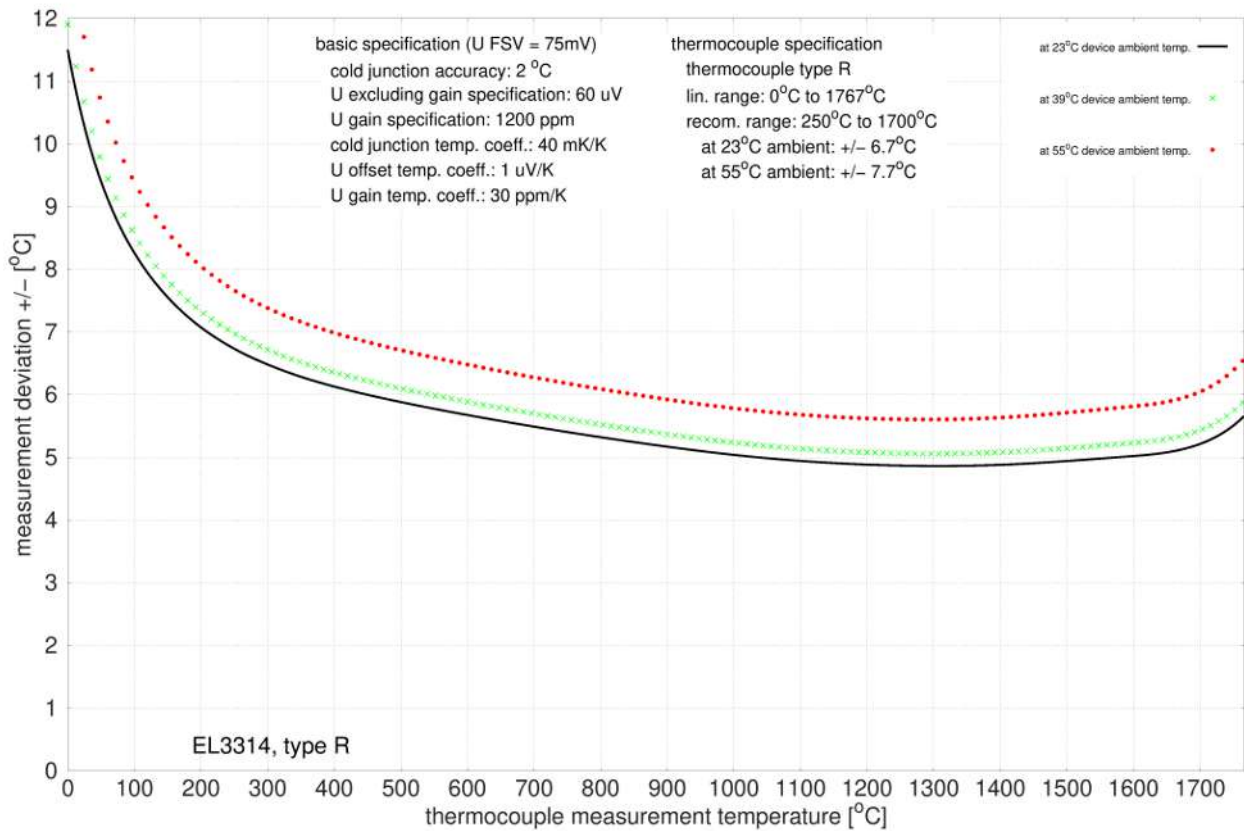
Messunsicherheit für Thermoelement Typ N:



**Spezifikation Thermoelement Typ R**

Temperaturmessung Thermoelement		Typ R
Verwendeter elektr. Messbereich		± 75 mV
Messbereich, technisch nutzbar		0 °C ≈ 0 mV ... +1767 °C ≈ 21,089 mV
Messbereich, Endwert (MBE)		+1767 °C
Messbereich, empfohlen		+250°C ... +1700°C
PDO LSB		0,1/0,01 °C/digit, je nach PDO Einstellung  Hinweis: intern wird mit 16 Bit auf den Messbereichsendwert gerechnet, je nach eingestelltem Thermoelement kommt es also bei „Auflösung 0,01°C“ zu Wertsprünge >0,01°C; TypR: ca. 0,05°C
Unsicherheit im empfohlenen Messbereich, mit Mittelwertbildung	@ 23°C Umgebungstemperatur	± 6,7 K ≈ ± 0,38 % <sub>MBE</sub>
	@ 55°C Umgebungstemperatur	± 7,7 K ≈ ± 0,44 % <sub>MBE</sub>
Temperaturkoeffizient (Änderung des Messwerts bei Änderung der Klemmenumgebungstemperatur)		<i>Da der Wert wie im u.a. Spezifikations-Plot zu sehen stark abhängig ist von der Sensortemperatur, ist er grundsätzlich aus dem Spezifikations-Plot abzuleiten. Zur besseren Näherung ist auch informativ die Messunsicherheit bei T<sub>amb</sub> = 39°C als Mitte zwischen 23°C und 55°C dargestellt, um den nichtlinearen Verlauf zu verdeutlichen.</i>

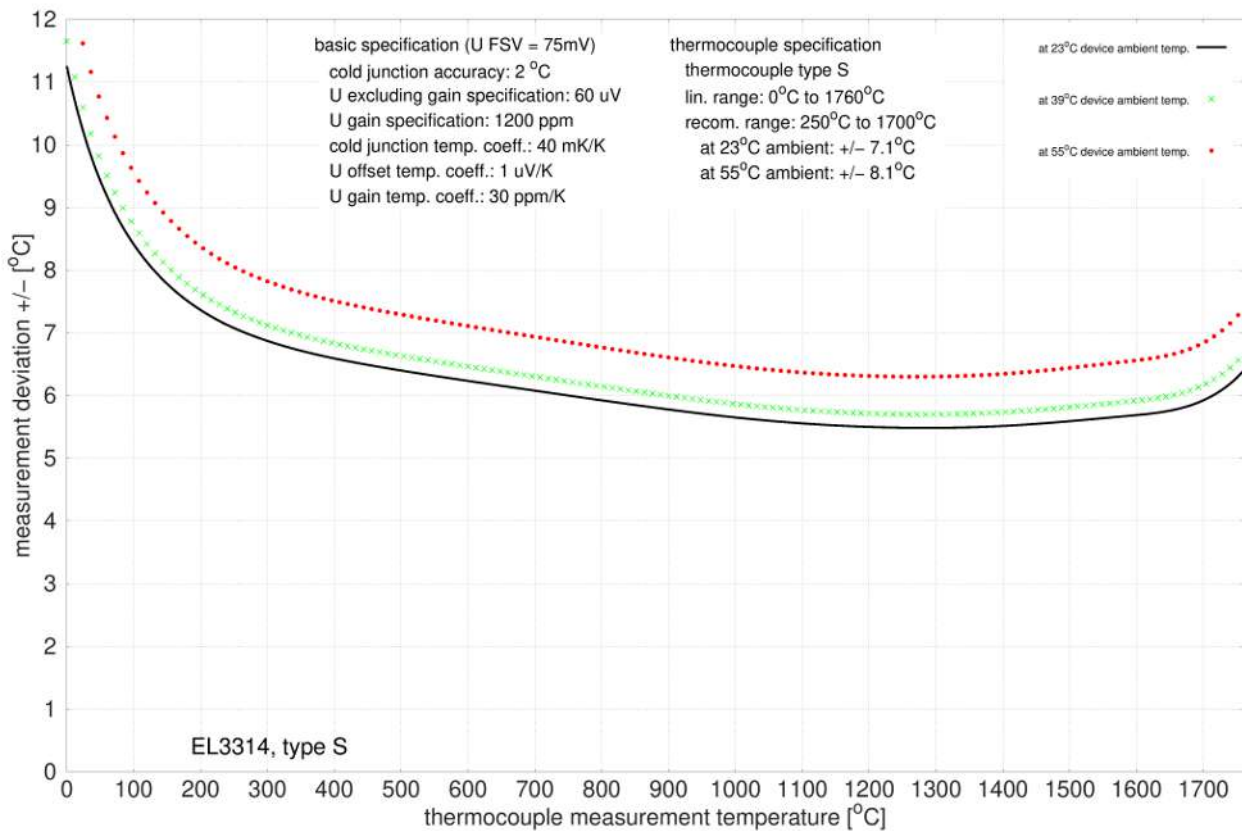
Messunsicherheit für Thermoelement Typ R:



**Spezifikation Thermoelement Typ S**

Temperaturmessung Thermoelement		Typ S
Verwendeter elektr. Messbereich		± 75 mV
Messbereich, technisch nutzbar		0 °C ≈ 0 mV ... +1760 °C ≈ 17,947 mV
Messbereich, Endwert (MBE)		+1760 °C
Messbereich, empfohlen		+250°C ... +1700°C
PDO LSB		0,1/0,01 °C/digit, je nach PDO Einstellung  Hinweis: intern wird mit 16 Bit auf den Messbereichsendwert gerechnet, je nach eingestelltem Thermoelement kommt es also bei „Auflösung 0,01°C“ zu Wertsprünge >0,01°C; Typ S: ca. 0,05°C
Unsicherheit im empfohlenen Messbereich, mit Mittelwertbildung	@ 23°C Umgebungstemperatur	± 7,1 K ≈ ± 0,40 % <sub>MBE</sub>
	@ 55°C Umgebungstemperatur	± 8,1 K ≈ ± 0,46 % <sub>MBE</sub>
Temperaturkoeffizient (Änderung des Messwerts bei Änderung der Klemmenumgebungstemperatur)		<i>Da der Wert wie im u.a. Spezifikations-Plot zu sehen stark abhängig ist von der Sensortemperatur, ist er grundsätzlich aus dem Spezifikations-Plot abzuleiten. Zur besseren Näherung ist auch informativ die Messunsicherheit bei T<sub>amb</sub> = 39°C als Mitte zwischen 23°C und 55°C dargestellt, um den nichtlinearen Verlauf zu verdeutlichen.</i>

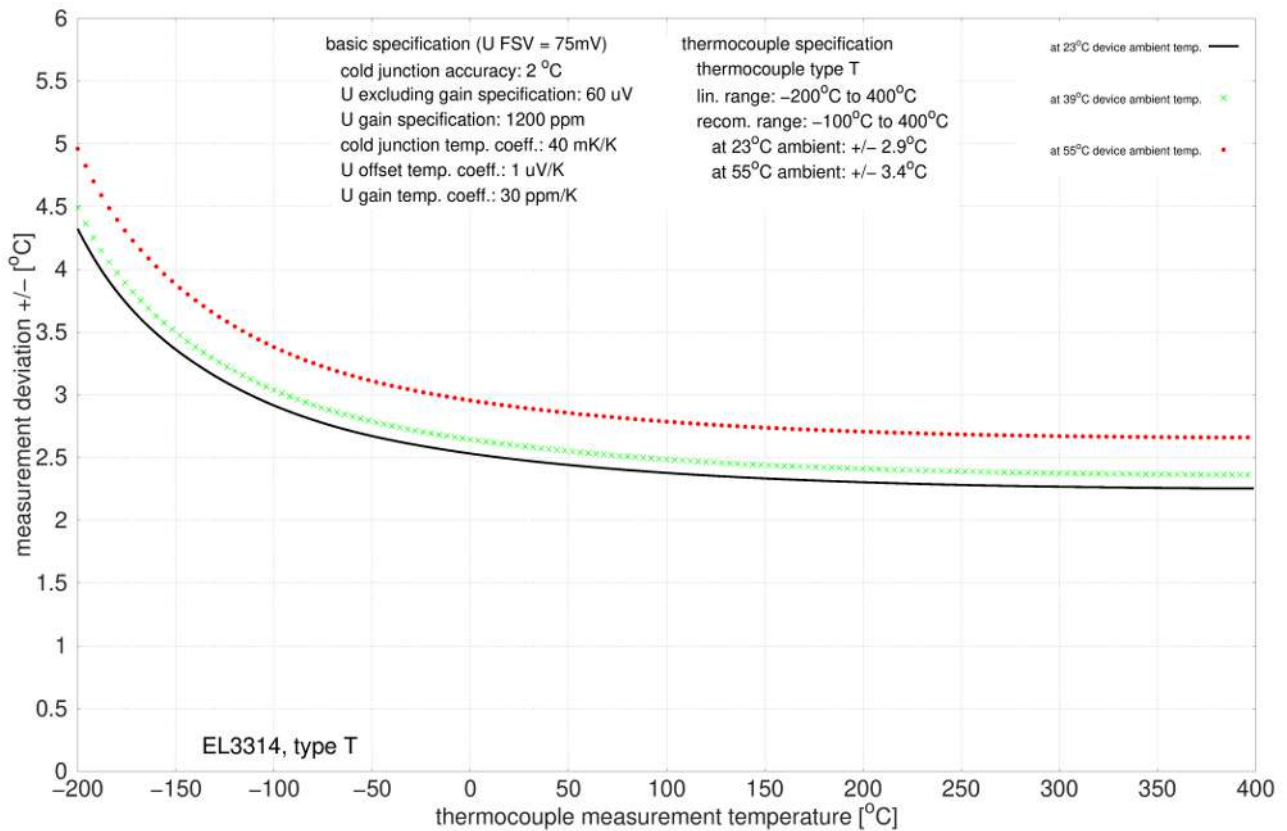
Messunsicherheit für Thermoelement Typ S:



**Spezifikation Thermoelement Typ T**

Temperaturmessung Thermoelement		Typ T
Verwendeter elektr. Messbereich		± 75 mV
Messbereich, technisch nutzbar		-200 °C ≈ -5,603 mV ... +400 °C ≈ 20,872 mV
Messbereich, Endwert (MBE)		+400 °C
Messbereich, empfohlen		-100°C ... +400°C
PDO LSB		0,1/0,01 °C/digit, je nach PDO Einstellung
Unsicherheit im empfohlenen Messbereich, mit Mittelwertbildung	@ 23°C Umgebungstemperatur	± 2,9 K ≈ ± 0,73 % <sub>MBE</sub>
	@ 55°C Umgebungstemperatur	± 3,4 K ≈ ± 0,85 % <sub>MBE</sub>
Temperaturkoeffizient (Änderung des Messwerts bei Änderung der Klemmenumgebungstemperatur)		<i>Da der Wert wie im u.a. Spezifikations-Plot zu sehen stark abhängig ist von der Sensortemperatur, ist er grundsätzlich aus dem Spezifikations-Plot abzuleiten. Zur besseren Näherung ist auch informativ die Messunsicherheit bei T<sub>amb</sub> = 39°C als Mitte zwischen 23°C und 55°C dargestellt, um den nichtlinearen Verlauf zu verdeutlichen.</i>

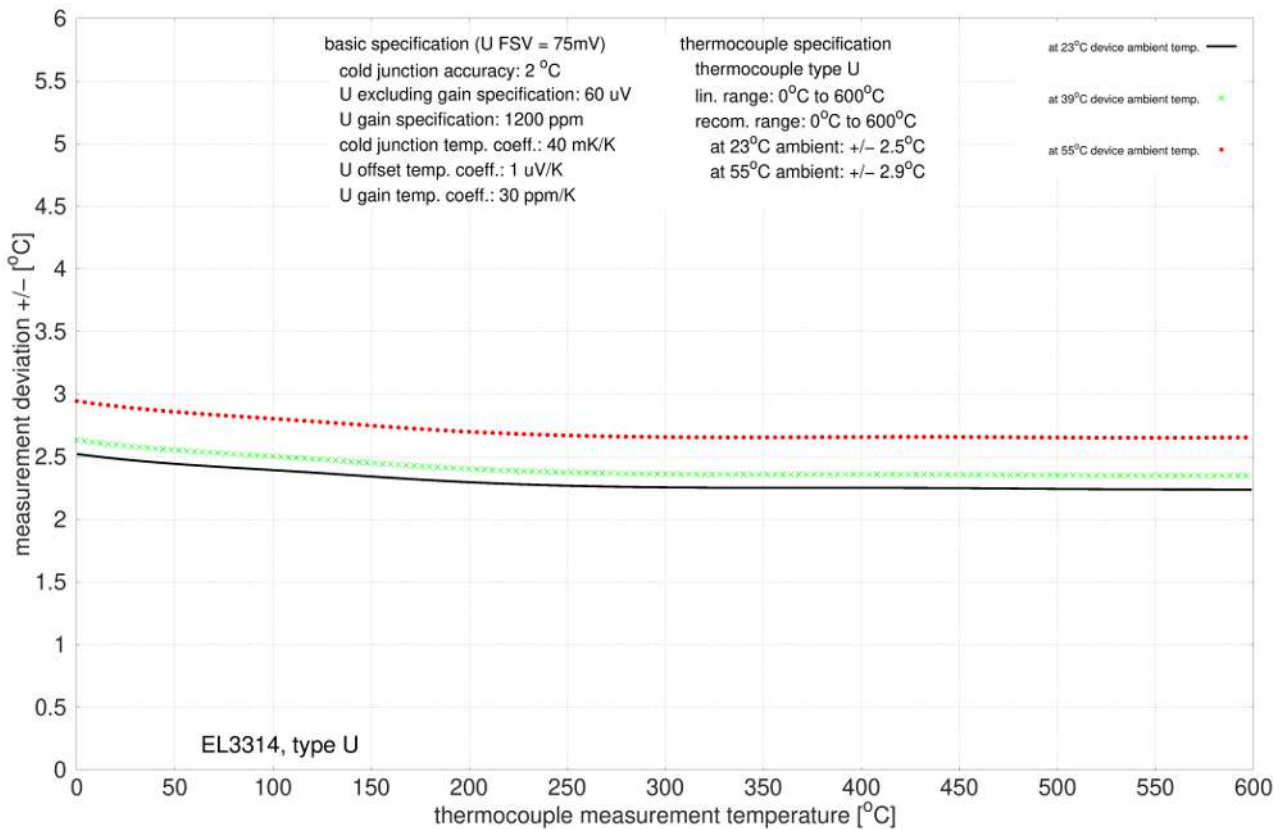
Messunsicherheit für Thermoelement Typ T:



**Spezifikation Thermoelement Typ U**

Temperaturmessung Thermoelement		Typ U
Verwendeter elektr. Messbereich		± 75 mV
Messbereich, technisch nutzbar		0 °C ≈ 0 mV ... +600 °C ≈ 33,600 mV
Messbereich, Endwert (MBE)		+600 °C
Messbereich, empfohlen		0°C ... +600°C
PDO LSB		0,1/0,01 °C/digit, je nach PDO Einstellung Hinweis: intern wird mit 16 Bit auf den Messbereichsendwert gerechnet, je nach eingestelltem Thermoelement kommt es also bei „Auflösung 0,01°C“ zu Wertsprünge >0,01°C; Typ U: ca. 0,02°C
Unsicherheit im empfohlenen Messbereich, mit Mittelwertbildung	@ 23°C Umgebungstemperatur	± 2,5 K ≈ ± 0,42 % <sub>MBE</sub>
	@ 55°C Umgebungstemperatur	± 2,9 K ≈ ± 0,48 % <sub>MBE</sub>
Temperaturkoeffizient (Änderung des Messwerts bei Änderung der Klemmenumgebungstemperatur)		<i>Da der Wert wie im u.a. Spezifikations-Plot zu sehen stark abhängig ist von der Sensortemperatur, ist er grundsätzlich aus dem Spezifikations-Plot abzuleiten. Zur besseren Näherung ist auch informativ die Messunsicherheit bei T<sub>amb</sub> = 39°C als Mitte zwischen 23°C und 55°C dargestellt, um den nichtlinearen Verlauf zu verdeutlichen.</i>

Messunsicherheit für Thermoelement Typ U:



### 2.3.3 Anschlussbelegung

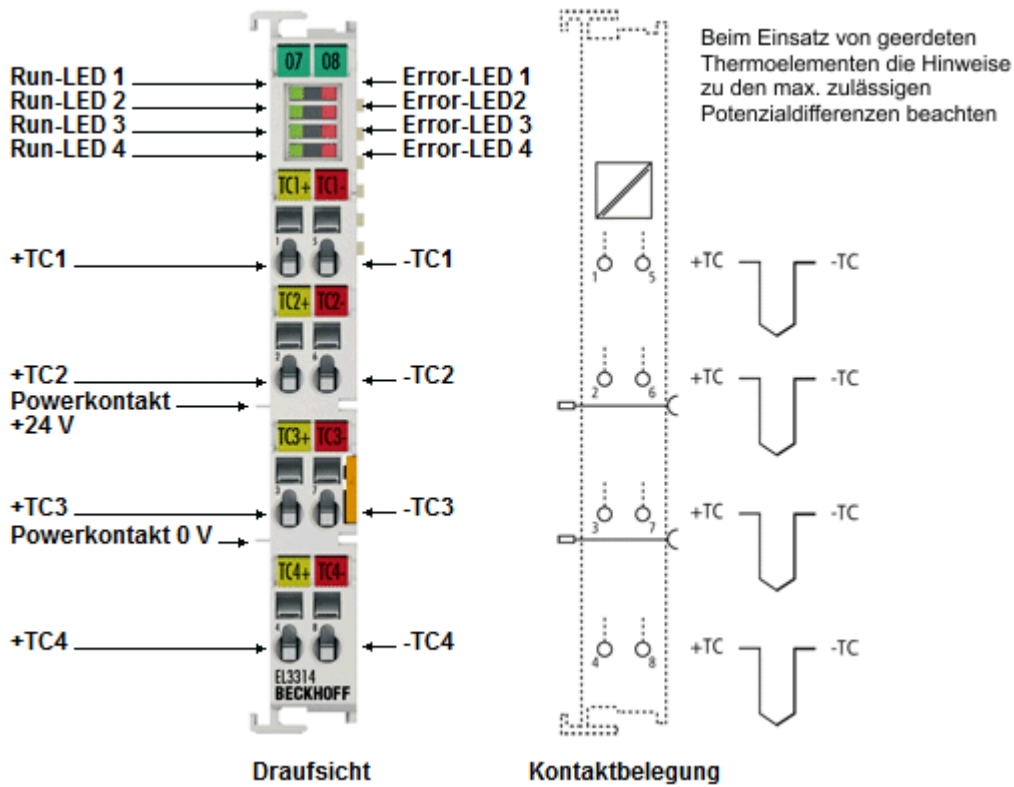


Abb. 9: EL3314

#### EL3314 - Anschlussbelegung

Klemmstelle	Nr.	Kommentar
+TC1	1	Eingang +TC1
+TC2	2	Eingang +TC2
+TC3	3	Eingang +TC3
+TC4	4	Eingang +TC4
-TC1	5	Eingang -TC1
-TC2	6	Eingang -TC2
-TC3	7	Eingang -TC3
-TC4	8	Eingang -TC4



#### Geerdete Thermoelemente

Bei geerdeten Thermoelementen beachten: Differenzeingänge max.  $\pm 2$  V gegen Masse!

## 2.3.4 Anzeige, Diagnose

### EL3314 n- LEDs

LED	Farbe	Bedeutung	
RUN	grün	Diese LED gibt den Betriebszustand der Klemme wieder:	
		aus	Zustand der EtherCAT State Machine: <b>INIT</b> = Initialisierung der Klemme
		gleichmäßig blinkend	Zustand der EtherCAT State Machine: <b>PREOP</b> = Funktion für Mailbox-Kommunikation und abweichende Standard-Einstellungen gesetzt
		langsam blinkend	Zustand der EtherCAT State Machine: <b>SAFEOP</b> = Überprüfung der Kanäle des Sync-Managers und der Distributed Clocks. Ausgänge bleiben im sicheren Zustand
		an	Zustand der EtherCAT State Machine: <b>OP</b> = normaler Betriebszustand; Mailbox- und Prozessdatenkommunikation ist möglich
		schnell blinkend	Zustand der EtherCAT State Machine: <b>BOOTSTRAP</b> = Funktion für Firmware-Updates der Klemme
ERROR1-4	rot	Es liegt ein Kurzschluss oder Drahtbruch vor. Der Spannungswert befindet sich im ungünstigen Bereich der Kennlinie.	

## 2.4 EL3314-0002

### 2.4.1 Einführung

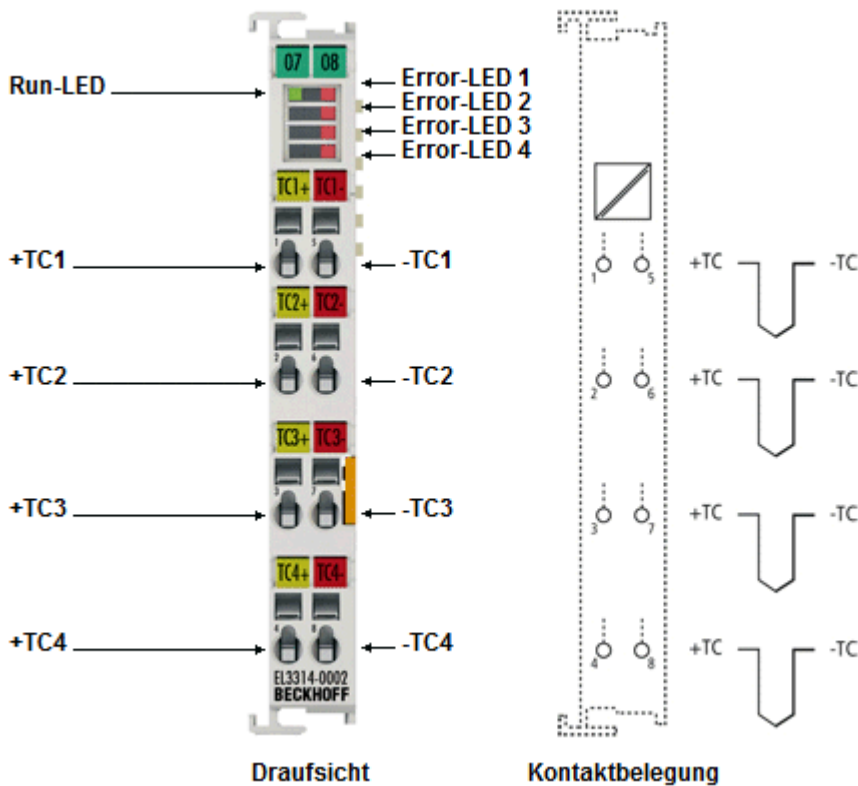


Abb. 10: EL3314-0002

#### 4-Kanal-Eingangsklemme, Thermoelement, hochpräzise, galvanisch getrennt

Die analoge Eingangsklemme EL3314-0002 erlaubt den direkten Anschluss von vier Thermoelementen in 2-Leitertechnik. Die Kanäle sind untereinander und zum E-Bus galvanisch getrennt, dadurch werden Beeinträchtigungen und Beschädigungen durch Querströme verhindert. Es werden diverse Thermoelement-Typen unterstützt; die Umrechnung der Spannung in Temperatur erfolgt bereits innerhalb der Klemme. Drahtbruch wird durch Error-LEDs und am Feldbus signalisiert. Die Kaltstellenkompensation erfolgt durch interne präzise Temperaturmessung an den Anschlussklemmen, aber auch ein Betrieb mit externer Kaltstelle oder Spannungsmessung ohne Kaltstellenverrechnung ist möglich.

Um die hochgenaue Messung zu nutzen ist folgendes zu beachten:

- Die EL3314-0010 wird vor Auslieferung gegen eine hochgenaue Spannungsreferenz abgeglichen
- Die Klemme ist standardmäßig auf eine Auflösung von 0,01°C/digit "high resolution" eingestellt
- Die zugesicherte Genauigkeit gilt für folgende Einstellungen
  - 50 Hz Filter
  - 23 ± 5°C Umgebungstemperatur
  - waagerechte Einbaulage
- Darüber hinaus verfügt sie über folgende Features
  - ein zusätzlicher Softwarefilter "MC-Filter" kann zur Glättung des Messwerts eingesetzt werden
  - es ist eine externe Kaltstellenkompensation möglich
- Von der Verwendung von Ausgleichsleitungen wird abgeraten, sie reduzieren die Messgenauigkeit der EL3314-0010
- Die Verwendung entsprechend genauer Thermoelemente wird empfohlen



**Quick-Links**

- [EtherCAT Funktionsgrundlagen](#)
- [Technologie EL33xx \[▶ 188\]](#)
- [CoE-Objektbeschreibung und Parametrierung \[▶ 357\]](#)
- [Prozessdaten und Betriebsmodi \[▶ 317\]](#)

## 2.4.2 Technische Daten

### 2.4.2.1 Allgemeine technische Daten

Analoge Eingänge	EL3314-0002
Anzahl Eingänge	4
Thermoelement-Sensortypen, Messgrößen	Typ B, C, E, J, K, L, N, R, S, T, U (Voreinstellung: Typ K), Spannungsmessung
Anschlusstechnik	2-Leiter
Max. Leitungslänge zum Thermoelement	30 m (ohne Schutzmaßnahmen), bei größeren Kabellängen ist ein geeigneter Überspannungsschutz (Surge-Protection) vorzusehen
Auflösung	Intern 24 Bit
Wandlungszeit	ca. 1.6 s bis 5 ms abhängig von Konfiguration und Filter Einstellung; Voreingestellt: ca. 110 ms bei 50/ 60 Hz
Grenzfrequenz Eingangsfiler	1 kHz typ.
Softwarefilter	2,5...4000 Hz, einstellbar, Notch-Charakteristik; Voreinstellung 50/60Hz
Drahtbruchererkennung	Ja (abschaltbar)
Unterstützt Funktion <u>NoCoeStorage</u> [▶ 218]	tbd
Besonderheiten	hochpräzise, galvanische Trennung

Spannungsmessung	EL3314-0002
Messbereiche	± 78 mV ± 2,5 V
Auflösung	1 µV pro Digit
Messunsicherheit	Siehe <u>Messung ±78 mV...±2,5 V</u> [▶ 76]

Temperaturmessung	EL3314-0002
Verwendeter elektr. Messbereich	± 78 mV
Messbereiche	Typ B: +200...+1820 °C Typ C: 0...+2320 °C Typ E: -270...+1000°C Typ J: -210...+1200 °C Typ K: -270...+1372 °C (Voreingestellt) Typ L: -50...+900 °C Typ N: -270...+1300 °C Typ R: -50...+1768 °C Typ S: -50...+1768 °C Typ T: -270...+400 °C Typ U: -50...+600 °C
Auflösung	Temperaturdarstellung 0,1/0,01/0,001 °C pro Digit, Voreinstellung 0,01°C
Messunsicherheit	Siehe <u>Messung Thermoelemente</u> [▶ 77]

Versorgung und Potentiale	EL3314-0002
Spannungsversorgung für Elektronik	über den E-Bus
Stromaufnahme aus dem E-Bus	typ. 200 mA
Potenzialtrennung	2,5 kV funktionale Trennung (Prüfspannung 7s Kanal/Kanal und Kanal/Feldbus, Produktionstest)
Max. Potential ±TC gegen Masse	2,5 kV (Prüfspannung Produktionstest)
Max. Differenzspannung zwischen den ±TC Eingängen	±15 V dauerhaft

Kommunikation	EL3314-0002
Konfiguration	über TwinCAT System Manager
Breite im Prozessabbild	max. 24 Byte Input, max. 8 Byte Output
Distributed Clocks	-

<b>Umgebungsbedingungen</b>	<b>EL3314-0002</b>
zulässiger Umgebungs - temperaturbereich im Betrieb	0 °C ... + 55 °C
zulässiger Umgebungs - temperaturbereich bei Lagerung	-25 °C ... + 85 °C
zulässige relative Luftfeuchtigkeit	95%, keine Betauung
<b>Allgemeine Daten</b>	<b>EL3314-0002</b>
Abmessungen (B x H x T)	ca. 15 mm x 100 mm x 70 mm (Breite angereicht: 12 mm)
Gewicht	ca. 60 g
Montage [ <a href="#">▶ 223</a> ]	auf 35 mm Tragschiene nach EN 60715
Einbaulage	Um die erhöhte Messgenauigkeit sicher zu stellen, ist die Klemme in der vorgeschriebenen Einbaulage zu installieren! Siehe Hinweis [ <a href="#">▶ 235</a> ]!
<b>Normen und Zulassungen</b>	<b>EL3314-0002</b>
Schutzart	IP20
Vibrations- / Schockfestigkeit	gemäß EN 60068-2-6 / EN 60068-2-27
EMV-Festigkeit / Aussendung	gemäß EN 61000-6-2 / EN 61000-6-4
Kenzeichnung / Zulassung	CE, UKCA, EAC
<b>Erweiterte Eigenschaften</b>	<b>EL3314-0002</b>
Steckbare Anschlussebene	-
Galvanische Trennung	ja
TwinSAFE SC	-
Kalibrierzertifikat	-

## 2.4.2.2 Messung $\pm 78$ mV... $\pm 2,5$ V

### Spezifikation $\pm 78$ mV

Messung Modus		$\pm 78$ mV
Messbereich, nominell		-78...+78 mV
Messbereich, Endwert (MBE)		78 mV
PDO Auflösung		1 $\mu$ V
Grundgenauigkeit: Messabweichung, mit Mittelwertbildung	@ 23 °C Umgebungstemperatur <sup>1</sup>	< $\pm 0,06\%_{\text{MBE}}$ typ.
	@ 55 °C Umgebungstemperatur	< $\pm 0,13\%_{\text{MBE}}$ typ.
Offset/Nullpunkt-Abweichung (bei 23°C) <sup>2</sup>	F <sub>Offset</sub>	< $\pm 10$ $\mu$ V
Gain/Scale/Verstärkungs-Abweichung (bei 23°C) <sup>2</sup>	F <sub>Gain</sub>	< 500 ppm
Temperaturkoeffizient	Tk <sub>Gain</sub>	< 0,5 $\mu$ V/K
	Tk <sub>Offset</sub>	< 15 ppm/K

### Spezifikation $\pm 2,5$ V

Die EL3314-0002 ist im elektrisch vorhandenen Messbereich  $\pm 2,5$ V werkseitig nicht abgeglichen. Der Messbereich kann aber nach anwendungsseitigem Abgleich genutzt werden.

Messung Modus		$\pm 2,5$ V
Messbereich, nominell		-2,5...+2,5 V
Messbereich, Endwert (MBE)		2,5 V
PDO Auflösung		1 $\mu$ V

<sup>1</sup> Dieser Spezifikationswert beinhaltet den Temperaturkoeffizienten für Gain (Tk<sub>Gain</sub>) und Offset (Tk<sub>Offset</sub>)

<sup>2</sup> Diese Angaben sind bereits in der Grundgenauigkeit eingerechnet. Sie sind an dieser Stelle für eine detaillierte, individuelle Unsicherheitsbetrachtung aufgeführt.

**2.4.2.3 Messung Thermoelemente**

Im Messbereich eines vorgegebenen Thermoelementtyps wird eine gemessene Spannung intern nach eingestellter Transformation in eine Temperatur umgerechnet. Da der Kanal intern eine Spannung misst, ist der entsprechende Messfehler im Spannungsmessbereich zugrunde zu legen.

Die nachfolgenden Tabellen mit der Spezifikation der Thermoelementmessung gelten nur bei der Verwendung der internen Kaltstelle.

Die EL331x-00xx kann auch bei Bedarf mit externer Kaltstelle verwendet werden. Die Unsicherheiten müssen dann für die externe Kaltstelle anwendungsseitig ermittelt werden. Der Temperaturwert der externen Kaltstelle muss der EL331x-00xx dann über die Prozessdaten zur eigenen Verrechnung mitgeteilt werden. Die Auswirkung auf die Messung der Thermoelemente ist dann anlagenseitig zu berechnen.

Die hier angegebenen Spezifikationen der internen Kaltstelle und der Messbereiche gelten nur bei Einhaltung folgender Zeiten zur thermischen Stabilisierung bei konstanter Umgebungstemperatur:

- nach dem Einschalten: 60 min
- nach Änderung von Verdrahtung/Steckern: 15 min

**Spezifikation der internen Kaltstellenmessung**

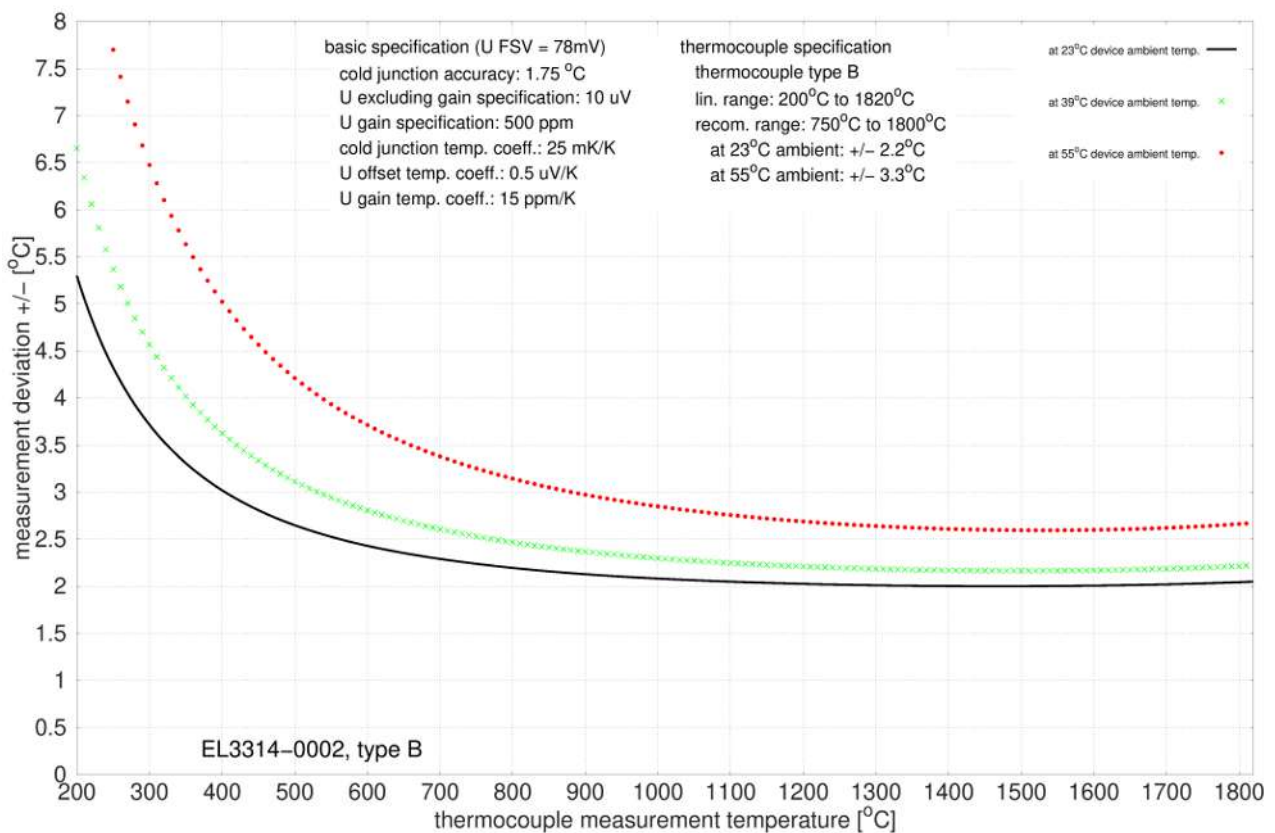
In der EL3314-0002 verfügt jeder Kanal über einen eigenen Kaltstellensensor.

Messung Modus		Kaltstelle
Grundgenauigkeit: Messabweichung bei 23°C, mit Mittelwertbildung		< ±1,75 °C
Temperaturkoeffizient	Tk	< 25 mK/K

**Spezifikation Thermoelement Typ B**

Temperaturmessung Thermoelement		Typ B
Verwendeter elektr. Messbereich		± 78 mV
Messbereich, technisch nutzbar		+200 °C ≈ 0,178 mV ... +1820 °C ≈ 13,820 mV
Messbereich, Endwert (MBE)		+1820 °C
Messbereich, empfohlen		+750°C ... +1800°C
PDO LSB		0,1/0,01/0,001°C/digit, je nach PDO Einstellung
Unsicherheit im empfohlenen Messbereich, mit Mittelwertbildung	@ 23 °C Umgebungstemperatur	± 2,2 K ≈ ± 0,12 % <sub>MBE</sub>
	@ 55 °C Umgebungstemperatur	± 3,3 K ≈ ± 0,18 % <sub>MBE</sub>
Temperaturkoeffizient (Änderung des Messwerts bei Änderung der Klemmenumgebungstemperatur)		<i>Da der Wert wie im u.a. Spezifikations-Plot zu sehen stark abhängig ist von der Sensortemperatur, ist er grundsätzlich aus dem Spezifikations-Plot abzuleiten. Zur besseren Näherung ist auch informativ die Messunsicherheit bei T<sub>amb</sub> = 39°C als Mitte zwischen 23°C und 55°C dargestellt, um den nichtlinearen Verlauf zu verdeutlichen.</i>

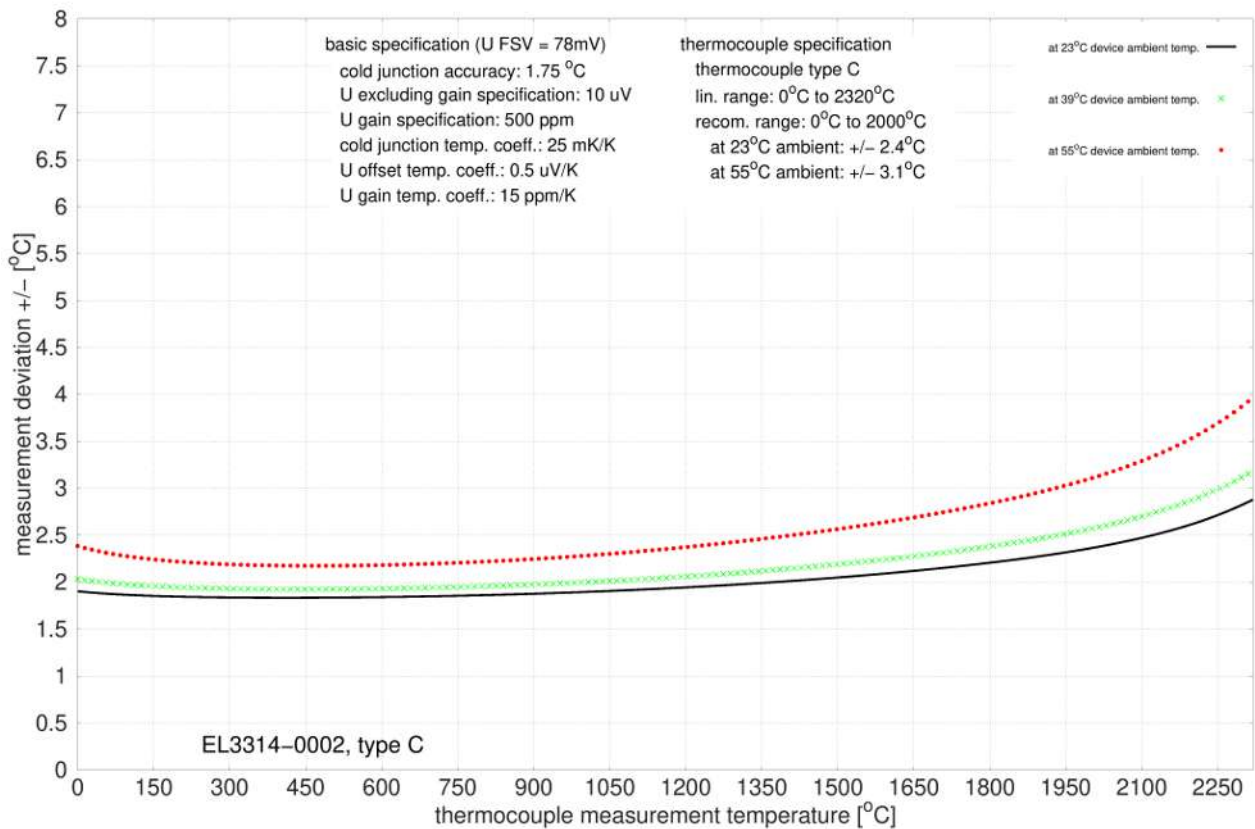
Messunsicherheit für Thermoelement Typ B:



**Spezifikation Thermoelement Typ C**

Temperaturmessung Thermoelement		Typ C
Verwendeter elektr. Messbereich		± 78 mV
Messbereich, technisch nutzbar		0 °C ≈ 0 mV ... +2320 °C ≈ 37,107 mV
Messbereich, Endwert (MBE)		+2320 °C
Messbereich, empfohlen		0°C ... +2000°C
PDO LSB		0,1/0,01/0,001°C/digit, je nach PDO Einstellung
Unsicherheit im empfohlenen Messbereich, mit Mittelwertbildung	@ 23 °C Umgebungstemperatur	± 2,4 K ≈ ± 0,10 % <sub>MBE</sub>
	@ 55 °C Umgebungstemperatur	± 3,1 K ≈ ± 0,13 % <sub>MBE</sub>
Temperaturkoeffizient (Änderung des Messwerts bei Änderung der Klemmenumgebungstemperatur)		<i>Da der Wert wie im u.a. Spezifikations-Plot zu sehen stark abhängig ist von der Sensortemperatur, ist er grundsätzlich aus dem Spezifikations-Plot abzuleiten. Zur besseren Näherung ist auch informativ die Messunsicherheit bei T<sub>amb</sub> = 39°C als Mitte zwischen 23°C und 55°C dargestellt, um den nichtlinearen Verlauf zu verdeutlichen.</i>

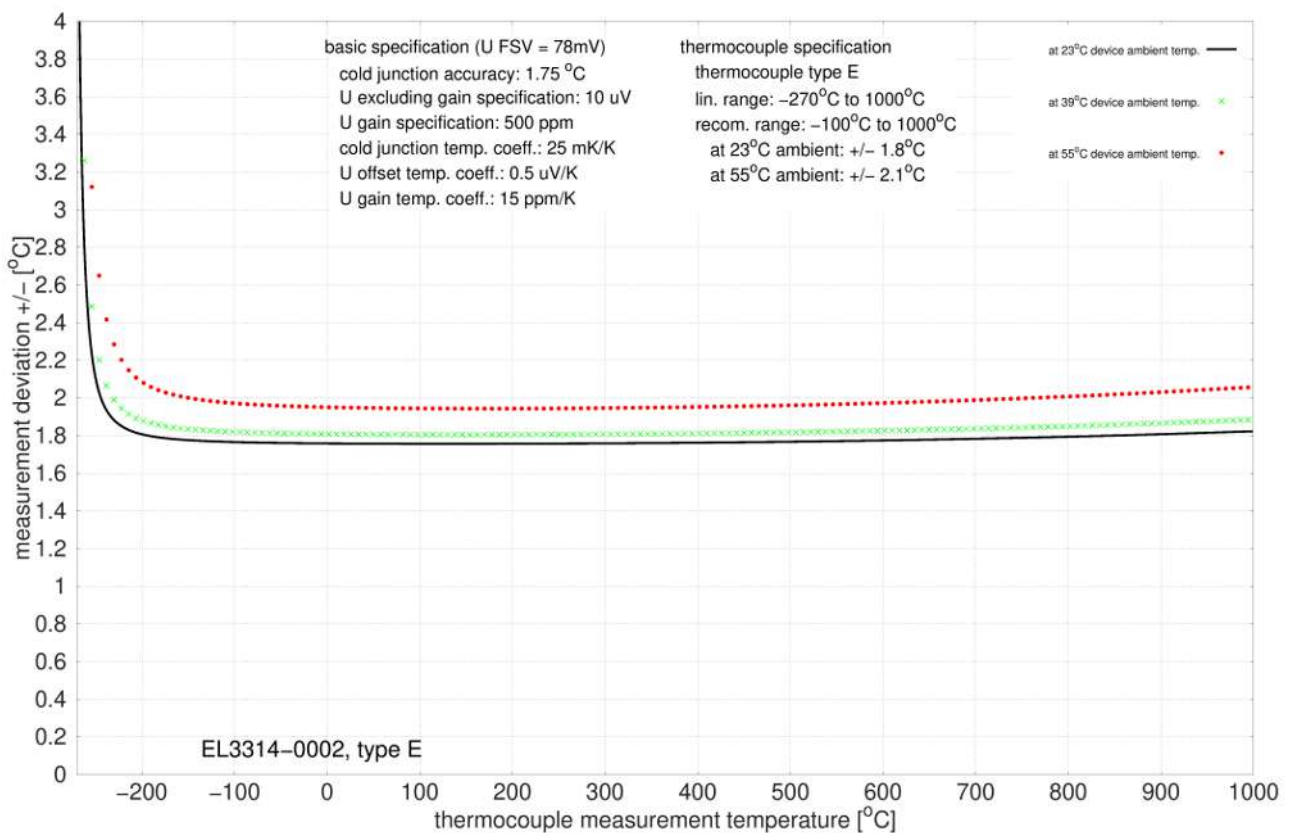
Messunsicherheit für Thermoelement Typ C:



**Spezifikation Thermoelement Typ E**

Temperaturmessung Thermoelement		Typ E
Verwendeter elektr. Messbereich		± 78 mV
Messbereich, technisch nutzbar		-270 °C ≈ -9,835 mV ... +1000 °C ≈ 76,372 mV
Messbereich, Endwert (MBE)		+1000 °C
Messbereich, empfohlen		-100°C ... +1000°C
PDO LSB		0,1/0,01/0,001°C/digit, je nach PDO Einstellung
Unsicherheit im empfohlenen Messbereich, mit Mittelwertbildung	@ 23 °C Umgebungstemperatur	± 1,8 K ≈ ± 0,18 % <sub>MBE</sub>
	@ 55 °C Umgebungstemperatur	± 2,1 K ≈ ± 0,21 % <sub>MBE</sub>
Temperaturkoeffizient (Änderung des Messwerts bei Änderung der Klemmenumgebungstemperatur)		<i>Da der Wert wie im u.a. Spezifikations-Plot zu sehen stark abhängig ist von der Sensortemperatur, ist er grundsätzlich aus dem Spezifikations-Plot abzuleiten. Zur besseren Näherung ist auch informativ die Messunsicherheit bei T<sub>amb</sub> = 39°C als Mitte zwischen 23°C und 55°C dargestellt, um den nichtlinearen Verlauf zu verdeutlichen.</i>

Messunsicherheit für Thermoelement Typ E:

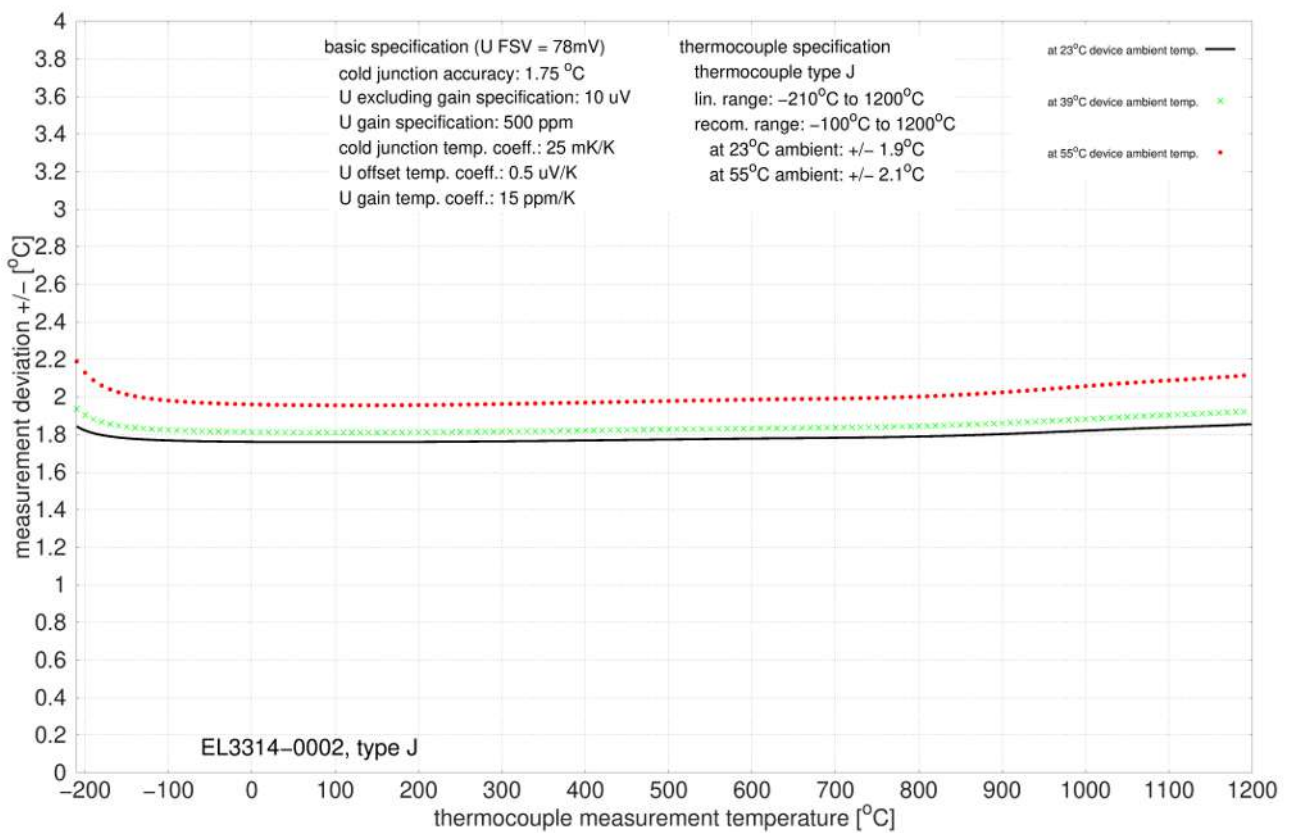




**Spezifikation Thermoelement Typ J**

Temperaturmessung Thermoelement		Typ J
Verwendeter elektr. Messbereich		± 78 mV
Messbereich, technisch nutzbar		-210 °C ≈ -8,095 mV ... +1200 °C ≈ 69,553 mV
Messbereich, Endwert (MBE)		+1200 °C
Messbereich, empfohlen		-100°C ... +1200°C
PDO LSB		0,1/0,01/0,001°C/digit, je nach PDO Einstellung
Unsicherheit im empfohlenen Messbereich, mit Mittelwertbildung	@ 23 °C Umgebungstemperatur	± 1,9 K ≈ ± 0,16 % <sub>MBE</sub>
	@ 55 °C Umgebungstemperatur	± 2,1 K ≈ ± 0,18 % <sub>MBE</sub>
Temperaturkoeffizient (Änderung des Messwerts bei Änderung der Klemmenumgebungstemperatur)		<i>Da der Wert wie im u.a. Spezifikations-Plot zu sehen stark abhängig ist von der Sensortemperatur, ist er grundsätzlich aus dem Spezifikations-Plot abzuleiten. Zur besseren Näherung ist auch informativ die Messunsicherheit bei T<sub>amb</sub> = 39°C als Mitte zwischen 23°C und 55°C dargestellt, um den nichtlinearen Verlauf zu verdeutlichen.</i>

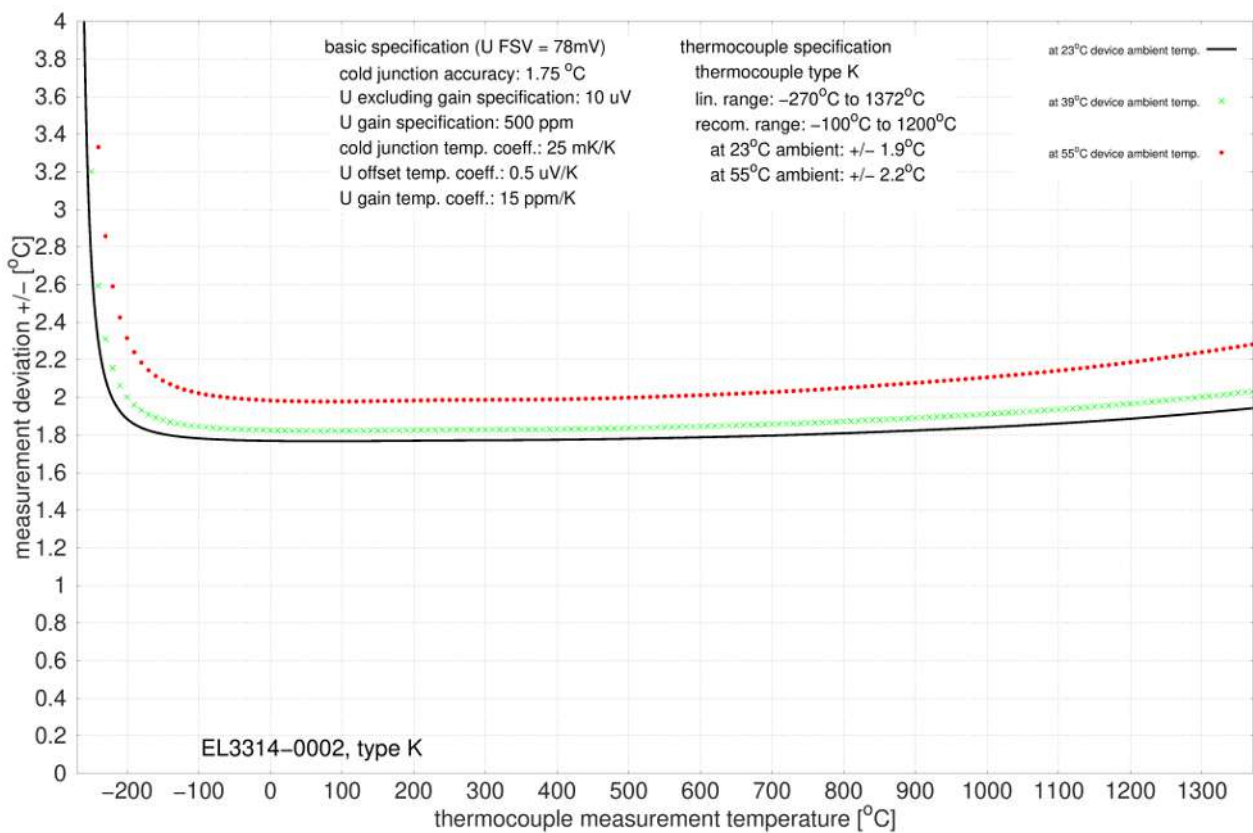
Messunsicherheit für Thermoelement Typ J:



**Spezifikation Thermoelement Typ K**

Temperaturmessung Thermoelement		Typ K
Verwendeter elektr. Messbereich		± 78 mV
Messbereich, technisch nutzbar		-270 °C ≈ -6,458 mV ... +1372 °C ≈ 54,886 mV
Messbereich, Endwert (MBE)		+1372 °C
Messbereich, empfohlen		-100°C ... +1200°C
PDO LSB		0,1/0,01/0,001°C/digit, je nach PDO Einstellung
Unsicherheit im empfohlenen Messbereich, mit Mittelwertbildung	@ 23 °C Umgebungstemperatur	± 1,9 K ≈ ± 0,14 % <sub>MBE</sub>
	@ 55 °C Umgebungstemperatur	± 2,2 K ≈ ± 0,16 % <sub>MBE</sub>
Temperaturkoeffizient (Änderung des Messwerts bei Änderung der Klemmenumgebungstemperatur)		<i>Da der Wert wie im u.a. Spezifikations-Plot zu sehen stark abhängig ist von der Sensortemperatur, ist er grundsätzlich aus dem Spezifikations-Plot abzuleiten. Zur besseren Näherung ist auch informativ die Messunsicherheit bei T<sub>amb</sub> = 39°C als Mitte zwischen 23°C und 55°C dargestellt, um den nichtlinearen Verlauf zu verdeutlichen.</i>

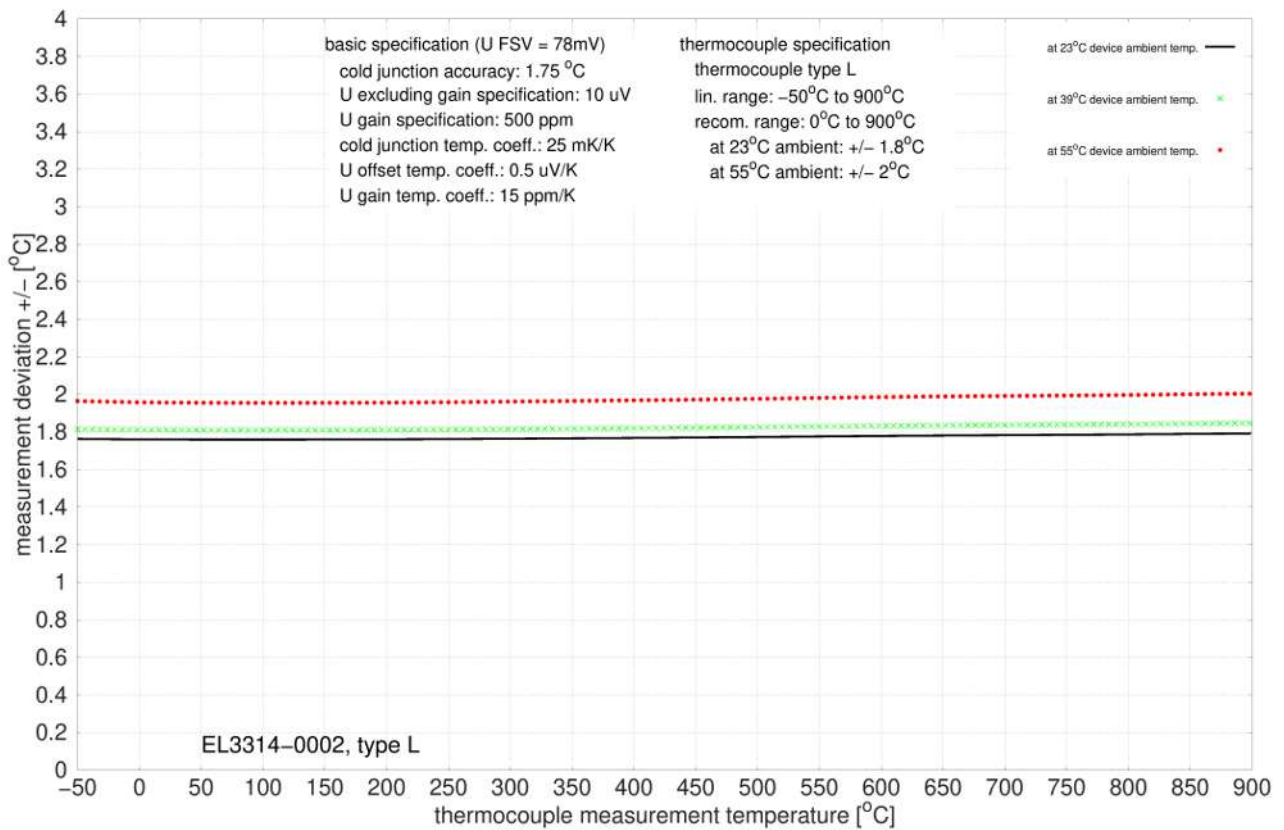
Messunsicherheit für Thermoelement Typ K:



**Spezifikation Thermoelement Typ L**

Temperaturmessung Thermoelement		Typ L
Verwendeter elektr. Messbereich		± 78 mV
Messbereich, technisch nutzbar		-50 °C ≈ -2,510 mV ... +900 °C ≈ 52,430 mV
Messbereich, Endwert (MBE)		+900 °C
Messbereich, empfohlen		0°C ... +900°C
PDO LSB		0,1/0,01/0,001°C/digit, je nach PDO Einstellung
Unsicherheit im empfohlenen Messbereich, mit Mittelwertbildung	@ 23 °C Umgebungstemperatur	± 1,8 K ≈ ± 0,20 % <sub>MBE</sub>
	@ 55 °C Umgebungstemperatur	± 2,0 K ≈ ± 0,22 % <sub>MBE</sub>
Temperaturkoeffizient (Änderung des Messwerts bei Änderung der Klemmenumgebungstemperatur)		<i>Da der Wert wie im u.a. Spezifikations-Plot zu sehen stark abhängig ist von der Sensortemperatur, ist er grundsätzlich aus dem Spezifikations-Plot abzuleiten. Zur besseren Näherung ist auch informativ die Messunsicherheit bei T<sub>amb</sub> = 39°C als Mitte zwischen 23°C und 55°C dargestellt, um den nichtlinearen Verlauf zu verdeutlichen.</i>

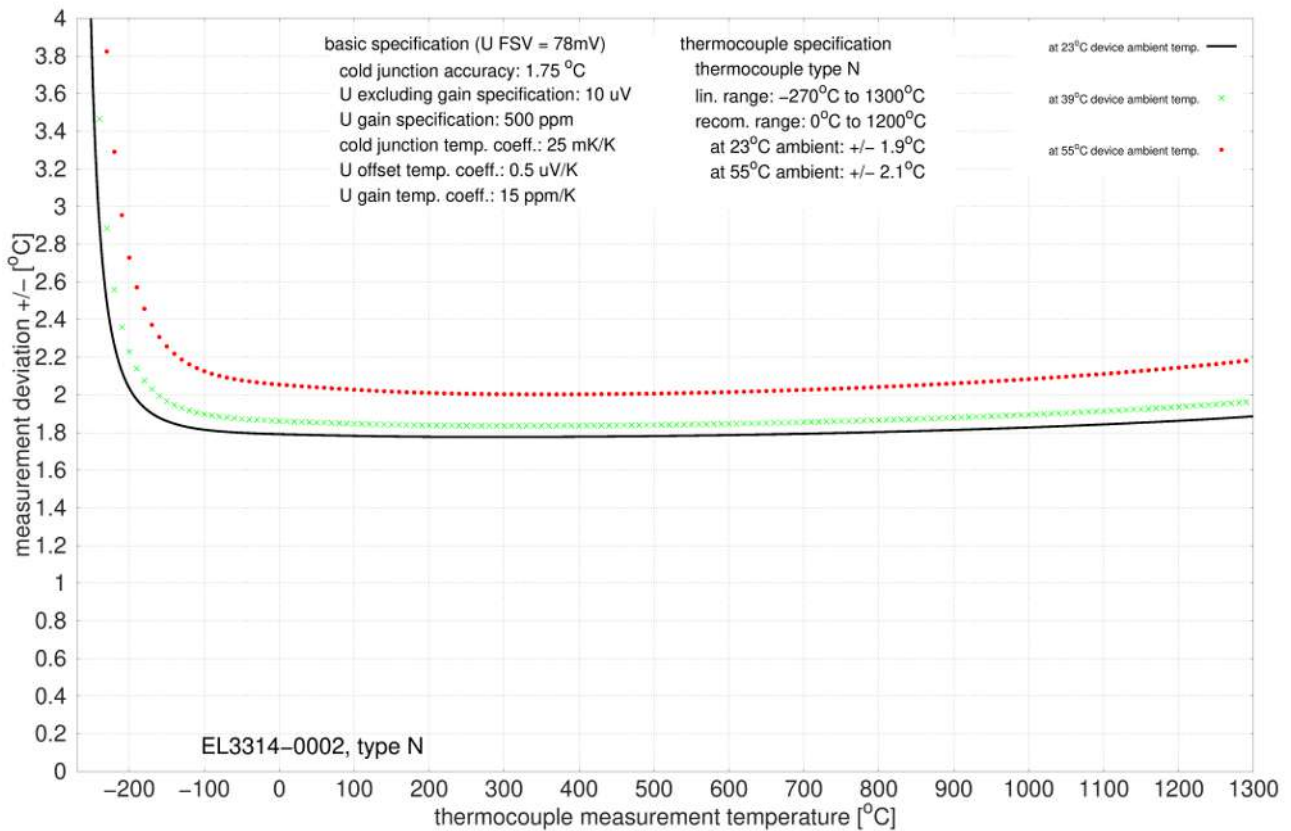
Messunsicherheit für Thermoelement Typ L:



**Spezifikation Thermoelement Typ N**

Temperaturmessung Thermoelement		Typ N
Verwendeter elektr. Messbereich		± 78 mV
Messbereich, technisch nutzbar		-270 °C ≈ -4,346 mV ... +1300 °C ≈ 47,513 mV
Messbereich, Endwert (MBE)		+1300 °C
Messbereich, empfohlen		0°C ... +1300°C
PDO LSB		0,1/0,01/0,001°C/digit, je nach PDO Einstellung
Unsicherheit im empfohlenen Messbereich, mit Mittelwertbildung	@ 23 °C Umgebungstemperatur	± 1,9 K ≈ ± 0,15 % <sub>MBE</sub>
	@ 55 °C Umgebungstemperatur	± 2,1 K ≈ ± 0,16 % <sub>MBE</sub>
Temperaturkoeffizient (Änderung des Messwerts bei Änderung der Klemmenumgebungstemperatur)		<i>Da der Wert wie im u.a. Spezifikations-Plot zu sehen stark abhängig ist von der Sensortemperatur, ist er grundsätzlich aus dem Spezifikations-Plot abzuleiten. Zur besseren Näherung ist auch informativ die Messunsicherheit bei T<sub>amb</sub> = 39°C als Mitte zwischen 23°C und 55°C dargestellt, um den nichtlinearen Verlauf zu verdeutlichen.</i>

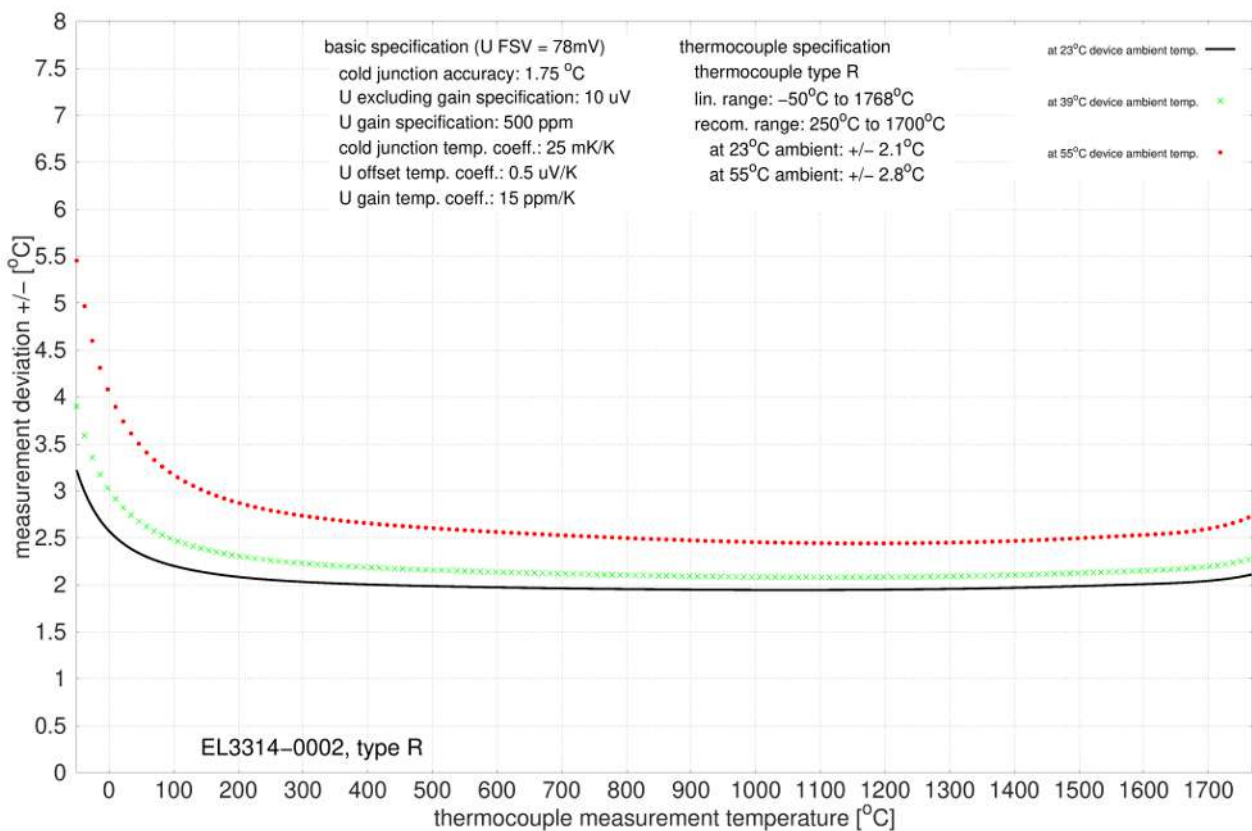
Messunsicherheit für Thermoelement Typ N:



**Spezifikation Thermoelement Typ R**

Temperaturmessung Thermoelement		Typ R
Verwendeter elektr. Messbereich		± 78 mV
Messbereich, technisch nutzbar		-50 °C ≈ -0,226 mV ... +1768 °C ≈ 21,101 mV
Messbereich, Endwert (MBE)		+1768 °C
Messbereich, empfohlen		+250°C ... +1700°C
PDO LSB		0,1/0,01/0,001°C/digit, je nach PDO Einstellung
Unsicherheit im empfohlenen Messbereich, mit Mittelwertbildung	@ 23 °C Umgebungstemperatur	± 2,1 K ≈ ± 0,12 % <sub>MBE</sub>
	@ 55 °C Umgebungstemperatur	± 2,8 K ≈ ± 0,16 % <sub>MBE</sub>
Temperaturkoeffizient (Änderung des Messwerts bei Änderung der Klemmenumgebungstemperatur)		<i>Da der Wert wie im u.a. Spezifikations-Plot zu sehen stark abhängig ist von der Sensortemperatur, ist er grundsätzlich aus dem Spezifikations-Plot abzuleiten. Zur besseren Näherung ist auch informativ die Messunsicherheit bei T<sub>amb</sub> = 39°C als Mitte zwischen 23°C und 55°C dargestellt, um den nichtlinearen Verlauf zu verdeutlichen.</i>

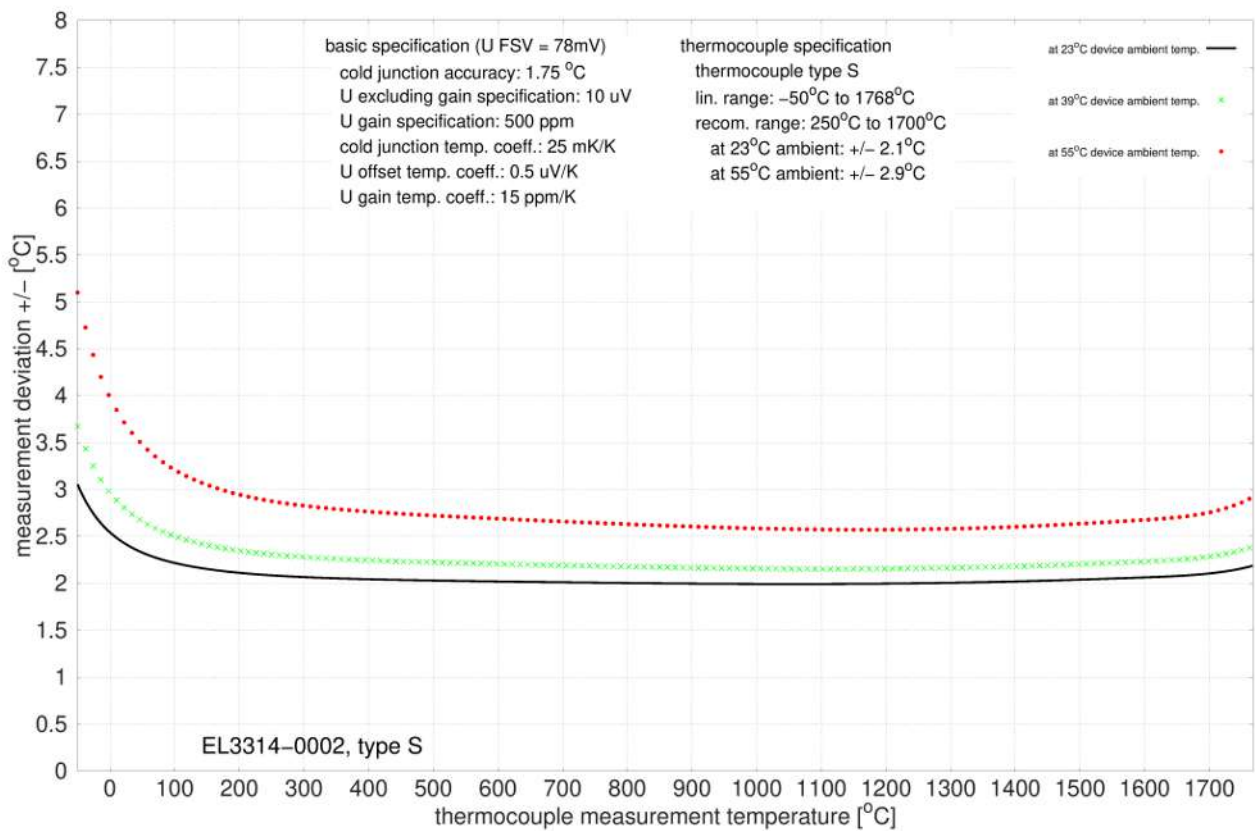
Messunsicherheit für Thermoelement Typ R:



**Spezifikation Thermoelement Typ S**

Temperaturmessung Thermoelement		Typ S
Verwendeter elektr. Messbereich		± 78 mV
Messbereich, technisch nutzbar		-50 °C ≈ -0,236 mV ... +1768 °C ≈ 18,693 mV
Messbereich, Endwert (MBE)		+1768 °C
Messbereich, empfohlen		+250°C ... +1700°C
PDO LSB		0,1/0,01/0,001°C/digit, je nach PDO Einstellung
Unsicherheit im empfohlenen Messbereich, mit Mittelwertbildung	@ 23 °C Umgebungstemperatur	± 2,1 K ≈ ± 0,12 % <sub>MBE</sub>
	@ 55 °C Umgebungstemperatur	± 2,9 K ≈ ± 0,16 % <sub>MBE</sub>
Temperaturkoeffizient (Änderung des Messwerts bei Änderung der Klemmenumgebungstemperatur)		<i>Da der Wert wie im u.a. Spezifikations-Plot zu sehen stark abhängig ist von der Sensortemperatur, ist er grundsätzlich aus dem Spezifikations-Plot abzuleiten. Zur besseren Näherung ist auch informativ die Messunsicherheit bei T<sub>amb</sub> = 39°C als Mitte zwischen 23°C und 55°C dargestellt, um den nichtlinearen Verlauf zu verdeutlichen.</i>

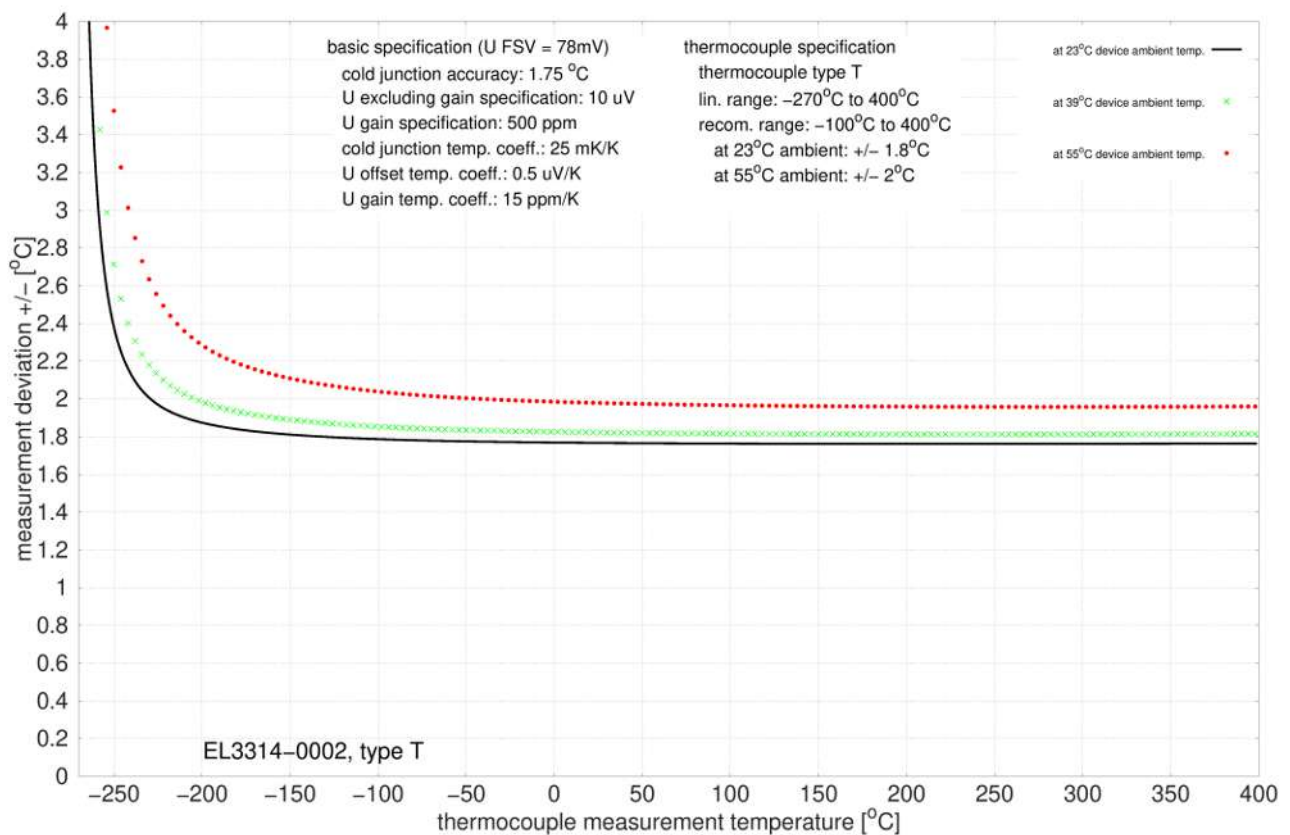
Messunsicherheit für Thermoelement Typ S:



**Spezifikation Thermoelement Typ T**

Temperaturmessung Thermoelement		Typ T
Verwendeter elektr. Messbereich		± 78 mV
Messbereich, technisch nutzbar		-270 °C ≈ -6,258 mV ... +400 °C ≈ 20,872 mV
Messbereich, Endwert (MBE)		+400 °C
Messbereich, empfohlen		-100°C ... +400°C
PDO LSB		0,1/0,01/0,001°C/digit, je nach PDO Einstellung
Unsicherheit im empfohlenen Messbereich, mit Mittelwertbildung	@ 23 °C Umgebungstemperatur	± 1,8 K ≈ ± 0,45 % <sub>MBE</sub>
	@ 55 °C Umgebungstemperatur	± 2,0 K ≈ ± 0,50 % <sub>MBE</sub>
Temperaturkoeffizient (Änderung des Messwerts bei Änderung der Klemmenumgebungstemperatur)		<i>Da der Wert wie im u.a. Spezifikations-Plot zu sehen stark abhängig ist von der Sensortemperatur, ist er grundsätzlich aus dem Spezifikations-Plot abzuleiten. Zur besseren Näherung ist auch informativ die Messunsicherheit bei T<sub>amb</sub>=39°C als Mitte zwischen 23°C und 55°C dargestellt, um den nichtlinearen Verlauf zu verdeutlichen.</i>

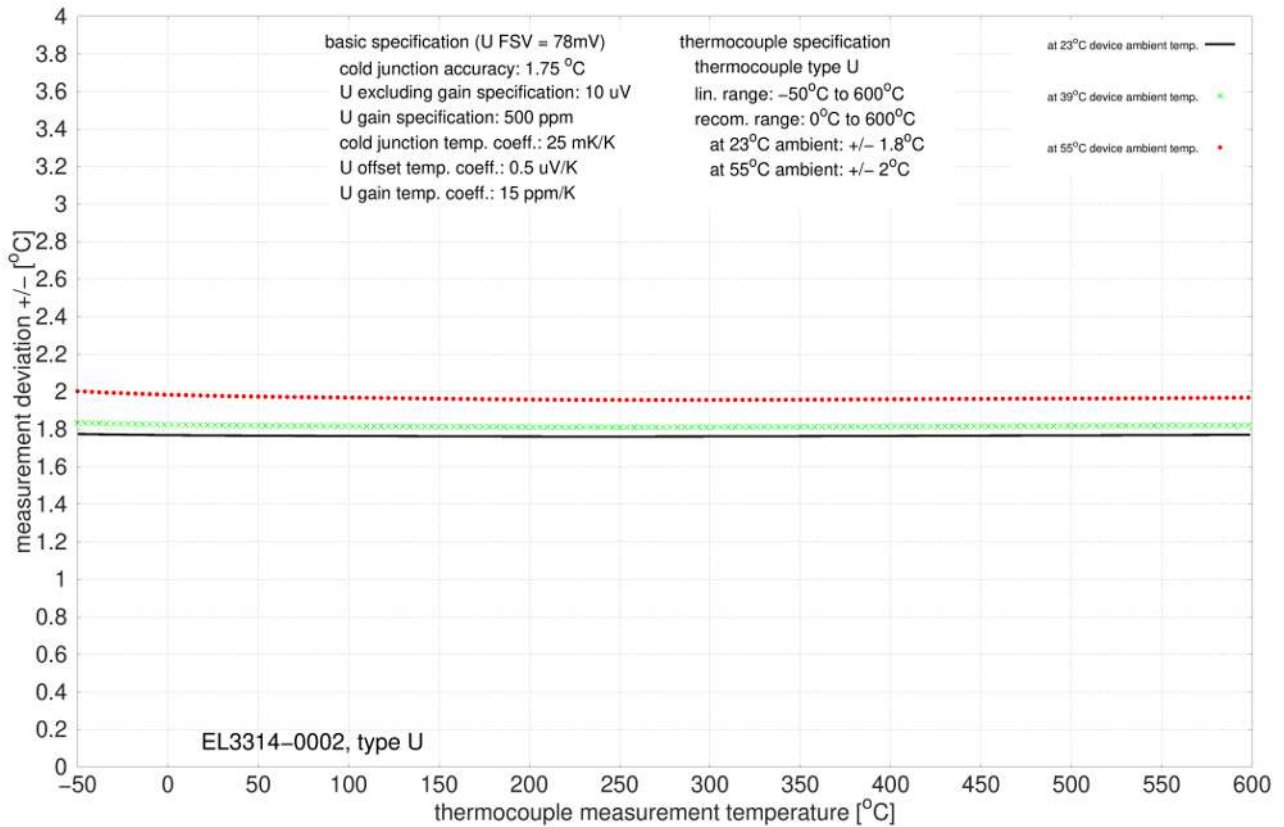
Messunsicherheit für Thermoelement Typ T:



**Spezifikation Thermoelement Typ U**

Temperaturmessung Thermoelement		Typ U
Verwendeter elektr. Messbereich		± 78 mV
Messbereich, technisch nutzbar		-50 °C ≈ -1,850 mV ... +600 °C ≈ 33,600 mV
Messbereich, Endwert (MBE)		+600 °C
Messbereich, empfohlen		0°C ... +600°C
PDO LSB		0,1/0,01/0,001°C/digit, je nach PDO Einstellung
Unsicherheit im empfohlenen Messbereich, mit Mittelwertbildung	@ 23 °C Umgebungstemperatur	± 1,8 K ≈ ± 0,30 % <sub>MBE</sub>
	@ 55 °C Umgebungstemperatur	± 2,0 K ≈ ± 0,33 % <sub>MBE</sub>
Temperaturkoeffizient (Änderung des Messwerts bei Änderung der Klemmenumgebungstemperatur)		<i>Da der Wert wie im u.a. Spezifikations-Plot zu sehen stark abhängig ist von der Sensortemperatur, ist er grundsätzlich aus dem Spezifikations-Plot abzuleiten. Zur besseren Näherung ist auch informativ die Messunsicherheit bei T<sub>amb</sub>=39°C als Mitte zwischen 23°C und 55°C dargestellt, um den nichtlinearen Verlauf zu verdeutlichen.</i>

Messunsicherheit für Thermoelement Typ U:





### 2.4.3 Anschlussbelegung

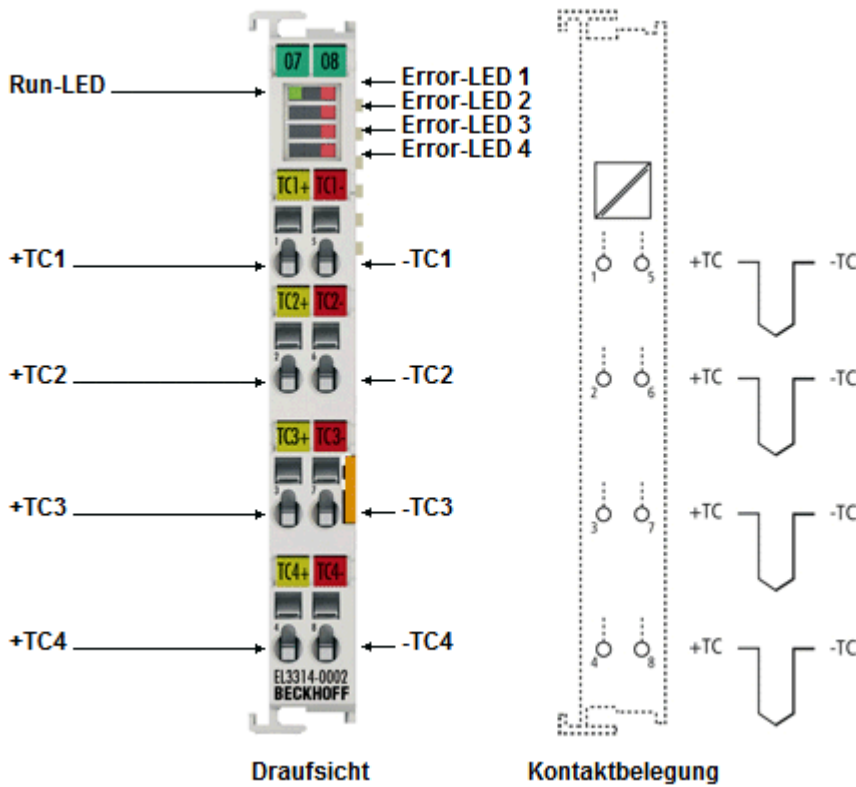


Abb. 11: EL3314-0002

#### EL3314-0002 - Anschlussbelegung

Klemmstelle	Nr.	Kommentar
+TC1	1	Eingang +TC1
+TC2	2	Eingang +TC2
+TC3	3	Eingang +TC3
+TC4	4	Eingang +TC4
-TC1	5	Eingang -TC1
-TC2	6	Eingang -TC2
-TC3	7	Eingang -TC3
-TC4	8	Eingang -TC4



#### Geerdete Thermoelemente

Bei geerdeten Thermoelementen beachten: Differenzeingänge max.  $\pm 2$  V gegen Masse!

## 2.4.4 Anzeige, Diagnose

### EL3314-0002 - LEDs

LED	Farbe	Bedeutung	
RUN	grün	Diese LED gibt den Betriebszustand der Klemme wieder:	
		aus	Zustand der EtherCAT State Machine: <b>INIT</b> = Initialisierung der Klemme
		gleichmäßig blinkend	Zustand der EtherCAT State Machine: <b>PREOP</b> = Funktion für Mailbox-Kommunikation und abweichende Standard-Einstellungen gesetzt
		langsam blinkend	Zustand der EtherCAT State Machine: <b>SAFEOP</b> = Überprüfung der Kanäle des Sync-Managers und der Distributed Clocks. Ausgänge bleiben im sicheren Zustand
		an	Zustand der EtherCAT State Machine: <b>OP</b> = normaler Betriebszustand; Mailbox- und Prozessdatenkommunikation ist möglich
		schnell blinkend	Zustand der EtherCAT State Machine: <b>BOOTSTRAP</b> = Funktion für Firmware-Updates der Klemme
ERROR1-4	rot	Es liegt ein Kurzschluss oder Drahtbruch vor. Der Spannungswert befindet sich im ungünstigen Bereich der Kennlinie.	

## 2.5 EL3314-0010

### 2.5.1 Einführung

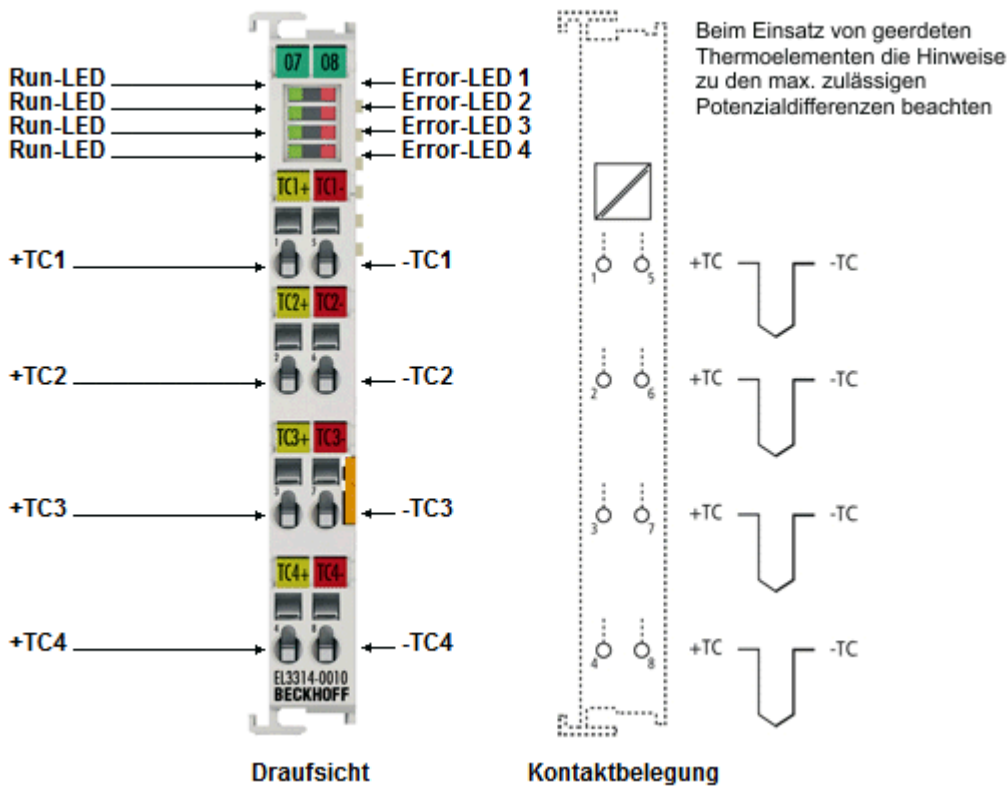


Abb. 12: EL3314-0010

#### Hochpräzise 4-Kanal Analog-Eingangsklemme für Thermoelemente, mit Drahtbruchererkennung

Die analoge Eingangsklemme EL3314-0010 erlaubt den direkten Anschluss von Thermoelementen. Im Vergleich zur normalen EL3314 kann sie durch eine verbesserte Messschaltung und exaktere Vergleichsstellenmessung die Temperatur deutlich genauer messen. Ansonsten verhält sich die EL3314-0010 wie die EL3314.

Um die hochgenaue Messung zu nutzen ist folgendes zu beachten:

- Die EL3314-0010 wird vor Auslieferung gegen eine hochgenaue Spannungsreferenz abgeglichen
- Die Klemme ist standardmäßig auf eine Auflösung von 0,01°C/digit "high resolution" eingestellt
- Die zugesicherte Genauigkeit gilt für folgende Einstellungen
  - 50 Hz Filter
  - 23 ± 5°C Umgebungstemperatur
  - waagerechte Einbaulage
- Darüber hinaus verfügt sie über folgende Features
  - ein zusätzlicher Softwarefilter "MC-Filter" kann zur Glättung des Messwerts eingesetzt werden
  - es ist eine externe Kaltstellenkompensation möglich (Vergleichsstellenkompensation, ab FW03)
- Von der Verwendung von Ausgleichsleitungen wird abgeraten, sie reduzieren die Messgenauigkeit der EL3314-0010
- Die Verwendung entsprechend genauer Thermoelemente wird empfohlen

### **Quick-Links**

- [EtherCAT Funktionsgrundlagen](#)
- [Technologie EL33xx \[► 188\]](#)
- [CoE-Objektbeschreibung und Parametrierung \[► 365\]](#)
- [Prozessdaten und Betriebsmodi \[► 317\]](#)

## 2.5.2 Technische Daten

### 2.5.2.1 Allgemeine technische Daten

Analoge Eingänge	EL3314-0010
Anzahl Eingänge	4
Thermoelement-Sensortypen, Messgrößen	Typ B, C, E, J, K, L, N, R, S, T, U (Voreinstellung: Typ K), Spannungsmessung
Anschlussstechnik	2-Leiter
Max. Leitungslänge zum Thermoelement	30 m (ohne Schutzmaßnahmen), bei größeren Kabellängen ist ein geeigneter Überspannungsschutz (Surge-Protection) vorzusehen
Auflösung	Intern 24 Bit
Wandlungszeit	ca. 1.6 s bis 5 ms abhängig von Konfiguration und Filter Einstellung; Voreingestellt: ca. 110 ms bei 50/ 60 Hz
Grenzfrequenz Eingangfilter	1 kHz typ.
Softwarefilter	5...30 kHz, einstellbar, Notch-Charakteristik; Voreinstellung 50Hz
Drahtbrucherkennung	Ja (abschaltbar)
Unterstützt Funktion <a href="#">NoCoeStorage</a> [► 218]	tbd
Besonderheiten	hochpräzise

Spannungsmessung	EL3314-0010
Messbereich, technisch nutzbar	ca. $\pm 80$ mV
Messbereich, nominell	$\pm 78$ mV
Auflösung	10 nV pro Digit
Messunsicherheit	Siehe <a href="#">Messung <math>\pm 78</math> mV</a> [► 95]

Temperaturmessung	EL3314-0010
Verwendeter elektr. Messbereich	$\pm 78$ mV
Messbereiche	Typ B: +200...+1820 °C Typ C: 0...+2320 °C Typ E: -270...+1000 °C Typ J: -210...+1200 °C Typ K: -270...+1372 °C (Voreingestellt) Typ L: -50...+900 °C Typ N: -270...+1300 °C Typ R: -50...+1768 °C Typ S: -50...+1768 °C Typ T: -270...+400 °C Typ U: -50...+600 °C
Auflösung	Temperaturdarstellung 0,1/0,01/0,001 °C pro Digit, Voreinstellung 0,01°C
Messunsicherheit	Siehe <a href="#">Messung Thermoelemente</a> [► 96]

Versorgung und Potentiale		EL3314-0010
Spannungsversorgung für Elektronik		über den E-Bus
Stromaufnahme aus dem E-Bus		typ. 200 mA
Differenzspannung zwischen +TC und -TC	Empfohlener Einsatzbereich	jew. Messbereich
	Zerstörgrenze kurzzeitig/dauerhaft	±15 V
Max. Potential der verdrehten TC-Enden untereinander (nicht isolierte/geerdete TC)	Empfohlener Einsatzbereich	±2 V
	Zerstörgrenze kurzzeitig/dauerhaft	±15 V
Max. Potential $U_{CM}$ (CommonMode-Spannung) der verdrehten TC gegen GND	Empfohlener Einsatzbereich	Nicht anwendbar, da GND nicht zugänglich
	Zerstörgrenze kurzzeitig/dauerhaft	
Max. Potenzial verdrehte TC oder GND gegen SGND oder 0V-Power	Empfohlener Einsatzbereich	±30 V
	Zerstörgrenze kurzzeitig/dauerhaft	±50 V
Potentialtrennung: Max Potenzial verdrehte TC oder GND gegen Busseite	Empfohlener Einsatzbereich und Zerstörgrenze kurzzeitig/dauerhaft	500 V

Kommunikation		EL3314-0010
Spannungsversorgung für Elektronik		über den E-Bus
Stromaufnahme aus dem E-Bus		typ. 200 mA
Potentialtrennung		500 V (E-Bus/Feldspannung)

Umgebungsbedingungen		EL3314-0010
zulässiger Umgebungs - temperaturbereich im Betrieb		0 °C ... + 55 °C
zulässiger Umgebungs - temperaturbereich bei Lagerung		-25 °C ... + 85 °C
zulässige relative Luftfeuchtigkeit		95%, keine Betauung

Allgemeine Daten		EL3314-0010
Abmessungen (B x H x T)		ca. 15 mm x 100 mm x 70 mm (Breite angereicht: 12 mm)
Gewicht		ca. 60 g
Montage [ <a href="#">► 223</a> ]		auf 35 mm Tragschiene nach EN 60715
Einbaulage		Um die erhöhte Messgenauigkeit sicher zu stellen, ist die Klemme in der vorgeschriebenen <a href="#">Einbaulage zu installieren!</a> Siehe Hinweis [ <a href="#">► 235</a> ]!

Normen und Zulassungen		EL3314-0010
Schutzart		IP20
Vibrations- / Schockfestigkeit		gemäß EN 60068-2-6 / EN 60068-2-27
EMV-Festigkeit / Aussendung		gemäß EN 61000-6-2 / EN 61000-6-4
Kennzeichnung / Zulassung		CE, UKCA, EAC <a href="#">ATEX</a> [ <a href="#">► 204</a> ] <a href="#">cULus</a> [ <a href="#">► 203</a> ]

## Ex-Kennzeichnung

Standard	Kennzeichnung
ATEX	II 3 G Ex nA IIC T4 Gc

Erweiterte Eigenschaften		EL3314-0010
Steckbare Anschlussebene		-
Galvanische Trennung		EL3314-0002
TwinSAFE SC		-
Kalibrierzertifikat		EL3314-0030 (ISO17025 oder DAkkS Zertifikat)

## 2.5.2.2 Messung $\pm 78$ mV

### Spezifikation $\pm 78$ mV

Messung Modus		$\pm 78$ mV
Messbereich, nominell		-78...+78 mV
Messbereich, Endwert (MBE)		78 mV
PDO Auflösung		10 nV
Grundgenauigkeit: Messabweichung, mit Mittelwertbildung	@ 23 °C Umgebungstemperatur <sup>1</sup>	< $\pm 0,06\%_{\text{MBE}}$ typ.
	@ 55 °C Umgebungstemperatur	< $\pm 0,13\%_{\text{MBE}}$ typ.
Offset/Nullpunkt-Abweichung (bei 23°C) <sup>2</sup>	F <sub>Offset</sub>	< $\pm 15$ $\mu$ V
Gain/Scale/Verstärkungs-Abweichung (bei 23°C) <sup>2</sup>	F <sub>Gain</sub>	< 400 ppm
Temperaturkoeffizient	Tk <sub>Gain</sub>	< 0,5 $\mu$ V/K
	Tk <sub>Offset</sub>	< 15 ppm/K

<sup>1</sup> Dieser Spezifikationswert beinhaltet den Temperaturkoeffizienten für Gain (Tk<sub>Gain</sub>) und Offset (Tk<sub>Offset</sub>)

<sup>2</sup> Diese Angaben sind bereits in der Grundgenauigkeit eingerechnet. Sie sind an dieser Stelle für eine detaillierte, individuelle Unsicherheitsbetrachtung aufgeführt.

### 2.5.2.3 Messung Thermoelemente

Im Messbereich eines vorgegebenen Thermoelementtyps wird eine gemessene Spannung intern nach eingestellter Transformation in eine Temperatur umgerechnet. Da der Kanal intern eine Spannung misst, ist der entsprechende Messfehler im Spannungsmessbereich zugrunde zu legen.

Die nachfolgenden Tabellen mit der Spezifikation der Thermoelementmessung gelten nur bei der Verwendung der internen Kaltstelle.

Die EL331x-00xx kann auch bei Bedarf mit externer Kaltstelle verwendet werden. Die Unsicherheiten müssen dann für die externe Kaltstelle anwendungsseitig ermittelt werden. Der Temperaturwert der externen Kaltstelle muss der EL331x-00xx dann über die Prozessdaten zur eigenen Verrechnung mitgeteilt werden. Die Auswirkung auf die Messung der Thermoelemente ist dann anlagenseitig zu berechnen.

Die hier angegebenen Spezifikationen der internen Kaltstelle und der Messbereiche gelten nur bei Einhaltung folgender Zeiten zur thermischen Stabilisierung bei konstanter Umgebungstemperatur:

- nach dem Einschalten: 60 min
- nach Änderung von Verdrahtung/Steckern: 15 min

#### Spezifikation der internen Kaltstellenmessung

In der EL3314-0010, EL3314-0020 und EL3314-0030 verfügt jeder Kanal über einen eigenen Kaltstellensensor.

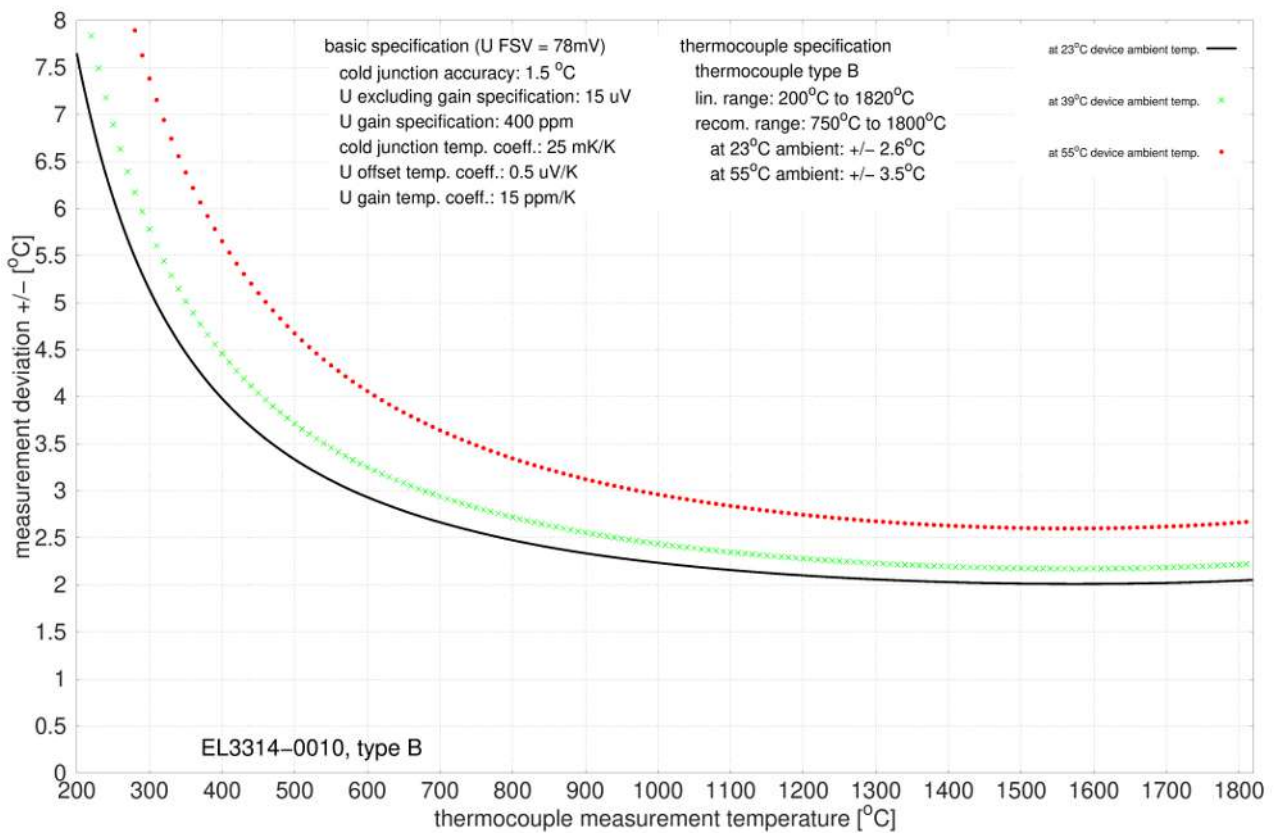
Messung Modus	Kaltstelle
Grundgenauigkeit: Messabweichung bei 23°C, mit Mittelwertbildung	< ±1,5 °C
Temperaturkoeffizient	Tk < 25 mK/K



**Spezifikation Thermoelement Typ B**

Temperaturmessung Thermoelement		Typ B
Verwendeter elektr. Messbereich		± 78 mV
Messbereich, technisch nutzbar		+200 °C ≈ 0,178 mV ... +1820 °C ≈ 13,820 mV
Messbereich, Endwert (MBE)		+1820 °C
Messbereich, empfohlen		+750°C ... +1800°C
PDO LSB		0,1/0,01/0,001°C/digit, je nach PDO Einstellung
Unsicherheit im empfohlenen Messbereich, mit Mittelwertbildung	@ 23 °C Umgebungstemperatur	± 2,6 K ≈ ± 0,14 % <sub>MBE</sub>
	@ 55 °C Umgebungstemperatur	± 3,5 K ≈ ± 0,19 % <sub>MBE</sub>
Temperaturkoeffizient (Änderung des Messwerts bei Änderung der Klemmenumgebungstemperatur)		<i>Da der Wert wie im u.a. Spezifikations-Plot zu sehen stark abhängig ist von der Sensortemperatur, ist er grundsätzlich aus dem Spezifikations-Plot abzuleiten. Zur besseren Näherung ist auch informativ die Messunsicherheit bei T<sub>amb</sub> = 39°C als Mitte zwischen 23°C und 55°C dargestellt, um den nichtlinearen Verlauf zu verdeutlichen.</i>

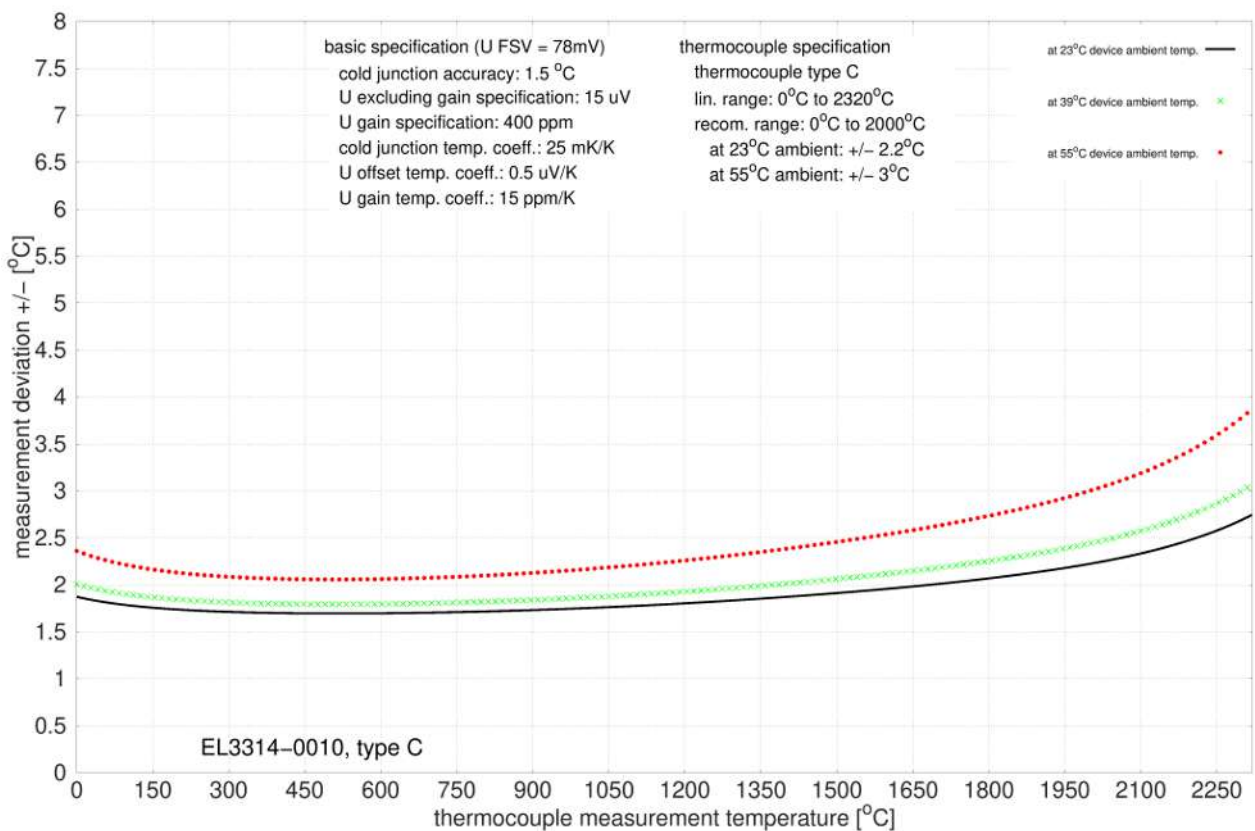
Messunsicherheit für Thermoelement Typ B:



**Spezifikation Thermoelement Typ C**

Temperaturmessung Thermoelement		Typ C
Verwendeter elektr. Messbereich		± 78 mV
Messbereich, technisch nutzbar		0 °C ≈ 0 mV ... +2320 °C ≈ 37,107 mV
Messbereich, Endwert (MBE)		+2320 °C
Messbereich, empfohlen		0°C ... +2000°C
PDO LSB		0,1/0,01/0,001°C/digit, je nach PDO Einstellung
Unsicherheit im empfohlenen Messbereich, mit Mittelwertbildung	@ 23 °C Umgebungstemperatur	± 2,2 K ≈ ± 0,10 % <sub>MBE</sub>
	@ 55 °C Umgebungstemperatur	± 3,0 K ≈ ± 0,13 % <sub>MBE</sub>
Temperaturkoeffizient (Änderung des Messwerts bei Änderung der Klemmenumgebungstemperatur)		<i>Da der Wert wie im u.a. Spezifikations-Plot zu sehen stark abhängig ist von der Sensortemperatur, ist er grundsätzlich aus dem Spezifikations-Plot abzuleiten. Zur besseren Näherung ist auch informativ die Messunsicherheit bei T<sub>amb</sub> = 39°C als Mitte zwischen 23°C und 55°C dargestellt, um den nichtlinearen Verlauf zu verdeutlichen.</i>

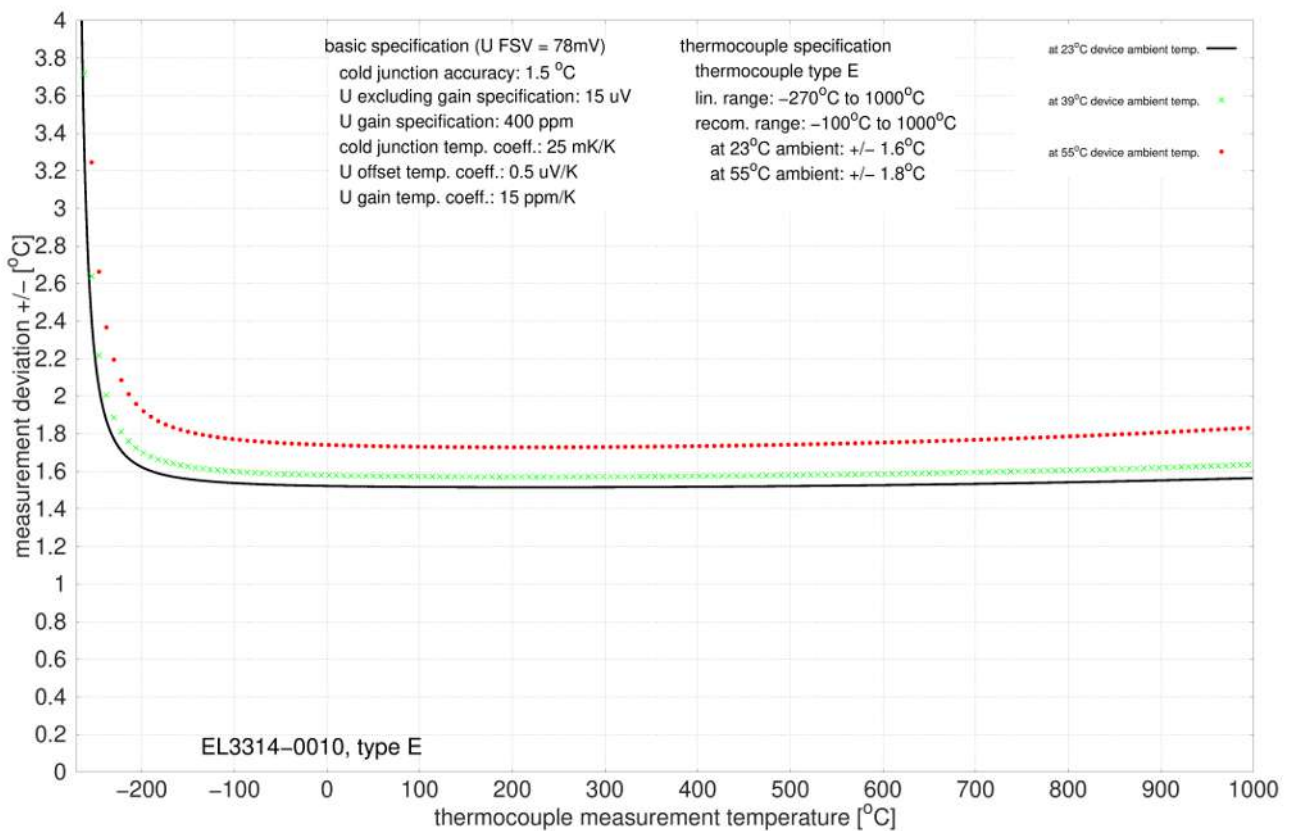
Messunsicherheit für Thermoelement Typ C:



**Spezifikation Thermoelement Typ E**

Temperaturmessung Thermoelement		Typ E
Verwendeter elektr. Messbereich		± 78 mV
Messbereich, technisch nutzbar		-270 °C ≈ -9,835 mV ... +1000 °C ≈ 76,372 mV
Messbereich, Endwert (MBE)		+1000 °C
Messbereich, empfohlen		-100°C ... +1000°C
PDO LSB		0,1/0,01/0,001°C/digit, je nach PDO Einstellung
Unsicherheit im empfohlenen Messbereich, mit Mittelwertbildung	@ 23 °C Umgebungstemperatur	± 1,6 K ≈ ± 0,16 % <sub>MBE</sub>
	@ 55 °C Umgebungstemperatur	± 1,8 K ≈ ± 0,18 % <sub>MBE</sub>
Temperaturkoeffizient (Änderung des Messwerts bei Änderung der Klemmenumgebungstemperatur)		<i>Da der Wert wie im u.a. Spezifikations-Plot zu sehen stark abhängig ist von der Sensortemperatur, ist er grundsätzlich aus dem Spezifikations-Plot abzuleiten. Zur besseren Näherung ist auch informativ die Messunsicherheit bei T<sub>amb</sub> = 39°C als Mitte zwischen 23°C und 55°C dargestellt, um den nichtlinearen Verlauf zu verdeutlichen.</i>

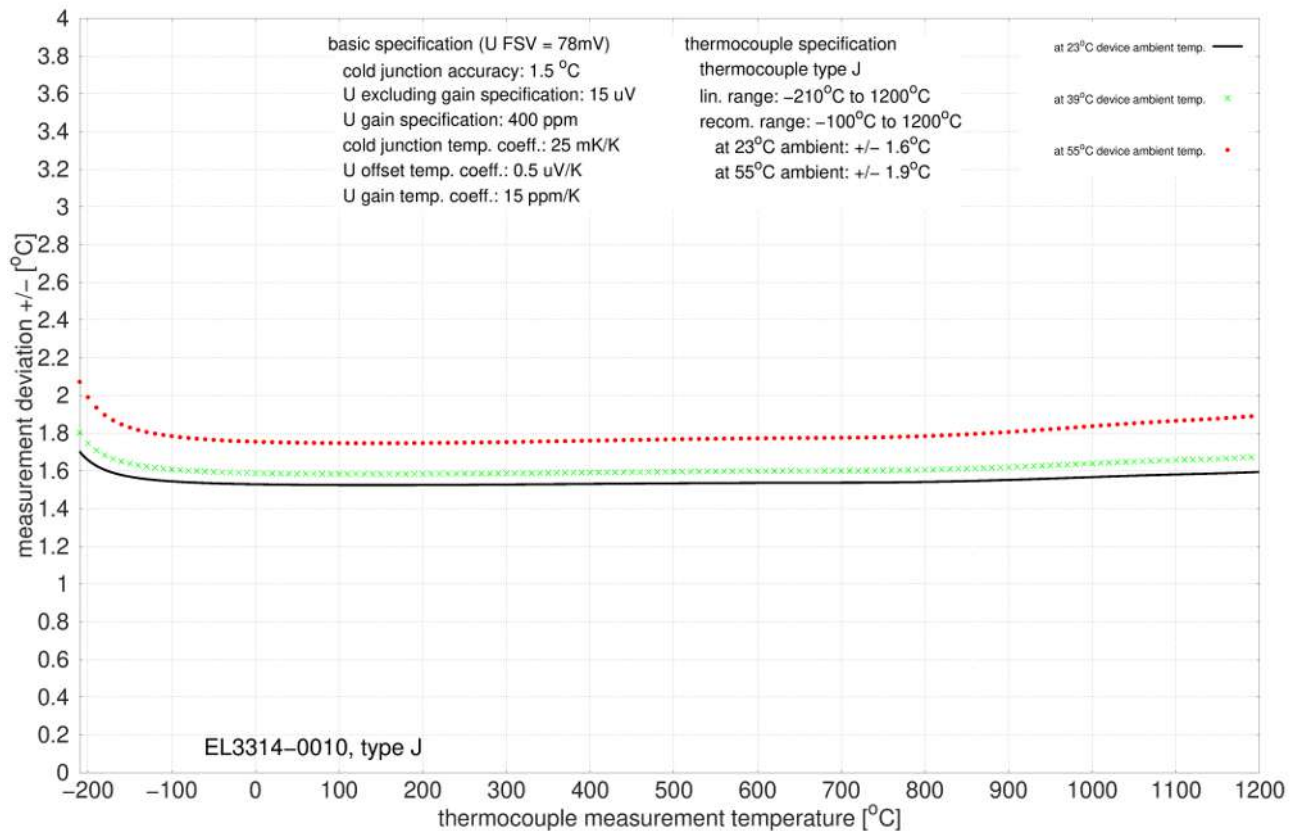
Messunsicherheit für Thermoelement Typ E:



**Spezifikation Thermoelement Typ J**

Temperaturmessung Thermoelement		Typ J
Verwendeter elektr. Messbereich		± 78 mV
Messbereich, technisch nutzbar		-210 °C ≈ -8,095 mV ... +1200 °C ≈ 69,553 mV
Messbereich, Endwert (MBE)		+1200 °C
Messbereich, empfohlen		-100°C ... +1200°C
PDO LSB		0,1/0,01/0,001°C/digit, je nach PDO Einstellung
Unsicherheit im empfohlenen Messbereich, mit Mittelwertbildung	@ 23 °C Umgebungstemperatur	± 1,6 K ≈ ± 0,13 % <sub>MBE</sub>
	@ 55 °C Umgebungstemperatur	± 1,9 K ≈ ± 0,16 % <sub>MBE</sub>
Temperaturkoeffizient (Änderung des Messwerts bei Änderung der Klemmenumgebungstemperatur)		<i>Da der Wert wie im u.a. Spezifikations-Plot zu sehen stark abhängig ist von der Sensortemperatur, ist er grundsätzlich aus dem Spezifikations-Plot abzuleiten. Zur besseren Näherung ist auch informativ die Messunsicherheit bei T<sub>amb</sub> = 39°C als Mitte zwischen 23°C und 55°C dargestellt, um den nichtlinearen Verlauf zu verdeutlichen.</i>

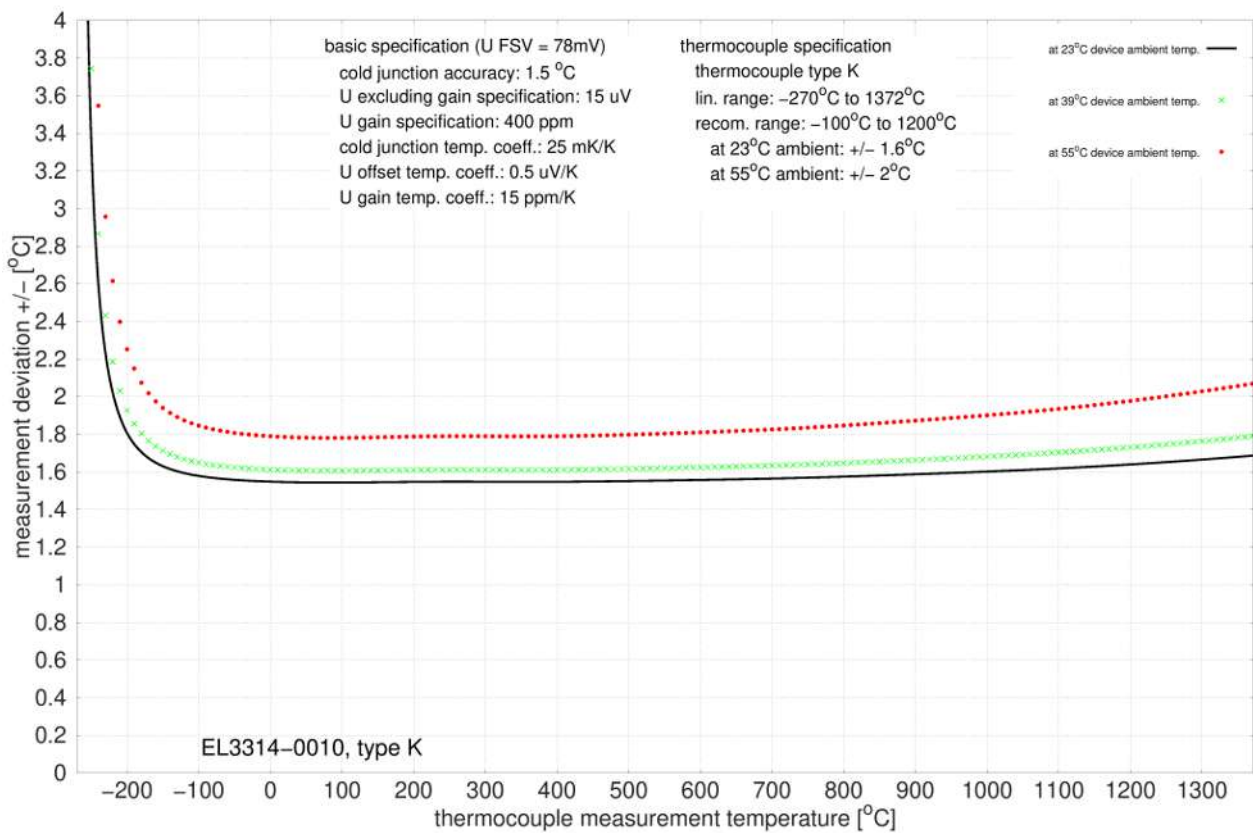
Messunsicherheit für Thermoelement Typ J:



**Spezifikation Thermoelement Typ K**

Temperaturmessung Thermoelement		Typ K
Verwendeter elektr. Messbereich		± 78 mV
Messbereich, technisch nutzbar		-270 °C ≈ -6,458 mV ... +1372 °C ≈ 54,886 mV
Messbereich, Endwert (MBE)		+1372 °C
Messbereich, empfohlen		-100°C ... +1200°C
PDO LSB		0,1/0,01/0,001°C/digit, je nach PDO Einstellung
Unsicherheit im empfohlenen Messbereich, mit Mittelwertbildung	@ 23 °C Umgebungstemperatur	± 1,6 K ≈ ± 0,12 % <sub>MBE</sub>
	@ 55 °C Umgebungstemperatur	± 2,0 K ≈ ± 0,15 % <sub>MBE</sub>
Temperaturkoeffizient (Änderung des Messwerts bei Änderung der Klemmenumgebungstemperatur)		<i>Da der Wert wie im u.a. Spezifikations-Plot zu sehen stark abhängig ist von der Sensortemperatur, ist er grundsätzlich aus dem Spezifikations-Plot abzuleiten. Zur besseren Näherung ist auch informativ die Messunsicherheit bei T<sub>amb</sub> = 39°C als Mitte zwischen 23°C und 55°C dargestellt, um den nichtlinearen Verlauf zu verdeutlichen.</i>

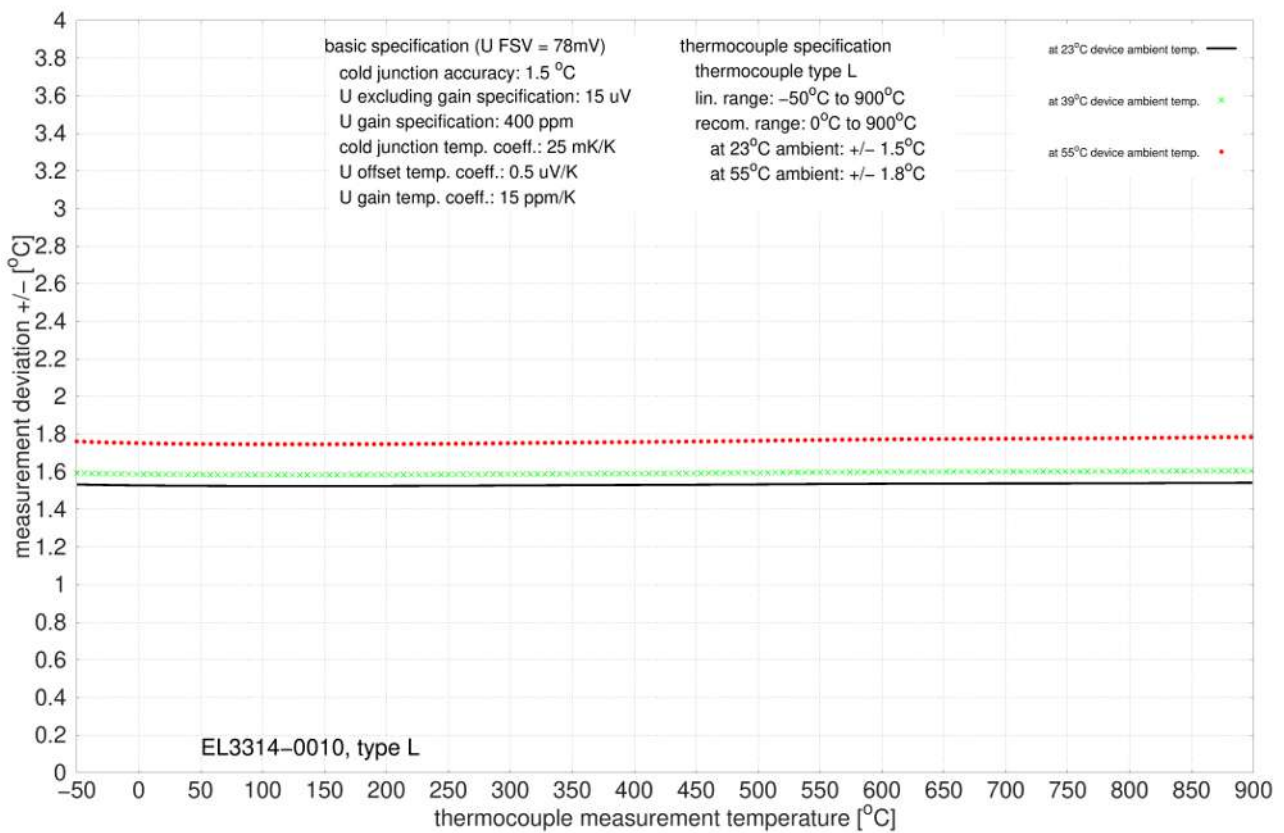
Messunsicherheit für Thermoelement Typ K:



**Spezifikation Thermoelement Typ L**

Temperaturmessung Thermoelement		Typ L
Verwendeter elektr. Messbereich		± 78 mV
Messbereich, technisch nutzbar		-50 °C ≈ -2,510 mV ... +900 °C ≈ 52,430 mV
Messbereich, Endwert (MBE)		+900 °C
Messbereich, empfohlen		0°C ... +900°C
PDO LSB		0,1/0,01/0,001°C/digit, je nach PDO Einstellung
Unsicherheit im empfohlenen Messbereich, mit Mittelwertbildung	@ 23 °C Umgebungstemperatur	± 1,5 K ≈ ± 0,17 % <sub>MBE</sub>
	@ 55 °C Umgebungstemperatur	± 1,8 K ≈ ± 0,20 % <sub>MBE</sub>
Temperaturkoeffizient (Änderung des Messwerts bei Änderung der Klemmenumgebungstemperatur)		<i>Da der Wert wie im u.a. Spezifikations-Plot zu sehen stark abhängig ist von der Sensortemperatur, ist er grundsätzlich aus dem Spezifikations-Plot abzuleiten. Zur besseren Näherung ist auch informativ die Messunsicherheit bei T<sub>amb</sub> = 39°C als Mitte zwischen 23°C und 55°C dargestellt, um den nichtlinearen Verlauf zu verdeutlichen.</i>

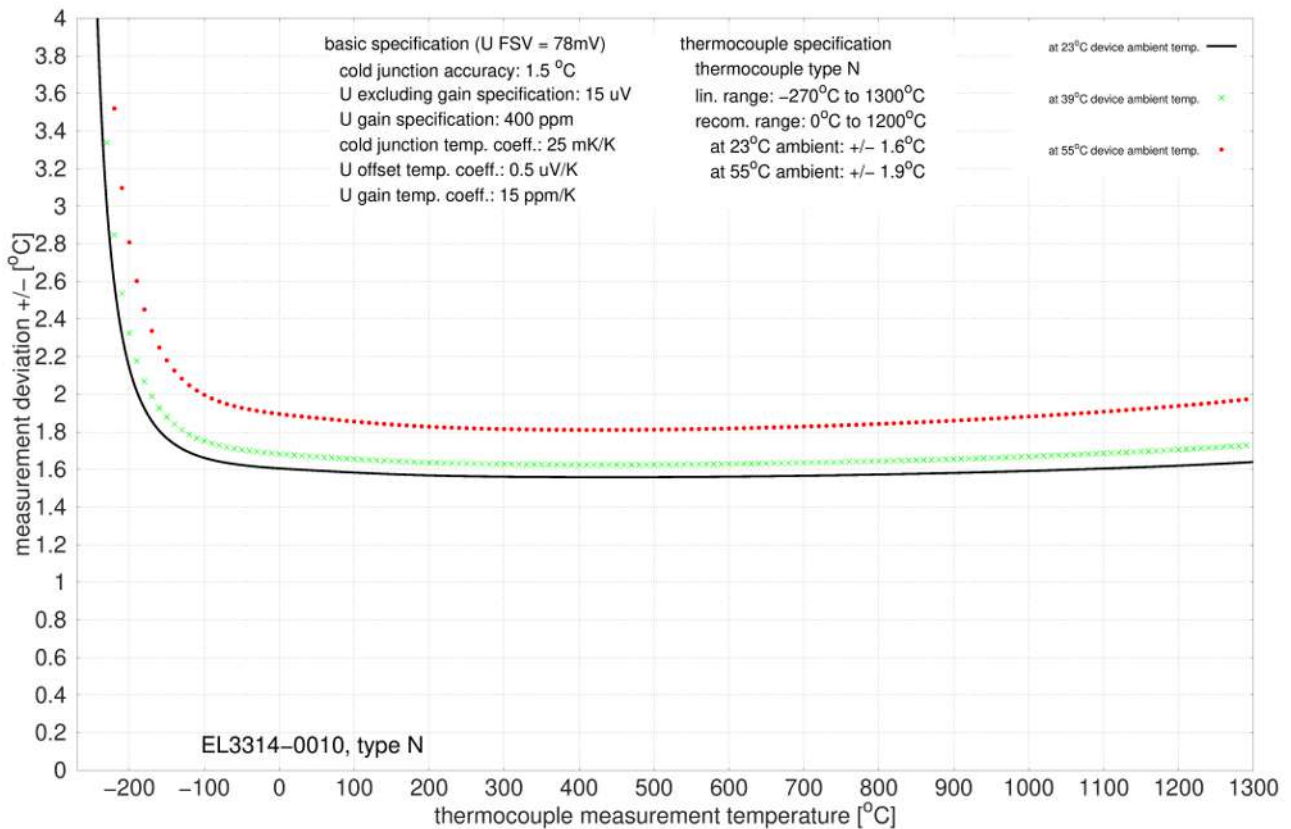
Messunsicherheit für Thermoelement Typ L:



**Spezifikation Thermoelement Typ N**

Temperaturmessung Thermoelement		Typ N
Verwendeter elektr. Messbereich		± 78 mV
Messbereich, technisch nutzbar		-270 °C ≈ -4,346 mV ... +1300 °C ≈ 47,513 mV
Messbereich, Endwert (MBE)		+1300 °C
Messbereich, empfohlen		0°C ... +1300°C
PDO LSB		0,1/0,01/0,001°C/digit, je nach PDO Einstellung
Unsicherheit im empfohlenen Messbereich, mit Mittelwertbildung	@ 23 °C Umgebungstemperatur	± 1,6 K ≈ ± 0,12 % <sub>MBE</sub>
	@ 55 °C Umgebungstemperatur	± 1,9 K ≈ ± 0,15 % <sub>MBE</sub>
Temperaturkoeffizient (Änderung des Messwerts bei Änderung der Klemmenumgebungstemperatur)		<i>Da der Wert wie im u.a. Spezifikations-Plot zu sehen stark abhängig ist von der Sensortemperatur, ist er grundsätzlich aus dem Spezifikations-Plot abzuleiten. Zur besseren Näherung ist auch informativ die Messunsicherheit bei T<sub>amb</sub> = 39°C als Mitte zwischen 23°C und 55°C dargestellt, um den nichtlinearen Verlauf zu verdeutlichen.</i>

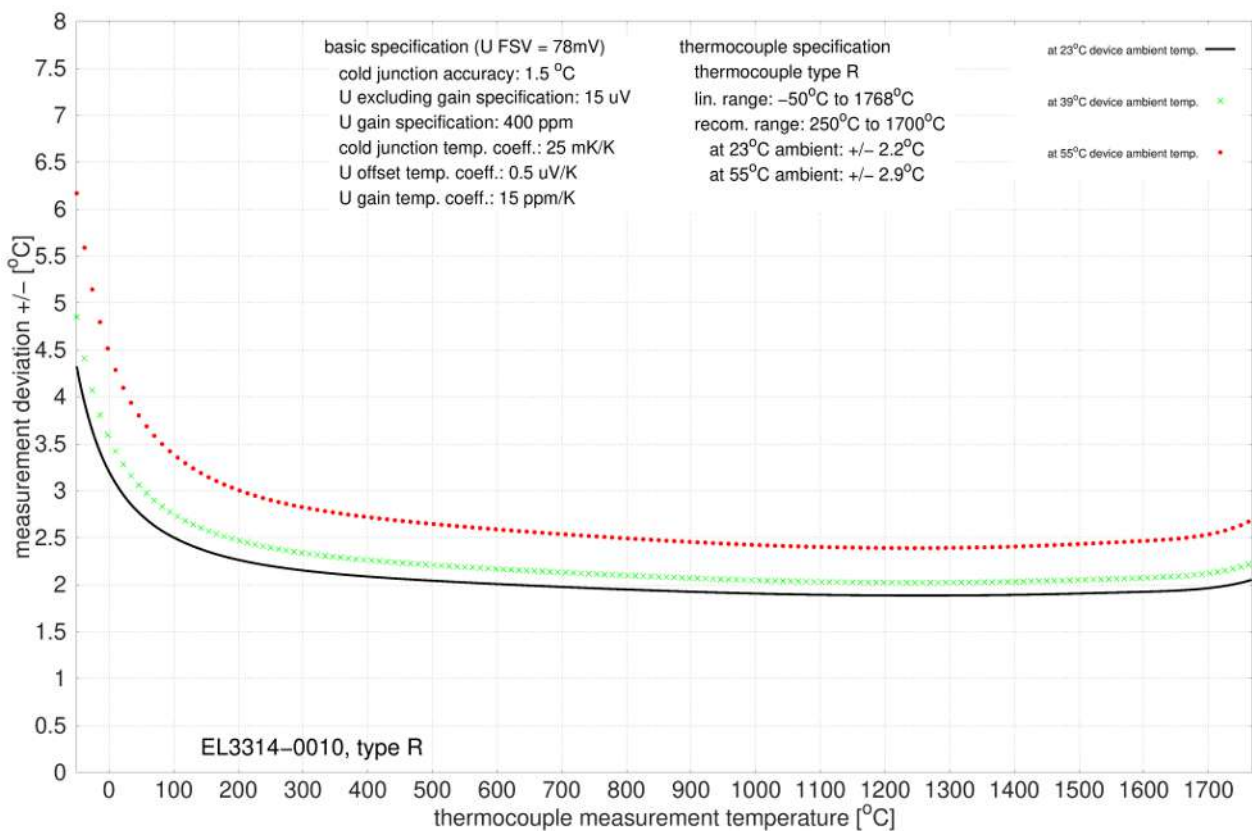
Messunsicherheit für Thermoelement Typ N:



**Spezifikation Thermoelement Typ R**

Temperaturmessung Thermoelement		Typ R
Verwendeter elektr. Messbereich		± 78 mV
Messbereich, technisch nutzbar		-50 °C ≈ -0,226 mV ... +1768 °C ≈ 21,101 mV
Messbereich, Endwert (MBE)		+1768 °C
Messbereich, empfohlen		+250°C ... +1700°C
PDO LSB		0,1/0,01/0,001°C/digit, je nach PDO Einstellung
Unsicherheit im empfohlenen Messbereich, mit Mittelwertbildung	@ 23 °C Umgebungstemperatur	± 2,2 K ≈ ± 0,13 % <sub>MBE</sub>
	@ 55 °C Umgebungstemperatur	± 2,9 K ≈ ± 0,17 % <sub>MBE</sub>
Temperaturkoeffizient (Änderung des Messwerts bei Änderung der Klemmenumgebungstemperatur)		<i>Da der Wert wie im u.a. Spezifikations-Plot zu sehen stark abhängig ist von der Sensortemperatur, ist er grundsätzlich aus dem Spezifikations-Plot abzuleiten. Zur besseren Näherung ist auch informativ die Messunsicherheit bei T<sub>amb</sub> = 39°C als Mitte zwischen 23°C und 55°C dargestellt, um den nichtlinearen Verlauf zu verdeutlichen.</i>

Messunsicherheit für Thermoelement Typ R:

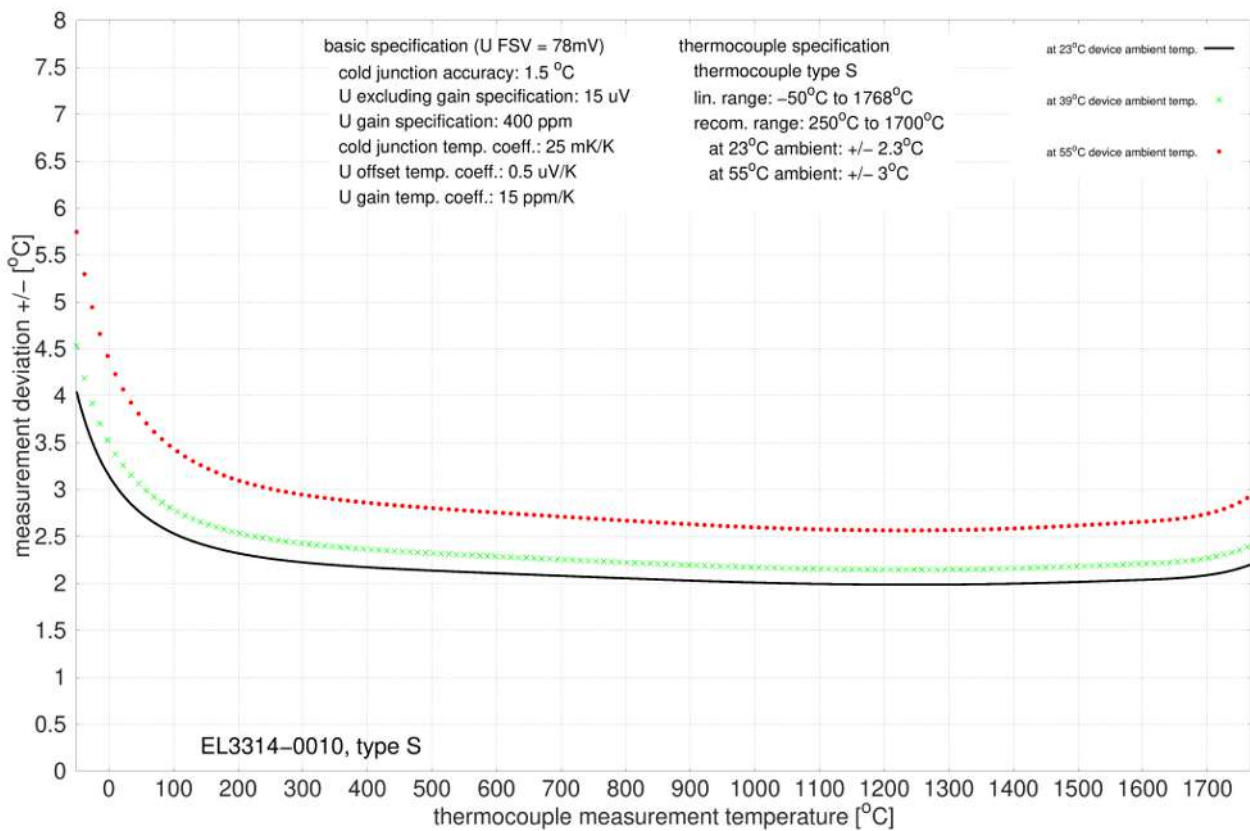




**Spezifikation Thermoelement Typ S**

Temperaturmessung Thermoelement		Typ S
Verwendeter elektr. Messbereich		± 78 mV
Messbereich, technisch nutzbar		-50 °C ≈ -0,236 mV ... +1768 °C ≈ 18,693 mV
Messbereich, Endwert (MBE)		+1768 °C
Messbereich, empfohlen		+250°C ... +1700°C
PDO LSB		0,1/0,01/0,001°C/digit, je nach PDO Einstellung
Unsicherheit im empfohlenen Messbereich, mit Mittelwertbildung	@ 23 °C Umgebungstemperatur	± 2,3 K ≈ ± 0,13 % <sub>MBE</sub>
	@ 55 °C Umgebungstemperatur	± 3,0 K ≈ ± 0,17 % <sub>MBE</sub>
Temperaturkoeffizient (Änderung des Messwerts bei Änderung der Klemmenumgebungstemperatur)		<i>Da der Wert wie im u.a. Spezifikations-Plot zu sehen stark abhängig ist von der Sensortemperatur, ist er grundsätzlich aus dem Spezifikations-Plot abzuleiten. Zur besseren Näherung ist auch informativ die Messunsicherheit bei T<sub>amb</sub> = 39°C als Mitte zwischen 23°C und 55°C dargestellt, um den nichtlinearen Verlauf zu verdeutlichen.</i>

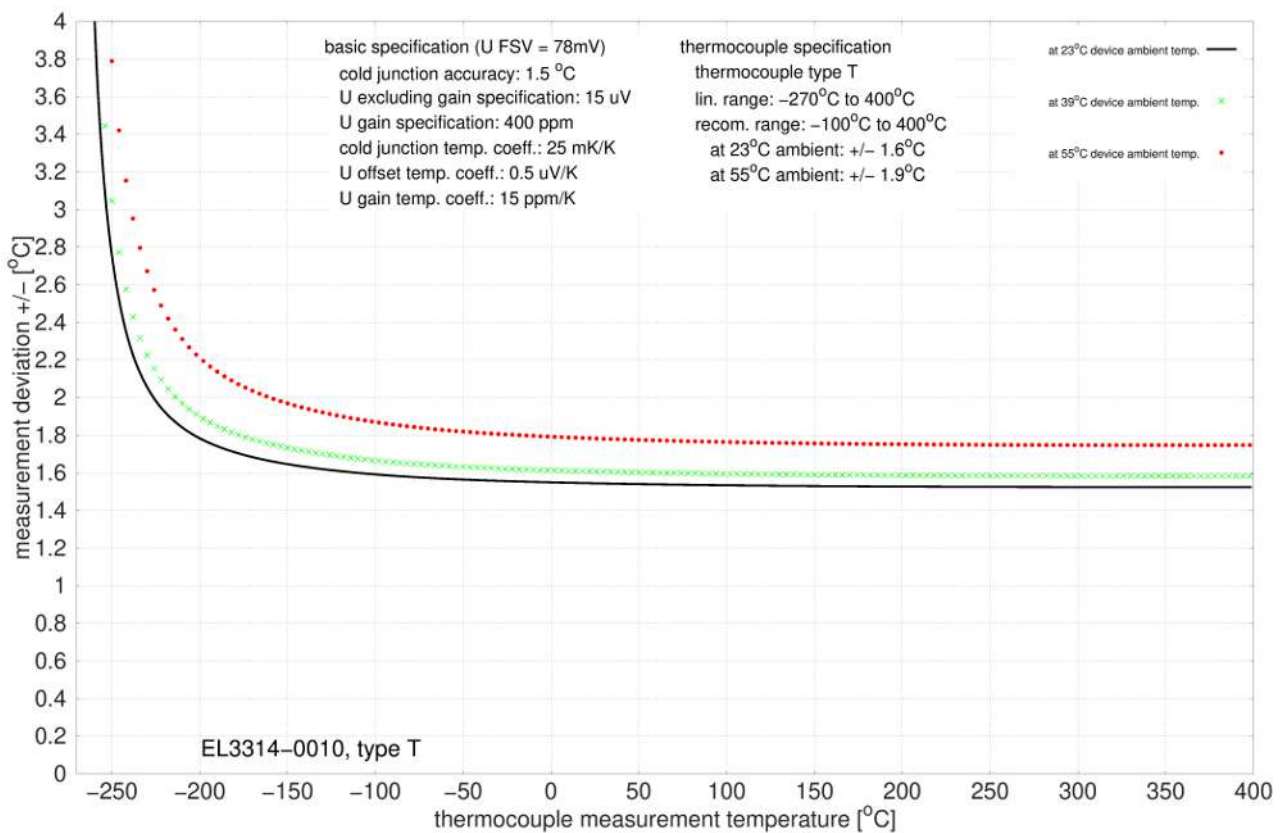
Messunsicherheit für Thermoelement Typ S:



**Spezifikation Thermoelement Typ T**

Temperaturmessung Thermoelement		Typ T
Verwendeter elektr. Messbereich		± 78 mV
Messbereich, technisch nutzbar		-270 °C ≈ -6,258 mV ... +400 °C ≈ 20,872 mV
Messbereich, Endwert (MBE)		+400 °C
Messbereich, empfohlen		-100°C ... +400°C
PDO LSB		0,1/0,01/0,001°C/digit, je nach PDO Einstellung
Unsicherheit im empfohlenen Messbereich, mit Mittelwertbildung	@ 23 °C Umgebungstemperatur	± 1,6 K ≈ ± 0,40 % <sub>MBE</sub>
	@ 55 °C Umgebungstemperatur	± 1,9 K ≈ ± 0,48 % <sub>MBE</sub>
Temperaturkoeffizient (Änderung des Messwerts bei Änderung der Klemmenumgebungstemperatur)		<i>Da der Wert wie im u.a. Spezifikations-Plot zu sehen stark abhängig ist von der Sensortemperatur, ist er grundsätzlich aus dem Spezifikations-Plot abzuleiten. Zur besseren Näherung ist auch informativ die Messunsicherheit bei T<sub>amb</sub> = 39°C als Mitte zwischen 23°C und 55°C dargestellt, um den nichtlinearen Verlauf zu verdeutlichen.</i>

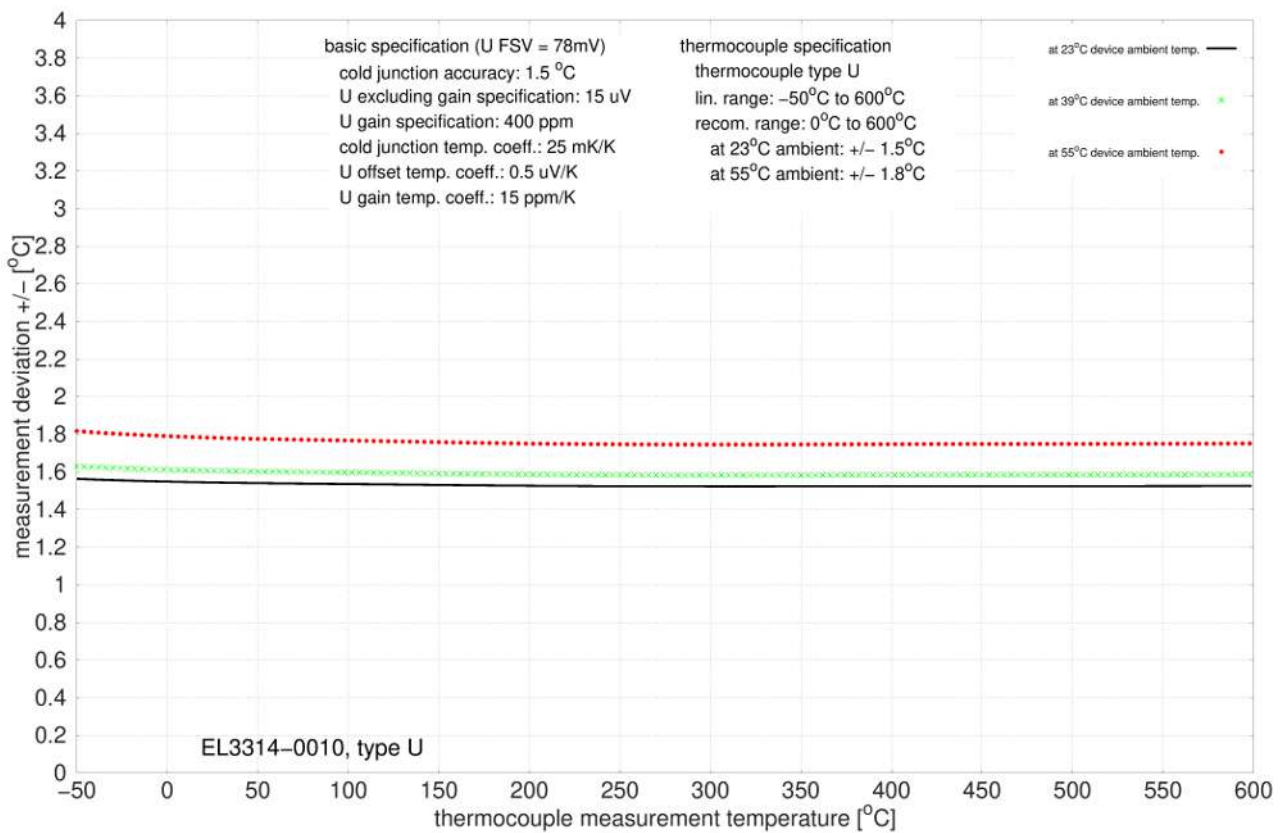
Messunsicherheit für Thermoelement Typ T:



**Spezifikation Thermoelement Typ U**

Temperaturmessung Thermoelement		Typ U
Verwendeter elektr. Messbereich		± 78 mV
Messbereich, technisch nutzbar		-50 °C ≈ -1,850 mV ... +600 °C ≈ 33,600 mV
Messbereich, Endwert (MBE)		+600 °C
Messbereich, empfohlen		0°C ... +600°C
PDO LSB		0,1/0,01/0,001°C/digit, je nach PDO Einstellung
Unsicherheit im empfohlenen Messbereich, mit Mittelwertbildung	@ 23 °C Umgebungstemperatur	± 1,5 K ≈ ± 0,25 % <sub>MBE</sub>
	@ 55 °C Umgebungstemperatur	± 1,8 K ≈ ± 0,30 % <sub>MBE</sub>
Temperaturkoeffizient (Änderung des Messwerts bei Änderung der Klemmenumgebungstemperatur)		<i>Da der Wert wie im u.a. Spezifikations-Plot zu sehen stark abhängig ist von der Sensortemperatur, ist er grundsätzlich aus dem Spezifikations-Plot abzuleiten. Zur besseren Näherung ist auch informativ die Messunsicherheit bei T<sub>amb</sub> = 39°C als Mitte zwischen 23°C und 55°C dargestellt, um den nichtlinearen Verlauf zu verdeutlichen.</i>

Messunsicherheit für Thermoelement Typ U:



### 2.5.3 Anschlussbelegung

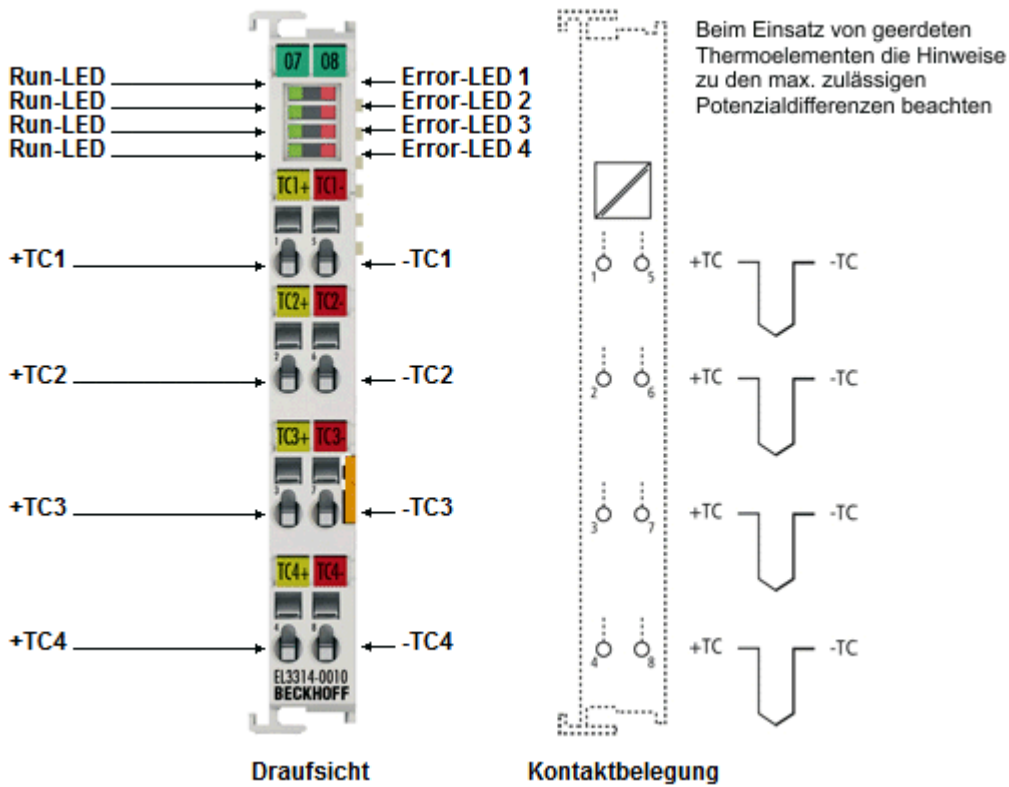


Abb. 13: EL3314-0010

#### EL3314-0010 - Anschlussbelegung

Klemmstelle	Nr.	Kommentar
+TC1	1	Eingang +TC1
+TC2	2	Eingang +TC2
+TC3	3	Eingang +TC3
+TC4	4	Eingang +TC4
-TC1	5	Eingang -TC1
-TC2	6	Eingang -TC2
-TC3	7	Eingang -TC3
-TC4	8	Eingang -TC4



#### Geerdete Thermoelemente

Bei geerdeten Thermoelementen beachten: Differenzeingänge max.  $\pm 2\text{ V}$  gegen Masse!

## 2.5.4 Anzeige, Diagnose

### EL3314-0010 - LEDs

LED	Farbe	Bedeutung	
RUN	grün	Diese LED gibt den Betriebszustand der Klemme wieder:	
		aus	Zustand der EtherCAT State Machine: <b>INIT</b> = Initialisierung der Klemme
		gleichmäßig blinkend	Zustand der EtherCAT State Machine: <b>PREOP</b> = Funktion für Mailbox-Kommunikation und abweichende Standard-Einstellungen gesetzt
		langsam blinkend	Zustand der EtherCAT State Machine: <b>SAFEOP</b> = Überprüfung der Kanäle des Sync-Managers und der Distributed Clocks. Ausgänge bleiben im sicheren Zustand
		an	Zustand der EtherCAT State Machine: <b>OP</b> = normaler Betriebszustand; Mailbox- und Prozessdatenkommunikation ist möglich
		schnell blinkend	Zustand der EtherCAT State Machine: <b>BOOTSTRAP</b> = Funktion für Firmware-Updates der Klemme
ERROR1-4	rot	Es liegt ein Kurzschluss oder Drahtbruch vor. Der Spannungswert befindet sich im ungünstigen Bereich der Kennlinie.	

## 2.6 EL3314-0020

### 2.6.1 Einführung

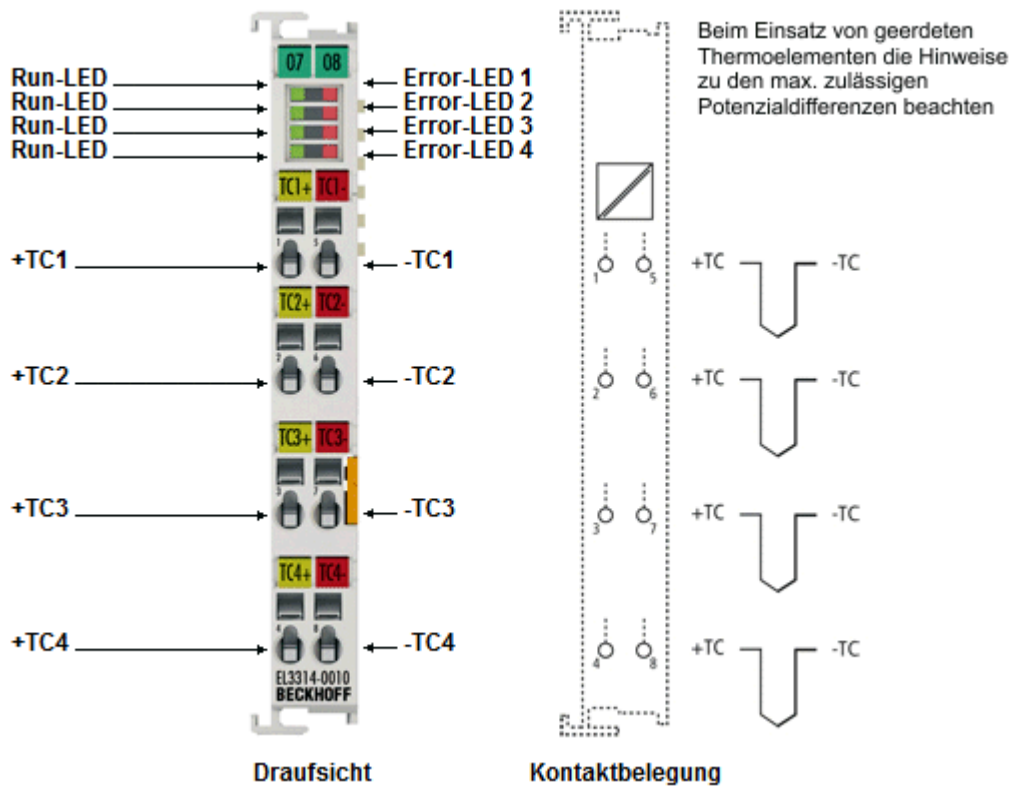


Abb. 14: EL3314-0020 (entspricht EL3314-0010)

#### Hochpräzise 4-Kanal Analog-Eingangsklemme für Thermoelemente, mit Drahtbruchererkennung, mit Werkskalibrierzertifikat

Die analoge Eingangsklemme EL3314-0020 basiert auf der EL3314-0010. Sie hat dieselben Eigenschaften. Zusätzlich wird die EL3314-0020 mit einem [Werkskalibrierzertifikat](#) [► 201] geliefert.

Die EL3314-0010 erlaubt den direkten Anschluss von Thermoelementen. Im Vergleich zur normalen EL3314 kann sie durch eine verbesserte Messschaltung und exaktere Vergleichsstellenmessung die Temperatur deutlich genauer messen. Ansonsten verhält sich die EL3314-0010 bzw. EL3314-0020 wie die EL3314.

Um die hochgenaue Messung zu nutzen ist folgendes zu beachten:

- Die EL3314-0020 wird vor Auslieferung gegen eine hochgenaue Spannungsreferenz abgeglichen
- Die Klemme ist standardmäßig auf eine Auflösung von 0,01°C/digit "high resolution" eingestellt
- Die zugesicherte Genauigkeit gilt für folgende Einstellungen
  - 50 Hz Filter
  - 23 ± 5°C Umgebungstemperatur
  - waagerechte Einbaulage
- Darüber hinaus verfügt sie über folgende Features
  - ein zusätzlicher Softwarefilter "MC-Filter" kann zur Glättung des Messwerts eingesetzt werden
  - es ist eine externe Kaltstellenkompensation möglich (Vergleichsstellenkompensation, ab FW03)
- Von der Verwendung von Ausgleichsleitungen wird abgeraten, sie reduzieren die Messgenauigkeit der EL3314-0020
- Die Verwendung entsprechend genauer Thermoelemente wird empfohlen

**Quick-Links**

- [EtherCAT Funktionsgrundlagen](#)
- [Hinweis zu Beckhoff Kalibrierzertifikaten \[► 201\]](#)
- [Technologie EL33xx \[► 188\]](#)
- [Prozessdaten \[► 317\]](#)
- [CoE-Objektbeschreibung und Parametrierung \[► 365\]](#)

## 2.6.2 Technische Daten

### 2.6.2.1 Allgemeine technische Daten

Analoge Eingänge	EL3314-0020
Anzahl Eingänge	4
Thermoelement-Sensortypen, Messgrößen	Typ B, C, E, J, K, L, N, R, S, T, U (Voreinstellung: Typ K), Spannungsmessung
Anschlussstechnik	2-Leiter
Max. Leitungslänge zum Thermoelement	30 m (ohne Schutzmaßnahmen), bei größeren Kabellängen ist ein geeigneter Überspannungsschutz (Surge-Protection) vorzusehen
Auflösung	Intern 24 Bit
Wandlungszeit	ca. 1.6 s bis 5 ms abhängig von Konfiguration und Filter Einstellung; Voreingestellt: ca. 110 ms bei 50/ 60 Hz
Grenzfrequenz Eingangsfiler	1 kHz typ.
Softwarefilter	5 Hz...30 kHz, einstellbar, Notch-Charakteristik; Voreinstellung: deaktiviert
Drahtbrucherkennung	Ja (abschaltbar)
Unterstützt Funktion <a href="#">NoCoeStorage</a> [► 218]	tbd
Besonderheiten	Hochpräzise, <a href="#">Kalibrierzertifikat</a> [► 201]

Spannungsmessung	EL3314-0020
Messbereich, technisch nutzbar	ca. $\pm 80$ mV
Messbereich, nominell	$\pm 78$ mV
Auflösung	10 nV pro Digit
Messunsicherheit	Siehe <a href="#">Messung <math>\pm 78</math> mV</a> [► 114]

Temperaturmessung	EL3314-0020
Verwendeter elektr. Messbereich	$\pm 78$ mV
Messbereiche	Typ B: +200...+1820 °C Typ C: 0...+2320 °C Typ E: -270...+1000 °C Typ J: -210...+1200 °C Typ K: -270...+1372 °C (Voreingestellt) Typ L: -50...+900 °C Typ N: -270...+1300 °C Typ R: -50...+1768 °C Typ S: -50...+1768 °C Typ T: -270...+400 °C Typ U: -50...+600 °C
Auflösung	Temperaturdarstellung 0,1/0,01/0,001 °C pro Digit, Voreinstellung 0,01°C
Messunsicherheit	Siehe <a href="#">Messung Thermoelemente</a> [► 115]



<b>Versorgung und Potentiale</b>		<b>EL3314-0020</b>
Spannungsversorgung für Elektronik		über den E-Bus
Stromaufnahme aus dem E-Bus		typ. 200 mA
Differenzspannung zwischen +TC und -TC	Empfohlener Einsatzbereich	jew. Messbereich
	Zerstörgrenze kurzzeitig/dauerhaft	±15 V
Max. Potential der verdrehten TC-Enden untereinander (nicht isolierte/geerdete TC)	Empfohlener Einsatzbereich	±2 V
	Zerstörgrenze kurzzeitig/dauerhaft	±15 V
Max. Potential $U_{CM}$ (CommonMode-Spannung) der verdrehten TC gegen GND	Empfohlener Einsatzbereich	Nicht anwendbar, da GND nicht zugänglich
	Zerstörgrenze kurzzeitig/dauerhaft	
Max. Potenzial verdrehte TC oder GND gegen SGND oder 0V-Power	Empfohlener Einsatzbereich	±30 V
	Zerstörgrenze kurzzeitig/dauerhaft	±50 V
Potentialtrennung: Max Potenzial verdrehte TC oder GND gegen Busseite	Empfohlener Einsatzbereich und Zerstörgrenze kurzzeitig/dauerhaft	500 V

<b>Kommunikation</b>		<b>EL3314-0020</b>
Konfiguration		über TwinCAT System Manager
Breite im Prozessabbild		max. 24 Byte Input, max. 8 Byte Output
Distributed Clocks		-

<b>Umgebungsbedingungen</b>		<b>EL3314-0020</b>
zulässiger Umgebungs - temperaturbereich im Betrieb		0 °C ... + 55 °C
zulässiger Umgebungs - temperaturbereich bei Lagerung		-25 °C ... + 85 °C
zulässige relative Luftfeuchtigkeit		95%, keine Betauung

<b>Allgemeine Daten</b>		<b>EL3314-0020</b>
Abmessungen (B x H x T)		ca. 15 mm x 100 mm x 70 mm (Breite angereicht: 12 mm)
Gewicht		ca. 60 g
<u>Montage</u> [ <a href="#">▶ 223</a> ]		auf 35 mm Tragschiene nach EN 60715
Einbaulage		Um die erhöhte Messgenauigkeit sicher zu stellen, ist die Klemme in der vorgeschriebenen <u>Einbaulage</u> zu installieren! Siehe Hinweis [ <a href="#">▶ 235</a> ]!

<b>Normen und Zulassungen</b>		<b>EL3314-0020</b>
Schutzart		IP20
Vibrations- / Schockfestigkeit		gemäß EN 60068-2-6 / EN 60068-2-27
EMV-Festigkeit / Aussendung		gemäß EN 61000-6-2 / EN 61000-6-4
Kennzeichnung / Zulassung		CE, UKCA, EAC <a href="#">ATEX</a> [ <a href="#">▶ 204</a> ] <a href="#">cULus</a> [ <a href="#">▶ 203</a> ]

**Ex-Kennzeichnung**

Standard	Kennzeichnung
ATEX	II 3 G Ex nA IIC T4 Gc

<b>Erweiterte Eigenschaften</b>		<b>EL3314-0020</b>
Steckbare Anschlussebene		-
Galvanische Trennung		-
TwinSAFE SC		-
<u>Kalibrierzertifikat</u> [ <a href="#">▶ 201</a> ]		ja (Werkskalibrierzertifikat) alternativ: EL3314-0030 (ISO17025 oder DAkkS Zertifikat)

## 2.6.2.2 Messung $\pm 78$ mV

### Spezifikation $\pm 78$ mV

Messung Modus		$\pm 78$ mV
Messbereich, nominell		-78...+78 mV
Messbereich, Endwert (MBE)		78 mV
PDO Auflösung		10 nV
Grundgenauigkeit: Messabweichung, mit Mittelwertbildung	@ 23 °C Umgebungstemperatur <sup>1</sup>	< $\pm 0,06\%_{\text{MBE}}$ typ.
	@ 55 °C Umgebungstemperatur	< $\pm 0,13\%_{\text{MBE}}$ typ.
Offset/Nullpunkt-Abweichung (bei 23°C) <sup>2</sup>	F <sub>Offset</sub>	< $\pm 15$ $\mu$ V
Gain/Scale/Verstärkungs-Abweichung (bei 23°C) <sup>2</sup>	F <sub>Gain</sub>	< 400 ppm
Temperaturkoeffizient	Tk <sub>Gain</sub>	< 0,5 $\mu$ V/K
	Tk <sub>Offset</sub>	< 15 ppm/K

<sup>1</sup> Dieser Spezifikationswert beinhaltet den Temperaturkoeffizienten für Gain (Tk<sub>Gain</sub>) und Offset (Tk<sub>Offset</sub>)

<sup>2</sup> Diese Angaben sind bereits in der Grundgenauigkeit eingerechnet. Sie sind an dieser Stelle für eine detaillierte, individuelle Unsicherheitsbetrachtung aufgeführt.

### 2.6.2.3 Messung Thermoelemente

Im Messbereich eines vorgegebenen Thermoelementtyps wird eine gemessene Spannung intern nach eingestellter Transformation in eine Temperatur umgerechnet. Da der Kanal intern eine Spannung misst, ist der entsprechende Messfehler im Spannungsmessbereich zugrunde zu legen.

Die nachfolgenden Tabellen mit der Spezifikation der Thermoelementmessung gelten nur bei der Verwendung der internen Kaltstelle.

Die EL331x-00xx kann auch bei Bedarf mit externer Kaltstelle verwendet werden. Die Unsicherheiten müssen dann für die externe Kaltstelle anwendungsseitig ermittelt werden. Der Temperaturwert der externen Kaltstelle muss der EL331x-00xx dann über die Prozessdaten zur eigenen Verrechnung mitgeteilt werden. Die Auswirkung auf die Messung der Thermoelemente ist dann anlagenseitig zu berechnen.

Die hier angegebenen Spezifikationen der internen Kaltstelle und der Messbereiche gelten nur bei Einhaltung folgender Zeiten zur thermischen Stabilisierung bei konstanter Umgebungstemperatur:

- nach dem Einschalten: 60 min
- nach Änderung von Verdrahtung/Steckern: 15 min

#### Spezifikation der internen Kaltstellenmessung

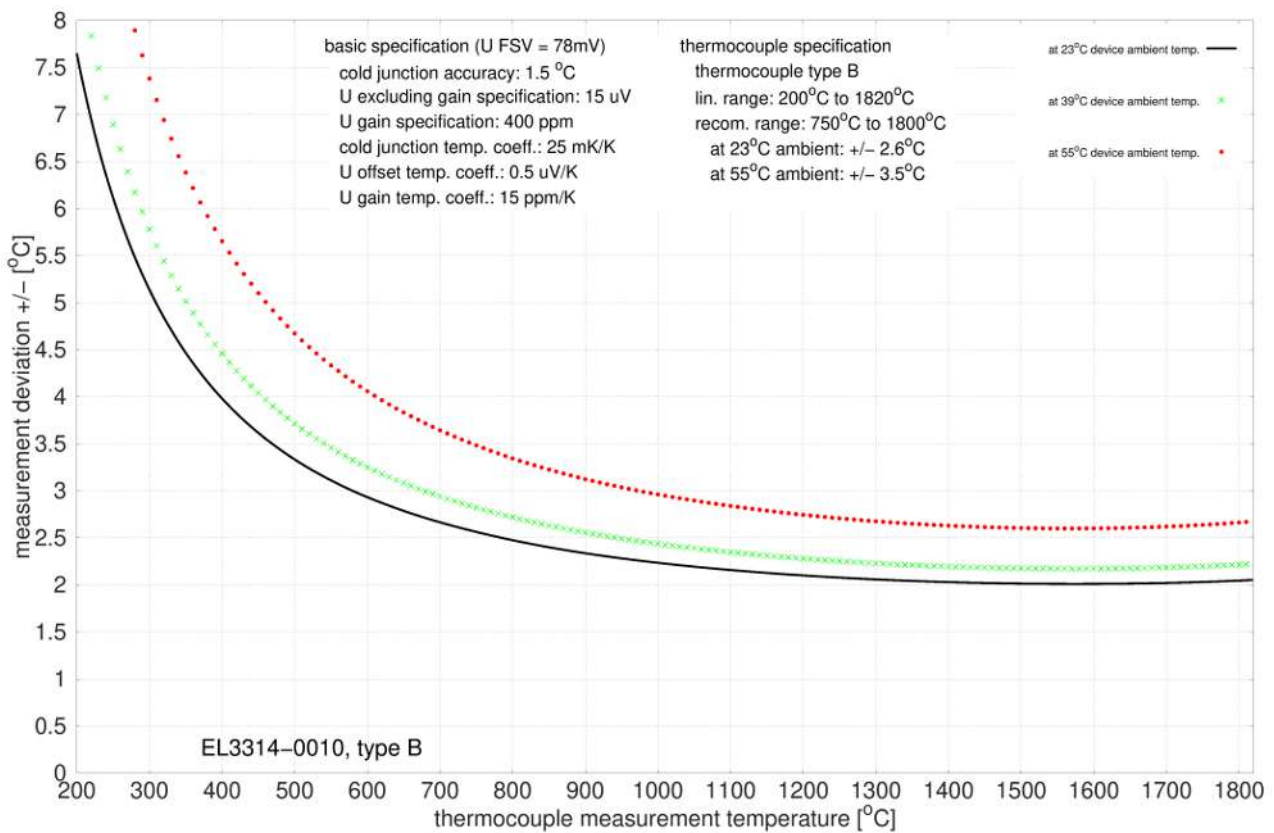
In der EL3314-0010, EL3314-0020 und EL3314-0030 verfügt jeder Kanal über einen eigenen Kaltstellensensor.

Messung Modus	Kaltstelle
Grundgenauigkeit: Messabweichung bei 23°C, mit Mittelwertbildung	< ±1,5 °C
Temperaturkoeffizient	Tk < 25 mK/K

**Spezifikation Thermoelement Typ B**

Temperaturmessung Thermoelement		Typ B
Verwendeter elektr. Messbereich		± 78 mV
Messbereich, technisch nutzbar		+200 °C ≈ 0,178 mV ... +1820 °C ≈ 13,820 mV
Messbereich, Endwert (MBE)		+1820 °C
Messbereich, empfohlen		+750°C ... +1800°C
PDO LSB		0,1/0,01/0,001°C/digit, je nach PDO Einstellung
Unsicherheit im empfohlenen Messbereich, mit Mittelwertbildung	@ 23 °C Umgebungstemperatur	± 2,6 K ≈ ± 0,14 % <sub>MBE</sub>
	@ 55 °C Umgebungstemperatur	± 3,5 K ≈ ± 0,19 % <sub>MBE</sub>
Temperaturkoeffizient (Änderung des Messwerts bei Änderung der Klemmenumgebungstemperatur)		<i>Da der Wert wie im u.a. Spezifikations-Plot zu sehen stark abhängig ist von der Sensortemperatur, ist er grundsätzlich aus dem Spezifikations-Plot abzuleiten. Zur besseren Näherung ist auch informativ die Messunsicherheit bei T<sub>amb</sub> = 39°C als Mitte zwischen 23°C und 55°C dargestellt, um den nichtlinearen Verlauf zu verdeutlichen.</i>

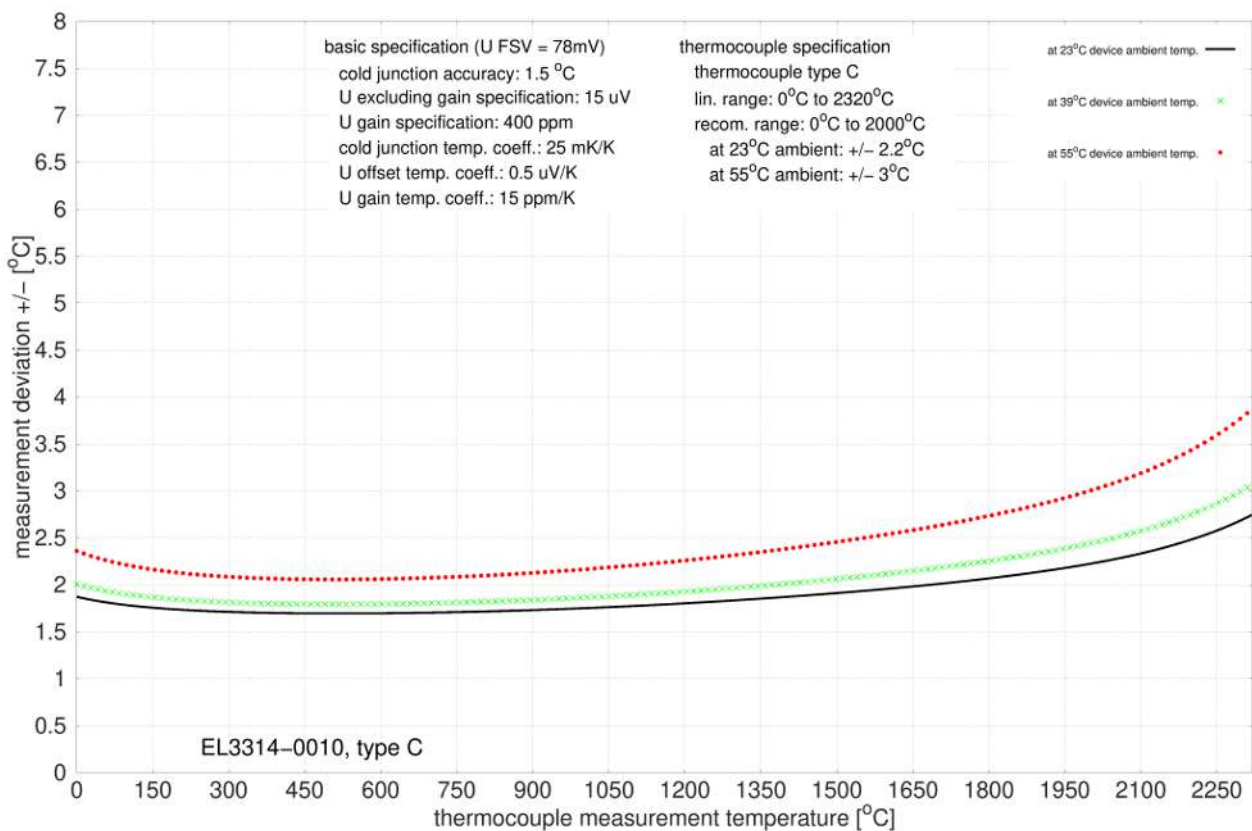
Messunsicherheit für Thermoelement Typ B:



**Spezifikation Thermoelement Typ C**

Temperaturmessung Thermoelement		Typ C
Verwendeter elektr. Messbereich		± 78 mV
Messbereich, technisch nutzbar		0 °C ≈ 0 mV ... +2320 °C ≈ 37,107 mV
Messbereich, Endwert (MBE)		+2320 °C
Messbereich, empfohlen		0°C ... +2000°C
PDO LSB		0,1/0,01/0,001°C/digit, je nach PDO Einstellung
Unsicherheit im empfohlenen Messbereich, mit Mittelwertbildung	@ 23 °C Umgebungstemperatur	± 2,2 K ≈ ± 0,10 % <sub>MBE</sub>
	@ 55 °C Umgebungstemperatur	± 3,0 K ≈ ± 0,13 % <sub>MBE</sub>
Temperaturkoeffizient (Änderung des Messwerts bei Änderung der Klemmenumgebungstemperatur)		<i>Da der Wert wie im u.a. Spezifikations-Plot zu sehen stark abhängig ist von der Sensortemperatur, ist er grundsätzlich aus dem Spezifikations-Plot abzuleiten. Zur besseren Näherung ist auch informativ die Messunsicherheit bei T<sub>amb</sub> = 39°C als Mitte zwischen 23°C und 55°C dargestellt, um den nichtlinearen Verlauf zu verdeutlichen.</i>

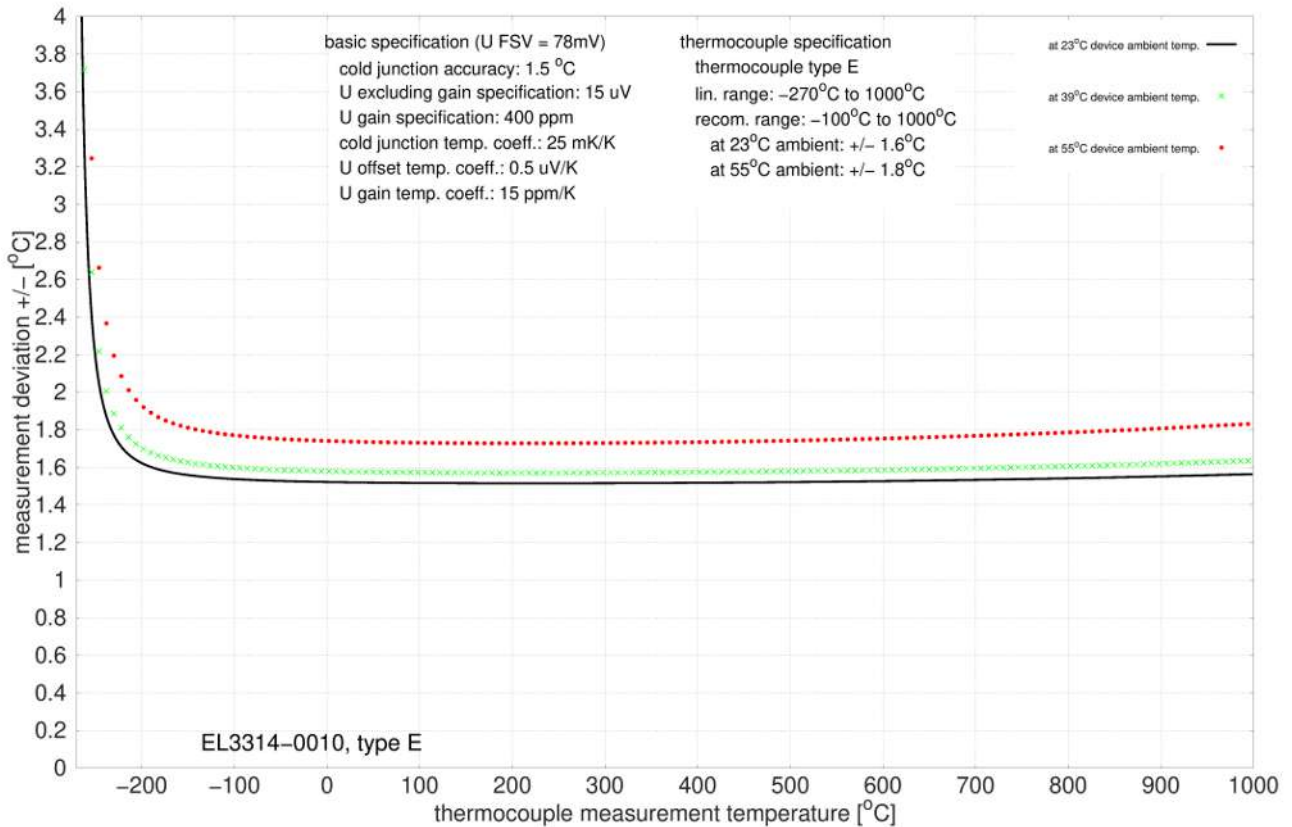
Messunsicherheit für Thermoelement Typ C:



**Spezifikation Thermoelement Typ E**

Temperaturmessung Thermoelement		Typ E
Verwendeter elektr. Messbereich		± 78 mV
Messbereich, technisch nutzbar		-270 °C ≈ -9,835 mV ... +1000 °C ≈ 76,372 mV
Messbereich, Endwert (MBE)		+1000 °C
Messbereich, empfohlen		-100°C ... +1000°C
PDO LSB		0,1/0,01/0,001°C/digit, je nach PDO Einstellung
Unsicherheit im empfohlenen Messbereich, mit Mittelwertbildung	@ 23 °C Umgebungstemperatur	± 1,6 K ≈ ± 0,16 % <sub>MBE</sub>
	@ 55 °C Umgebungstemperatur	± 1,8 K ≈ ± 0,18 % <sub>MBE</sub>
Temperaturkoeffizient (Änderung des Messwerts bei Änderung der Klemmenumgebungstemperatur)		<i>Da der Wert wie im u.a. Spezifikations-Plot zu sehen stark abhängig ist von der Sensortemperatur, ist er grundsätzlich aus dem Spezifikations-Plot abzuleiten. Zur besseren Näherung ist auch informativ die Messunsicherheit bei T<sub>amb</sub> = 39°C als Mitte zwischen 23°C und 55°C dargestellt, um den nichtlinearen Verlauf zu verdeutlichen.</i>

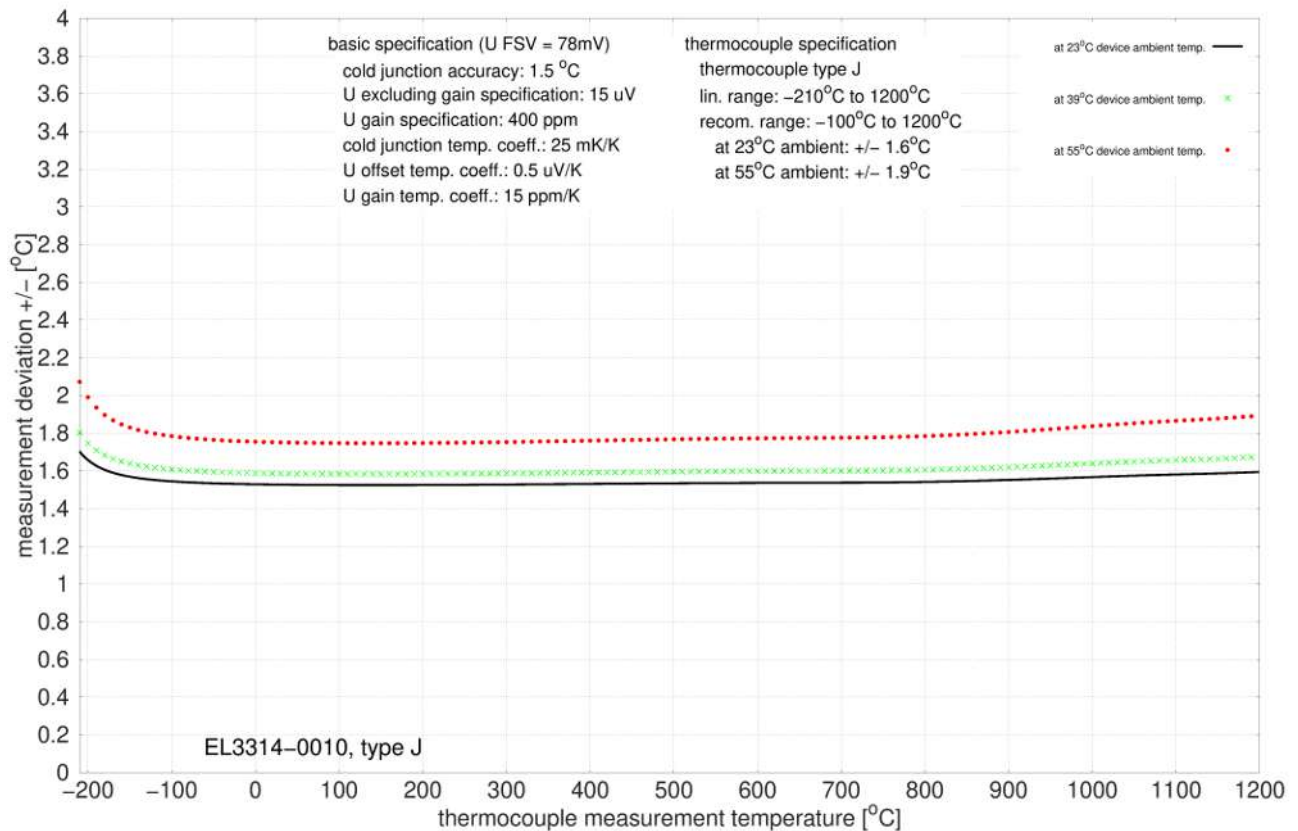
Messunsicherheit für Thermoelement Typ E:



**Spezifikation Thermoelement Typ J**

Temperaturmessung Thermoelement		Typ J
Verwendeter elektr. Messbereich		± 78 mV
Messbereich, technisch nutzbar		-210 °C ≈ -8,095 mV ... +1200 °C ≈ 69,553 mV
Messbereich, Endwert (MBE)		+1200 °C
Messbereich, empfohlen		-100°C ... +1200°C
PDO LSB		0,1/0,01/0,001°C/digit, je nach PDO Einstellung
Unsicherheit im empfohlenen Messbereich, mit Mittelwertbildung	@ 23 °C Umgebungstemperatur	± 1,6 K ≈ ± 0,13 % <sub>MBE</sub>
	@ 55 °C Umgebungstemperatur	± 1,9 K ≈ ± 0,16 % <sub>MBE</sub>
Temperaturkoeffizient (Änderung des Messwerts bei Änderung der Klemmenumgebungstemperatur)		<i>Da der Wert wie im u.a. Spezifikations-Plot zu sehen stark abhängig ist von der Sensortemperatur, ist er grundsätzlich aus dem Spezifikations-Plot abzuleiten. Zur besseren Näherung ist auch informativ die Messunsicherheit bei T<sub>amb</sub> = 39°C als Mitte zwischen 23°C und 55°C dargestellt, um den nichtlinearen Verlauf zu verdeutlichen.</i>

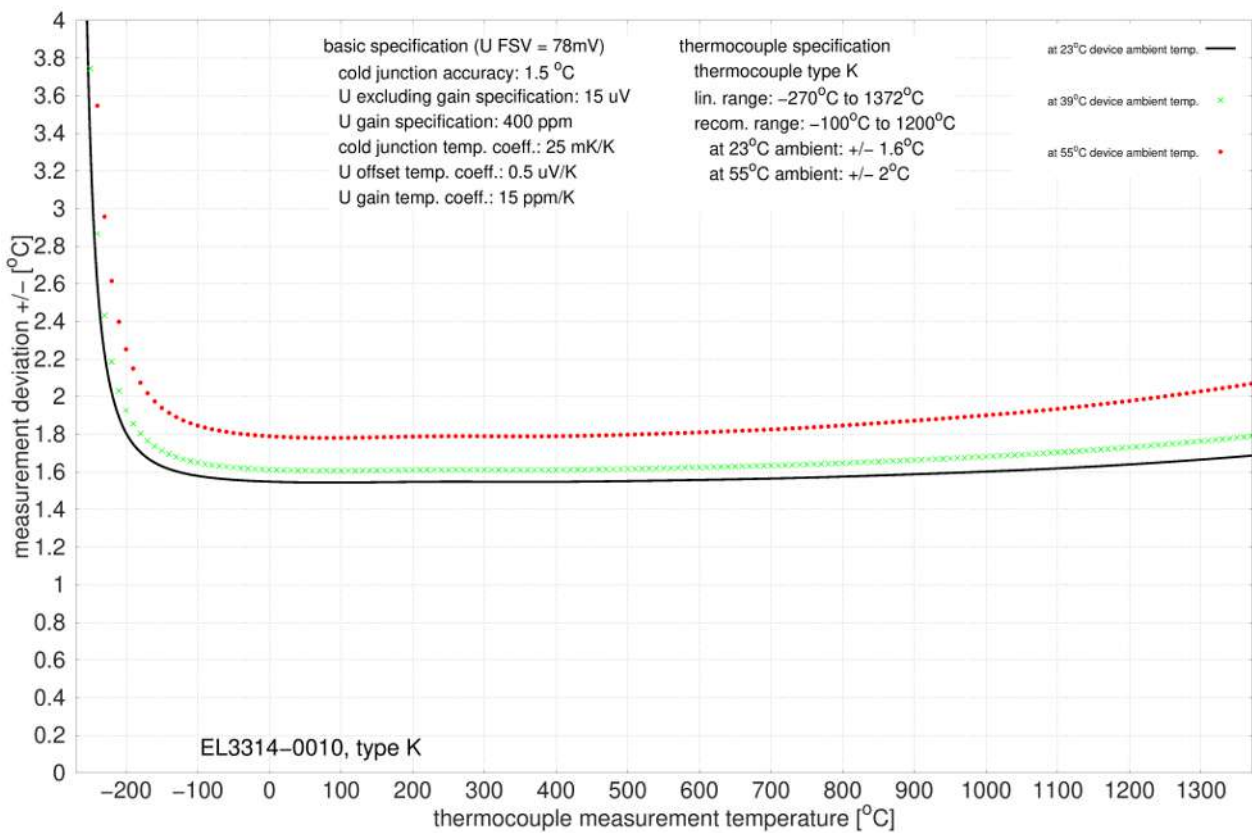
Messunsicherheit für Thermoelement Typ J:



**Spezifikation Thermoelement Typ K**

Temperaturmessung Thermoelement		Typ K
Verwendeter elektr. Messbereich		± 78 mV
Messbereich, technisch nutzbar		-270 °C ≈ -6,458 mV ... +1372 °C ≈ 54,886 mV
Messbereich, Endwert (MBE)		+1372 °C
Messbereich, empfohlen		-100°C ... +1200°C
PDO LSB		0,1/0,01/0,001°C/digit, je nach PDO Einstellung
Unsicherheit im empfohlenen Messbereich, mit Mittelwertbildung	@ 23 °C Umgebungstemperatur	± 1,6 K ≈ ± 0,12 % <sub>MBE</sub>
	@ 55 °C Umgebungstemperatur	± 2,0 K ≈ ± 0,15 % <sub>MBE</sub>
Temperaturkoeffizient (Änderung des Messwerts bei Änderung der Klemmenumgebungstemperatur)		<i>Da der Wert wie im u.a. Spezifikations-Plot zu sehen stark abhängig ist von der Sensortemperatur, ist er grundsätzlich aus dem Spezifikations-Plot abzuleiten. Zur besseren Näherung ist auch informativ die Messunsicherheit bei T<sub>amb</sub> = 39°C als Mitte zwischen 23°C und 55°C dargestellt, um den nichtlinearen Verlauf zu verdeutlichen.</i>

Messunsicherheit für Thermoelement Typ K:

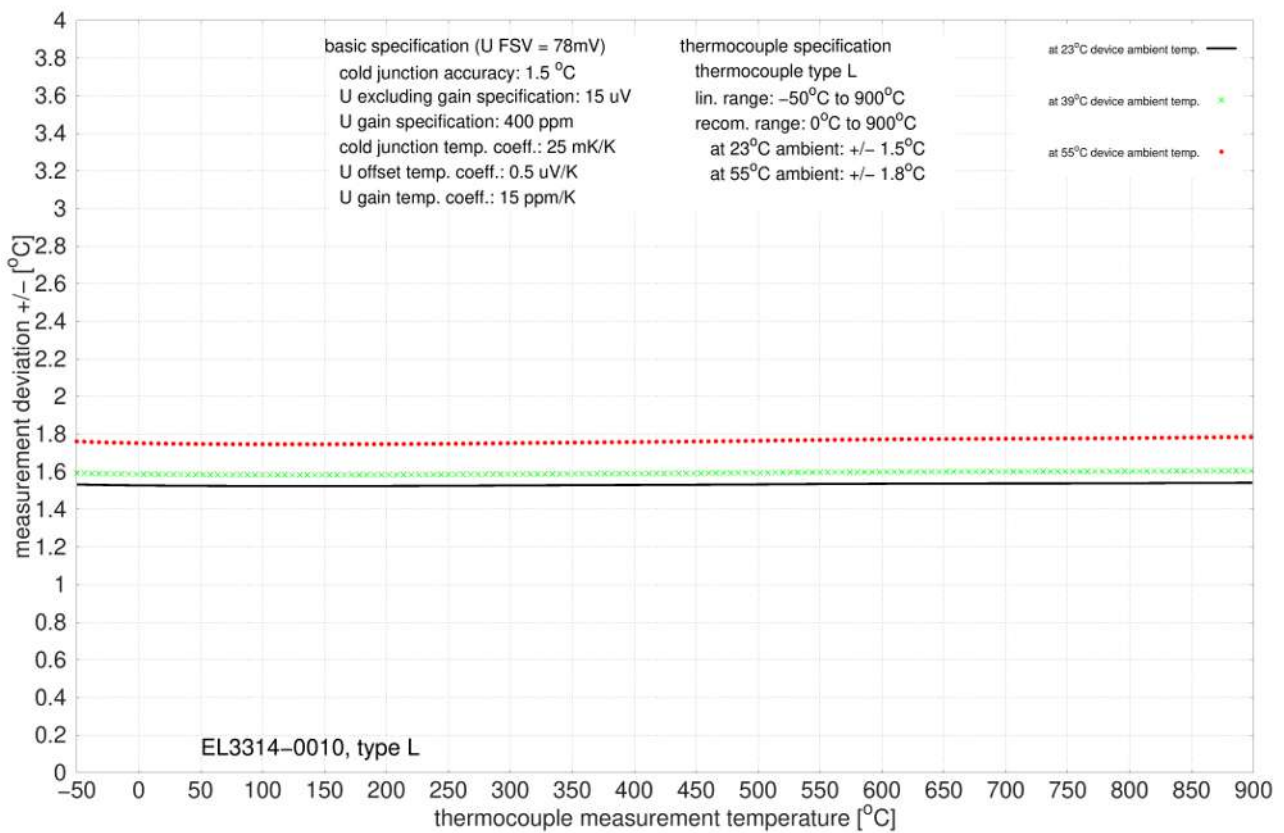




**Spezifikation Thermoelement Typ L**

Temperaturmessung Thermoelement		Typ L
Verwendeter elektr. Messbereich		± 78 mV
Messbereich, technisch nutzbar		-50 °C ≈ -2,510 mV ... +900 °C ≈ 52,430 mV
Messbereich, Endwert (MBE)		+900 °C
Messbereich, empfohlen		0°C ... +900°C
PDO LSB		0,1/0,01/0,001°C/digit, je nach PDO Einstellung
Unsicherheit im empfohlenen Messbereich, mit Mittelwertbildung	@ 23 °C Umgebungstemperatur	± 1,5 K ≈ ± 0,17 % <sub>MBE</sub>
	@ 55 °C Umgebungstemperatur	± 1,8 K ≈ ± 0,20 % <sub>MBE</sub>
Temperaturkoeffizient (Änderung des Messwerts bei Änderung der Klemmenumgebungstemperatur)		<i>Da der Wert wie im u.a. Spezifikations-Plot zu sehen stark abhängig ist von der Sensortemperatur, ist er grundsätzlich aus dem Spezifikations-Plot abzuleiten. Zur besseren Näherung ist auch informativ die Messunsicherheit bei T<sub>amb</sub> = 39°C als Mitte zwischen 23°C und 55°C dargestellt, um den nichtlinearen Verlauf zu verdeutlichen.</i>

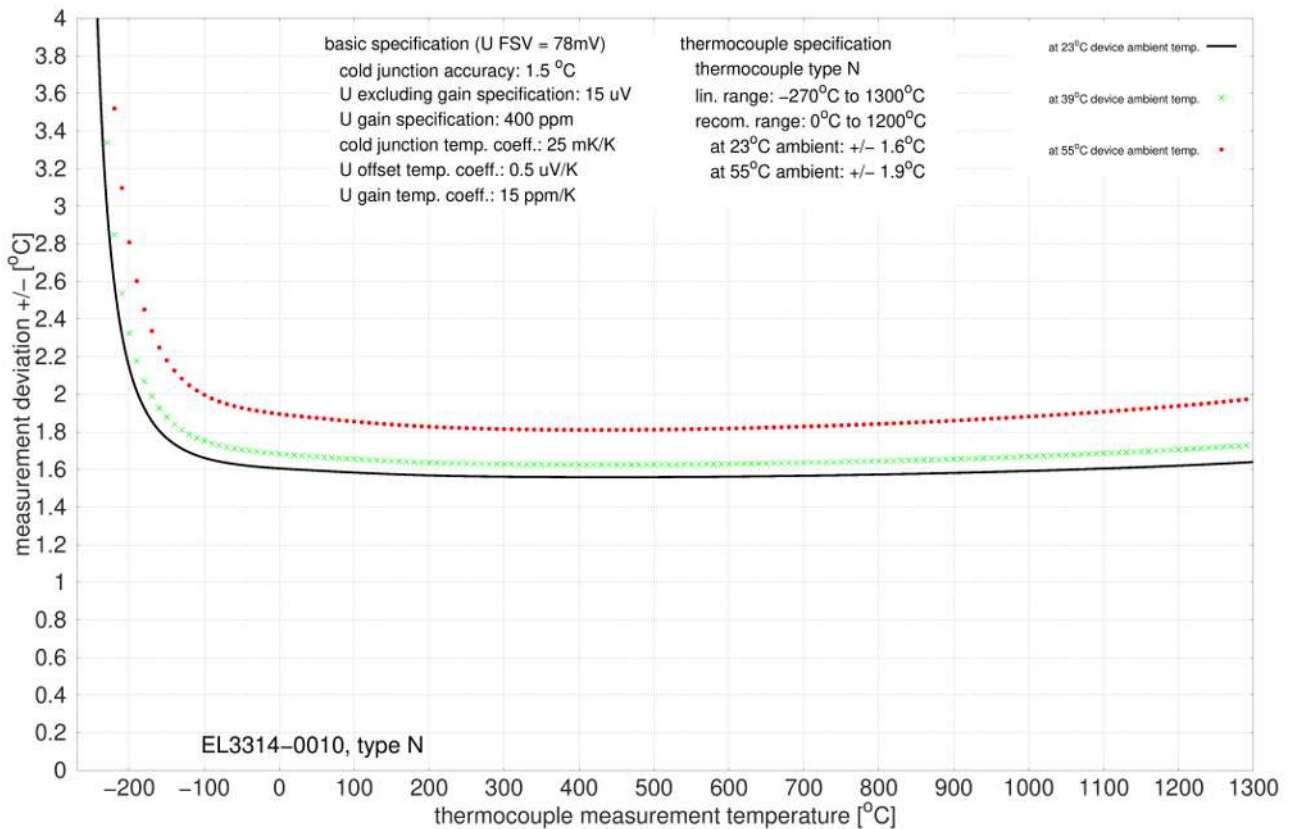
Messunsicherheit für Thermoelement Typ L:



**Spezifikation Thermoelement Typ N**

Temperaturmessung Thermoelement		Typ N
Verwendeter elektr. Messbereich		± 78 mV
Messbereich, technisch nutzbar		-270 °C ≈ -4,346 mV ... +1300 °C ≈ 47,513 mV
Messbereich, Endwert (MBE)		+1300 °C
Messbereich, empfohlen		0°C ... +1300°C
PDO LSB		0,1/0,01/0,001°C/digit, je nach PDO Einstellung
Unsicherheit im empfohlenen Messbereich, mit Mittelwertbildung	@ 23 °C Umgebungstemperatur	± 1,6 K ≈ ± 0,12 % <sub>MBE</sub>
	@ 55 °C Umgebungstemperatur	± 1,9 K ≈ ± 0,15 % <sub>MBE</sub>
Temperaturkoeffizient (Änderung des Messwerts bei Änderung der Klemmenumgebungstemperatur)		<i>Da der Wert wie im u.a. Spezifikations-Plot zu sehen stark abhängig ist von der Sensortemperatur, ist er grundsätzlich aus dem Spezifikations-Plot abzuleiten. Zur besseren Näherung ist auch informativ die Messunsicherheit bei T<sub>amb</sub> = 39°C als Mitte zwischen 23°C und 55°C dargestellt, um den nichtlinearen Verlauf zu verdeutlichen.</i>

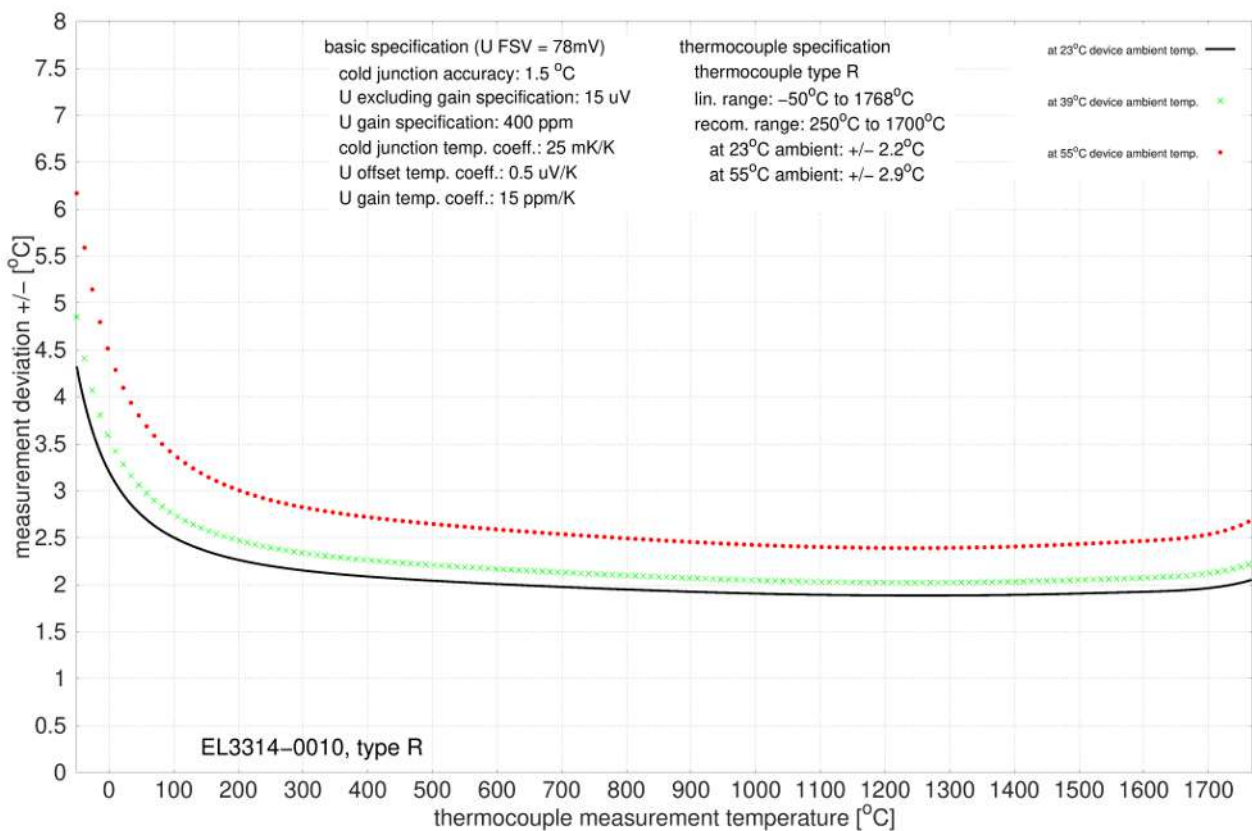
Messunsicherheit für Thermoelement Typ N:



**Spezifikation Thermoelement Typ R**

Temperaturmessung Thermoelement		Typ R
Verwendeter elektr. Messbereich		± 78 mV
Messbereich, technisch nutzbar		-50 °C ≈ -0,226 mV ... +1768 °C ≈ 21,101 mV
Messbereich, Endwert (MBE)		+1768 °C
Messbereich, empfohlen		+250°C ... +1700°C
PDO LSB		0,1/0,01/0,001°C/digit, je nach PDO Einstellung
Unsicherheit im empfohlenen Messbereich, mit Mittelwertbildung	@ 23 °C Umgebungstemperatur	± 2,2 K ≈ ± 0,13 % <sub>MBE</sub>
	@ 55 °C Umgebungstemperatur	± 2,9 K ≈ ± 0,17 % <sub>MBE</sub>
Temperaturkoeffizient (Änderung des Messwerts bei Änderung der Klemmenumgebungstemperatur)		<i>Da der Wert wie im u.a. Spezifikations-Plot zu sehen stark abhängig ist von der Sensortemperatur, ist er grundsätzlich aus dem Spezifikations-Plot abzuleiten. Zur besseren Näherung ist auch informativ die Messunsicherheit bei T<sub>amb</sub> = 39°C als Mitte zwischen 23°C und 55°C dargestellt, um den nichtlinearen Verlauf zu verdeutlichen.</i>

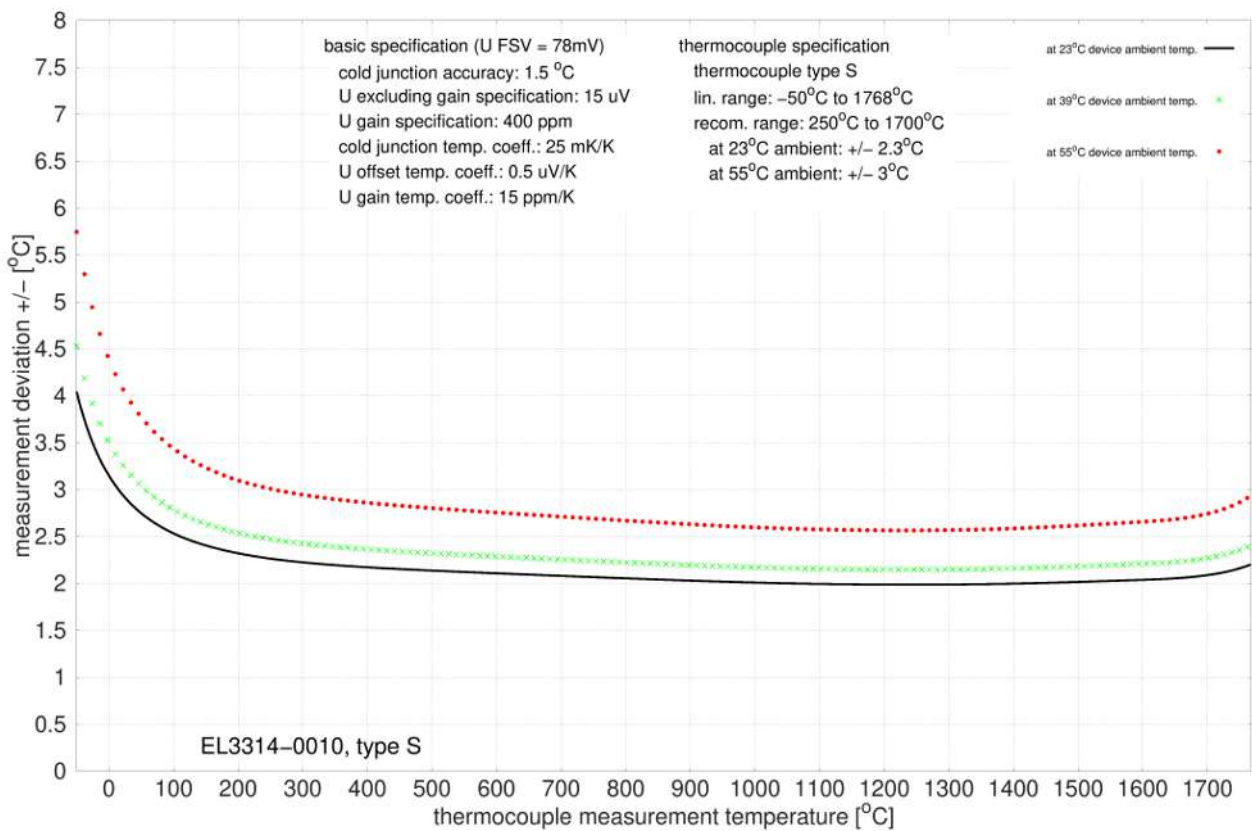
Messunsicherheit für Thermoelement Typ R:



**Spezifikation Thermoelement Typ S**

Temperaturmessung Thermoelement		Typ S
Verwendeter elektr. Messbereich		± 78 mV
Messbereich, technisch nutzbar		-50 °C ≈ -0,236 mV ... +1768 °C ≈ 18,693 mV
Messbereich, Endwert (MBE)		+1768 °C
Messbereich, empfohlen		+250°C ... +1700°C
PDO LSB		0,1/0,01/0,001°C/digit, je nach PDO Einstellung
Unsicherheit im empfohlenen Messbereich, mit Mittelwertbildung	@ 23 °C Umgebungstemperatur	± 2,3 K ≈ ± 0,13 % <sub>MBE</sub>
	@ 55 °C Umgebungstemperatur	± 3,0 K ≈ ± 0,17 % <sub>MBE</sub>
Temperaturkoeffizient (Änderung des Messwerts bei Änderung der Klemmenumgebungstemperatur)		<i>Da der Wert wie im u.a. Spezifikations-Plot zu sehen stark abhängig ist von der Sensortemperatur, ist er grundsätzlich aus dem Spezifikations-Plot abzuleiten. Zur besseren Näherung ist auch informativ die Messunsicherheit bei T<sub>amb</sub> = 39°C als Mitte zwischen 23°C und 55°C dargestellt, um den nichtlinearen Verlauf zu verdeutlichen.</i>

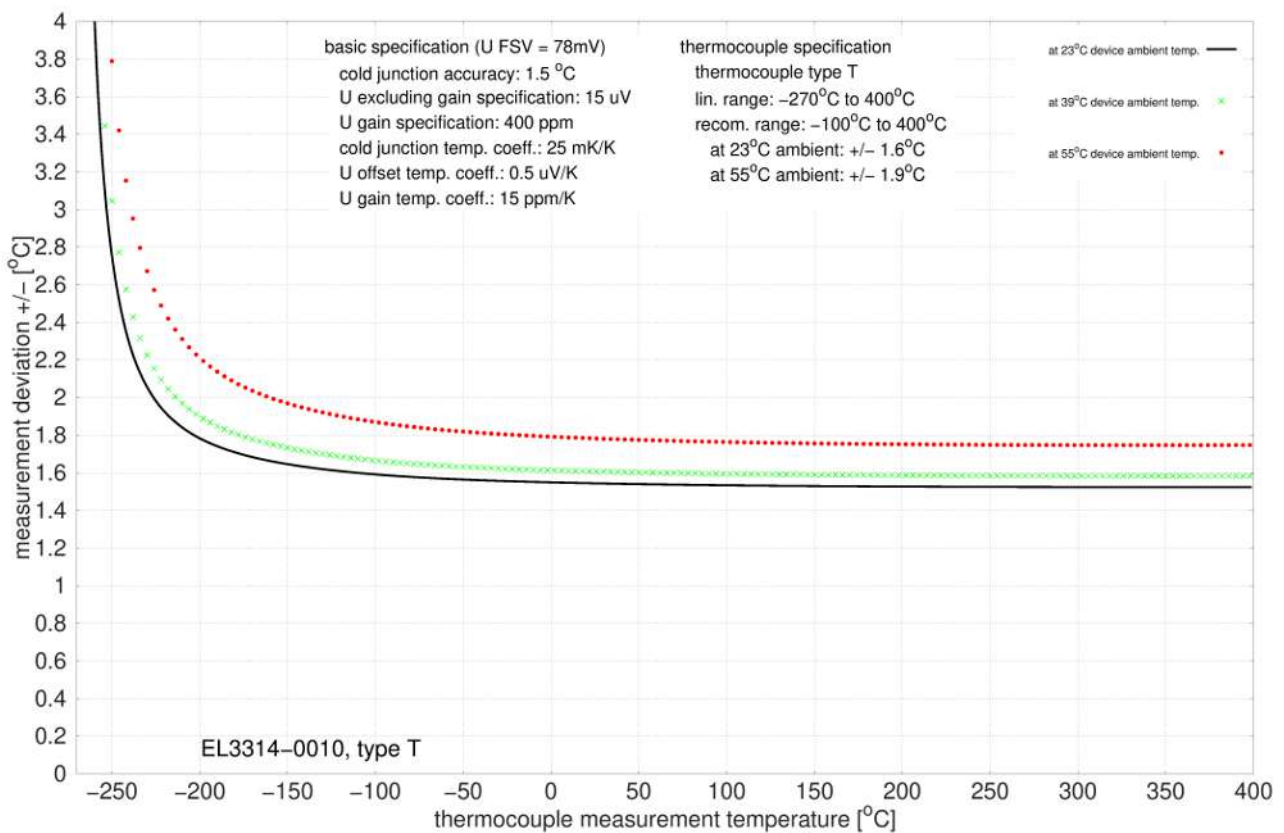
Messunsicherheit für Thermoelement Typ S:



**Spezifikation Thermoelement Typ T**

Temperaturmessung Thermoelement		Typ T
Verwendeter elektr. Messbereich		± 78 mV
Messbereich, technisch nutzbar		-270 °C ≈ -6,258 mV ... +400 °C ≈ 20,872 mV
Messbereich, Endwert (MBE)		+400 °C
Messbereich, empfohlen		-100°C ... +400°C
PDO LSB		0,1/0,01/0,001°C/digit, je nach PDO Einstellung
Unsicherheit im empfohlenen Messbereich, mit Mittelwertbildung	@ 23 °C Umgebungstemperatur	± 1,6 K ≈ ± 0,40 % <sub>MBE</sub>
	@ 55 °C Umgebungstemperatur	± 1,9 K ≈ ± 0,48 % <sub>MBE</sub>
Temperaturkoeffizient (Änderung des Messwerts bei Änderung der Klemmenumgebungstemperatur)		<i>Da der Wert wie im u.a. Spezifikations-Plot zu sehen stark abhängig ist von der Sensortemperatur, ist er grundsätzlich aus dem Spezifikations-Plot abzuleiten. Zur besseren Näherung ist auch informativ die Messunsicherheit bei T<sub>amb</sub> = 39°C als Mitte zwischen 23°C und 55°C dargestellt, um den nichtlinearen Verlauf zu verdeutlichen.</i>

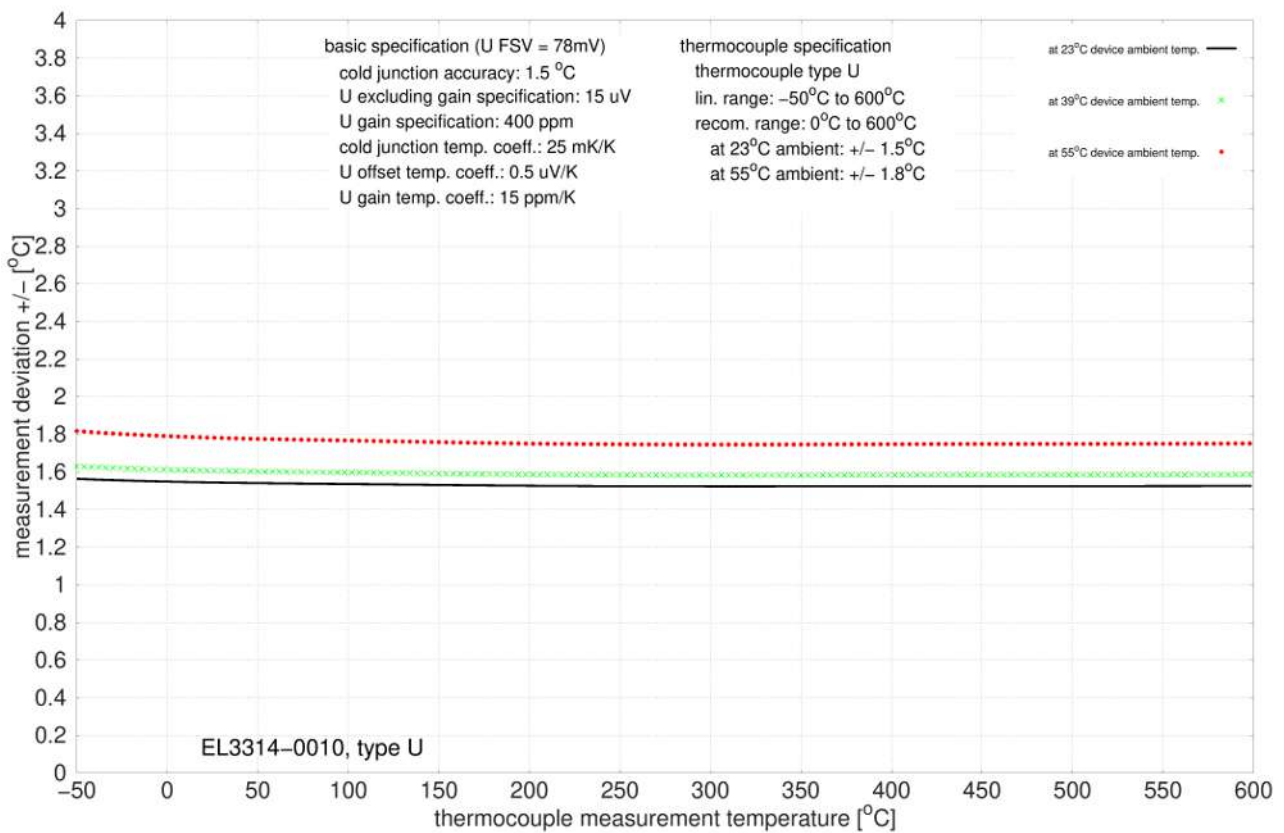
Messunsicherheit für Thermoelement Typ T:



**Spezifikation Thermoelement Typ U**

Temperaturmessung Thermoelement		Typ U
Verwendeter elektr. Messbereich		± 78 mV
Messbereich, technisch nutzbar		-50 °C ≈ -1,850 mV ... +600 °C ≈ 33,600 mV
Messbereich, Endwert (MBE)		+600 °C
Messbereich, empfohlen		0°C ... +600°C
PDO LSB		0,1/0,01/0,001°C/digit, je nach PDO Einstellung
Unsicherheit im empfohlenen Messbereich, mit Mittelwertbildung	@ 23 °C Umgebungstemperatur	± 1,5 K ≈ ± 0,25 % <sub>MBE</sub>
	@ 55 °C Umgebungstemperatur	± 1,8 K ≈ ± 0,30 % <sub>MBE</sub>
Temperaturkoeffizient (Änderung des Messwerts bei Änderung der Klemmenumgebungstemperatur)		<i>Da der Wert wie im u.a. Spezifikations-Plot zu sehen stark abhängig ist von der Sensortemperatur, ist er grundsätzlich aus dem Spezifikations-Plot abzuleiten. Zur besseren Näherung ist auch informativ die Messunsicherheit bei T<sub>amb</sub> = 39°C als Mitte zwischen 23°C und 55°C dargestellt, um den nichtlinearen Verlauf zu verdeutlichen.</i>

Messunsicherheit für Thermoelement Typ U:



### 2.6.3 Anschlussbelegung

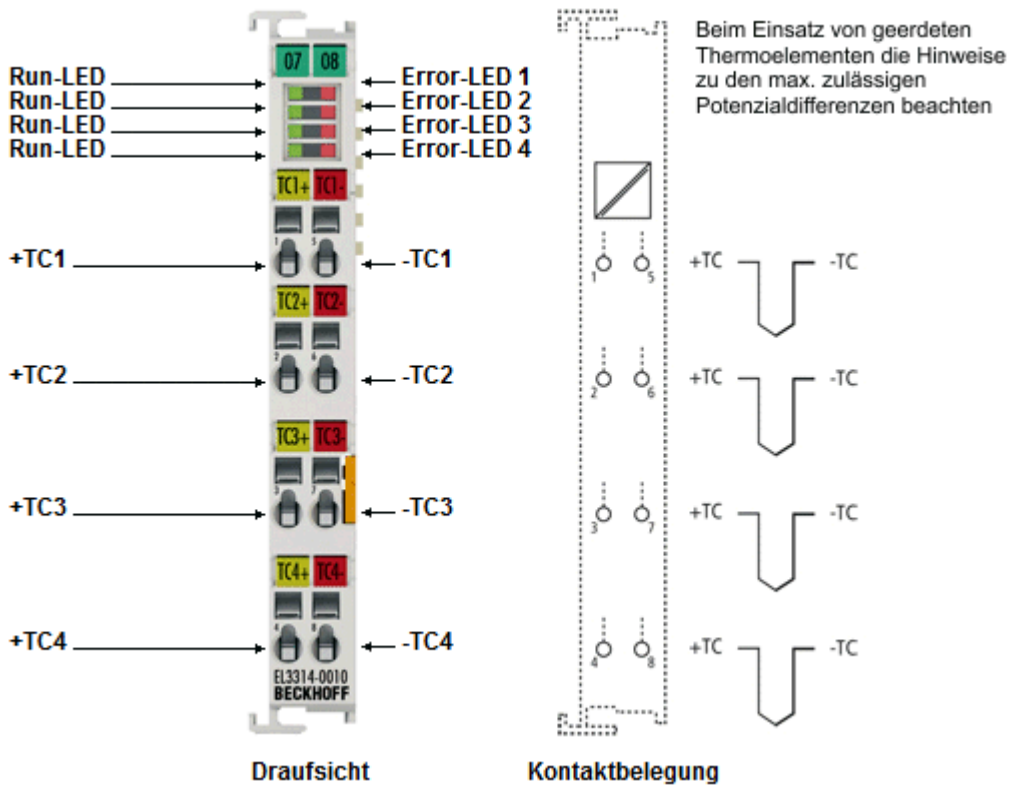


Abb. 15: EL3314-0020 (entspricht EL3314-0010)

#### EL3314-0020 - Anschlussbelegung

Klemmstelle	Nr.	Kommentar
+TC1	1	Eingang +TC1
+TC2	2	Eingang +TC2
+TC3	3	Eingang +TC3
+TC4	4	Eingang +TC4
-TC1	5	Eingang -TC1
-TC2	6	Eingang -TC2
-TC3	7	Eingang -TC3
-TC4	8	Eingang -TC4



#### Geerdete Thermoelemente

Bei geerdeten Thermoelementen beachten: Differenzeingänge max.  $\pm 2\text{ V}$  gegen Masse!

## 2.6.4 Anzeige, Diagnose

### EL3314-0020 - LEDs

LED	Farbe	Bedeutung	
RUN	grün	Diese LED gibt den Betriebszustand der Klemme wieder:	
		aus	Zustand der EtherCAT State Machine: <b>INIT</b> = Initialisierung der Klemme
		gleichmäßig blinkend	Zustand der EtherCAT State Machine: <b>PREOP</b> = Funktion für Mailbox-Kommunikation und abweichende Standard-Einstellungen gesetzt
		langsam blinkend	Zustand der EtherCAT State Machine: <b>SAFEOP</b> = Überprüfung der Kanäle des Sync-Managers und der Distributed Clocks. Ausgänge bleiben im sicheren Zustand
		an	Zustand der EtherCAT State Machine: <b>OP</b> = normaler Betriebszustand; Mailbox- und Prozessdatenkommunikation ist möglich
		schnell blinkend	Zustand der EtherCAT State Machine: <b>BOOTSTRAP</b> = Funktion für Firmware-Updates der Klemme
ERROR1-4	rot	Es liegt ein Kurzschluss oder Drahtbruch vor. Der Spannungswert befindet sich im ungültigen Bereich der Kennlinie.	



## 2.7 EL3314-0030

### 2.7.1 Einführung

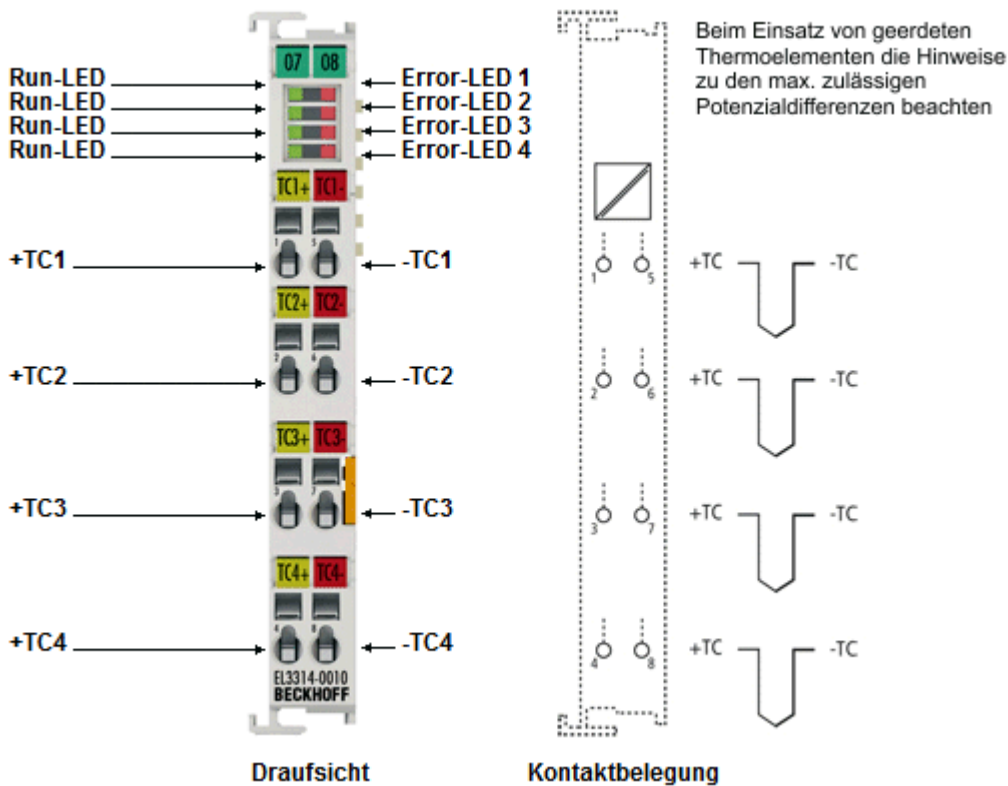


Abb. 16: EL3314-0030 (EL3314-0010)

#### Hochpräzise 4-Kanal Analog-Eingangsklemme für Thermoelemente, mit Drahtbruchererkennung, mit externem Kalibrierzertifikat

Die analoge Eingangsklemme EL3314-0030 basiert auf der EL3314-0010. Sie hat dieselben Eigenschaften. Zusätzlich wird die EL3314-0030 mit einem externen Kalibrierzertifikat geliefert.

Die EL3314-0010 erlaubt den direkten Anschluss von Thermoelementen. Im Vergleich zur normalen EL3314 kann sie durch eine verbesserte Messschaltung und exaktere Vergleichsstellenmessung die Temperatur deutlich genauer messen. Ansonsten verhält sich die EL3314-0030 wie die EL3314.

Um die hochgenaue Messung zu nutzen ist folgendes zu beachten:

- Die EL3314-0030 wird vor Auslieferung gegen eine hochgenaue Spannungsreferenz abgeglichen
- Die Klemme ist standardmäßig auf eine Auflösung von 0,01°C/digit "high resolution" eingestellt
- Die zugesicherte Genauigkeit gilt für folgende Einstellungen
  - 50 Hz Filter
  - 23 ± 5°C Umgebungstemperatur
  - waagerechte Einbaulage
- Darüber hinaus verfügt sie über folgende Features
  - ein zusätzlicher Softwarefilter "MC-Filter" kann zur Glättung des Messwerts eingesetzt werden
  - es ist eine externe Kaltstellenkompensation möglich (Vergleichsstellenkompensation, ab FW03)
- Von der Verwendung von Ausgleichsleitungen wird abgeraten, sie reduzieren die Messgenauigkeit der EL3314-0030
- Die Verwendung entsprechend genauer Thermoelemente wird empfohlen

**Quick-Links**

- [EtherCAT Funktionsgrundlagen](#)
- [Hinweis zu Beckhoff Kalibrierzertifikaten \[► 201\]](#)
- [Technologie EL33xx \[► 188\]](#)
- [Prozessdaten und Betriebsmodi \[► 317\]](#)
- [CoE-Objektbeschreibung und Parametrierung \[► 365\]](#)

## 2.7.2 Technische Daten

### 2.7.2.1 Allgemeine technische Daten

Analoge Eingänge	EL3314-0030
Anzahl Eingänge	4
Thermoelement-Sensortypen, Messgrößen	Typ B, C, E, J, K, L, N, R, S, T, U (Voreinstellung: Typ K), Spannungsmessung
Anschlussstechnik	2-Leiter
Max. Leitungslänge zum Thermoelement	30 m (ohne Schutzmaßnahmen), bei größeren Kabellängen ist ein geeigneter Überspannungsschutz (Surge-Protection) vorzusehen
Auflösung	Intern 24 Bit
Wandlungszeit	ca. 1.6 s bis 5 ms abhängig von Konfiguration und Filter Einstellung; Voreingestellt: ca. 110 ms bei 50/ 60 Hz
Grenzfrequenz Eingangfilter	1 kHz typ.
Softwarefilter	5 Hz...30 kHz, einstellbar, Notch-Charakteristik; Voreinstellung: deaktiviert
Drahtbrucherkennung	Ja (abschaltbar)
Unterstützt Funktion <a href="#">NoCoeStorage</a> [► 218]	tbd
Besonderheiten	Hochpräzise, <a href="#">Kalibrierzertifikat</a> [► 201]

Spannungsmessung	EL3314-0030
Messbereich, technisch nutzbar	ca. ± 80 mV
Messbereich, nominell	± 78 mV
Auflösung	10 nV pro Digit
Messunsicherheit	Siehe <a href="#">Messung ±78 mV</a> [► 133]

Temperaturmessung	EL3314-0030
Verwendeter elektr. Messbereich	± 78 mV
Messbereiche	Typ B: +200...+1820 °C Typ C: 0...+2320 °C Typ E: -270...+1000 °C Typ J: -210...+1200 °C Typ K: -270...+1372 °C (Voreingestellt) Typ L: -50...+900 °C Typ N: -270...+1300 °C Typ R: -50...+1768 °C Typ S: -50...+1768 °C Typ T: -270...+400 °C Typ U: -50...+600 °C
Auflösung	Temperaturdarstellung 0,1/0,01/0,001 °C pro Digit, Voreinstellung 0,01°C
Messunsicherheit	Siehe <a href="#">Messung Thermoelemente</a> [► 134]

Versorgung und Potentiale		EL3314-0030
Spannungsversorgung für Elektronik		über den E-Bus
Stromaufnahme aus dem E-Bus		typ. 200 mA
Differenzspannung zwischen +TC und -TC	Empfohlener Einsatzbereich	jew. Messbereich
	Zerstörgrenze kurzzeitig/dauerhaft	±15 V
Max. Potential der verdrehten TC-Enden untereinander (nicht isolierte/geerdete TC)	Empfohlener Einsatzbereich	±2 V
	Zerstörgrenze kurzzeitig/dauerhaft	±15 V
Max. Potential $U_{CM}$ (CommonMode-Spannung) der verdrehten TC gegen GND	Empfohlener Einsatzbereich	Nicht anwendbar, da GND nicht zugänglich
	Zerstörgrenze kurzzeitig/dauerhaft	
Max. Potenzial verdrehte TC oder GND gegen SGND oder 0V-Power	Empfohlener Einsatzbereich	±30 V
	Zerstörgrenze kurzzeitig/dauerhaft	±50 V
Potentialtrennung: Max Potential verdrehte TC oder GND gegen Busseite	Empfohlener Einsatzbereich und Zerstörgrenze kurzzeitig/dauerhaft	500 V

Kommunikation		EL3314-0030
Konfiguration		über TwinCAT System Manager
Breite im Prozessabbild		max. 24 Byte Input, max. 8 Byte Output
Distributed Clocks		-

Umgebungsbedingungen		EL3314-0030
zulässiger Umgebungs - temperaturbereich im Betrieb		0 °C ... + 55 °C
zulässiger Umgebungs - temperaturbereich bei Lagerung		-25 °C ... + 85 °C
zulässige relative Luftfeuchtigkeit		95%, keine Betauung

Allgemeine Daten		EL3314-0030
Abmessungen (B x H x T)		ca. 15 mm x 100 mm x 70 mm (Breite angereicht: 12 mm)
Gewicht		ca. 60 g
Montage <a href="#">[► 223]</a>		auf 35 mm Tragschiene nach EN 60715
Einbaulage		Um die erhöhte Messgenauigkeit sicher zu stellen, ist die Klemme in der vorgeschriebenen Einbaulage zu installieren! Siehe Hinweis <a href="#">[► 235]</a> !

Normen und Zulassungen		EL3314-0030
Schutzart		IP20
Vibrations- / Schockfestigkeit		gemäß EN 60068-2-6 / EN 60068-2-27
EMV-Festigkeit / Aussendung		gemäß EN 61000-6-2 / EN 61000-6-4
Kennzeichnung / Zulassung		CE, UKCA, EAC <a href="#">ATEX [► 204]</a> <a href="#">cULus [► 203]</a>

## Ex-Kennzeichnung

Standard	Kennzeichnung
ATEX	II 3 G Ex nA IIC T4 Gc

Erweiterte Eigenschaften		EL3314-0030
Steckbare Anschlussebene		-
Galvanische Trennung		-
TwinSAFE SC		-
Kalibrierzertifikat <a href="#">[► 201]</a>		ja (ISO17025 oder DAkkS Zertifikat)

## 2.7.2.2 Messung $\pm 78$ mV

### Spezifikation $\pm 78$ mV

Messung Modus		$\pm 78$ mV
Messbereich, nominell		-78...+78 mV
Messbereich, Endwert (MBE)		78 mV
PDO Auflösung		10 nV
Grundgenauigkeit: Messabweichung, mit Mittelwertbildung	@ 23 °C Umgebungstemperatur <sup>1</sup>	< $\pm 0,06\%_{\text{MBE}}$ typ.
	@ 55 °C Umgebungstemperatur	< $\pm 0,13\%_{\text{MBE}}$ typ.
Offset/Nullpunkt-Abweichung (bei 23°C) <sup>2</sup>	F <sub>Offset</sub>	< $\pm 15$ $\mu$ V
Gain/Scale/Verstärkungs-Abweichung (bei 23°C) <sup>2</sup>	F <sub>Gain</sub>	< 400 ppm
Temperaturkoeffizient	Tk <sub>Gain</sub>	< 0,5 $\mu$ V/K
	Tk <sub>Offset</sub>	< 15 ppm/K

<sup>1</sup> Dieser Spezifikationswert beinhaltet den Temperaturkoeffizienten für Gain (Tk<sub>Gain</sub>) und Offset (Tk<sub>Offset</sub>)

<sup>2</sup> Diese Angaben sind bereits in der Grundgenauigkeit eingerechnet. Sie sind an dieser Stelle für eine detaillierte, individuelle Unsicherheitsbetrachtung aufgeführt.

### 2.7.2.3 Messung Thermoelemente

Im Messbereich eines vorgegebenen Thermoelementtyps wird eine gemessene Spannung intern nach eingestellter Transformation in eine Temperatur umgerechnet. Da der Kanal intern eine Spannung misst, ist der entsprechende Messfehler im Spannungsmessbereich zugrunde zu legen.

Die nachfolgenden Tabellen mit der Spezifikation der Thermoelementmessung gelten nur bei der Verwendung der internen Kaltstelle.

Die EL331x-00xx kann auch bei Bedarf mit externer Kaltstelle verwendet werden. Die Unsicherheiten müssen dann für die externe Kaltstelle anwendungsseitig ermittelt werden. Der Temperaturwert der externen Kaltstelle muss der EL331x-00xx dann über die Prozessdaten zur eigenen Verrechnung mitgeteilt werden. Die Auswirkung auf die Messung der Thermoelemente ist dann anlagenseitig zu berechnen.

Die hier angegebenen Spezifikationen der internen Kaltstelle und der Messbereiche gelten nur bei Einhaltung folgender Zeiten zur thermischen Stabilisierung bei konstanter Umgebungstemperatur:

- nach dem Einschalten: 60 min
- nach Änderung von Verdrahtung/Steckern: 15 min

#### Spezifikation der internen Kaltstellenmessung

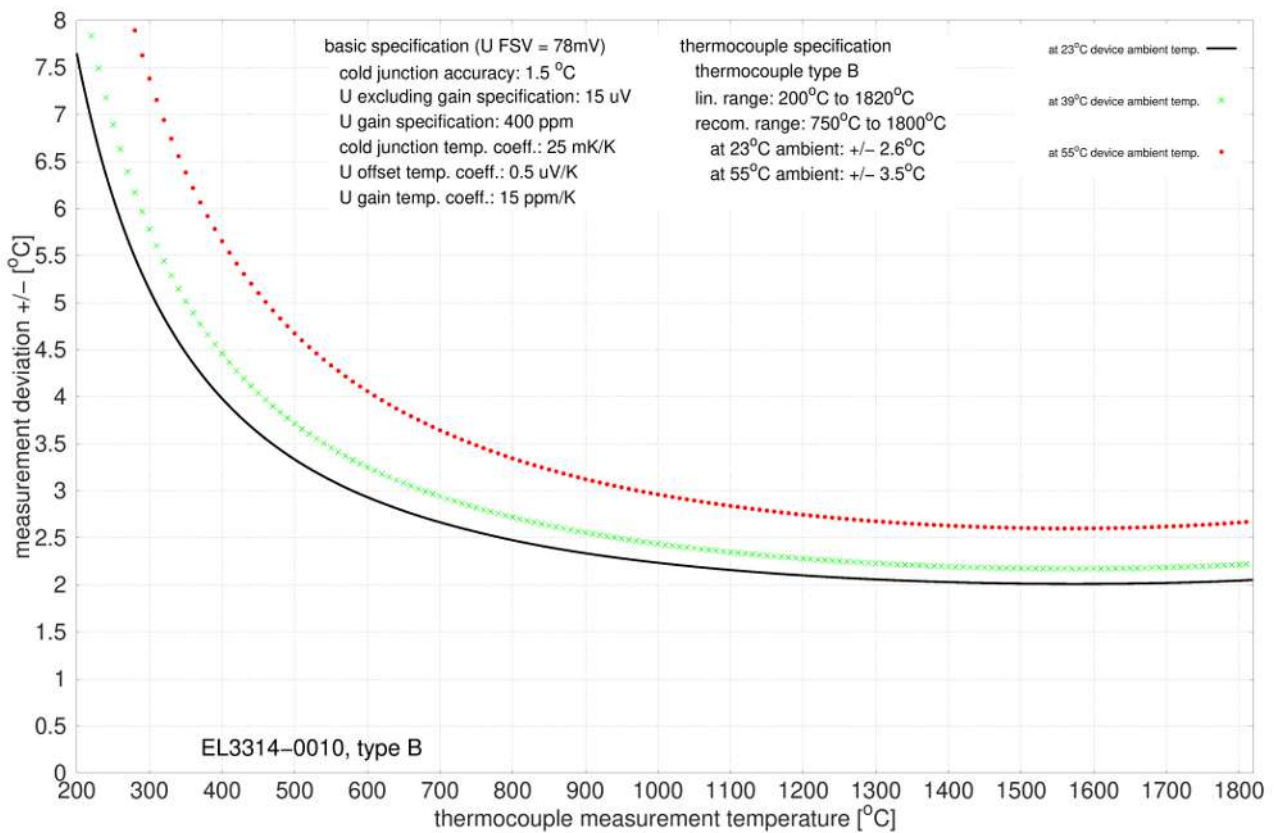
In der EL3314-0010, EL3314-0020 und EL3314-0030 verfügt jeder Kanal über einen eigenen Kaltstellensensor.

Messung Modus	Kaltstelle
Grundgenauigkeit: Messabweichung bei 23°C, mit Mittelwertbildung	< ±1,5 °C
Temperaturkoeffizient	Tk < 25 mK/K

**Spezifikation Thermoelement Typ B**

Temperaturmessung Thermoelement		Typ B
Verwendeter elektr. Messbereich		± 78 mV
Messbereich, technisch nutzbar		+200 °C ≈ 0,178 mV ... +1820 °C ≈ 13,820 mV
Messbereich, Endwert (MBE)		+1820 °C
Messbereich, empfohlen		+750°C ... +1800°C
PDO LSB		0,1/0,01/0,001°C/digit, je nach PDO Einstellung
Unsicherheit im empfohlenen Messbereich, mit Mittelwertbildung	@ 23 °C Umgebungstemperatur	± 2,6 K ≈ ± 0,14 % <sub>MBE</sub>
	@ 55 °C Umgebungstemperatur	± 3,5 K ≈ ± 0,19 % <sub>MBE</sub>
Temperaturkoeffizient (Änderung des Messwerts bei Änderung der Klemmenumgebungstemperatur)		<i>Da der Wert wie im u.a. Spezifikations-Plot zu sehen stark abhängig ist von der Sensortemperatur, ist er grundsätzlich aus dem Spezifikations-Plot abzuleiten. Zur besseren Näherung ist auch informativ die Messunsicherheit bei T<sub>amb</sub> = 39°C als Mitte zwischen 23°C und 55°C dargestellt, um den nichtlinearen Verlauf zu verdeutlichen.</i>

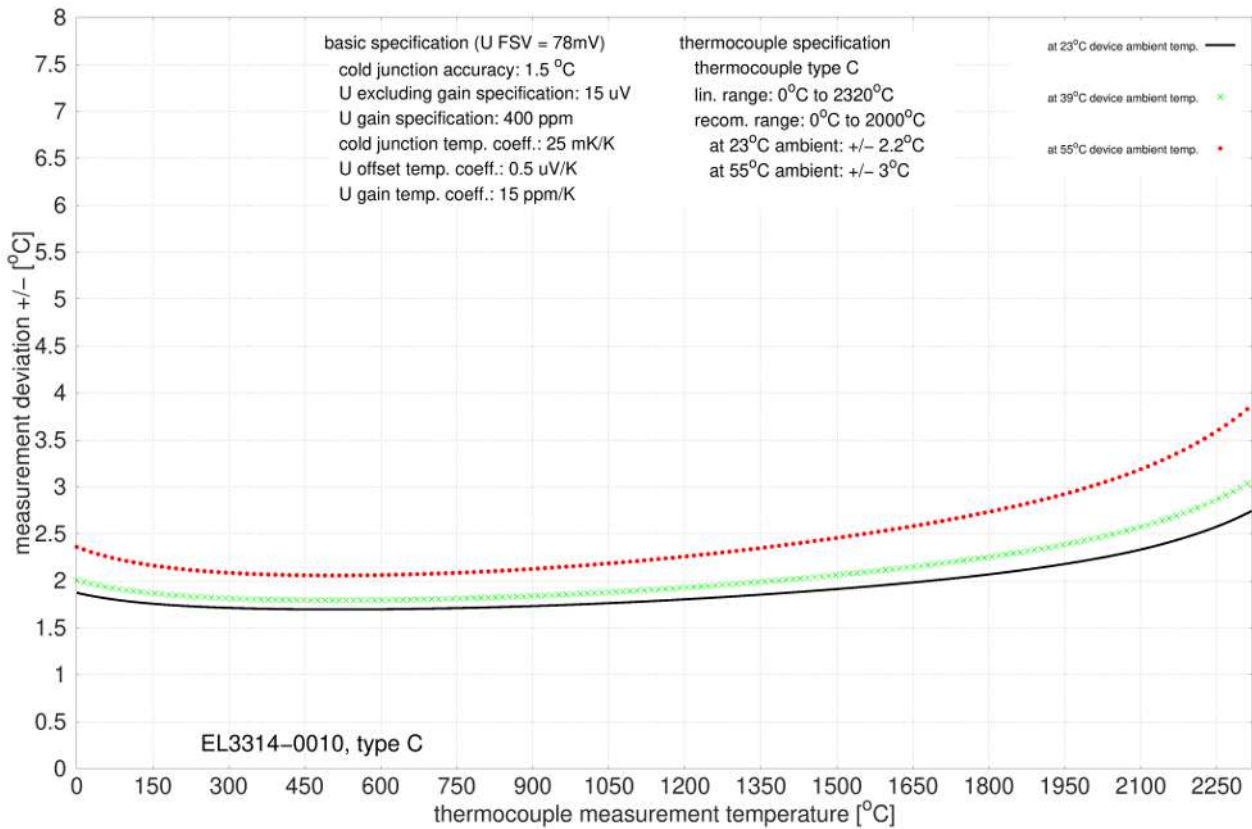
Messunsicherheit für Thermoelement Typ B:



**Spezifikation Thermoelement Typ C**

Temperaturmessung Thermoelement		Typ C
Verwendeter elektr. Messbereich		± 78 mV
Messbereich, technisch nutzbar		0 °C ≈ 0 mV ... +2320 °C ≈ 37,107 mV
Messbereich, Endwert (MBE)		+2320 °C
Messbereich, empfohlen		0°C ... +2000°C
PDO LSB		0,1/0,01/0,001°C/digit, je nach PDO Einstellung
Unsicherheit im empfohlenen Messbereich, mit Mittelwertbildung	@ 23 °C Umgebungstemperatur	± 2,2 K ≈ ± 0,10 % <sub>MBE</sub>
	@ 55 °C Umgebungstemperatur	± 3,0 K ≈ ± 0,13 % <sub>MBE</sub>
Temperaturkoeffizient (Änderung des Messwerts bei Änderung der Klemmenumgebungstemperatur)		<i>Da der Wert wie im u.a. Spezifikations-Plot zu sehen stark abhängig ist von der Sensortemperatur, ist er grundsätzlich aus dem Spezifikations-Plot abzuleiten. Zur besseren Näherung ist auch informativ die Messunsicherheit bei T<sub>amb</sub> = 39°C als Mitte zwischen 23°C und 55°C dargestellt, um den nichtlinearen Verlauf zu verdeutlichen.</i>

Messunsicherheit für Thermoelement Typ C:

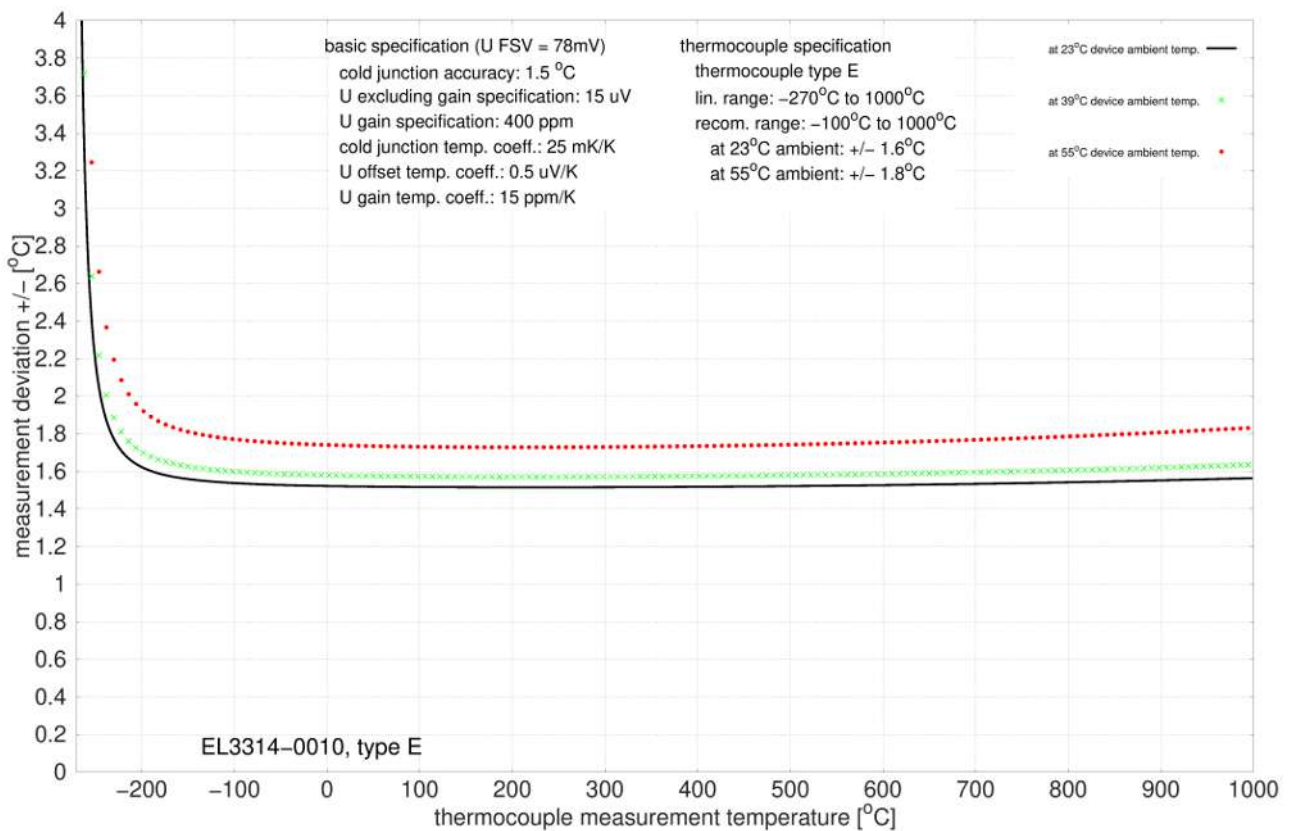




**Spezifikation Thermoelement Typ E**

Temperaturmessung Thermoelement		Typ E
Verwendeter elektr. Messbereich		± 78 mV
Messbereich, technisch nutzbar		-270 °C ≈ -9,835 mV ... +1000 °C ≈ 76,372 mV
Messbereich, Endwert (MBE)		+1000 °C
Messbereich, empfohlen		-100°C ... +1000°C
PDO LSB		0,1/0,01/0,001°C/digit, je nach PDO Einstellung
Unsicherheit im empfohlenen Messbereich, mit Mittelwertbildung	@ 23 °C Umgebungstemperatur	± 1,6 K ≈ ± 0,16 % <sub>MBE</sub>
	@ 55 °C Umgebungstemperatur	± 1,8 K ≈ ± 0,18 % <sub>MBE</sub>
Temperaturkoeffizient (Änderung des Messwerts bei Änderung der Klemmenumgebungstemperatur)		<i>Da der Wert wie im u.a. Spezifikations-Plot zu sehen stark abhängig ist von der Sensortemperatur, ist er grundsätzlich aus dem Spezifikations-Plot abzuleiten. Zur besseren Näherung ist auch informativ die Messunsicherheit bei T<sub>amb</sub> = 39°C als Mitte zwischen 23°C und 55°C dargestellt, um den nichtlinearen Verlauf zu verdeutlichen.</i>

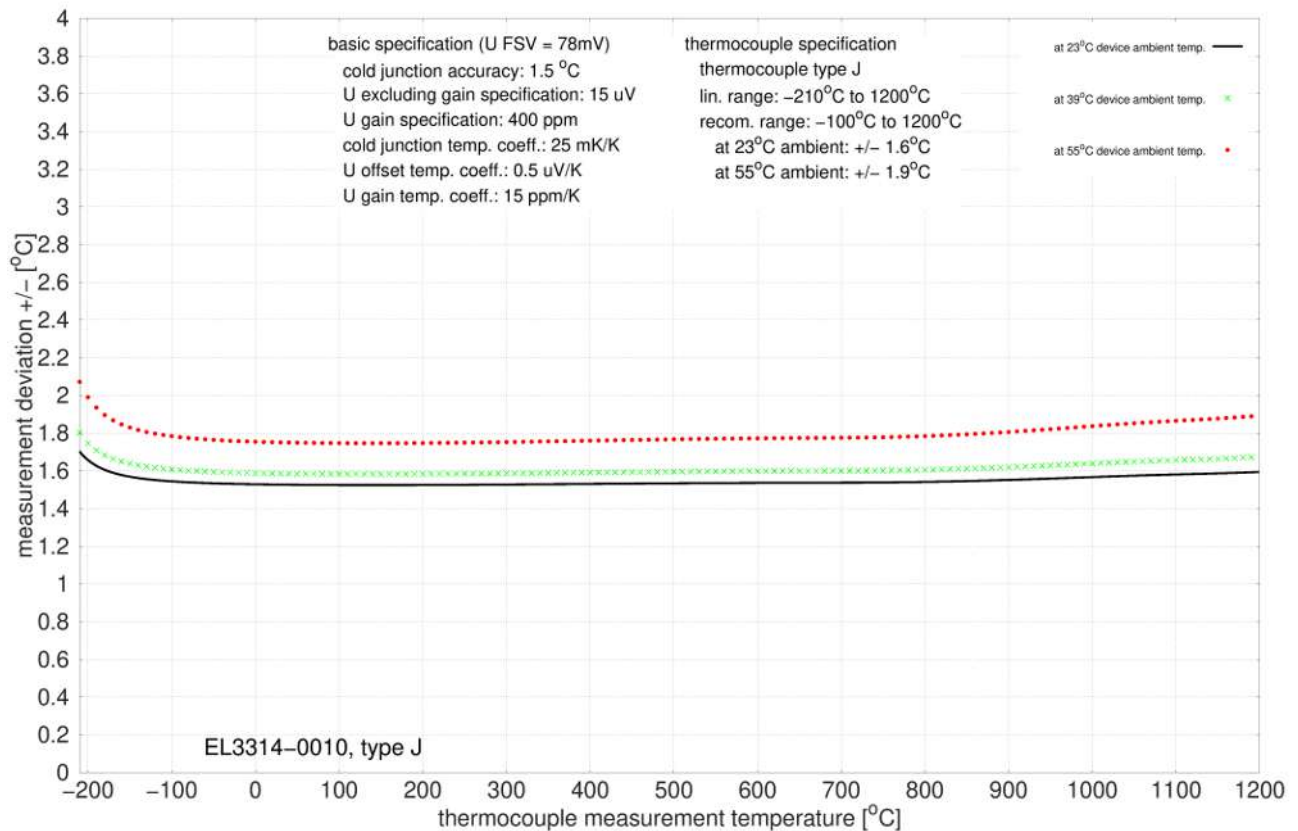
Messunsicherheit für Thermoelement Typ E:



**Spezifikation Thermoelement Typ J**

Temperaturmessung Thermoelement		Typ J
Verwendeter elektr. Messbereich		± 78 mV
Messbereich, technisch nutzbar		-210 °C ≈ -8,095 mV ... +1200 °C ≈ 69,553 mV
Messbereich, Endwert (MBE)		+1200 °C
Messbereich, empfohlen		-100°C ... +1200°C
PDO LSB		0,1/0,01/0,001°C/digit, je nach PDO Einstellung
Unsicherheit im empfohlenen Messbereich, mit Mittelwertbildung	@ 23 °C Umgebungstemperatur	± 1,6 K ≈ ± 0,13 % <sub>MBE</sub>
	@ 55 °C Umgebungstemperatur	± 1,9 K ≈ ± 0,16 % <sub>MBE</sub>
Temperaturkoeffizient (Änderung des Messwerts bei Änderung der Klemmenumgebungstemperatur)		<i>Da der Wert wie im u.a. Spezifikations-Plot zu sehen stark abhängig ist von der Sensortemperatur, ist er grundsätzlich aus dem Spezifikations-Plot abzuleiten. Zur besseren Näherung ist auch informativ die Messunsicherheit bei T<sub>amb</sub> = 39°C als Mitte zwischen 23°C und 55°C dargestellt, um den nichtlinearen Verlauf zu verdeutlichen.</i>

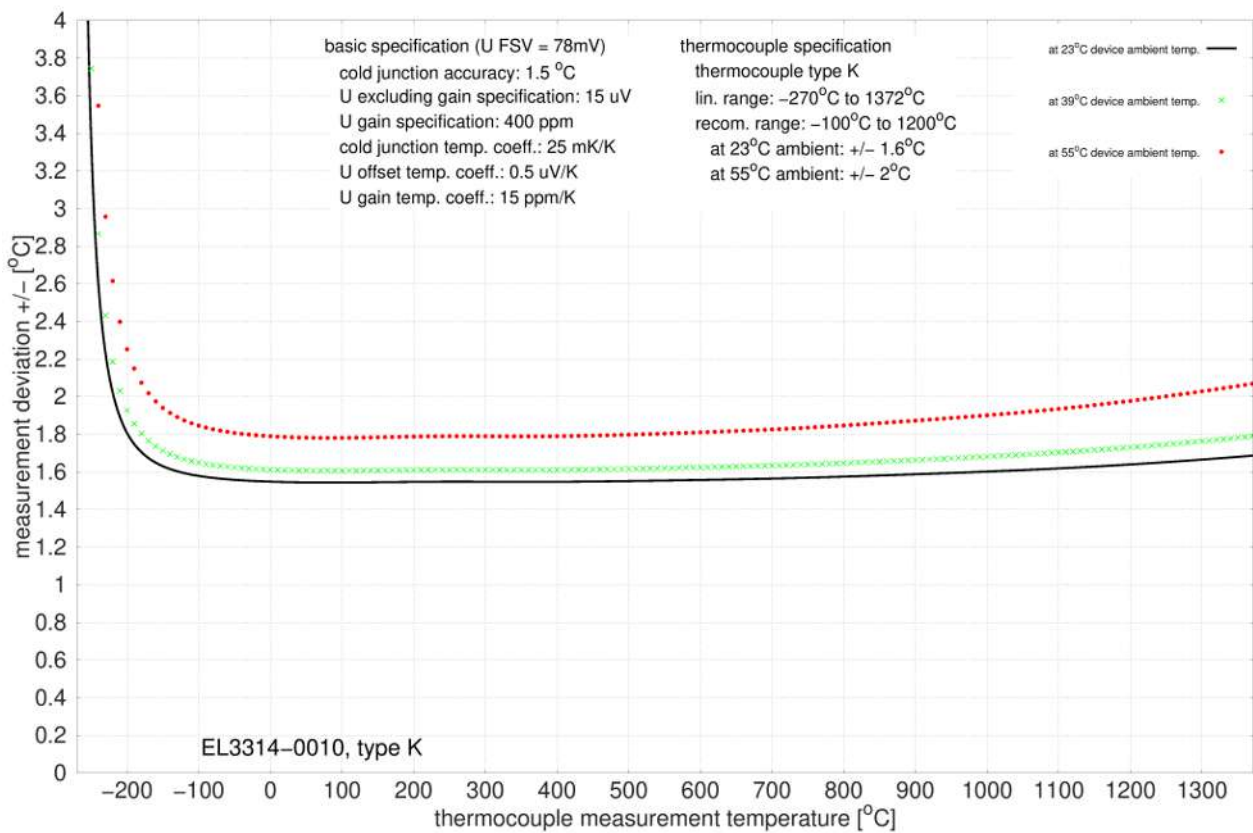
Messunsicherheit für Thermoelement Typ J:



**Spezifikation Thermoelement Typ K**

Temperaturmessung Thermoelement		Typ K
Verwendeter elektr. Messbereich		± 78 mV
Messbereich, technisch nutzbar		-270 °C ≈ -6,458 mV ... +1372 °C ≈ 54,886 mV
Messbereich, Endwert (MBE)		+1372 °C
Messbereich, empfohlen		-100°C ... +1200°C
PDO LSB		0,1/0,01/0,001°C/digit, je nach PDO Einstellung
Unsicherheit im empfohlenen Messbereich, mit Mittelwertbildung	@ 23 °C Umgebungstemperatur	± 1,6 K ≈ ± 0,12 % <sub>MBE</sub>
	@ 55 °C Umgebungstemperatur	± 2,0 K ≈ ± 0,15 % <sub>MBE</sub>
Temperaturkoeffizient (Änderung des Messwerts bei Änderung der Klemmenumgebungstemperatur)		<i>Da der Wert wie im u.a. Spezifikations-Plot zu sehen stark abhängig ist von der Sensortemperatur, ist er grundsätzlich aus dem Spezifikations-Plot abzuleiten. Zur besseren Näherung ist auch informativ die Messunsicherheit bei T<sub>amb</sub> = 39°C als Mitte zwischen 23°C und 55°C dargestellt, um den nichtlinearen Verlauf zu verdeutlichen.</i>

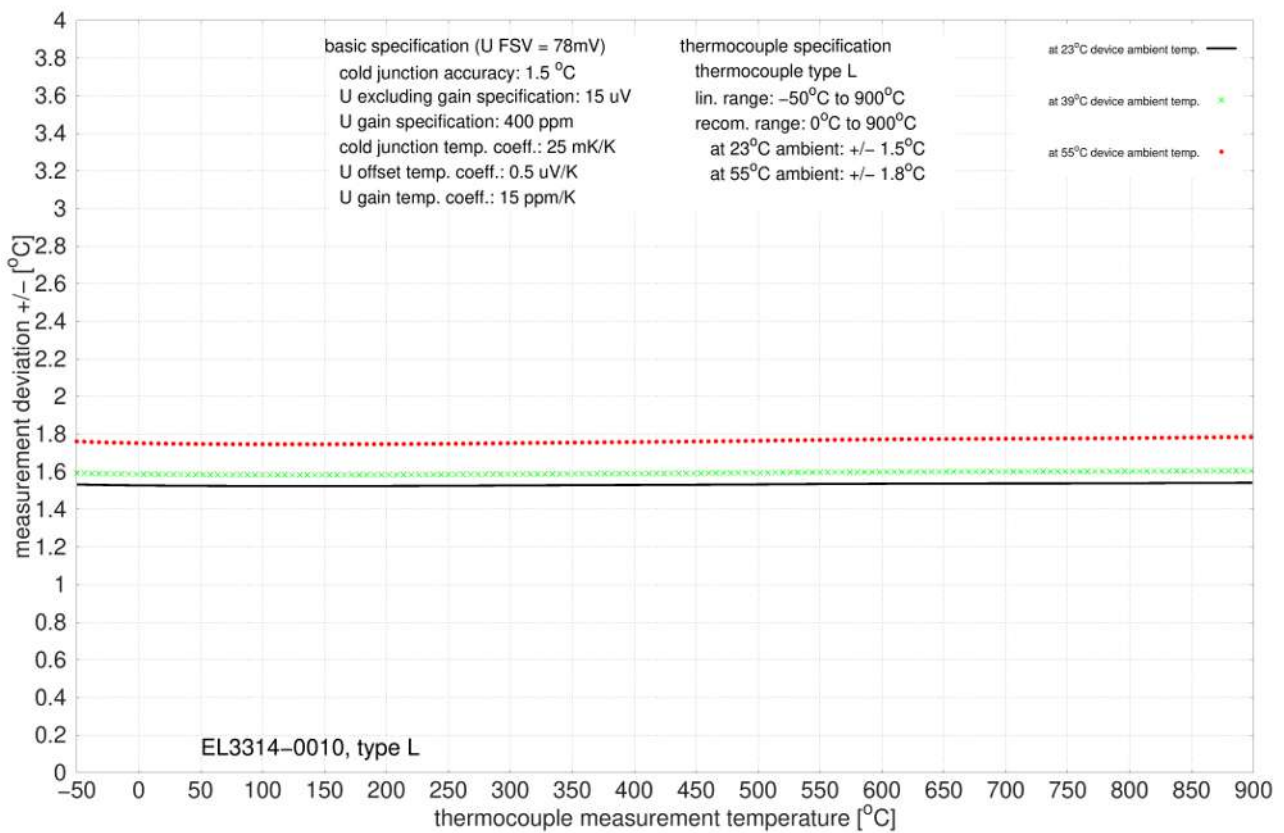
Messunsicherheit für Thermoelement Typ K:



**Spezifikation Thermoelement Typ L**

Temperaturmessung Thermoelement		Typ L
Verwendeter elektr. Messbereich		± 78 mV
Messbereich, technisch nutzbar		-50 °C ≈ -2,510 mV ... +900 °C ≈ 52,430 mV
Messbereich, Endwert (MBE)		+900 °C
Messbereich, empfohlen		0°C ... +900°C
PDO LSB		0,1/0,01/0,001°C/digit, je nach PDO Einstellung
Unsicherheit im empfohlenen Messbereich, mit Mittelwertbildung	@ 23 °C Umgebungstemperatur	± 1,5 K ≈ ± 0,17 % <sub>MBE</sub>
	@ 55 °C Umgebungstemperatur	± 1,8 K ≈ ± 0,20 % <sub>MBE</sub>
Temperaturkoeffizient (Änderung des Messwerts bei Änderung der Klemmenumgebungstemperatur)		<i>Da der Wert wie im u.a. Spezifikations-Plot zu sehen stark abhängig ist von der Sensortemperatur, ist er grundsätzlich aus dem Spezifikations-Plot abzuleiten. Zur besseren Näherung ist auch informativ die Messunsicherheit bei T<sub>amb</sub> = 39°C als Mitte zwischen 23°C und 55°C dargestellt, um den nichtlinearen Verlauf zu verdeutlichen.</i>

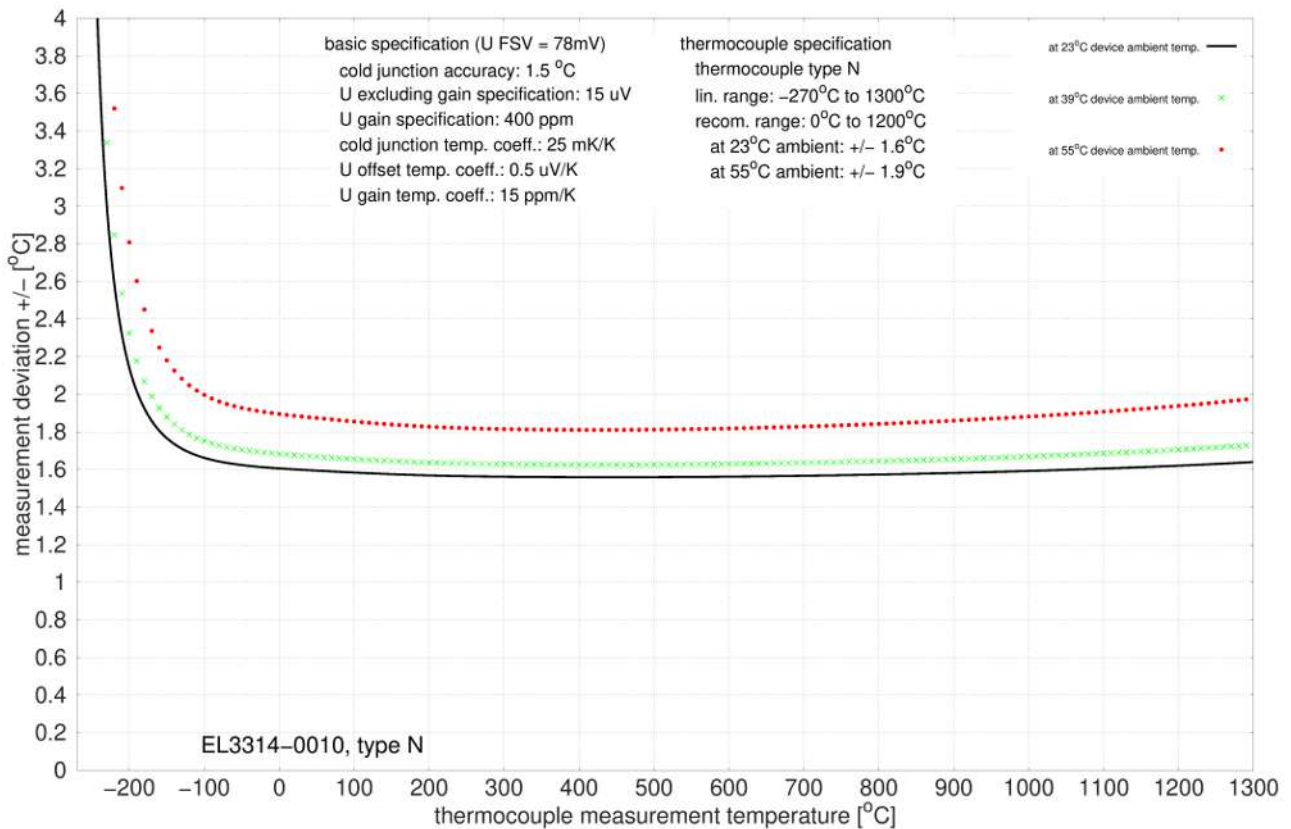
Messunsicherheit für Thermoelement Typ L:



**Spezifikation Thermoelement Typ N**

Temperaturmessung Thermoelement		Typ N
Verwendeter elektr. Messbereich		± 78 mV
Messbereich, technisch nutzbar		-270 °C ≈ -4,346 mV ... +1300 °C ≈ 47,513 mV
Messbereich, Endwert (MBE)		+1300 °C
Messbereich, empfohlen		0°C ... +1300°C
PDO LSB		0,1/0,01/0,001°C/digit, je nach PDO Einstellung
Unsicherheit im empfohlenen Messbereich, mit Mittelwertbildung	@ 23 °C Umgebungstemperatur	± 1,6 K ≈ ± 0,12 % <sub>MBE</sub>
	@ 55 °C Umgebungstemperatur	± 1,9 K ≈ ± 0,15 % <sub>MBE</sub>
Temperaturkoeffizient (Änderung des Messwerts bei Änderung der Klemmenumgebungstemperatur)		<i>Da der Wert wie im u.a. Spezifikations-Plot zu sehen stark abhängig ist von der Sensortemperatur, ist er grundsätzlich aus dem Spezifikations-Plot abzuleiten. Zur besseren Näherung ist auch informativ die Messunsicherheit bei T<sub>amb</sub> = 39°C als Mitte zwischen 23°C und 55°C dargestellt, um den nichtlinearen Verlauf zu verdeutlichen.</i>

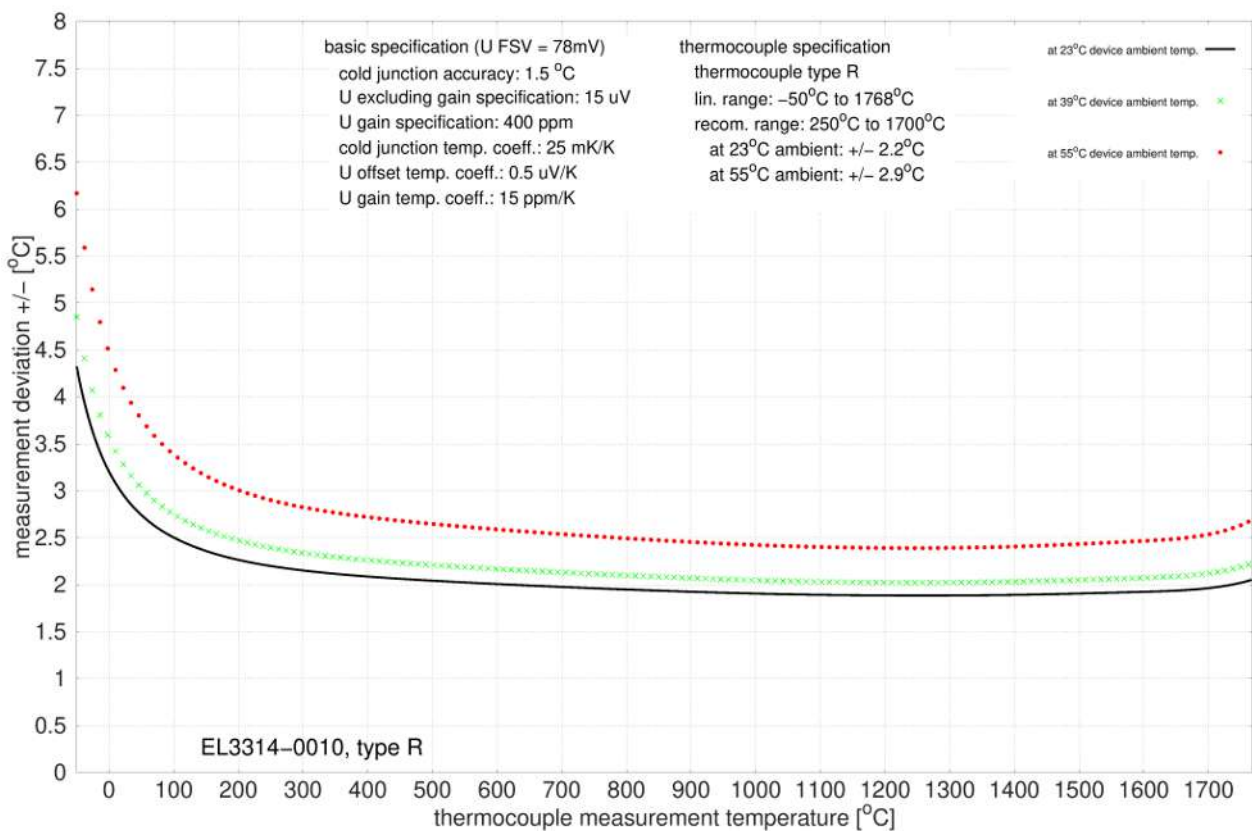
Messunsicherheit für Thermoelement Typ N:



**Spezifikation Thermoelement Typ R**

Temperaturmessung Thermoelement		Typ R
Verwendeter elektr. Messbereich		± 78 mV
Messbereich, technisch nutzbar		-50 °C ≈ -0,226 mV ... +1768 °C ≈ 21,101 mV
Messbereich, Endwert (MBE)		+1768 °C
Messbereich, empfohlen		+250°C ... +1700°C
PDO LSB		0,1/0,01/0,001°C/digit, je nach PDO Einstellung
Unsicherheit im empfohlenen Messbereich, mit Mittelwertbildung	@ 23 °C Umgebungstemperatur	± 2,2 K ≈ ± 0,13 % <sub>MBE</sub>
	@ 55 °C Umgebungstemperatur	± 2,9 K ≈ ± 0,17 % <sub>MBE</sub>
Temperaturkoeffizient (Änderung des Messwerts bei Änderung der Klemmenumgebungstemperatur)		<i>Da der Wert wie im u.a. Spezifikations-Plot zu sehen stark abhängig ist von der Sensortemperatur, ist er grundsätzlich aus dem Spezifikations-Plot abzuleiten. Zur besseren Näherung ist auch informativ die Messunsicherheit bei T<sub>amb</sub> = 39°C als Mitte zwischen 23°C und 55°C dargestellt, um den nichtlinearen Verlauf zu verdeutlichen.</i>

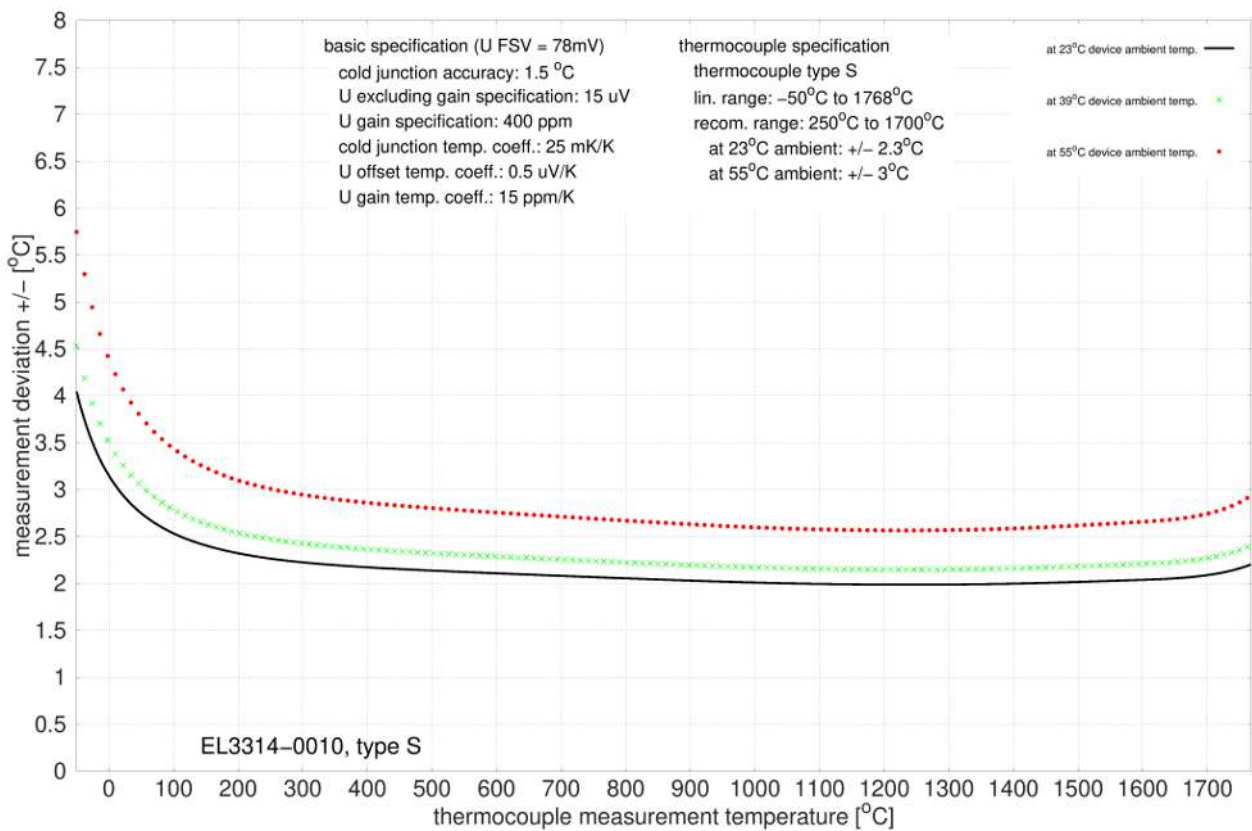
Messunsicherheit für Thermoelement Typ R:



**Spezifikation Thermoelement Typ S**

Temperaturmessung Thermoelement		Typ S
Verwendeter elektr. Messbereich		± 78 mV
Messbereich, technisch nutzbar		-50 °C ≈ -0,236 mV ... +1768 °C ≈ 18,693 mV
Messbereich, Endwert (MBE)		+1768 °C
Messbereich, empfohlen		+250°C ... +1700°C
PDO LSB		0,1/0,01/0,001°C/digit, je nach PDO Einstellung
Unsicherheit im empfohlenen Messbereich, mit Mittelwertbildung	@ 23 °C Umgebungstemperatur	± 2,3 K ≈ ± 0,13 % <sub>MBE</sub>
	@ 55 °C Umgebungstemperatur	± 3,0 K ≈ ± 0,17 % <sub>MBE</sub>
Temperaturkoeffizient (Änderung des Messwerts bei Änderung der Klemmenumgebungstemperatur)		<i>Da der Wert wie im u.a. Spezifikations-Plot zu sehen stark abhängig ist von der Sensortemperatur, ist er grundsätzlich aus dem Spezifikations-Plot abzuleiten. Zur besseren Näherung ist auch informativ die Messunsicherheit bei T<sub>amb</sub> = 39°C als Mitte zwischen 23°C und 55°C dargestellt, um den nichtlinearen Verlauf zu verdeutlichen.</i>

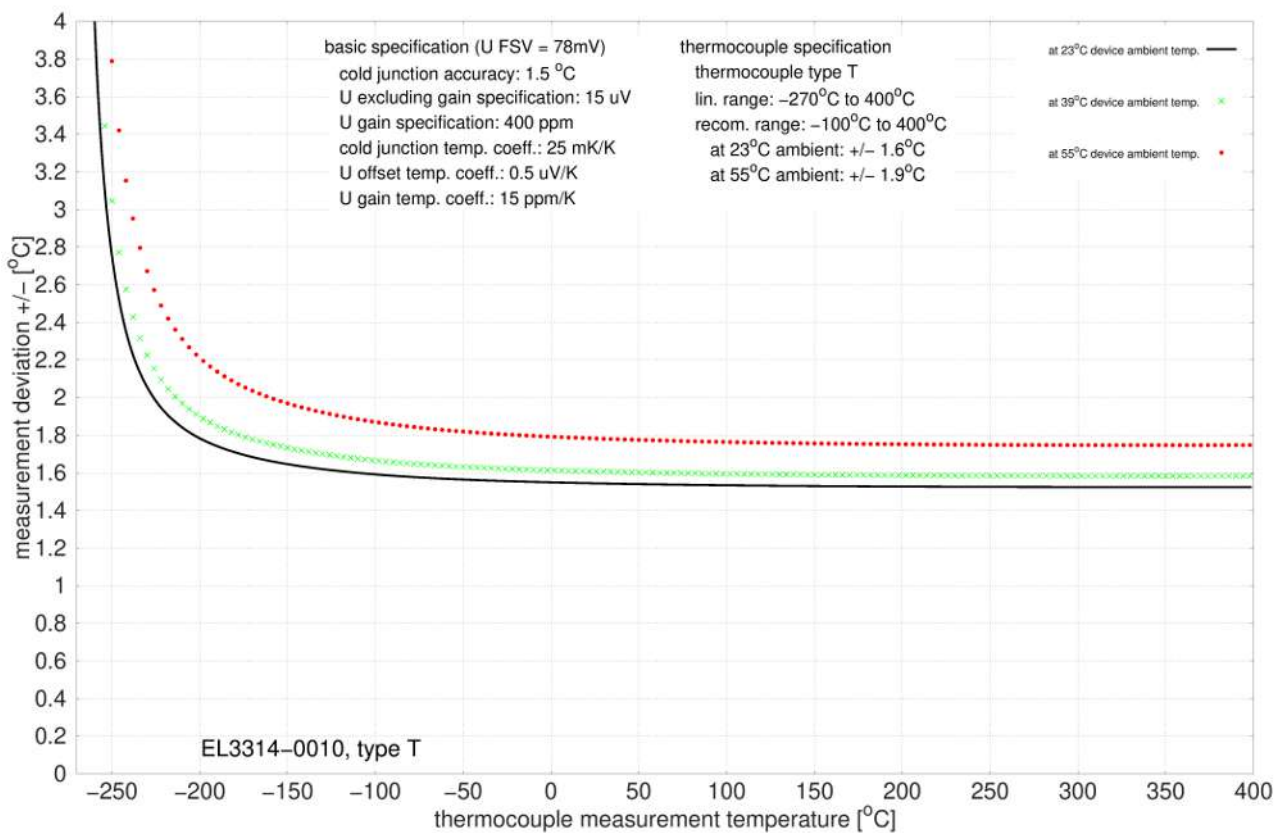
Messunsicherheit für Thermoelement Typ S:



**Spezifikation Thermoelement Typ T**

Temperaturmessung Thermoelement		Typ T
Verwendeter elektr. Messbereich		± 78 mV
Messbereich, technisch nutzbar		-270 °C ≈ -6,258 mV ... +400 °C ≈ 20,872 mV
Messbereich, Endwert (MBE)		+400 °C
Messbereich, empfohlen		-100°C ... +400°C
PDO LSB		0,1/0,01/0,001°C/digit, je nach PDO Einstellung
Unsicherheit im empfohlenen Messbereich, mit Mittelwertbildung	@ 23 °C Umgebungstemperatur	± 1,6 K ≈ ± 0,40 % <sub>MBE</sub>
	@ 55 °C Umgebungstemperatur	± 1,9 K ≈ ± 0,48 % <sub>MBE</sub>
Temperaturkoeffizient (Änderung des Messwerts bei Änderung der Klemmenumgebungstemperatur)		<i>Da der Wert wie im u.a. Spezifikations-Plot zu sehen stark abhängig ist von der Sensortemperatur, ist er grundsätzlich aus dem Spezifikations-Plot abzuleiten. Zur besseren Näherung ist auch informativ die Messunsicherheit bei T<sub>amb</sub> = 39°C als Mitte zwischen 23°C und 55°C dargestellt, um den nichtlinearen Verlauf zu verdeutlichen.</i>

Messunsicherheit für Thermoelement Typ T:

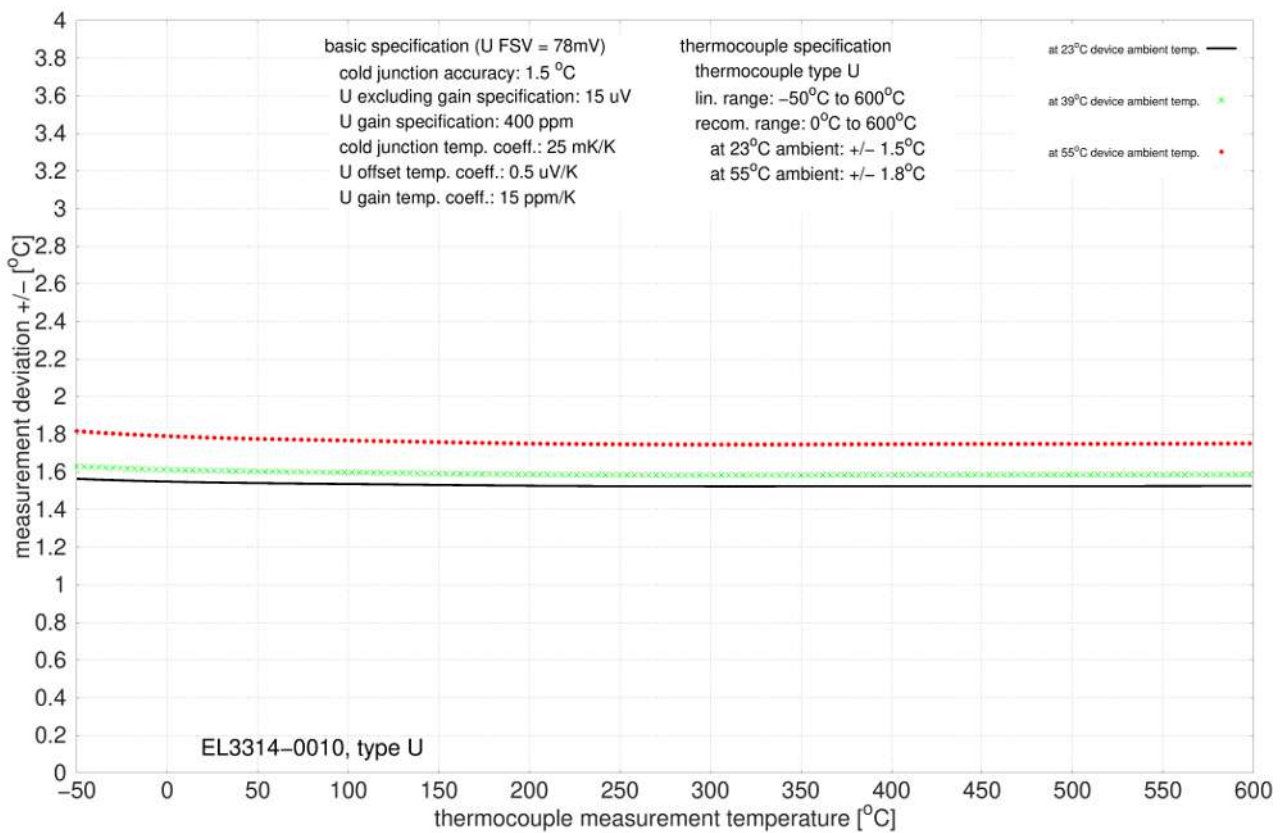




**Spezifikation Thermoelement Typ U**

Temperaturmessung Thermoelement		Typ U
Verwendeter elektr. Messbereich		± 78 mV
Messbereich, technisch nutzbar		-50 °C ≈ -1,850 mV ... +600 °C ≈ 33,600 mV
Messbereich, Endwert (MBE)		+600 °C
Messbereich, empfohlen		0°C ... +600°C
PDO LSB		0,1/0,01/0,001°C/digit, je nach PDO Einstellung
Unsicherheit im empfohlenen Messbereich, mit Mittelwertbildung	@ 23 °C Umgebungstemperatur	± 1,5 K ≈ ± 0,25 % <sub>MBE</sub>
	@ 55 °C Umgebungstemperatur	± 1,8 K ≈ ± 0,30 % <sub>MBE</sub>
Temperaturkoeffizient (Änderung des Messwerts bei Änderung der Klemmenumgebungstemperatur)		<i>Da der Wert wie im u.a. Spezifikations-Plot zu sehen stark abhängig ist von der Sensortemperatur, ist er grundsätzlich aus dem Spezifikations-Plot abzuleiten. Zur besseren Näherung ist auch informativ die Messunsicherheit bei T<sub>amb</sub> = 39°C als Mitte zwischen 23°C und 55°C dargestellt, um den nichtlinearen Verlauf zu verdeutlichen.</i>

Messunsicherheit für Thermoelement Typ U:



### 2.7.3 Anschlussbelegung

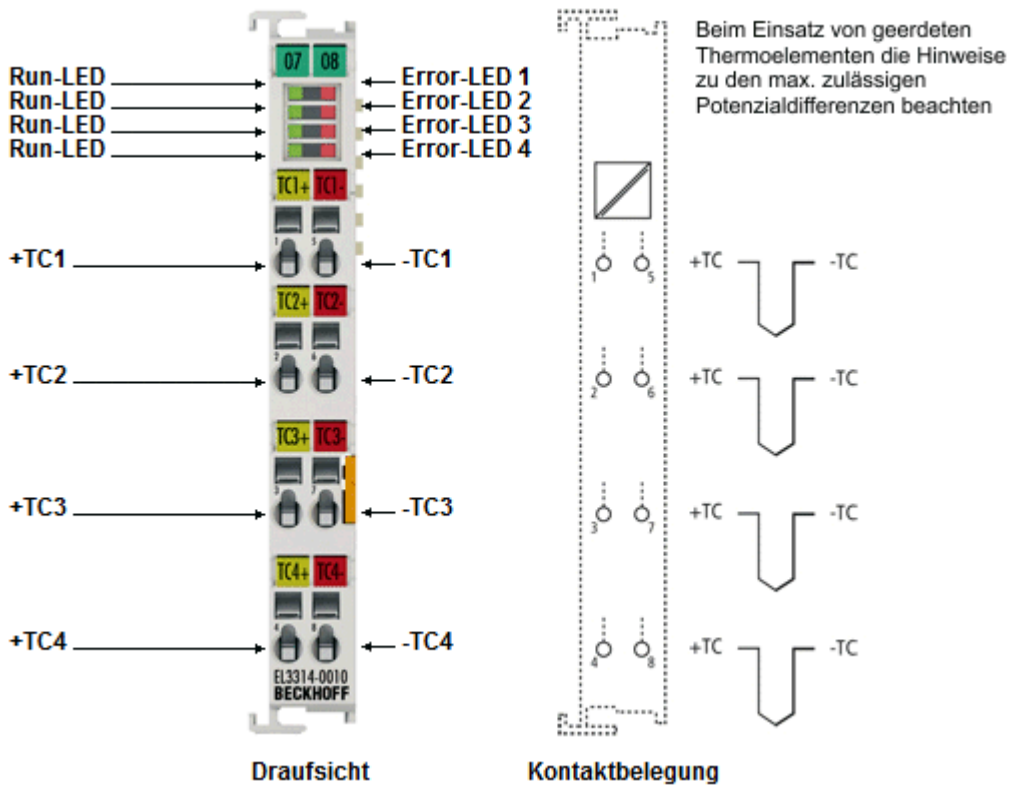


Abb. 17: EL3314-0030 (EL3314-0010)

#### EL3314-0030 - Anschlussbelegung

Klemmstelle	Nr.	Kommentar
+TC1	1	Eingang +TC1
+TC2	2	Eingang +TC2
+TC3	3	Eingang +TC3
+TC4	4	Eingang +TC4
-TC1	5	Eingang -TC1
-TC2	6	Eingang -TC2
-TC3	7	Eingang -TC3
-TC4	8	Eingang -TC4



#### Geerdete Thermoelemente

Bei geerdeten Thermoelementen beachten: Differenzeingänge max. ± 2 V gegen Masse!

## 2.7.4 Anzeige, Diagnose

### EL3314-0030 - LEDs

LED	Farbe	Bedeutung	
RUN	grün	Diese LED gibt den Betriebszustand der Klemme wieder:	
		aus	Zustand der EtherCAT State Machine: <b>INIT</b> = Initialisierung der Klemme
		gleichmäßig blinkend	Zustand der EtherCAT State Machine: <b>PREOP</b> = Funktion für Mailbox-Kommunikation und abweichende Standard-Einstellungen gesetzt
		langsam blinkend	Zustand der EtherCAT State Machine: <b>SAFEOP</b> = Überprüfung der Kanäle des Sync-Managers und der Distributed Clocks. Ausgänge bleiben im sicheren Zustand
		an	Zustand der EtherCAT State Machine: <b>OP</b> = normaler Betriebszustand; Mailbox- und Prozessdatenkommunikation ist möglich
		schnell blinkend	Zustand der EtherCAT State Machine: <b>BOOTSTRAP</b> = Funktion für Firmware-Updates der Klemme
ERROR1-4	rot	Es liegt ein Kurzschluss oder Drahtbruch vor. Der Spannungswert befindet sich im ungünstigen Bereich der Kennlinie.	

## 2.8 EL3314-0090

### 2.8.1 Einführung

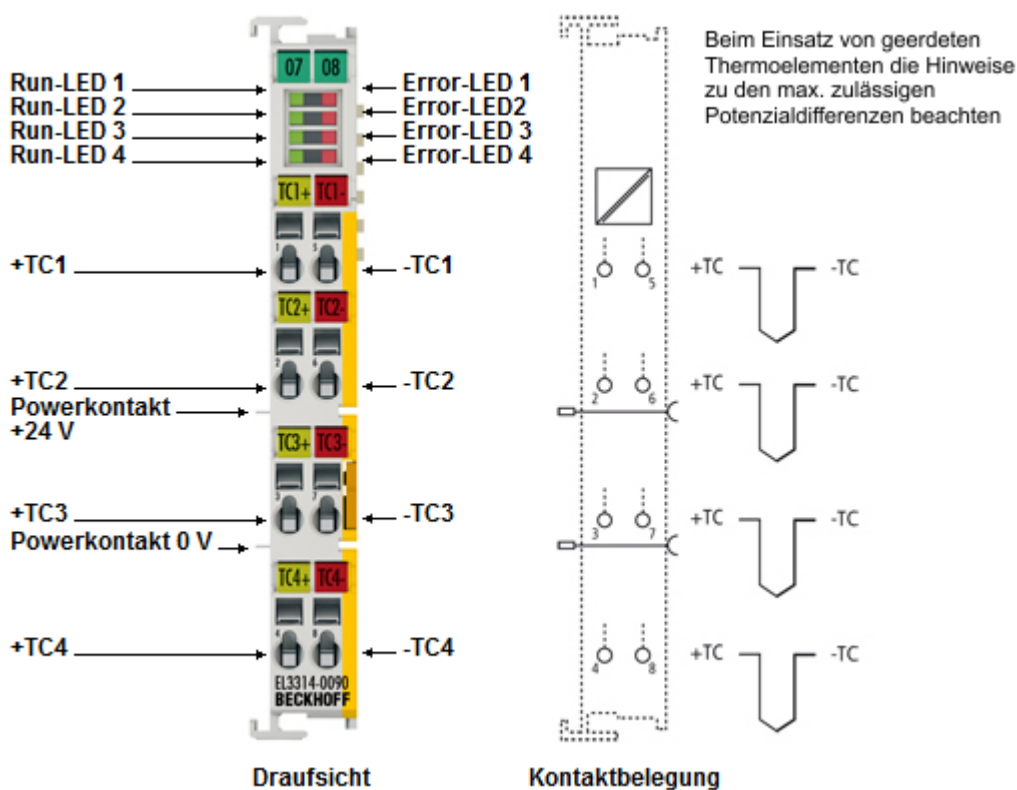


Abb. 18: EL3314-0090

#### 4-Kanal-Eingangsklemme, Thermoelement mit Drahtbruchererkennung, TwinSAFE Single Channel

Die analoge Eingangsklemme EL3314-0090 basiert auf der EL3314-0000, ist darüberhinaus aber mit der TwinSAFE SC Funktion ausgerüstet.

Die analoge Eingangsklemme EL3314-0090 erlaubt den direkten Anschluss von vier Thermoelementen. Die Schaltung der EtherCAT-Klemme kann Thermoelementsensoren in 2-Leitertechnik betreiben. Ein Mikroprozessor realisiert die Linearisierung über den gesamten Temperaturbereich, der frei wählbar ist. Die Kaltstellenkompensation erfolgt durch interne Temperaturmessung an den Klemmen. Mit der EL3314-0090 ist auch mV-Messung möglich.

Mit Hilfe der [TwinSAFE-SC-Technologie \[► 313\]](#) (TwinSAFE Single Channel) ist es möglich, in beliebigen Netzwerken bzw. Feldbussen Standardsignale für sicherheitstechnische Aufgaben nutzbar zu machen. Die Standard-Funktionalitäten und Features der I/Os bleiben dabei erhalten. Die Daten der TwinSAFE-SC-I/Os werden zu der TwinSAFE-Logic geleitet und dort sicherheitstechnisch mehrkanalig verarbeitet. In der Safety-Logic werden die aus verschiedenen Quellen stammenden Daten analysiert, plausibilisiert und einem „Voting“ unterzogen. Dieses erfolgt durch zertifizierte Funktionsbausteine wie z. B. Scale, Compare/Voting (1oo2, 2oo3, 3oo5), Limit usw. Dabei muss aus Sicherheitsgründen mindestens eine der Datenquellen eine TwinSAFE-SC-Komponente sein. Die weiteren Daten können aus anderen Standard-Busklemmen, Antriebsreglern oder Messumformern stammen.

Mithilfe der TwinSAFE-SC-Technologie ist ein Sicherheitsniveau entsprechend PL d/Kat. 3 gem. EN ISO 13849-1 bzw. SIL 2 gem. EN 62061 typischerweise erreichbar.

**Quick-Links**

- [EtherCAT Funktionsgrundlagen](#)
- [Technologie EL33xx \[▶ 188\]](#)
- [Prozessdaten und Betriebsmodi \[▶ 317\]](#)
- [CoE-Objektbeschreibung und Parametrierung \[▶ 373\]](#)

## 2.8.2 Technische Daten

### 2.8.2.1 Allgemeine technische Daten

Analoge Eingänge	EL3314-0090
Anzahl Eingänge	4
Thermoelement-Sensortypen, Messgrößen	Typ B, C, E, J, K, L, N, R, S, T, U (Voreinstellung: Typ K), mV-Messung
Anschlussstechnik	2-Leiter
Max. Leitungslänge zum Thermoelement	30 m (ohne Schutzmaßnahmen), bei größeren Kabellängen ist ein geeigneter Überspannungsschutz (Surge-Protection) vorzusehen
Auflösung	Intern 16 Bit
Wandlungszeit	ca. 2,5 s bis 20 ms, je nach Konfiguration und Filtereinstellung, Default: ca. 250 ms
Grenzfrequenz Eingangsfiler	1 kHz typ.
Drahtbruchererkennung	Ja (abschaltbar)
Unterstützt Funktion <code>NoCoeStorage</code> [► 218]	tbd
Besonderheiten	TwinSAFE SC

Spannungsmessung	EL3314-0090
Messbereich, technisch nutzbar	ca. $\pm 78$ mV
Messbereiche (nominell) und Auflösung	$\pm 30$ mV (1 $\mu$ V pro Digit, somit max. 32,768 mV darstellbar) $\pm 60$ mV (2 $\mu$ V pro Digit, somit max. 65,536 mV darstellbar) $\pm 75$ mV (4 $\mu$ V pro Digit, somit max. 131 mV darstellbar, techn. Nutzbaren Messbereich beachten) Die Messbereiche 30 und 60 mV sind in Software ausgeführt zur Erhöhung der Auflösung und nutzen immer denselben elektrischen Messbereich von $\pm 75$ mV.
Messunsicherheit	Siehe <a href="#">Messung <math>\pm 30</math> mV...<math>\pm 75</math> mV</a> [► 153]

Temperaturmessung	EL3314-0090
Verwendeter elektr. Messbereich	$\pm 75$ mV
Messbereiche	Typ B: +200...+1820 °C Typ C: 0...+2320 °C Typ E: -100...+1000 °C Typ J: -100...+1200 °C Typ K: -270...+1370 °C (Voreingestellt) Typ L: 0...+900 °C Typ N: -100...+1300 °C Typ R: -50...+1767 °C Typ S: -50...+1760 °C Typ T: -200...+400 °C Typ U: 0...+600 °C
Auflösung	Temperaturdarstellung 0,1/0,01 °C pro Digit, Voreinstellung 0,1 °C Hinweis: intern wird mit 16 Bit auf den Messbereichsendwert gerechnet, je nach eingestelltem Thermoelement kommt es also bei „Auflösung 0,01 °C“ zu Wertesprünge $>0,01$ °C; z.B. Typ K: ca. 0,04 °C
Messunsicherheit	Siehe <a href="#">Messung Thermoelemente</a> [► 154]

Versorgung und Potentiale		EL3314-0090
Spannungsversorgung für Elektronik		über den E-Bus
Stromaufnahme aus dem E-Bus		typ. 200 mA
Differenzspannung zwischen +TC und -TC	Empfohlener Einsatzbereich	jew. Messbereich
	Zerstörgrenze kurzzeitig/dauerhaft	±15 V
Max. Potential der verdrehten TC-Enden untereinander (nicht isolierte/geerdete TC)	Empfohlener Einsatzbereich	±2 V
	Zerstörgrenze kurzzeitig/dauerhaft	±15 V
Max. Potential $U_{CM}$ (CommonMode-Spannung) der verdrehten TC gegen GND	Empfohlener Einsatzbereich	Nicht anwendbar, da GND nicht zugänglich
	Zerstörgrenze kurzzeitig/dauerhaft	
Max. Potenzial verdrehte TC oder GND gegen SGND oder 0V-Power	Empfohlener Einsatzbereich	±30 V
	Zerstörgrenze kurzzeitig/dauerhaft	±50 V
Potentialtrennung: Max Potenzial verdrehte TC oder GND gegen Busseite	Empfohlener Einsatzbereich und Zerstörgrenze kurzzeitig/dauerhaft	500 V

Kommunikation		EL3314-0090
Konfiguration		über TwinCAT System Manager
Breite im Prozessabbild		max. 16 Byte Input, max.8 Byte Output
Distributed Clocks		-

Umgebungsbedingungen		EL3314-0090
zulässiger Umgebungstemperatur-bereich im Betrieb		-25°C ... +60°C (erweiterter Temperaturbereich), ab Firmware 06
zulässiger Umgebungstemperatur-bereich bei Lagerung		-40°C ... +85°C
zulässige relative Luftfeuchtigkeit		95%, keine Betauung

Allgemeine Daten		EL3314-0090
Abmessungen (B x H x T)		ca. 15 mm x 100 mm x 70 mm (Breite angereicht: 12 mm)
Gewicht		ca. 60 g
<a href="#">Montage</a> [► 223]		auf 35 mm Tragschiene nach EN 60715
Einbaulage		beliebig
MTBF (55 °C)		> 1.010.000 h

Normen und Zulassungen		EL3314-0090
Schutzart		IP20
Vibrations- / Schockfestigkeit		gemäß EN 60068-2-6 / EN 60068-2-27, siehe auch <a href="#">Montagevorschriften für Klemmen mit erhöhter mechanischer Belastbarkeit</a> [► 227]
EMV-Festigkeit / Aussendung		gemäß EN 61000-6-2 / EN 61000-6-4
Kennzeichnung / Zulassung		CE, UKCA, EAC <a href="#">ATEX</a> [► 205] <a href="#">cULus</a> [► 203]

**Ex-Kennzeichnung**

Standard	Kennzeichnung
ATEX	II 3 G Ex nA IIC T4 Gc

<b>Erweiterte Eigenschaften</b>	<b>EL3314-0090</b>
Steckbare Anschlussebene	-
Galvanische Trennung	-
TwinSAFE SC	ja
Kalibrierzertifikat	-



## 2.8.2.2 Messung $\pm 30$ mV... $\pm 75$ mV

### Spezifikation $\pm 30$ mV

Hinweis: dieser Messbereich ist kein eigener elektrischer Messbereich sondern ein digitaler Ausschnitt des 75mV-Messbereichs

Messung Modus		$\pm 30$ mV
Messbereich, nominell		-30...+30 mV
Messbereich, Endwert (MBE)		30 mV
PDO Auflösung		1 $\mu$ V / digit
Grundgenauigkeit: Messabweichung, mit Mittelwertbildung	@ 23 °C Umgebungstemperatur <sup>1</sup>	< $\pm 0,24\%_{\text{MBE}}$ typ. $\approx < \pm 0,070$ mV
	@ 55 °C Umgebungstemperatur	< $\pm 0,26\%_{\text{MBE}}$ typ. $\approx < \pm 0,077$ mV
Offset/Nullpunkt-Abweichung (bei 23°C) <sup>2</sup>	F <sub>Offset</sub>	< $\pm 60$ $\mu$ V
Gain/Scale/Verstärkungs-Abweichung (bei 23°C) <sup>2</sup>	F <sub>Gain</sub>	< 1200 ppm
Temperaturkoeffizient	Tk <sub>Gain</sub>	< 1 $\mu$ V/K
	Tk <sub>Offset</sub>	< 30 ppm/K

### Spezifikation $\pm 60$ mV

Hinweis: dieser Messbereich ist kein eigener elektrischer Messbereich sondern ein digitaler Ausschnitt des 75mV-Messbereichs

Messung Modus		$\pm 60$ mV
Messbereich, nominell		-60...+60 mV
Messbereich, Endwert (MBE)		60 mV
PDO Auflösung		2 $\mu$ V / digit
Grundgenauigkeit: Messabweichung, mit Mittelwertbildung	@ 23 °C Umgebungstemperatur <sup>1</sup>	< $\pm 0,16\%_{\text{MBE}}$ typ. $\approx < \pm 0,094$ mV
	@ 55 °C Umgebungstemperatur	< $\pm 0,17\%_{\text{MBE}}$ typ. $\approx < \pm 0,10$ mV
Offset/Nullpunkt-Abweichung (bei 23°C) <sup>2</sup>	F <sub>Offset</sub>	< $\pm 60$ $\mu$ V
Gain/Scale/Verstärkungs-Abweichung (bei 23°C) <sup>2</sup>	F <sub>Gain</sub>	< 1200 ppm
Temperaturkoeffizient	Tk <sub>Gain</sub>	< 1 $\mu$ V/K
	Tk <sub>Offset</sub>	< 30 ppm/K

### Spezifikation $\pm 75$ mV

Messung Modus		$\pm 75$ mV
Messbereich, nominell		-75...+75 mV
Messbereich, Endwert (MBE)		75 mV
PDO Auflösung		4 $\mu$ V / digit
Grundgenauigkeit: Messabweichung, mit Mittelwertbildung	@ 23 °C Umgebungstemperatur <sup>1</sup>	< $\pm 0,14\%_{\text{MBE}}$ typ. $\approx < \pm 0,11$ mV
	@ 55 °C Umgebungstemperatur	< $\pm 0,15\%_{\text{MBE}}$ typ. $\approx < \pm 0,12$ mV
Offset/Nullpunkt-Abweichung (bei 23°C) <sup>2</sup>	F <sub>Offset</sub>	< $\pm 60$ $\mu$ V
Gain/Scale/Verstärkungs-Abweichung (bei 23°C) <sup>2</sup>	F <sub>Gain</sub>	< 1200 ppm
Temperaturkoeffizient	Tk <sub>Gain</sub>	< 1 $\mu$ V/K
	Tk <sub>Offset</sub>	< 30 ppm/K

<sup>1</sup> Dieser Spezifikationswert beinhaltet den Temperaturkoeffizienten für Gain (Tk<sub>Gain</sub>) und Offset (Tk<sub>Offset</sub>)

<sup>2</sup> Diese Angaben sind bereits in der Grundgenauigkeit eingerechnet. Sie sind an dieser Stelle für eine detaillierte, individuelle Unsicherheitsbetrachtung aufgeführt.

### 2.8.2.3 Messung Thermoelemente

Im Messbereich eines vorgegebenen Thermoelementtyps wird eine gemessene Spannung intern nach eingestellter Transformation in eine Temperatur umgerechnet. Da der Kanal intern eine Spannung misst, ist der entsprechende Messfehler im Spannungsmessbereich zugrunde zu legen.

Die nachfolgenden Tabellen mit der Spezifikation der Thermoelementmessung gelten nur bei der Verwendung der internen Kaltstelle.

Die EL331x-00xx kann auch bei Bedarf mit externer Kaltstelle verwendet werden. Die Unsicherheiten müssen dann für die externe Kaltstelle anwendungsseitig ermittelt werden. Der Temperaturwert der externen Kaltstelle muss der EL331x-00xx dann über die Prozessdaten zur eigenen Verrechnung mitgeteilt werden. Die Auswirkung auf die Messung der Thermoelemente ist dann anlagenseitig zu berechnen.

Die hier angegebenen Spezifikationen der internen Kaltstelle und der Messbereiche gelten nur bei Einhaltung folgender Zeiten zur thermischen Stabilisierung bei konstanter Umgebungstemperatur:

- nach dem Einschalten: 60 min
- nach Änderung von Verdrahtung/Steckern: 15 min

#### Spezifikation der internen Kaltstellenmessung

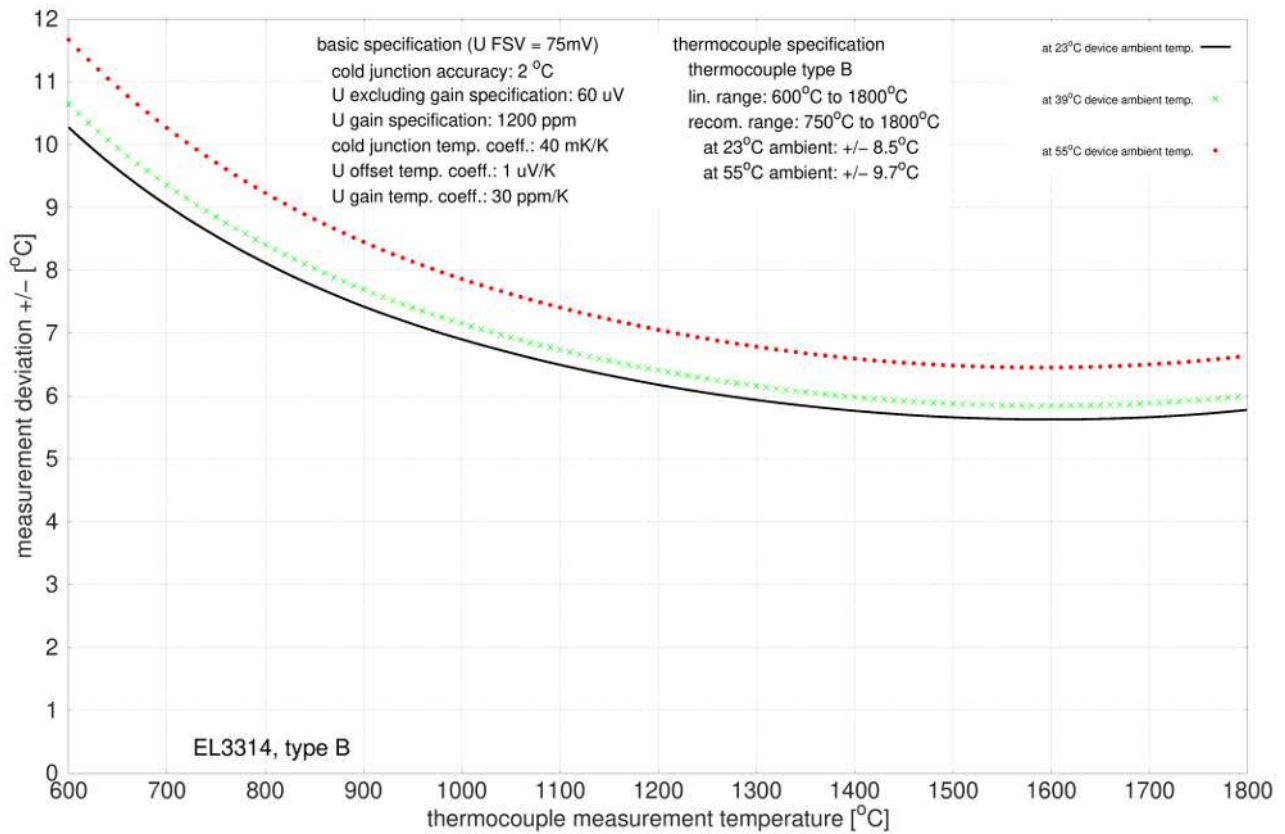
In der EL3314 und EL3314-0090 verfügt jeder Kanal über einen eigenen Kaltstellensensor.

Messung Modus		Kaltstelle
Grundgenauigkeit: Messabweichung bei 23°C, mit Mittelwertbildung		< ±2,0 °C
Temperaturkoeffizient	Tk	< 40 mK/K

**Spezifikation Thermoelement Typ B**

Temperaturmessung Thermoelement		Typ B
Verwendeter elektr. Messbereich		± 75 mV
Messbereich, technisch nutzbar		+600 °C ≈ 1,792 mV ... +1800 °C ≈ 13,591 mV
Messbereich, Endwert (MBE)		+1800 °C
Messbereich, empfohlen		+750°C ... +1800°C
PDO LSB		0,1/0,01 °C/digit, je nach PDO Einstellung  Hinweis: intern wird mit 16 Bit auf den Messbereichsendwert gerechnet, je nach eingestelltem Thermoelement kommt es also bei „Auflösung 0,01°C“ zu Wertsprünge >0,01°C; Typ B: ca. 0,05°C
Unsicherheit im empfohlenen Messbereich, mit Mittelwertbildung	@ 23°C Umgebungstemperatur	± 8,5 K ≈ ± 0,47 % <sub>MBE</sub>
	@ 55°C Umgebungstemperatur	± 9,7 K ≈ ± 0,54 % <sub>MBE</sub>
Temperaturkoeffizient (Änderung des Messwerts bei Änderung der Klemmenumgebungstemperatur)		<i>Da der Wert wie im u.a. Spezifikations-Plot zu sehen stark abhängig ist von der Sensortemperatur, ist er grundsätzlich aus dem Spezifikations-Plot abzuleiten. Zur besseren Näherung ist auch informativ die Messunsicherheit bei T<sub>amb</sub> = 39°C als Mitte zwischen 23°C und 55°C dargestellt, um den nichtlinearen Verlauf zu verdeutlichen.</i>

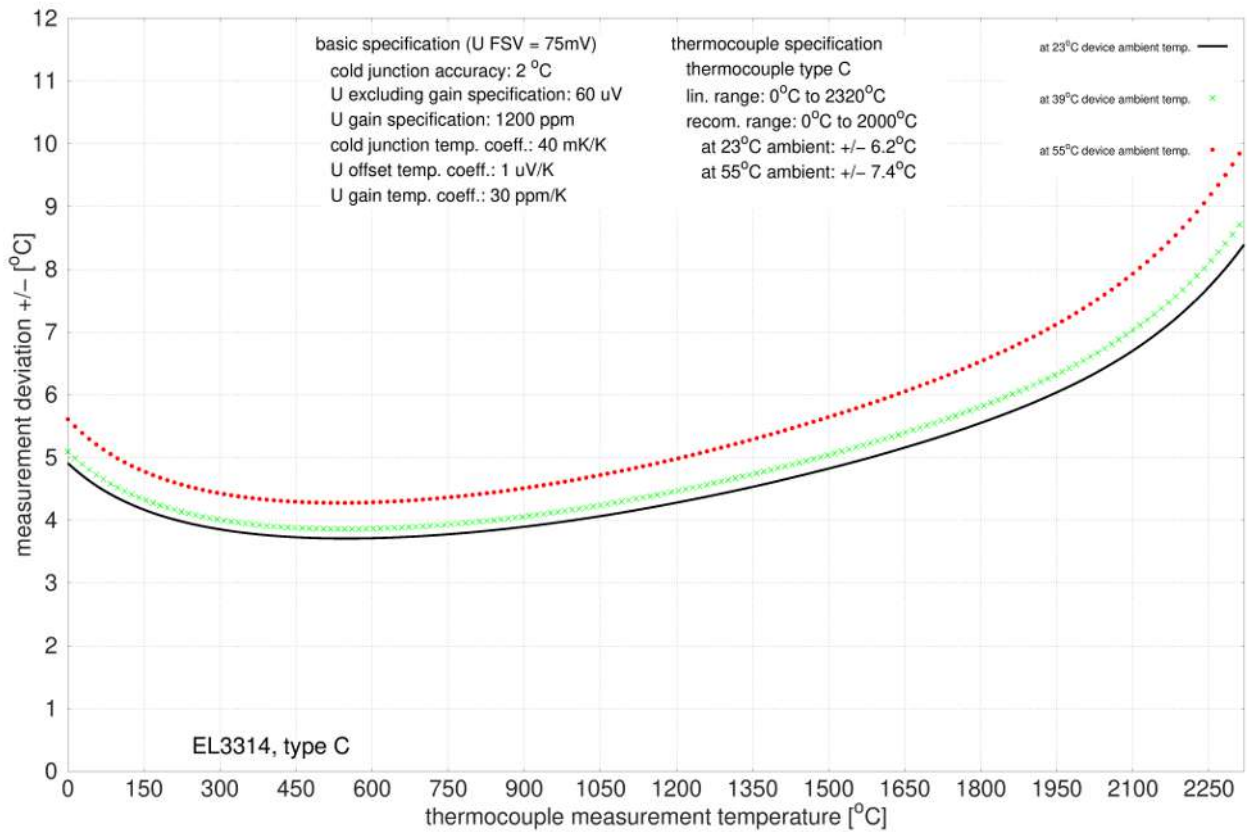
Messunsicherheit für Thermoelement Typ B:



**Spezifikation Thermoelement Typ C**

Temperaturmessung Thermoelement		Typ C
Verwendeter elektr. Messbereich		± 75 mV
Messbereich, technisch nutzbar		0 °C ≈ 0 mV ... +2320 °C ≈ 37,107 mV
Messbereich, Endwert (MBE)		+2320 °C
Messbereich, empfohlen		0°C ... +2000°C
PDO LSB		0,1/0,01 °C/digit, je nach PDO Einstellung  Hinweis: intern wird mit 16 Bit auf den Messbereichsendwert gerechnet, je nach eingestelltem Thermoelement kommt es also bei „Auflösung 0,01°C“ zu Wertsprünge >0,01°C; Typ C: ca. 0,07°C
Unsicherheit im empfohlenen Messbereich, mit Mittelwertbildung	@ 23°C Umgebungstemperatur	± 6,2 K ≈ ± 0,27 % <sub>MBE</sub>
	@ 55°C Umgebungstemperatur	± 7,4 K ≈ ± 0,32 % <sub>MBE</sub>
Temperaturkoeffizient (Änderung des Messwerts bei Änderung der Klemmenumgebungstemperatur)		<i>Da der Wert wie im u.a. Spezifikations-Plot zu sehen stark abhängig ist von der Sensortemperatur, ist er grundsätzlich aus dem Spezifikations-Plot abzuleiten. Zur besseren Näherung ist auch informativ die Messunsicherheit bei T<sub>amb</sub> = 39°C als Mitte zwischen 23°C und 55°C dargestellt, um den nichtlinearen Verlauf zu verdeutlichen.</i>

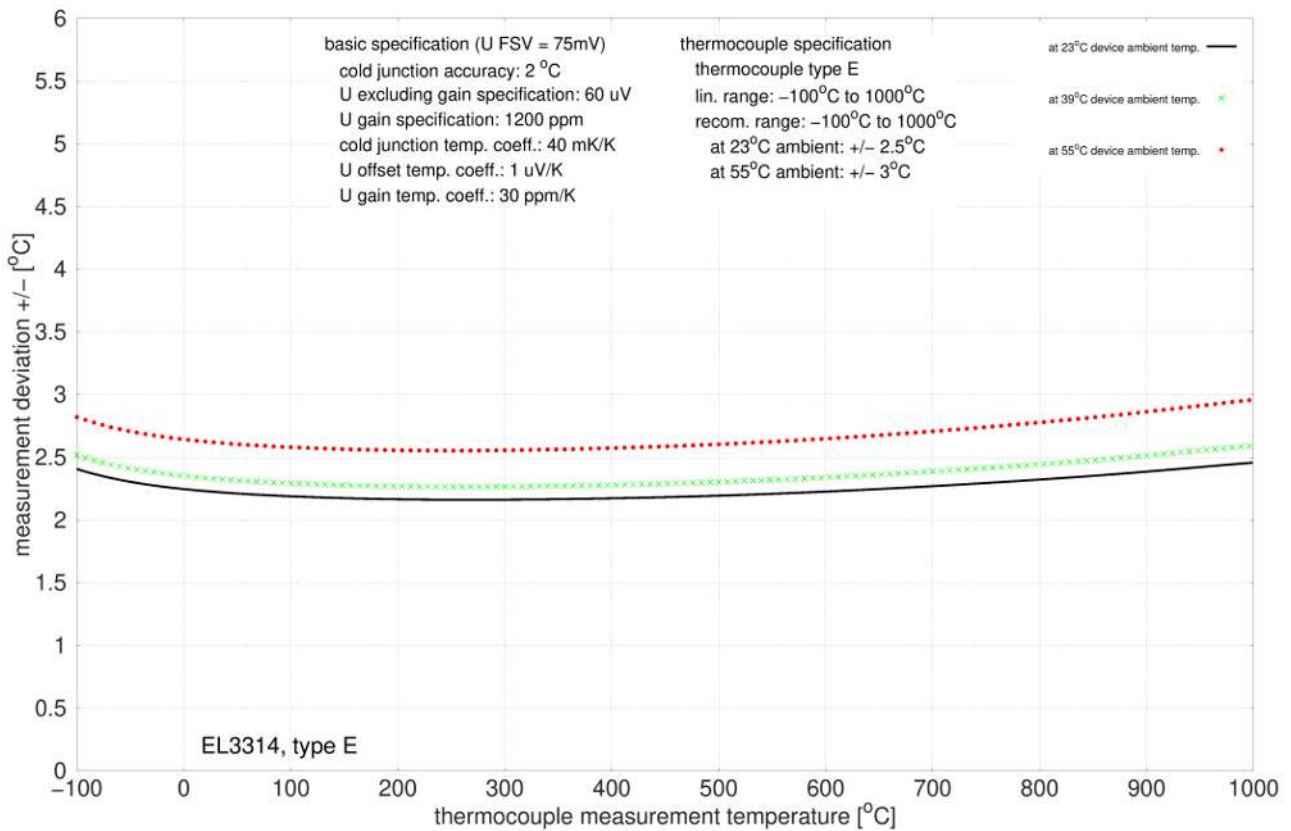
Messunsicherheit für Thermoelement Typ C:



**Spezifikation Thermoelement Typ E**

Temperaturmessung Thermoelement		Typ E
Verwendeter elektr. Messbereich		± 75 mV
Messbereich, technisch nutzbar		-100 °C ≈ -5,237 mV ... +1000 °C ≈ 76,372 mV
Messbereich, Endwert (MBE)		+1000 °C
Messbereich, empfohlen		-100°C ... +1000°C
PDO LSB		0,1/0,01 °C/digit, je nach PDO Einstellung  Hinweis: intern wird mit 16 Bit auf den Messbereichsendwert gerechnet, je nach eingestelltem Thermoelement kommt es also bei „Auflösung 0,01°C“ zu Wertsprünge >0,01°C; Typ E: ca. 0,03°C
Unsicherheit im empfohlenen Messbereich, mit Mittelwertbildung	@ 23°C Umgebungstemperatur	± 2,5 K ≈ ± 0,25 % <sub>MBE</sub>
	@ 55°C Umgebungstemperatur	± 3,0 K ≈ ± 0,30 % <sub>MBE</sub>
Temperaturkoeffizient (Änderung des Messwerts bei Änderung der Klemmenumgebungstemperatur)		<i>Da der Wert wie im u.a. Spezifikations-Plot zu sehen stark abhängig ist von der Sensortemperatur, ist er grundsätzlich aus dem Spezifikations-Plot abzuleiten. Zur besseren Näherung ist auch informativ die Messunsicherheit bei T<sub>amb</sub> = 39°C als Mitte zwischen 23°C und 55°C dargestellt, um den nichtlinearen Verlauf zu verdeutlichen.</i>

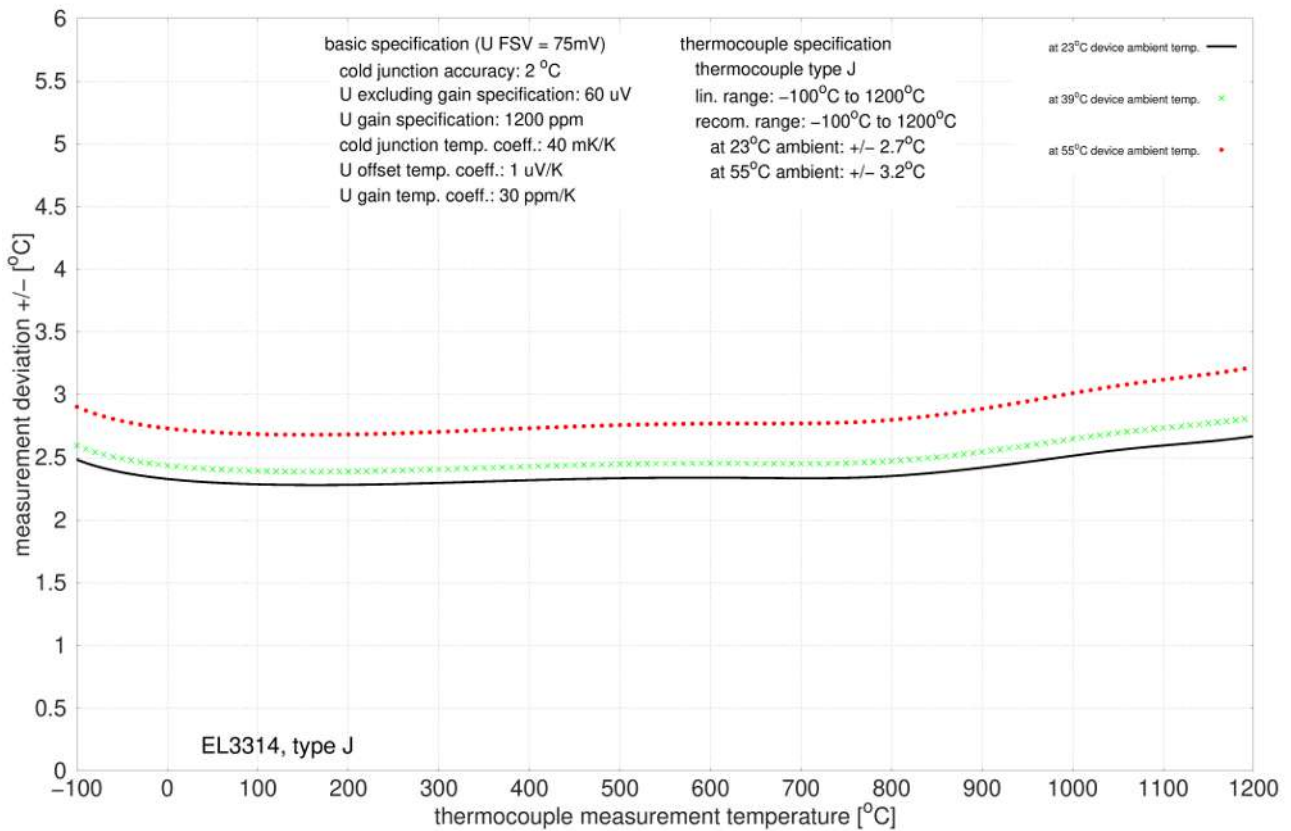
Messunsicherheit für Thermoelement Typ E:



**Spezifikation Thermoelement Typ J**

Temperaturmessung Thermoelement		Typ J
Verwendeter elektr. Messbereich		± 75 mV
Messbereich, technisch nutzbar		-100 °C ≈ -4,632 mV ... +1200 °C ≈ 69,553 mV
Messbereich, Endwert (MBE)		+1200 °C
Messbereich, empfohlen		-100°C ... +1200°C
PDO LSB		0,1/0,01 °C/digit, je nach PDO Einstellung  Hinweis: intern wird mit 16 Bit auf den Messbereichsendwert gerechnet, je nach eingestelltem Thermoelement kommt es also bei „Auflösung 0,01°C“ zu Wertsprünge >0,01°C; Typ J: ca. 0,04°C
Unsicherheit im empfohlenen Messbereich, mit Mittelwertbildung	@ 23°C Umgebungstemperatur	± 2,7 K ≈ ± 0,23 % <sub>MBE</sub>
	@ 55°C Umgebungstemperatur	± 3,2 K ≈ ± 0,27 % <sub>MBE</sub>
Temperaturkoeffizient (Änderung des Messwerts bei Änderung der Klemmenumgebungstemperatur)		<i>Da der Wert wie im u.a. Spezifikations-Plot zu sehen stark abhängig ist von der Sensortemperatur, ist er grundsätzlich aus dem Spezifikations-Plot abzuleiten. Zur besseren Näherung ist auch informativ die Messunsicherheit bei T<sub>amb</sub> = 39°C als Mitte zwischen 23°C und 55°C dargestellt, um den nichtlinearen Verlauf zu verdeutlichen.</i>

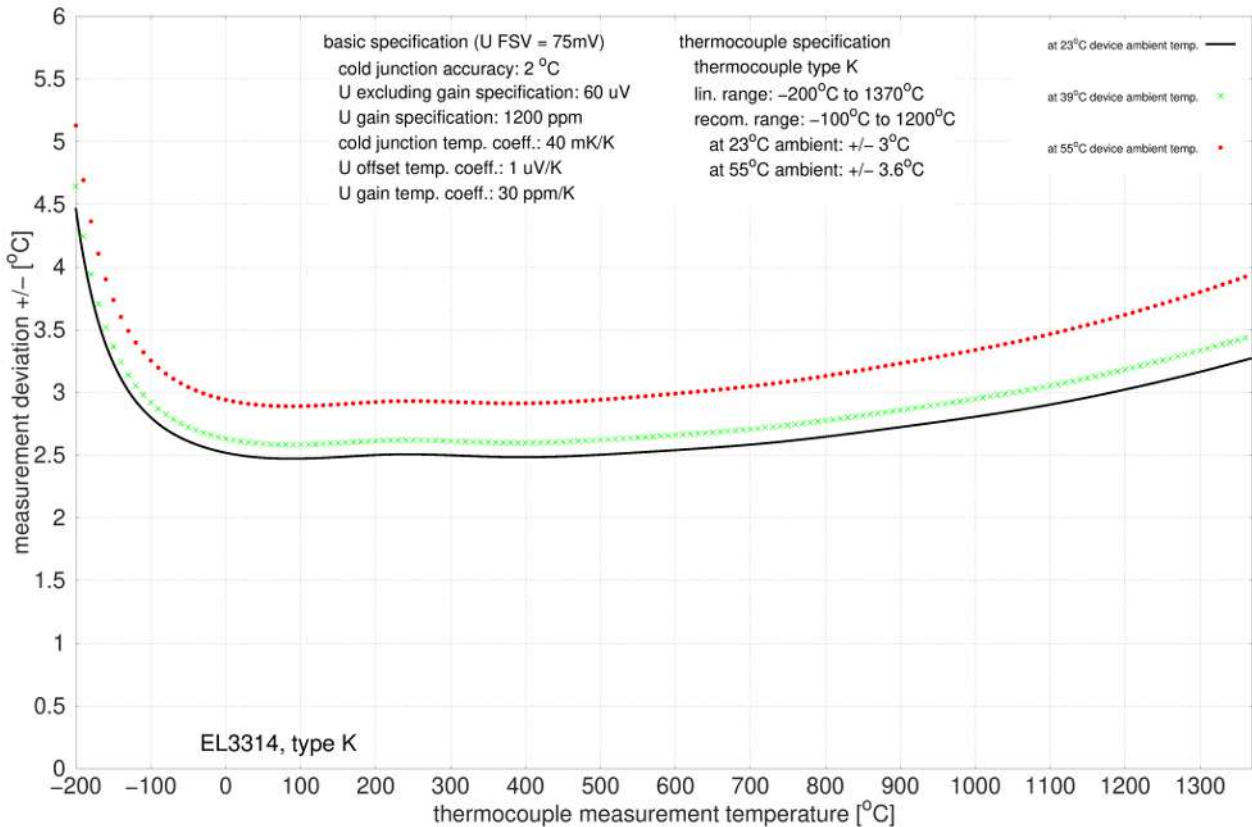
Messunsicherheit für Thermoelement Typ J:



**Spezifikation Thermoelement Typ K**

Temperaturmessung Thermoelement		Typ K
Verwendeter elektr. Messbereich		± 75 mV
Messbereich, technisch nutzbar		-200 °C ≈ -5,891 mV ... +1370 °C ≈ 54,818 mV
Messbereich, Endwert (MBE)		+1370 °C
Messbereich, empfohlen		-100°C ... +1200°C
PDO LSB		0,1/0,01 °C/digit, je nach PDO Einstellung Hinweis: intern wird mit 16 Bit auf den Messbereichsendwert gerechnet, je nach eingestelltem Thermoelement kommt es also bei „Auflösung 0,01°C“ zu Wertsprünge >0,01°C; Typ K: ca. 0,04°C
Unsicherheit im empfohlenen Messbereich, mit Mittelwertbildung	@ 23°C Umgebungstemperatur	± 3,0 K ≈ ± 0,22 % <sub>MBE</sub>
	@ 55°C Umgebungstemperatur	± 3,6 K ≈ ± 0,26 % <sub>MBE</sub>
Temperaturkoeffizient (Änderung des Messwerts bei Änderung der Klemmenumgebungstemperatur)		<i>Da der Wert wie im u.a. Spezifikations-Plot zu sehen stark abhängig ist von der Sensortemperatur, ist er grundsätzlich aus dem Spezifikations-Plot abzuleiten. Zur besseren Näherung ist auch informativ die Messunsicherheit bei T<sub>amb</sub> = 39°C als Mitte zwischen 23°C und 55°C dargestellt, um den nichtlinearen Verlauf zu verdeutlichen.</i>

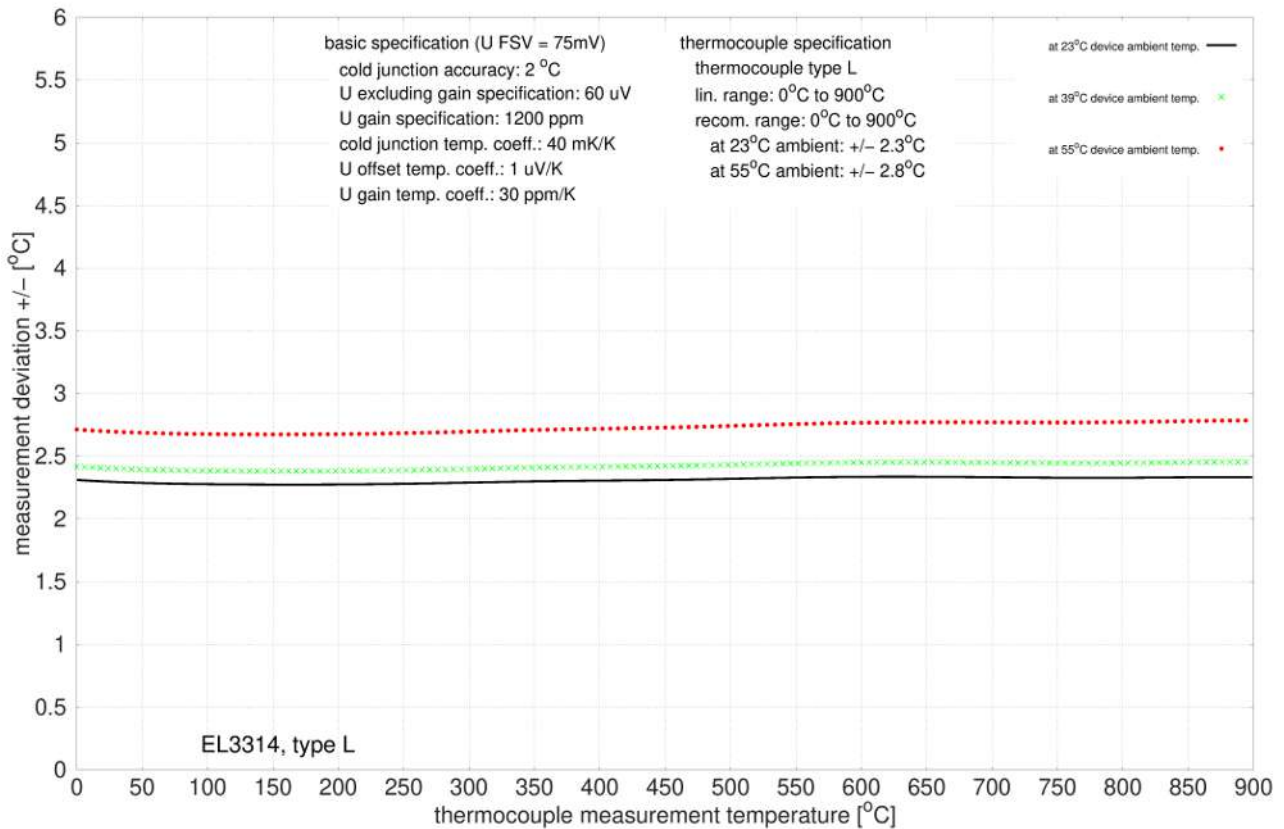
Messunsicherheit für Thermoelement Typ K:



**Spezifikation Thermoelement Typ L**

Temperaturmessung Thermoelement		Typ L
Verwendeter elektr. Messbereich		± 75 mV
Messbereich, technisch nutzbar		0 °C ≈ 0 mV ... +900 °C ≈ 52,430 mV
Messbereich, Endwert (MBE)		+900 °C
Messbereich, empfohlen		0°C ... +900°C
PDO LSB		0,1/0,01 °C/digit, je nach PDO Einstellung Hinweis: intern wird mit 16 Bit auf den Messbereichsendwert gerechnet, je nach eingestelltem Thermoelement kommt es also bei „Auflösung 0,01°C“ zu Wertsprünge >0,01°C; Typ L: ca. 0,03°C
Unsicherheit im empfohlenen Messbereich, mit Mittelwertbildung	@ 23°C Umgebungstemperatur	± 2,3 K ≈ ± 0,26 % <sub>MBE</sub>
	@ 55°C Umgebungstemperatur	± 2,8 K ≈ ± 0,31 % <sub>MBE</sub>
Temperaturkoeffizient (Änderung des Messwerts bei Änderung der Klemmenumgebungstemperatur)		<i>Da der Wert wie im u.a. Spezifikations-Plot zu sehen stark abhängig ist von der Sensortemperatur, ist er grundsätzlich aus dem Spezifikations-Plot abzuleiten. Zur besseren Näherung ist auch informativ die Messunsicherheit bei T<sub>amb</sub> = 39°C als Mitte zwischen 23°C und 55°C dargestellt, um den nichtlinearen Verlauf zu verdeutlichen.</i>

Messunsicherheit für Thermoelement Typ L:

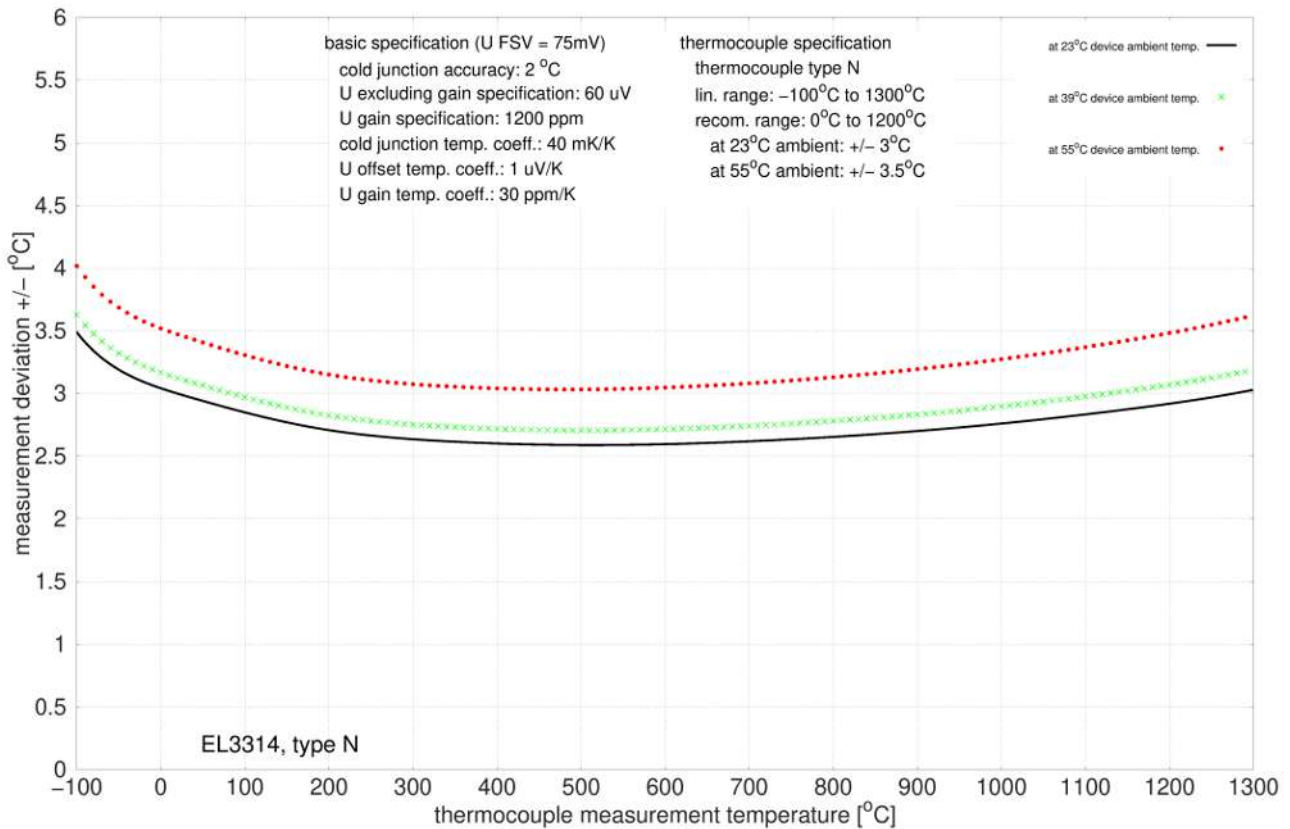




**Spezifikation Thermoelement Typ N**

Temperaturmessung Thermoelement		Typ N
Verwendeter elektr. Messbereich		± 75 mV
Messbereich, technisch nutzbar		-100 °C ≈ -2,406 mV ... +1300 °C ≈ 47,513 mV
Messbereich, Endwert (MBE)		+1300 °C
Messbereich, empfohlen		0°C ... +1300°C
PDO LSB		0,1/0,01 °C/digit, je nach PDO Einstellung  Hinweis: intern wird mit 16 Bit auf den Messbereichsendwert gerechnet, je nach eingestelltem Thermoelement kommt es also bei „Auflösung 0,01°C“ zu Wertsprünge >0,01°C; Typ N: ca. 0,04°C
Unsicherheit im empfohlenen Messbereich, mit Mittelwertbildung	@ 23°C Umgebungstemperatur	± 3,0 K ≈ ± 0,23 % <sub>MBE</sub>
	@ 55°C Umgebungstemperatur	± 3,5 K ≈ ± 0,27 % <sub>MBE</sub>
Temperaturkoeffizient (Änderung des Messwerts bei Änderung der Klemmenumgebungstemperatur)		<i>Da der Wert wie im u.a. Spezifikations-Plot zu sehen stark abhängig ist von der Sensortemperatur, ist er grundsätzlich aus dem Spezifikations-Plot abzuleiten. Zur besseren Näherung ist auch informativ die Messunsicherheit bei T<sub>amb</sub> = 39°C als Mitte zwischen 23°C und 55°C dargestellt, um den nichtlinearen Verlauf zu verdeutlichen.</i>

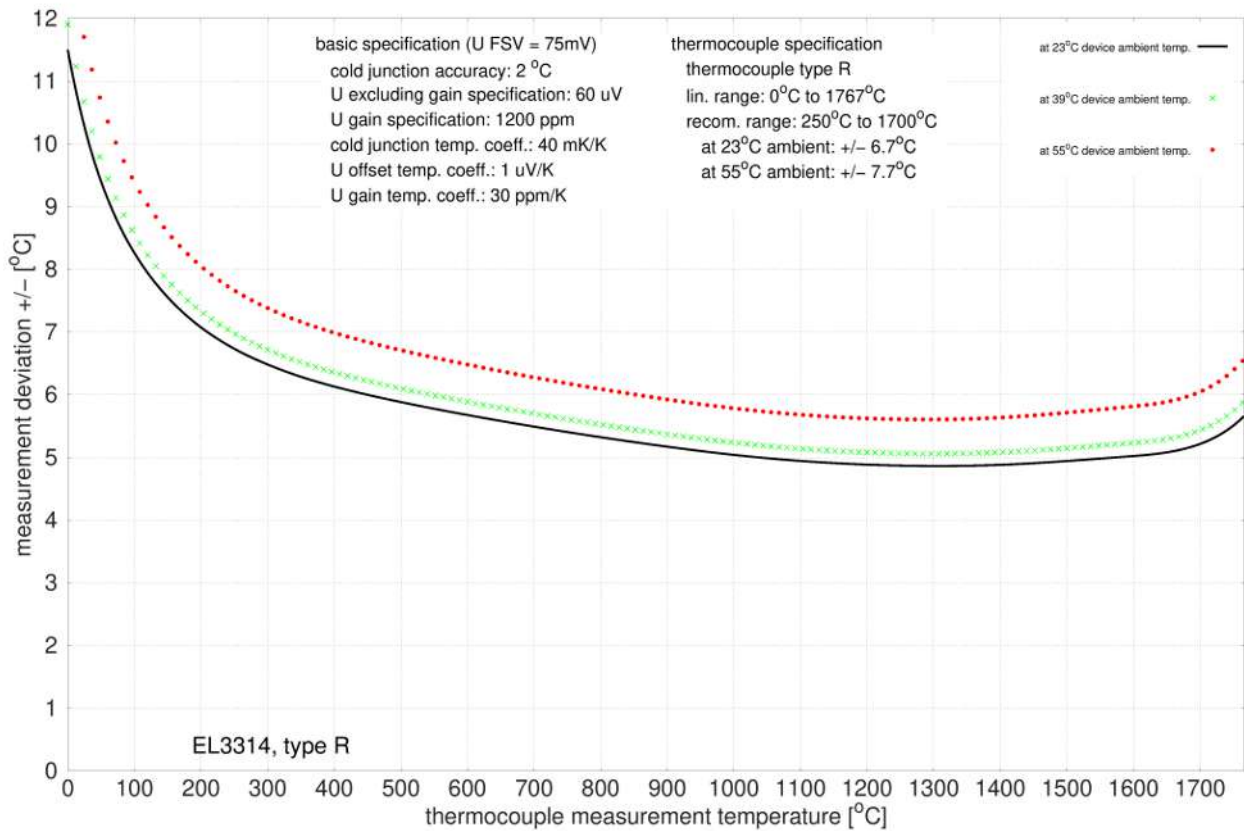
Messunsicherheit für Thermoelement Typ N:



**Spezifikation Thermoelement Typ R**

Temperaturmessung Thermoelement		Typ R
Verwendeter elektr. Messbereich		± 75 mV
Messbereich, technisch nutzbar		0 °C ≈ 0 mV ... +1767 °C ≈ 21,089 mV
Messbereich, Endwert (MBE)		+1767 °C
Messbereich, empfohlen		+250°C ... +1700°C
PDO LSB		0,1/0,01 °C/digit, je nach PDO Einstellung  Hinweis: intern wird mit 16 Bit auf den Messbereichsendwert gerechnet, je nach eingestelltem Thermoelement kommt es also bei „Auflösung 0,01°C“ zu Wertsprünge >0,01°C; TypR: ca. 0,05°C
Unsicherheit im empfohlenen Messbereich, mit Mittelwertbildung	@ 23°C Umgebungstemperatur	± 6,7 K ≈ ± 0,38 % <sub>MBE</sub>
	@ 55°C Umgebungstemperatur	± 7,7 K ≈ ± 0,44 % <sub>MBE</sub>
Temperaturkoeffizient (Änderung des Messwerts bei Änderung der Klemmenumgebungstemperatur)		<i>Da der Wert wie im u.a. Spezifikations-Plot zu sehen stark abhängig ist von der Sensortemperatur, ist er grundsätzlich aus dem Spezifikations-Plot abzuleiten. Zur besseren Näherung ist auch informativ die Messunsicherheit bei T<sub>amb</sub> = 39°C als Mitte zwischen 23°C und 55°C dargestellt, um den nichtlinearen Verlauf zu verdeutlichen.</i>

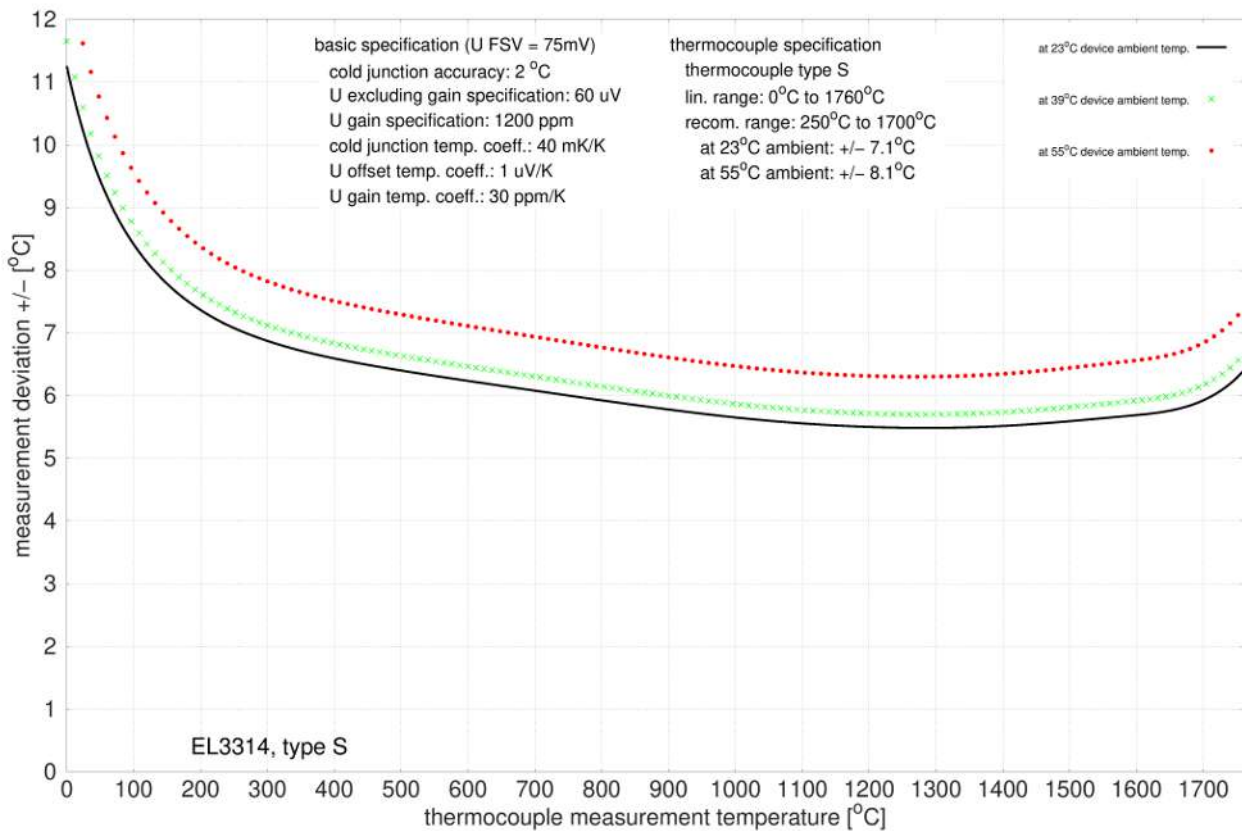
Messunsicherheit für Thermoelement Typ R:



**Spezifikation Thermoelement Typ S**

Temperaturmessung Thermoelement		Typ S
Verwendeter elektr. Messbereich		± 75 mV
Messbereich, technisch nutzbar		0 °C ≈ 0 mV ... +1760 °C ≈ 17,947 mV
Messbereich, Endwert (MBE)		+1760 °C
Messbereich, empfohlen		+250°C ... +1700°C
PDO LSB		0,1/0,01 °C/digit, je nach PDO Einstellung  Hinweis: intern wird mit 16 Bit auf den Messbereichsendwert gerechnet, je nach eingestelltem Thermoelement kommt es also bei „Auflösung 0,01°C“ zu Wertesprünge >0,01°C; Typ S: ca. 0,05°C
Unsicherheit im empfohlenen Messbereich, mit Mittelwertbildung	@ 23°C Umgebungstemperatur	± 7,1 K ≈ ± 0,40 % <sub>MBE</sub>
	@ 55°C Umgebungstemperatur	± 8,1 K ≈ ± 0,46 % <sub>MBE</sub>
Temperaturkoeffizient (Änderung des Messwerts bei Änderung der Klemmenumgebungstemperatur)		<i>Da der Wert wie im u.a. Spezifikations-Plot zu sehen stark abhängig ist von der Sensortemperatur, ist er grundsätzlich aus dem Spezifikations-Plot abzuleiten. Zur besseren Näherung ist auch informativ die Messunsicherheit bei T<sub>amb</sub> = 39°C als Mitte zwischen 23°C und 55°C dargestellt, um den nichtlinearen Verlauf zu verdeutlichen.</i>

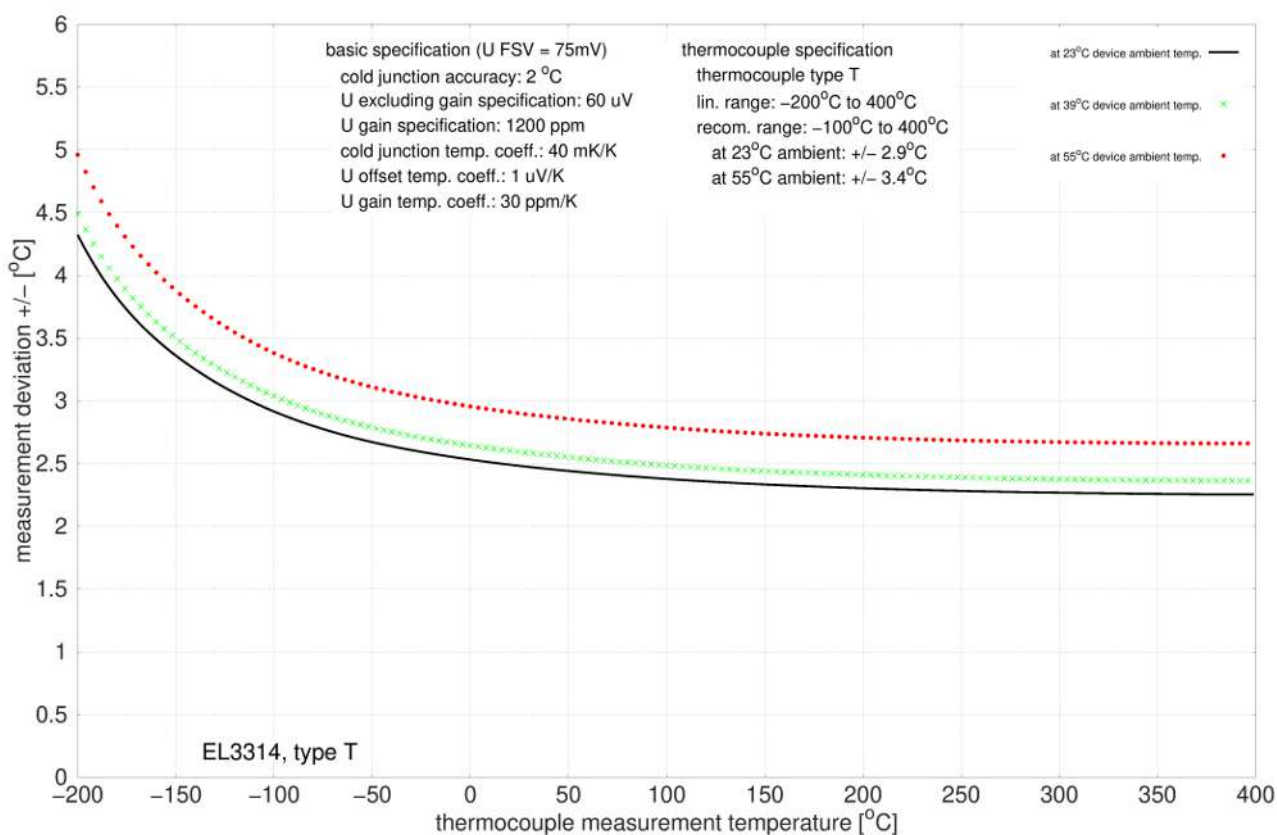
Messunsicherheit für Thermoelement Typ S:



**Spezifikation Thermoelement Typ T**

Temperaturmessung Thermoelement		Typ T
Verwendeter elektr. Messbereich		± 75 mV
Messbereich, technisch nutzbar		-200 °C ≈ -5,603 mV ... +400 °C ≈ 20,872 mV
Messbereich, Endwert (MBE)		+400 °C
Messbereich, empfohlen		-100°C ... +400°C
PDO LSB		0,1/0,01 °C/digit, je nach PDO Einstellung
Unsicherheit im empfohlenen Messbereich, mit Mittelwertbildung	@ 23°C Umgebungstemperatur	± 2,9 K ≈ ± 0,73 % <sub>MBE</sub>
	@ 55°C Umgebungstemperatur	± 3,4 K ≈ ± 0,85 % <sub>MBE</sub>
Temperaturkoeffizient (Änderung des Messwerts bei Änderung der Klemmenumgebungstemperatur)		<i>Da der Wert wie im u.a. Spezifikations-Plot zu sehen stark abhängig ist von der Sensortemperatur, ist er grundsätzlich aus dem Spezifikations-Plot abzuleiten. Zur besseren Näherung ist auch informativ die Messunsicherheit bei T<sub>amb</sub> = 39°C als Mitte zwischen 23°C und 55°C dargestellt, um den nichtlinearen Verlauf zu verdeutlichen.</i>

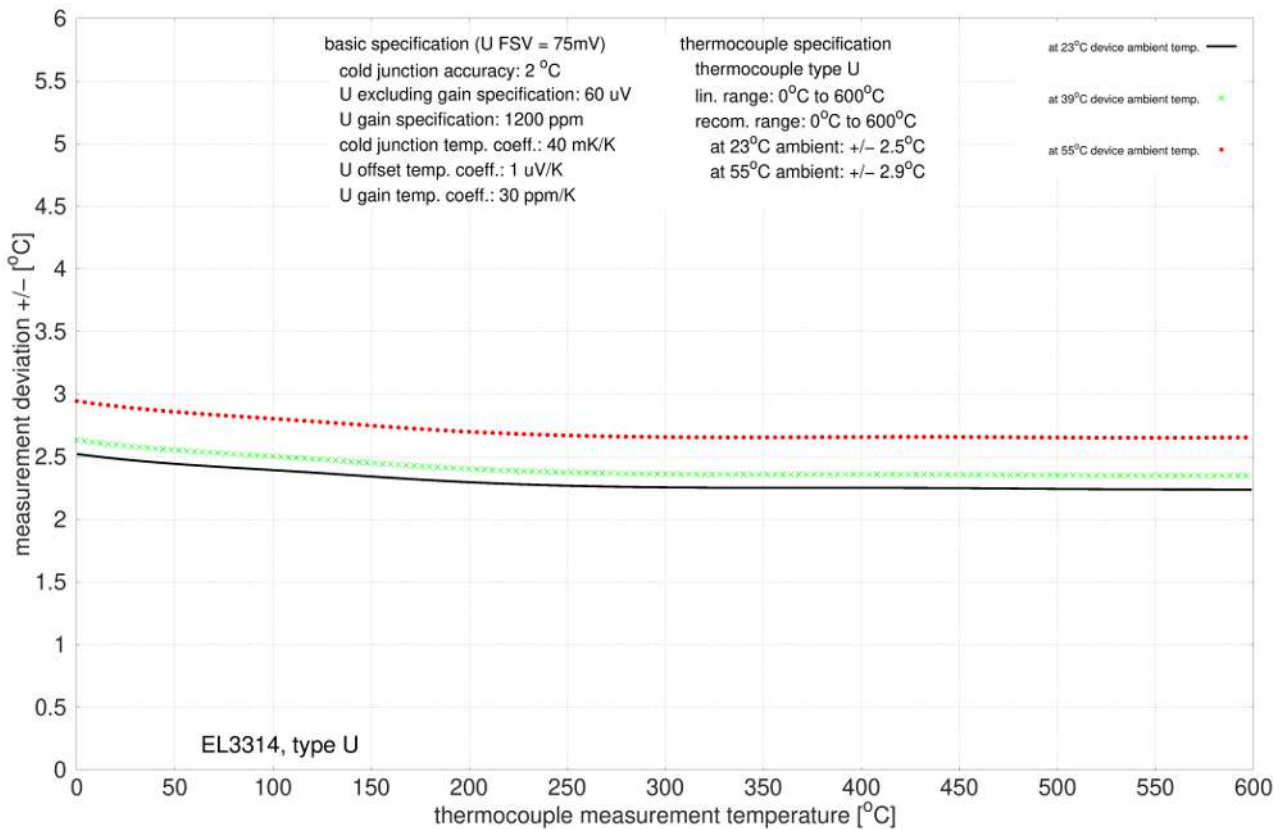
Messunsicherheit für Thermoelement Typ T:



**Spezifikation Thermoelement Typ U**

Temperaturmessung Thermoelement		Typ U
Verwendeter elektr. Messbereich		± 75 mV
Messbereich, technisch nutzbar		0 °C ≈ 0 mV ... +600 °C ≈ 33,600 mV
Messbereich, Endwert (MBE)		+600 °C
Messbereich, empfohlen		0°C ... +600°C
PDO LSB		0,1/0,01 °C/digit, je nach PDO Einstellung  Hinweis: intern wird mit 16 Bit auf den Messbereichsendwert gerechnet, je nach eingestelltem Thermoelement kommt es also bei „Auflösung 0,01°C“ zu Wertsprünge >0,01°C; Typ U: ca. 0,02°C
Unsicherheit im empfohlenen Messbereich, mit Mittelwertbildung	@ 23°C Umgebungstemperatur	± 2,5 K ≈ ± 0,42 % <sub>MBE</sub>
	@ 55°C Umgebungstemperatur	± 2,9 K ≈ ± 0,48 % <sub>MBE</sub>
Temperaturkoeffizient (Änderung des Messwerts bei Änderung der Klemmenumgebungstemperatur)		<i>Da der Wert wie im u.a. Spezifikations-Plot zu sehen stark abhängig ist von der Sensortemperatur, ist er grundsätzlich aus dem Spezifikations-Plot abzuleiten. Zur besseren Näherung ist auch informativ die Messunsicherheit bei T<sub>amb</sub> = 39°C als Mitte zwischen 23°C und 55°C dargestellt, um den nichtlinearen Verlauf zu verdeutlichen.</i>

Messunsicherheit für Thermoelement Typ U:



### 2.8.3 Anschlussbelegung

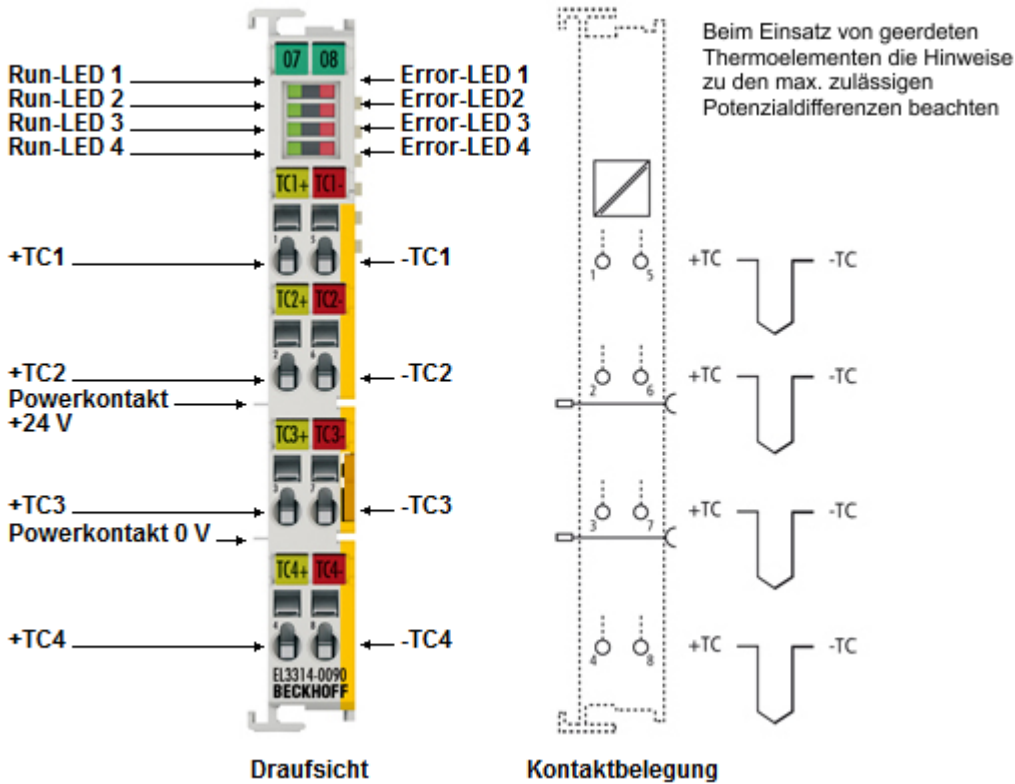


Abb. 19: EL3314-0090

#### EL3314-0090 - Anschlussbelegung

Klemmstelle	Nr.	Kommentar
+TC1	1	Eingang +TC1
+TC2	2	Eingang +TC2
+TC3	3	Eingang +TC3
+TC4	4	Eingang +TC4
-TC1	5	Eingang -TC1
-TC2	6	Eingang -TC2
-TC3	7	Eingang -TC3
-TC4	8	Eingang -TC4

#### **i** Geerdete Thermoelemente

Bei geerdeten Thermoelementen beachten: Differenzeingänge max.  $\pm 2$  V gegen Masse!

## 2.8.4 Anzeige, Diagnose

### EL3314-0090 - LEDs

LED	Farbe	Bedeutung	
RUN	grün	Diese LED gibt den Betriebszustand der Klemme wieder:	
		aus	Zustand der EtherCAT State Machine: <b>INIT</b> = Initialisierung der Klemme
		gleichmäßig blinkend	Zustand der EtherCAT State Machine: <b>PREOP</b> = Funktion für Mailbox-Kommunikation und abweichende Standard-Einstellungen gesetzt
		langsam blinkend	Zustand der EtherCAT State Machine: <b>SAFEOP</b> = Überprüfung der Kanäle des Sync-Managers und der Distributed Clocks. Ausgänge bleiben im sicheren Zustand
		an	Zustand der EtherCAT State Machine: <b>OP</b> = normaler Betriebszustand; Mailbox- und Prozessdatenkommunikation ist möglich
		schnell blinkend	Zustand der EtherCAT State Machine: <b>BOOTSTRAP</b> = Funktion für Firmware-Updates der Klemme
ERROR1-4	rot	Es liegt ein Kurzschluss oder Drahtbruch vor. Der Spannungswert befindet sich im ungünstigen Bereich der Kennlinie.	

## 2.9 EL3318

### 2.9.1 Einführung

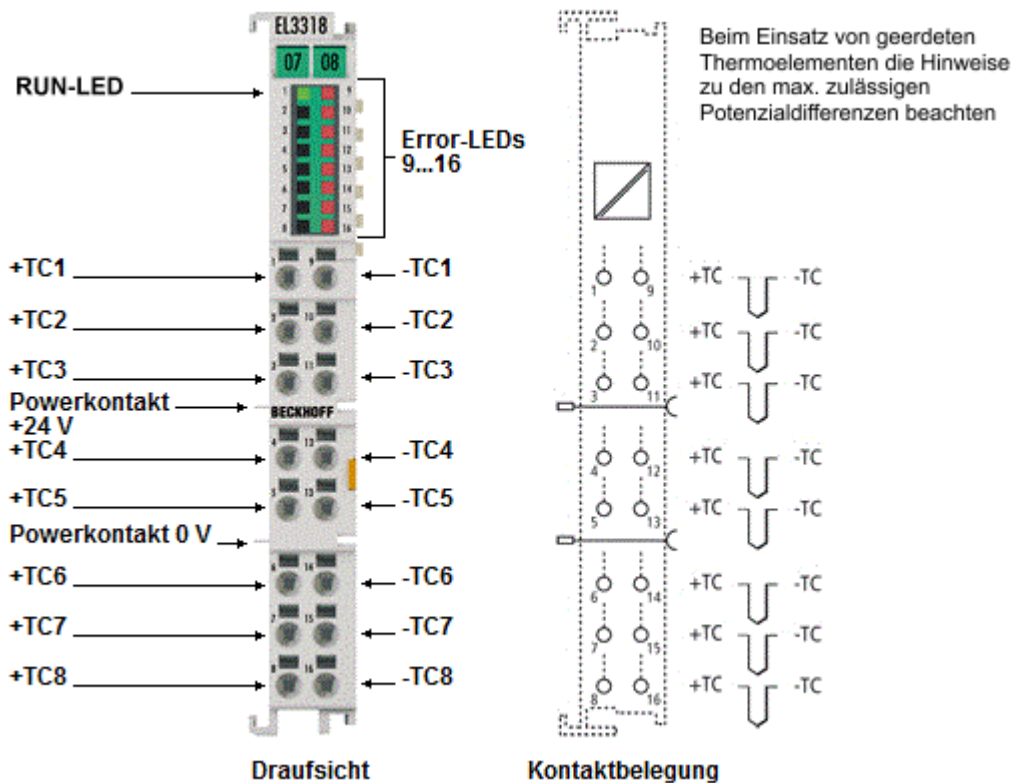


Abb. 20: EL3318

### 8-Kanal HD-Analog-Eingangsklemme für Thermoelemente mit Drahtbruchererkennung

Die analoge Eingangsklemme EL3318 erlaubt den direkten Anschluss von acht Thermoelementen und ist dadurch besonders gut für den platzsparenden Einsatz im Schaltschrank geeignet. Die Schaltung der EtherCAT-Klemme kann Thermoelementsensoren in 2-Leitertechnik betreiben. Ein Mikroprozessor realisiert die Linearisierung über den gesamten Temperaturbereich, der frei wählbar ist. Drahtbruch wird durch Error-LEDs signalisiert. Die Kaltstellenkompensation erfolgt durch interne Temperaturmessung an den Klemmen. Mit der EL3318 sind auch Messungen im mV-Bereich möglich.

Die HD-EtherCAT-Klemmen (High Density) mit erhöhter Packungsdichte enthalten im Gehäuse einer 12-mm-Reihenklemme 16 Anschlusspunkte.

#### Quick-Links

- [EtherCAT Funktionsgrundlagen](#)
- [Technologie EL33xx \[► 188\]](#)
- [CoE-Objektbeschreibung und Parametrierung \[► 382\]](#)
- [Prozessdaten und Betriebsmodi \[► 317\]](#)



## 2.9.2 Technische Daten

### 2.9.2.1 Allgemeine technische Daten

Analoge Eingänge	EL3318
Anzahl Eingänge	8
Thermoelement-Sensortypen, Messgrößen	Typ B, C, E, J, K, L, N, R, S, T, U (Voreinstellung: Typ K), mV-Messung
Anschluss technik	2-Leiter
Max. Leitungslänge zum Thermoelement	30 m (ohne Schutzmaßnahmen), bei größeren Kabellängen ist ein geeigneter Überspannungsschutz (Surge-Protection) vorzusehen
Auflösung	Intern 16 Bit
Wandlungszeit	ca. 2,5 s bis 20 ms, je nach Konfiguration und Filtereinstellung, Default: ca. 250 ms
Grenzfrequenz Eingangsfiler	1 kHz typ.
Softwarefilter	5 Hz...30 kHz, einstellbar, Notch-Charakteristik; Voreinstellung: deaktiviert
Drahtbruchererkennung	ja (abschaltbar)
Unterstützt Funktion <code>NoCoeStorage</code> [► 218]	ja, ab Firmware 01

Spannungsmessung	EL3318
Messbereich, technisch nutzbar	ca. $\pm 78$ mV
Messbereiche (nominell) und Auflösung	$\pm 30$ mV (1 $\mu$ V pro Digit, somit max. 32,768 mV darstellbar) $\pm 60$ mV (2 $\mu$ V pro Digit, somit max. 65,536 mV darstellbar) $\pm 75$ mV (4 $\mu$ V pro Digit, somit max. 131 mV darstellbar, techn. Nutzbaren Messbereich beachten) Die Messbereiche 30 und 60 mV sind in Software ausgeführt zur Erhöhung der Auflösung und nutzen immer denselben elektrischen Messbereich von $\pm 75$ mV.
Messunsicherheit	Siehe <a href="#">Messung <math>\pm 30</math> mV...<math>\pm 75</math> mV</a> [► 172]

Temperaturmessung	EL3318
Verwendeter elektr. Messbereich	$\pm 75$ mV
Messbereiche	Typ B: +200...+1820 °C Typ C: 0...+2320 °C Typ E: -100...+1000 °C Typ J: -100...+1200 °C Typ K: -270...+1370 °C (Voreingestellt) Typ L: 0...+900 °C Typ N: -100...+1300 °C Typ R: -50...+1767 °C Typ S: -50...+1760 °C Typ T: -200...+400 °C Typ U: 0...+600 °C
Auflösung	Temperaturdarstellung 0,1/0,01 °C pro Digit, Voreinstellung 0,1 °C Hinweis: intern wird mit 16 Bit auf den Messbereichsendwert gerechnet, je nach eingestelltem Thermoelement kommt es also bei „Auflösung 0,01 °C“ zu Wertesprünge $>0,01$ °C; z.B. Typ K: ca. 0,04 °C
Messunsicherheit	Siehe <a href="#">Messung Thermoelemente</a> [► 173]

Versorgung und Potentiale		EL3318
Spannungsversorgung für Elektronik		über den E-Bus
Stromaufnahme aus dem E-Bus		typ. 210 mA
Differenzspannung zwischen +TC und -TC	Empfohlener Einsatzbereich	jew. Messbereich
	Zerstörgrenze kurzzeitig/dauerhaft	±15 V
Max. Potential der verdrehten TC-Enden untereinander (nicht isolierte/geerdete TC)	Empfohlener Einsatzbereich	±2 V
	Zerstörgrenze kurzzeitig/dauerhaft	±15 V
Max. Potential $U_{CM}$ (CommonMode-Spannung) der verdrehten TC gegen GND	Empfohlener Einsatzbereich	Nicht anwendbar, da GND nicht zugänglich
	Zerstörgrenze kurzzeitig/dauerhaft	
Max. Potenzial verdrehte TC oder GND gegen SGND oder 0V-Power	Empfohlener Einsatzbereich	±30 V
	Zerstörgrenze kurzzeitig/dauerhaft	±50 V
Potentialtrennung: Max Potential verdrehte TC oder GND gegen Busseite	Empfohlener Einsatzbereich und Zerstörgrenze kurzzeitig/dauerhaft	500 V

Kommunikation		EL3318
Konfiguration		über TwinCAT System Manager
Breite im Prozessabbild		max. 16 Byte Input, max. 8 Byte Output
Distributed Clocks		-

Umgebungsbedingungen		EL3318
zulässiger Umgebungstemperaturbereich im Betrieb		-25°C ... +60°C (erweiterter Temperaturbereich), ab Firmware 06
zulässiger Umgebungstemperaturbereich bei Lagerung		-40°C ... +85°C
zulässige relative Luftfeuchtigkeit		95%, keine Betauung

Allgemeine Daten		EL3318
Abmessungen (B x H x T)		ca. 15 mm x 100 mm x 70 mm (Breite angereiht: 12 mm)
Gewicht		ca. 60 g
Montage [ <a href="#">► 223</a> ]		auf 35 mm Tragschiene nach EN 60715
Einbaulage		beliebig

Normen und Zulassungen		EL3318
Schutzart		IP20
Vibrations- / Schockfestigkeit		gemäß EN 60068-2-6 / EN 60068-2-27, siehe auch <a href="#">Montagevorschriften für Klemmen mit erhöhter mechanischer Belastbarkeit</a> [ <a href="#">► 227</a> ]
EMV-Festigkeit / Aussendung		gemäß EN 61000-6-2 / EN 61000-6-4
Kennzeichnung / Zulassung		CE, UKCA, EAC ATEX [ <a href="#">► 205</a> ] IECEX [ <a href="#">► 207</a> ] cFMus [ <a href="#">► 208</a> ] cULus [ <a href="#">► 203</a> ]

## Ex-Kennzeichnungen

Standard	Kennzeichnung
ATEX	II 3 G Ex nA IIC T4 Gc
IECEX	Ex nA IIC T4 Gc
cFMus	Class I, Division 2, Groups A, B, C, D Class I, Zone 2, AEx/Ex ec IIC T4 Gc

Erweiterte Eigenschaften	EL3318
Steckbare Anschlussebene	-
Galvanische Trennung	-
TwinSAFE SC	-
Kalibrierzertifikat	-

## 2.9.2.2 Messung $\pm 30$ mV... $\pm 75$ mV

### Spezifikation $\pm 30$ mV

Hinweis: dieser Messbereich ist kein eigener elektrischer Messbereich sondern ein digitaler Ausschnitt des 75mV-Messbereichs

Messung Modus		$\pm 30$ mV
Messbereich, nominell		-30...+30 mV
Messbereich, Endwert (MBE)		30 mV
PDO Auflösung		1 $\mu$ V / digit
Grundgenauigkeit: Messabweichung, mit Mittelwertbildung	@ 23 °C Umgebungstemperatur <sup>1</sup>	< $\pm 0,155\%_{\text{MBE}}$ typ. $\approx < \pm 0,047$ mV
	@ 55 °C Umgebungstemperatur	< $\pm 0,189\%_{\text{MBE}}$ typ. $\approx < \pm 0,057$ mV
Offset/Nullpunkt-Abweichung (bei 23°C) <sup>2</sup>	F <sub>Offset</sub>	< $\pm 40$ $\mu$ V
Gain/Scale/Verstärkungs-Abweichung (bei 23°C) <sup>2</sup>	F <sub>Gain</sub>	< 800 ppm
Temperaturkoeffizient	Tk <sub>Gain</sub>	< 1 $\mu$ V/K
	Tk <sub>Offset</sub>	< 30 ppm/K

### Spezifikation $\pm 60$ mV

Hinweis: dieser Messbereich ist kein eigener elektrischer Messbereich sondern ein digitaler Ausschnitt des 75mV-Messbereichs

Messung Modus		$\pm 60$ mV
Messbereich, nominell		-60...+60 mV
Messbereich, Endwert (MBE)		60 mV
PDO Auflösung		2 $\mu$ V / digit
Grundgenauigkeit: Messabweichung, mit Mittelwertbildung	@ 23 °C Umgebungstemperatur <sup>1</sup>	< $\pm 0,104\%_{\text{MBE}}$ typ. $\approx < \pm 0,062$ mV
	@ 55 °C Umgebungstemperatur	< $\pm 0,117\%_{\text{MBE}}$ typ. $\approx < \pm 0,070$ mV
Offset/Nullpunkt-Abweichung (bei 23°C) <sup>2</sup>	F <sub>Offset</sub>	< $\pm 40$ $\mu$ V
Gain/Scale/Verstärkungs-Abweichung (bei 23°C) <sup>2</sup>	F <sub>Gain</sub>	< 800 ppm
Temperaturkoeffizient	Tk <sub>Gain</sub>	< 1 $\mu$ V/K
	Tk <sub>Offset</sub>	< 30 ppm/K

### Spezifikation $\pm 75$ mV

Messung Modus		$\pm 75$ mV
Messbereich, nominell		-75...+75 mV
Messbereich, Endwert (MBE)		75 mV
PDO Auflösung		4 $\mu$ V / digit
Grundgenauigkeit: Messabweichung, mit Mittelwertbildung	@ 23 °C Umgebungstemperatur <sup>1</sup>	< $\pm 0,096\%_{\text{MBE}}$ typ. $\approx < \pm 0,072$ mV
	@ 55 °C Umgebungstemperatur	< $\pm 0,105\%_{\text{MBE}}$ typ. $\approx < \pm 0,079$ mV
Offset/Nullpunkt-Abweichung (bei 23°C) <sup>2</sup>	F <sub>Offset</sub>	< $\pm 40$ $\mu$ V
Gain/Scale/Verstärkungs-Abweichung (bei 23°C) <sup>2</sup>	F <sub>Gain</sub>	< 800 ppm
Temperaturkoeffizient	Tk <sub>Gain</sub>	< 1 $\mu$ V/K
	Tk <sub>Offset</sub>	< 30 ppm/K

<sup>1</sup> Dieser Spezifikationswert beinhaltet den Temperaturkoeffizienten für Gain (Tk<sub>Gain</sub>) und Offset (Tk<sub>Offset</sub>)

<sup>2</sup> Diese Angaben sind bereits in der Grundgenauigkeit eingerechnet. Sie sind an dieser Stelle für eine detaillierte, individuelle Unsicherheitsbetrachtung aufgeführt.

### 2.9.2.3 Messung Thermoelemente

Im Messbereich eines vorgegebenen Thermoelementtyps wird eine gemessene Spannung intern nach eingestellter Transformation in eine Temperatur umgerechnet. Da der Kanal intern eine Spannung misst, ist der entsprechende Messfehler im Spannungsbereich zugrunde zu legen.

Die nachfolgenden Tabellen mit der Spezifikation der Thermoelementmessung gelten nur bei der Verwendung der internen Kaltstelle.

Die EL331x-00xx kann auch bei Bedarf mit externer Kaltstelle verwendet werden. Die Unsicherheiten müssen dann für die externe Kaltstelle anwendungsseitig ermittelt werden. Der Temperaturwert der externen Kaltstelle muss der EL331x-00xx dann über die Prozessdaten zur eigenen Verrechnung mitgeteilt werden. Die Auswirkung auf die Messung der Thermoelemente ist dann anlagenseitig zu berechnen.

Die hier angegebenen Spezifikationen der internen Kaltstelle und der Messbereiche gelten nur bei Einhaltung folgender Zeiten zur thermischen Stabilisierung bei konstanter Umgebungstemperatur:

- nach dem Einschalten: 60 min
- nach Änderung von Verdrahtung/Steckern: 15 min

#### Spezifikation der internen Kaltstellenmessung

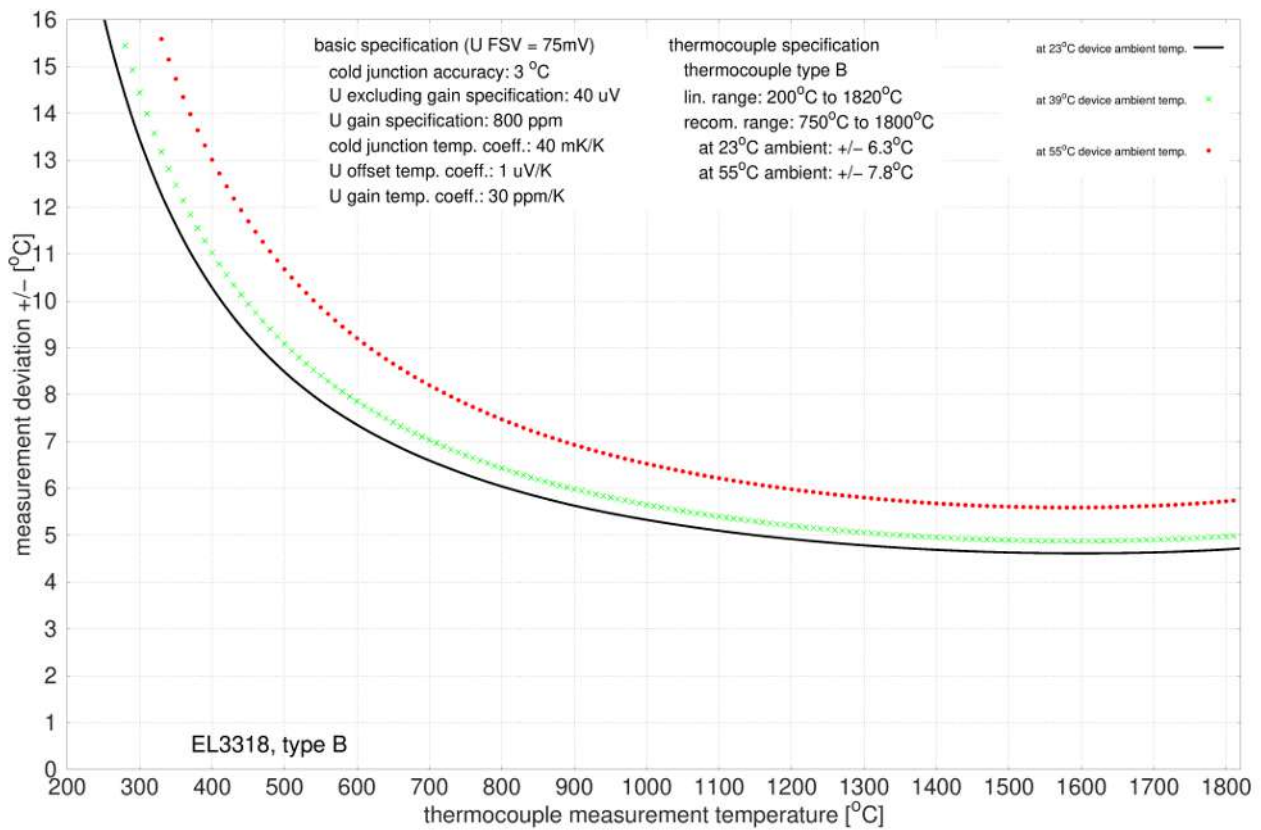
In der EL3318 verfügt über einen interne Kaltstellenmessung.

Messung Modus		Kaltstelle
Grundgenauigkeit: Messabweichung bei 23°C, mit Mittelwertbildung		< ±3,0 °C
Temperaturkoeffizient	Tk	< 40 mK/K

**Spezifikation Thermoelement Typ B**

Temperaturmessung Thermoelement		Typ B
Verwendeter elektr. Messbereich		± 75 mV
Messbereich, technisch nutzbar		+600 °C ≈ 1,792 mV ... +1820 °C ≈ 13,820 mV
Messbereich, Endwert (MBE)		+1820 °C
Messbereich, empfohlen		+750°C ... +1800°C
PDO LSB		0,1/0,01 °C/digit, je nach PDO Einstellung  Hinweis: intern wird mit 16 Bit auf den Messbereichsendwert gerechnet, je nach eingestelltem Thermoelement kommt es also bei „Auflösung 0,01°C“ zu Wertsprünge >0,01°C; Typ B: ca. 0,05°C
Unsicherheit im empfohlenen Messbereich, mit Mittelwertbildung	@ 23°C Umgebungstemperatur	± 6,3 K ≈ ± 0,35 % <sub>MBE</sub>
	@ 55°C Umgebungstemperatur	± 7,8 K ≈ ± 0,29 % <sub>MBE</sub>
Temperaturkoeffizient (Änderung des Messwerts bei Änderung der Klemmenumgebungstemperatur)		<i>Da der Wert wie im u.a. Spezifikations-Plot zu sehen stark abhängig ist von der Sensortemperatur, ist er grundsätzlich aus dem Spezifikations-Plot abzuleiten. Zur besseren Näherung ist auch informativ die Messunsicherheit bei T<sub>amb</sub> = 39°C als Mitte zwischen 23°C und 55°C dargestellt, um den nichtlinearen Verlauf zu verdeutlichen.</i>

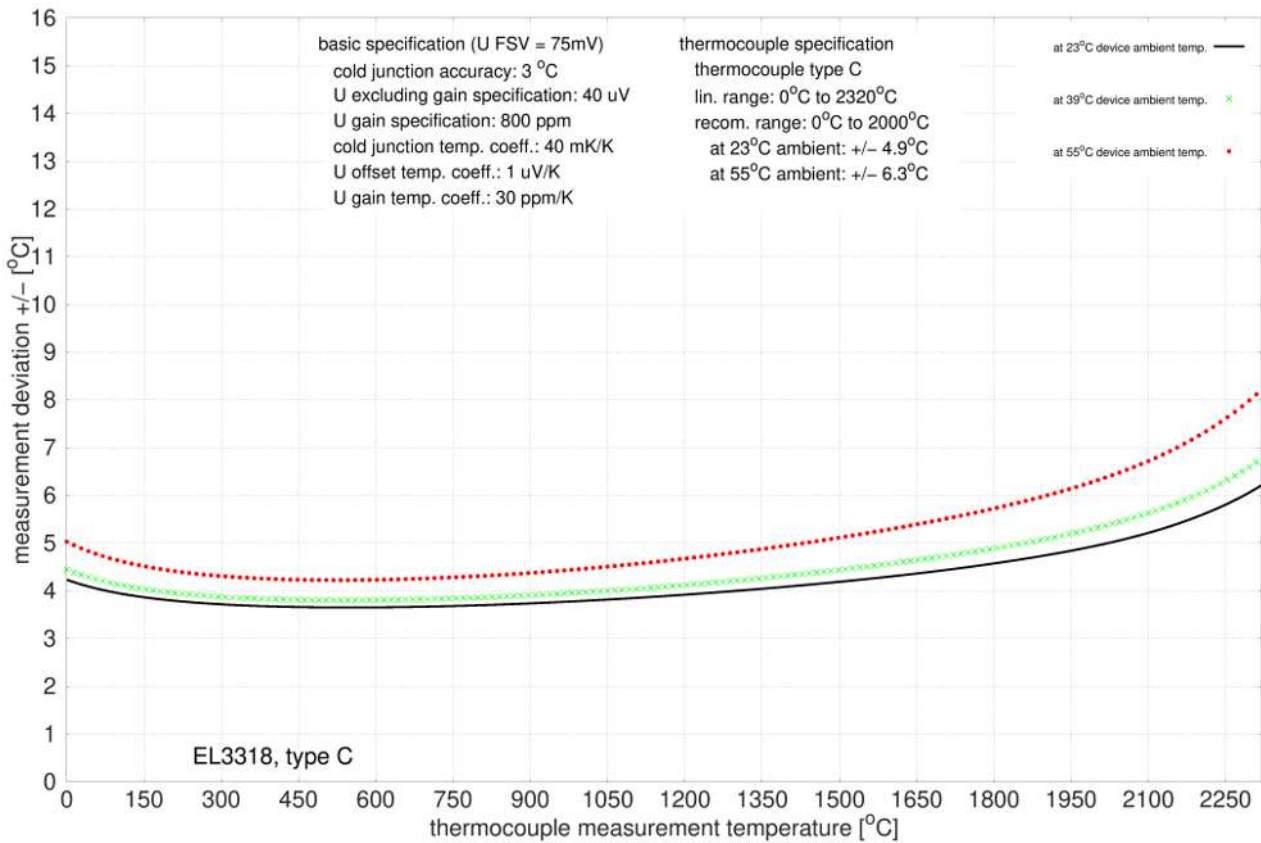
Messunsicherheit für Thermoelement Typ B:



**Spezifikation Thermoelement Typ C**

Temperaturmessung Thermoelement		Typ C
Verwendeter elektr. Messbereich		± 75 mV
Messbereich, technisch nutzbar		0 °C ≈ 0 mV ... +2320 °C ≈ 37,107 mV
Messbereich, Endwert (MBE)		+2320 °C
Messbereich, empfohlen		0°C ... +2000°C
PDO LSB		0,1/0,01 °C/digit, je nach PDO Einstellung  Hinweis: intern wird mit 16 Bit auf den Messbereichsendwert gerechnet, je nach eingestelltem Thermoelement kommt es also bei „Auflösung 0,01°C“ zu Wertesprünge >0,01°C; Typ C: ca. 0,07°C
Unsicherheit im empfohlenen Messbereich, mit Mittelwertbildung	@ 23°C Umgebungstemperatur	± 4,9 K ≈ ± 0,21 % <sub>MBE</sub>
	@ 55°C Umgebungstemperatur	± 6,3 K ≈ ± 0,27 % <sub>MBE</sub>
Temperaturkoeffizient (Änderung des Messwerts bei Änderung der Klemmenumgebungstemperatur)		<i>Da der Wert wie im u.a. Spezifikations-Plot zu sehen stark abhängig ist von der Sensortemperatur, ist er grundsätzlich aus dem Spezifikations-Plot abzuleiten. Zur besseren Näherung ist auch informativ die Messunsicherheit bei T<sub>amb</sub> = 39°C als Mitte zwischen 23°C und 55°C dargestellt, um den nichtlinearen Verlauf zu verdeutlichen.</i>

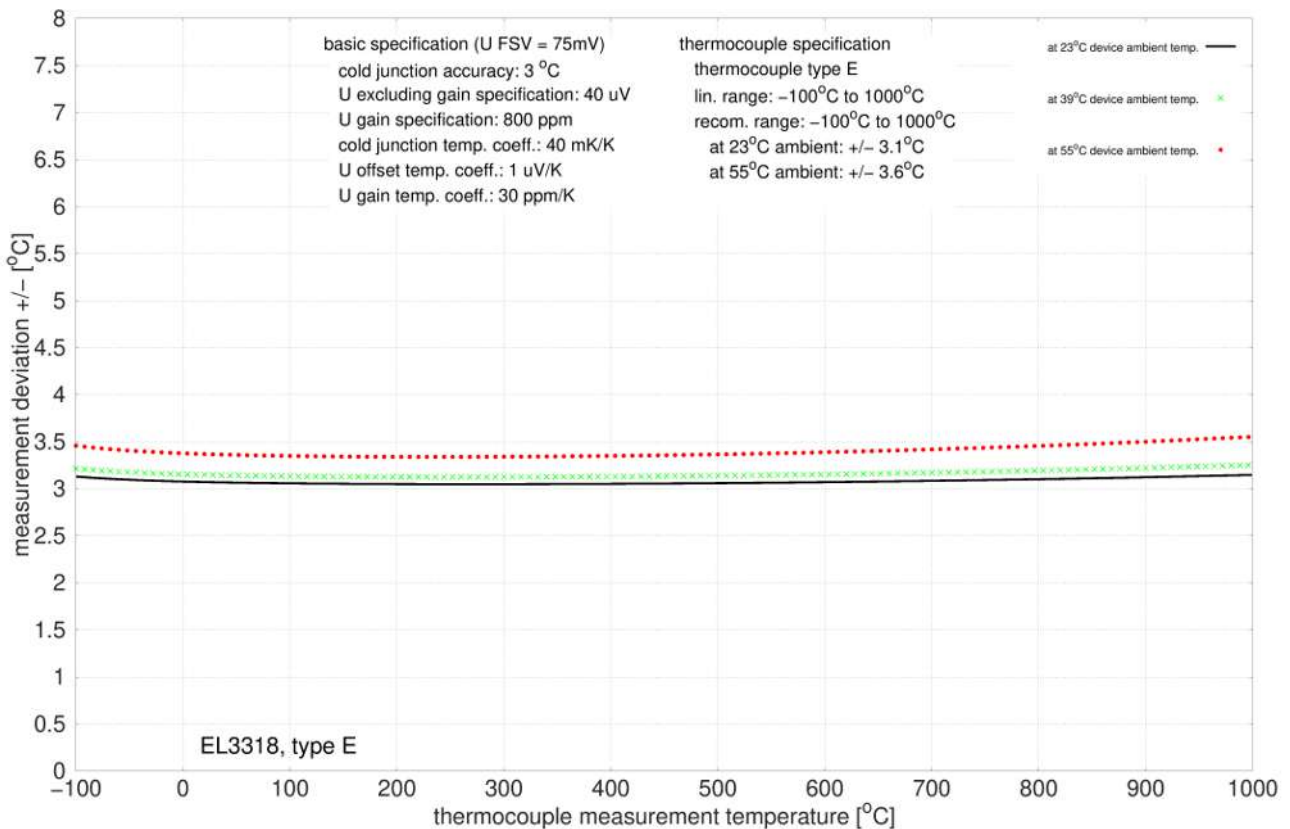
Messunsicherheit für Thermoelement Typ C:



**Spezifikation Thermoelement Typ E**

Temperaturmessung Thermoelement		Typ E
Verwendeter elektr. Messbereich		± 75 mV
Messbereich, technisch nutzbar		-100 °C ≈ -5,237 mV ... +1000 °C ≈ 76,372 mV
Messbereich, Endwert (MBE)		+1000 °C
Messbereich, empfohlen		-100°C ... +1000°C
PDO LSB		0,1/0,01 °C/digit, je nach PDO Einstellung  Hinweis: intern wird mit 16 Bit auf den Messbereichsendwert gerechnet, je nach eingestelltem Thermoelement kommt es also bei „Auflösung 0,01°C“ zu Wertesprünge >0,01°C; Typ E: ca. 0,03°C
Unsicherheit im empfohlenen Messbereich, mit Mittelwertbildung	@ 23°C Umgebungstemperatur	± 3,1 K ≈ ± 0,31 % <sub>MBE</sub>
	@ 55°C Umgebungstemperatur	± 3,6 K ≈ ± 0,36 % <sub>MBE</sub>
Temperaturkoeffizient (Änderung des Messwerts bei Änderung der Klemmenumgebungstemperatur)		<i>Da der Wert wie im u.a. Spezifikations-Plot zu sehen stark abhängig ist von der Sensortemperatur, ist er grundsätzlich aus dem Spezifikations-Plot abzuleiten. Zur besseren Näherung ist auch informativ die Messunsicherheit bei T<sub>amb</sub> = 39°C als Mitte zwischen 23°C und 55°C dargestellt, um den nichtlinearen Verlauf zu verdeutlichen.</i>

Messunsicherheit für Thermoelement Typ E:

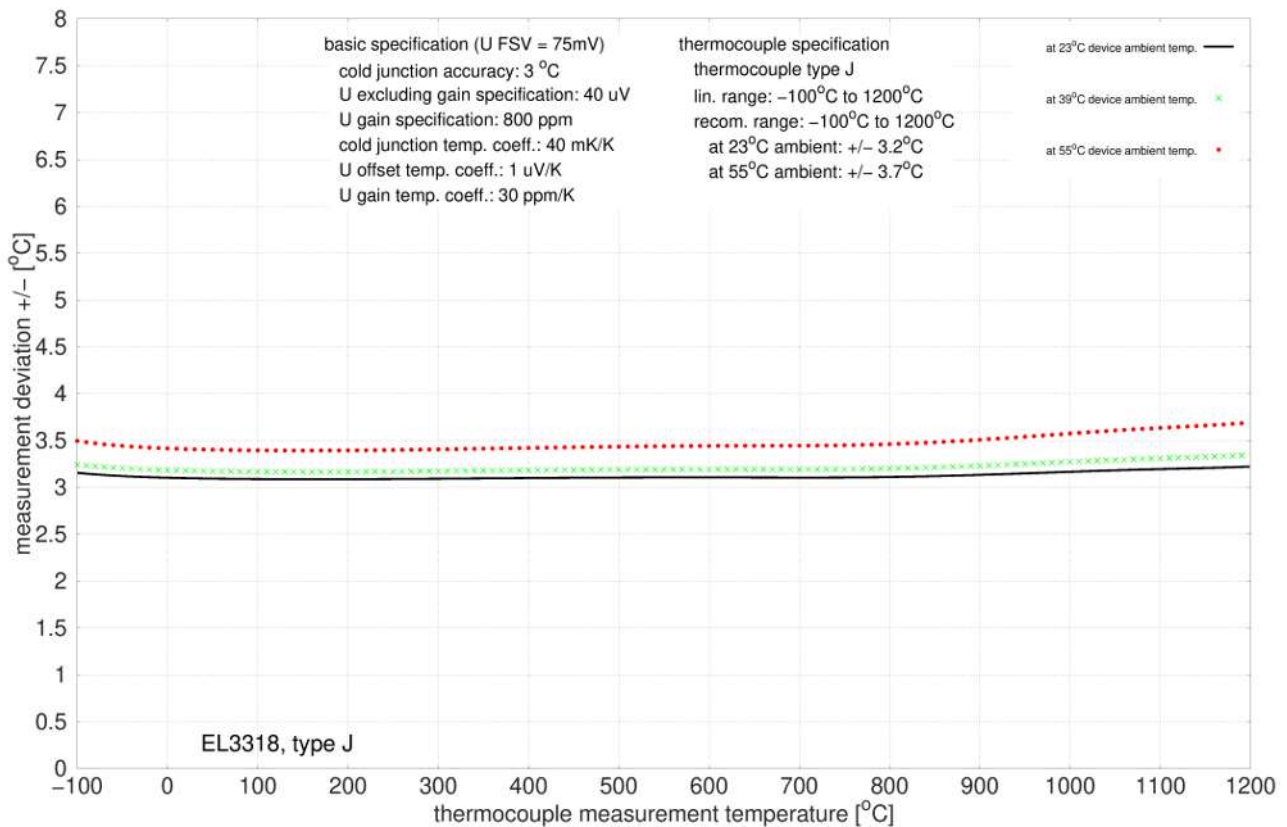




**Spezifikation Thermoelement Typ J**

Temperaturmessung Thermoelement		Typ J
Verwendeter elektr. Messbereich		± 75 mV
Messbereich, technisch nutzbar		-100 °C ≈ -4,632 mV ... +1200 °C ≈ 69,553 mV
Messbereich, Endwert (MBE)		+1200 °C
Messbereich, empfohlen		-100°C ... +1200°C
PDO LSB		0,1/0,01 °C/digit, je nach PDO Einstellung  Hinweis: intern wird mit 16 Bit auf den Messbereichsendwert gerechnet, je nach eingestelltem Thermoelement kommt es also bei „Auflösung 0,01°C“ zu Wertsprünge >0,01°C; Typ J: ca. 0,04°C
Unsicherheit im empfohlenen Messbereich, mit Mittelwertbildung	@ 23°C Umgebungstemperatur	± 3,2 K ≈ ± 0,27 % <sub>MBE</sub>
	@ 55°C Umgebungstemperatur	± 3,7 K ≈ ± 0,31 % <sub>MBE</sub>
Temperaturkoeffizient (Änderung des Messwerts bei Änderung der Klemmenumgebungstemperatur)		<i>Da der Wert wie im u.a. Spezifikations-Plot zu sehen stark abhängig ist von der Sensortemperatur, ist er grundsätzlich aus dem Spezifikations-Plot abzuleiten. Zur besseren Näherung ist auch informativ die Messunsicherheit bei T<sub>amb</sub> = 39°C als Mitte zwischen 23°C und 55°C dargestellt, um den nichtlinearen Verlauf zu verdeutlichen.</i>

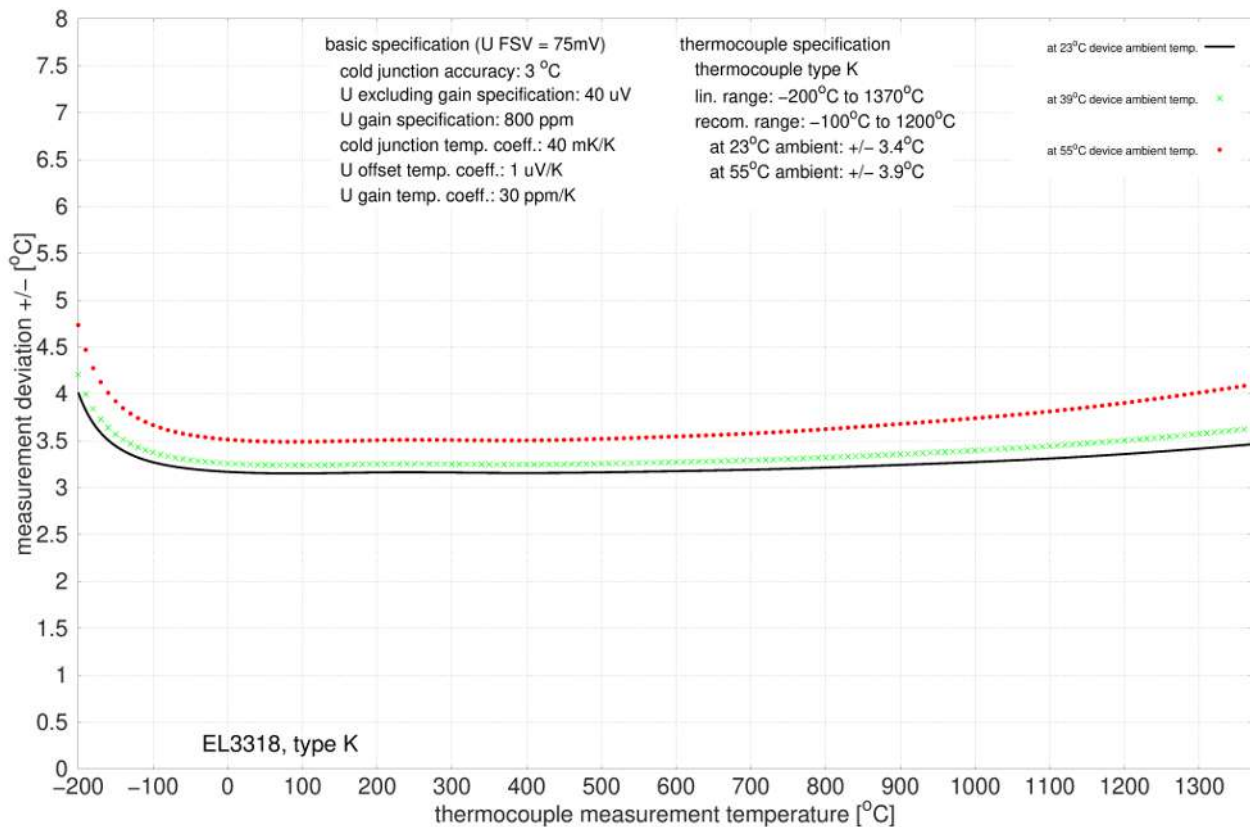
Messunsicherheit für Thermoelement Typ J:



**Spezifikation Thermoelement Typ K**

Temperaturmessung Thermoelement		Typ K
Verwendeter elektr. Messbereich		± 75 mV
Messbereich, technisch nutzbar		-200 °C ≈ -5,891 mV ... +1370 °C ≈ 54,818 mV
Messbereich, Endwert (MBE)		+1370 °C
Messbereich, empfohlen		-100°C ... +1200°C
PDO LSB		0,1/0,01 °C/digit, je nach PDO Einstellung  Hinweis: intern wird mit 16 Bit auf den Messbereichsendwert gerechnet, je nach eingestelltem Thermoelement kommt es also bei „Auflösung 0,01°C“ zu Wertsprünge >0,01°C; Typ K: ca. 0,04°C
Unsicherheit im empfohlenen Messbereich, mit Mittelwertbildung	@ 23°C Umgebungstemperatur	± 3,0 K ≈ ± 0,22 % <sub>MBE</sub>
	@ 55°C Umgebungstemperatur	± 3,6 K ≈ ± 0,26 % <sub>MBE</sub>
Temperaturkoeffizient (Änderung des Messwerts bei Änderung der Klemmenumgebungstemperatur)		<i>Da der Wert wie im u.a. Spezifikations-Plot zu sehen stark abhängig ist von der Sensortemperatur, ist er grundsätzlich aus dem Spezifikations-Plot abzuleiten. Zur besseren Näherung ist auch informativ die Messunsicherheit bei T<sub>amb</sub> = 39°C als Mitte zwischen 23°C und 55°C dargestellt, um den nichtlinearen Verlauf zu verdeutlichen.</i>

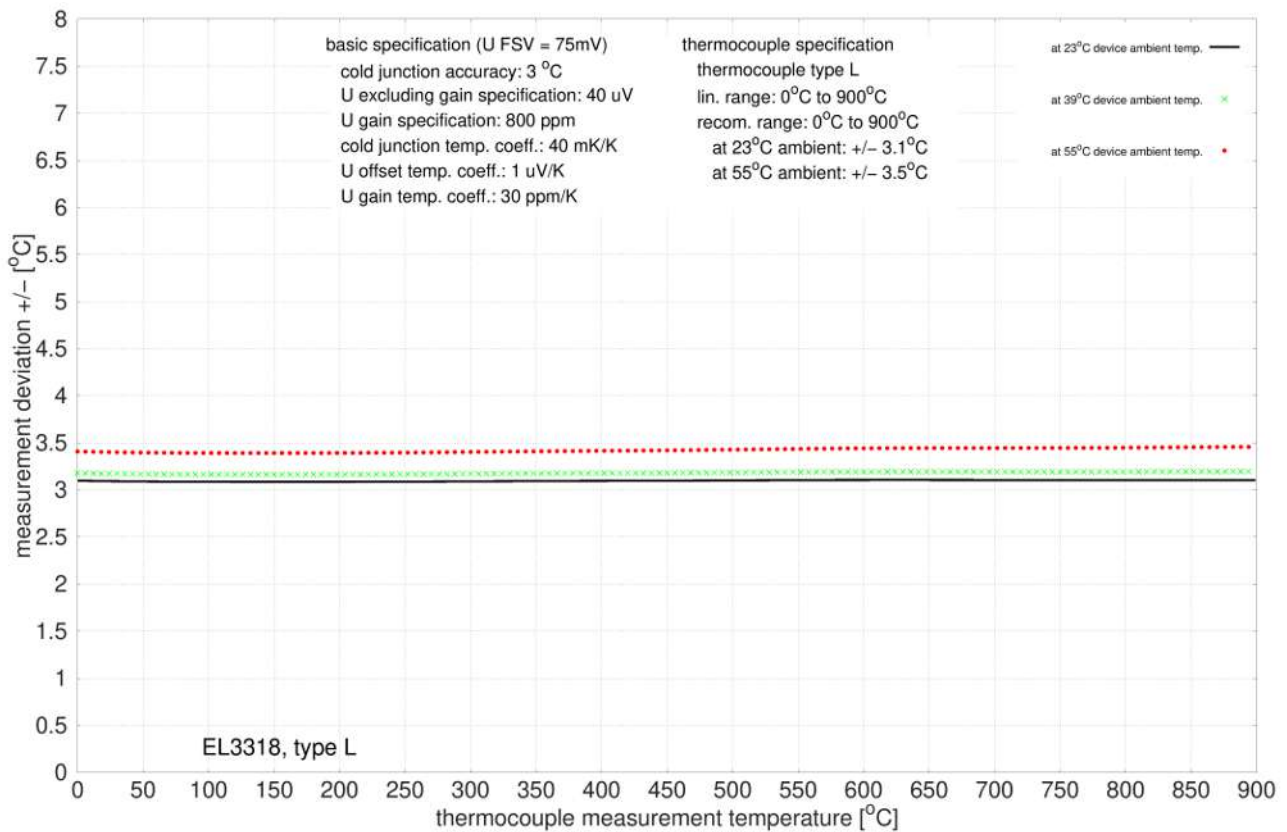
Messunsicherheit für Thermoelement Typ K:



**Spezifikation Thermoelement Typ L**

Temperaturmessung Thermoelement		Typ L
Verwendeter elektr. Messbereich		± 75 mV
Messbereich, technisch nutzbar		0 °C ≈ 0 mV ... +900 °C ≈ 52,430 mV
Messbereich, Endwert (MBE)		+900 °C
Messbereich, empfohlen		0°C ... +900°C
PDO LSB		0,1/0,01 °C/digit, je nach PDO Einstellung  Hinweis: intern wird mit 16 Bit auf den Messbereichsendwert gerechnet, je nach eingestelltem Thermoelement kommt es also bei „Auflösung 0,01°C“ zu Wertsprünge >0,01°C; Typ L: ca. 0,03°C
Unsicherheit im empfohlenen Messbereich, mit Mittelwertbildung	@ 23°C Umgebungstemperatur	± 3,1 K ≈ ± 0,34 % <sub>MBE</sub>
	@ 55°C Umgebungstemperatur	± 3,5 K ≈ ± 0,39 % <sub>MBE</sub>
Temperaturkoeffizient (Änderung des Messwerts bei Änderung der Klemmenumgebungstemperatur)		<i>Da der Wert wie im u.a. Spezifikations-Plot zu sehen stark abhängig ist von der Sensortemperatur, ist er grundsätzlich aus dem Spezifikations-Plot abzuleiten. Zur besseren Näherung ist auch informativ die Messunsicherheit bei T<sub>amb</sub> = 39°C als Mitte zwischen 23°C und 55°C dargestellt, um den nichtlinearen Verlauf zu verdeutlichen.</i>

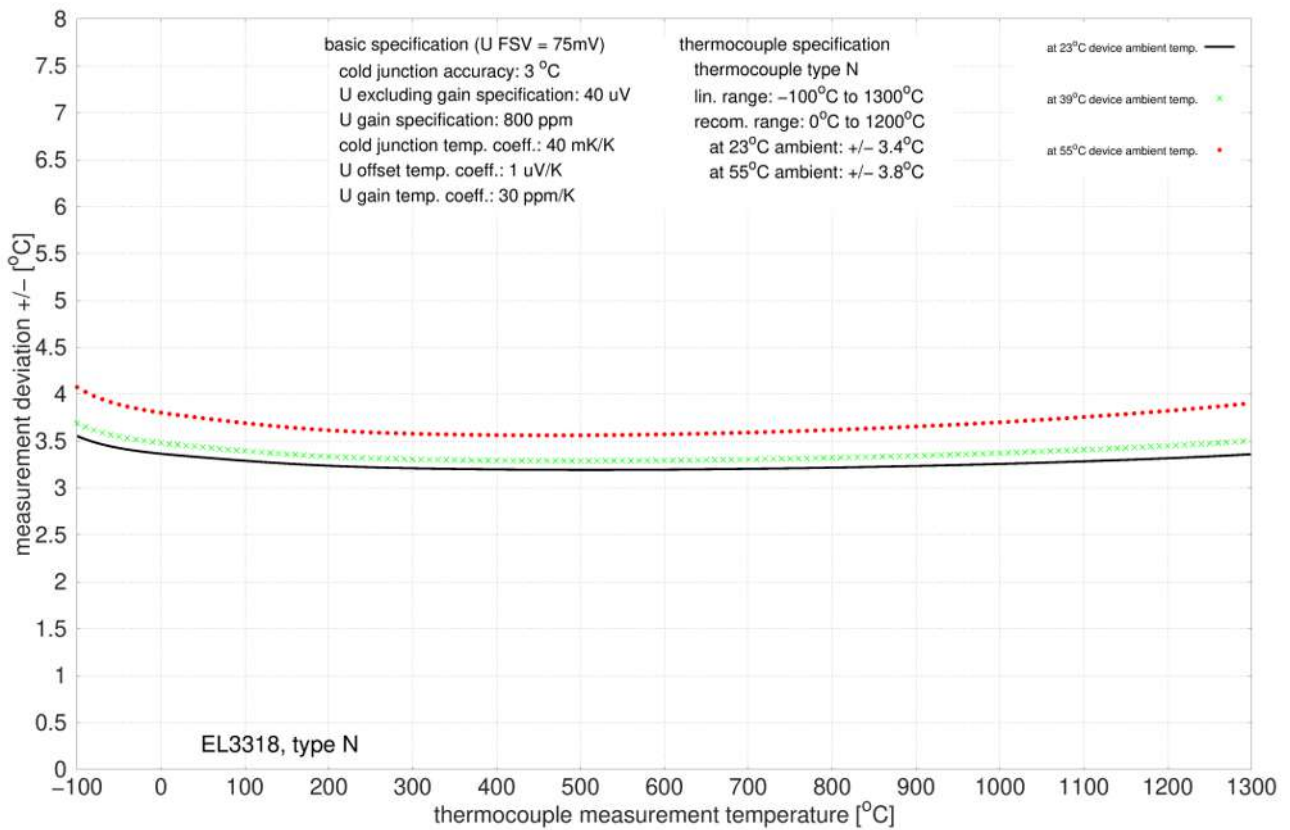
Messunsicherheit für Thermoelement Typ L:



**Spezifikation Thermoelement Typ N**

Temperaturmessung Thermoelement		Typ N
Verwendeter elektr. Messbereich		± 75 mV
Messbereich, technisch nutzbar		-100 °C ≈ -2,406 mV ... +1300 °C ≈ 47,513 mV
Messbereich, Endwert (MBE)		+1300 °C
Messbereich, empfohlen		0°C ... +1300°C
PDO LSB		0,1/0,01 °C/digit, je nach PDO Einstellung  Hinweis: intern wird mit 16 Bit auf den Messbereichsendwert gerechnet, je nach eingestelltem Thermoelement kommt es also bei „Auflösung 0,01°C“ zu Wertesprünge >0,01°C; Typ N: ca. 0,04°C
Unsicherheit im empfohlenen Messbereich, mit Mittelwertbildung	@ 23°C Umgebungstemperatur	± 3,4 K ≈ ± 0,26 % <sub>MBE</sub>
	@ 55°C Umgebungstemperatur	± 3,8 K ≈ ± 0,29 % <sub>MBE</sub>
Temperaturkoeffizient (Änderung des Messwerts bei Änderung der Klemmenumgebungstemperatur)		<i>Da der Wert wie im u.a. Spezifikations-Plot zu sehen stark abhängig ist von der Sensortemperatur, ist er grundsätzlich aus dem Spezifikations-Plot abzuleiten. Zur besseren Näherung ist auch informativ die Messunsicherheit bei T<sub>amb</sub> = 39°C als Mitte zwischen 23°C und 55°C dargestellt, um den nichtlinearen Verlauf zu verdeutlichen.</i>

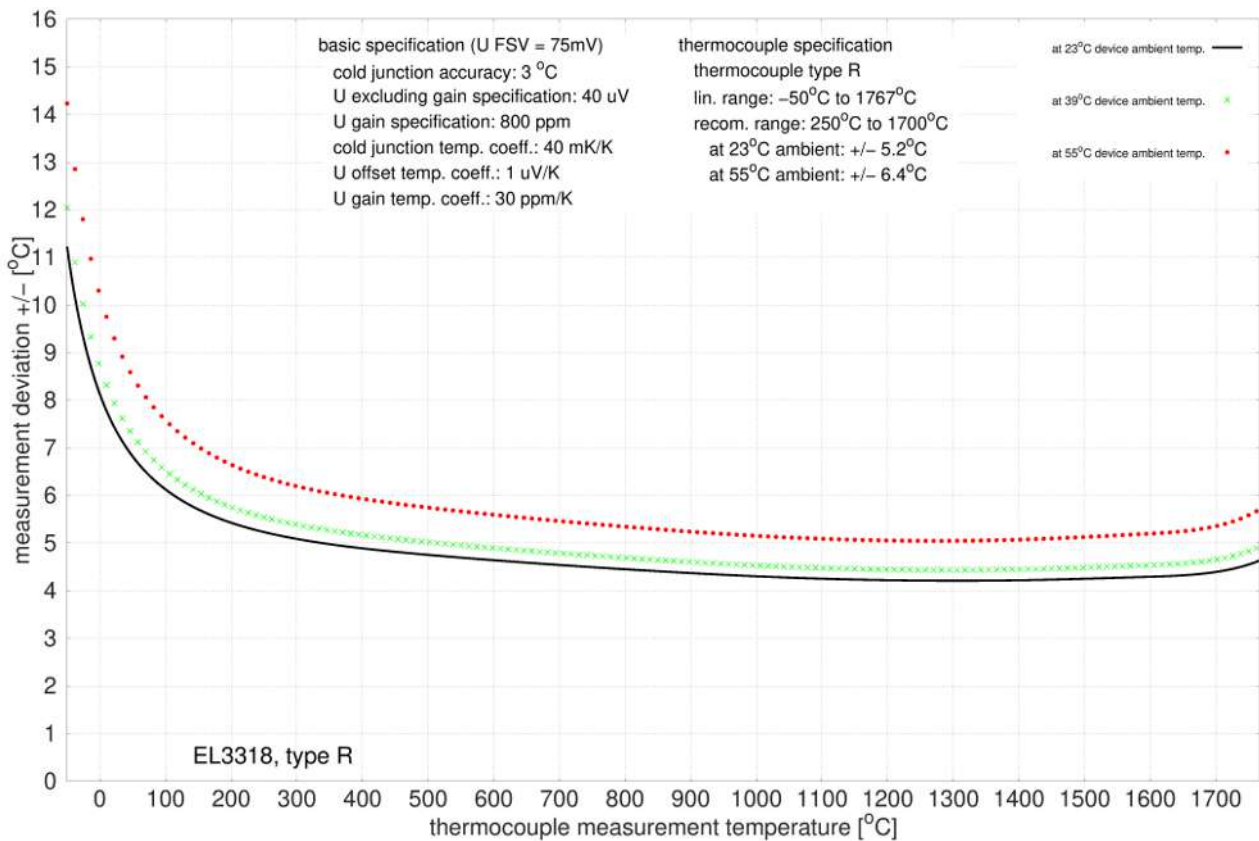
Messunsicherheit für Thermoelement Typ N:



**Spezifikation Thermoelement Typ R**

Temperaturmessung Thermoelement		Typ R
Verwendeter elektr. Messbereich		± 75 mV
Messbereich, technisch nutzbar		0 °C ≈ 0 mV ... +1767 °C ≈ 21,089 mV
Messbereich, Endwert (MBE)		+1767 °C
Messbereich, empfohlen		+250°C ... +1700°C
PDO LSB		0,1/0,01 °C/digit, je nach PDO Einstellung  Hinweis: intern wird mit 16 Bit auf den Messbereichsendwert gerechnet, je nach eingestelltem Thermoelement kommt es also bei „Auflösung 0,01°C“ zu Wertsprünge >0,01°C; TypR: ca. 0,05°C
Unsicherheit im empfohlenen Messbereich, mit Mittelwertbildung	@ 23°C Umgebungstemperatur	± 5,2 K ≈ ± 0,29 % <sub>MBE</sub>
	@ 55°C Umgebungstemperatur	± 6,4 K ≈ ± 0,36 % <sub>MBE</sub>
Temperaturkoeffizient (Änderung des Messwerts bei Änderung der Klemmenumgebungstemperatur)		<i>Da der Wert wie im u.a. Spezifikations-Plot zu sehen stark abhängig ist von der Sensortemperatur, ist er grundsätzlich aus dem Spezifikations-Plot abzuleiten. Zur besseren Näherung ist auch informativ die Messunsicherheit bei T<sub>amb</sub> = 39°C als Mitte zwischen 23°C und 55°C dargestellt, um den nichtlinearen Verlauf zu verdeutlichen.</i>

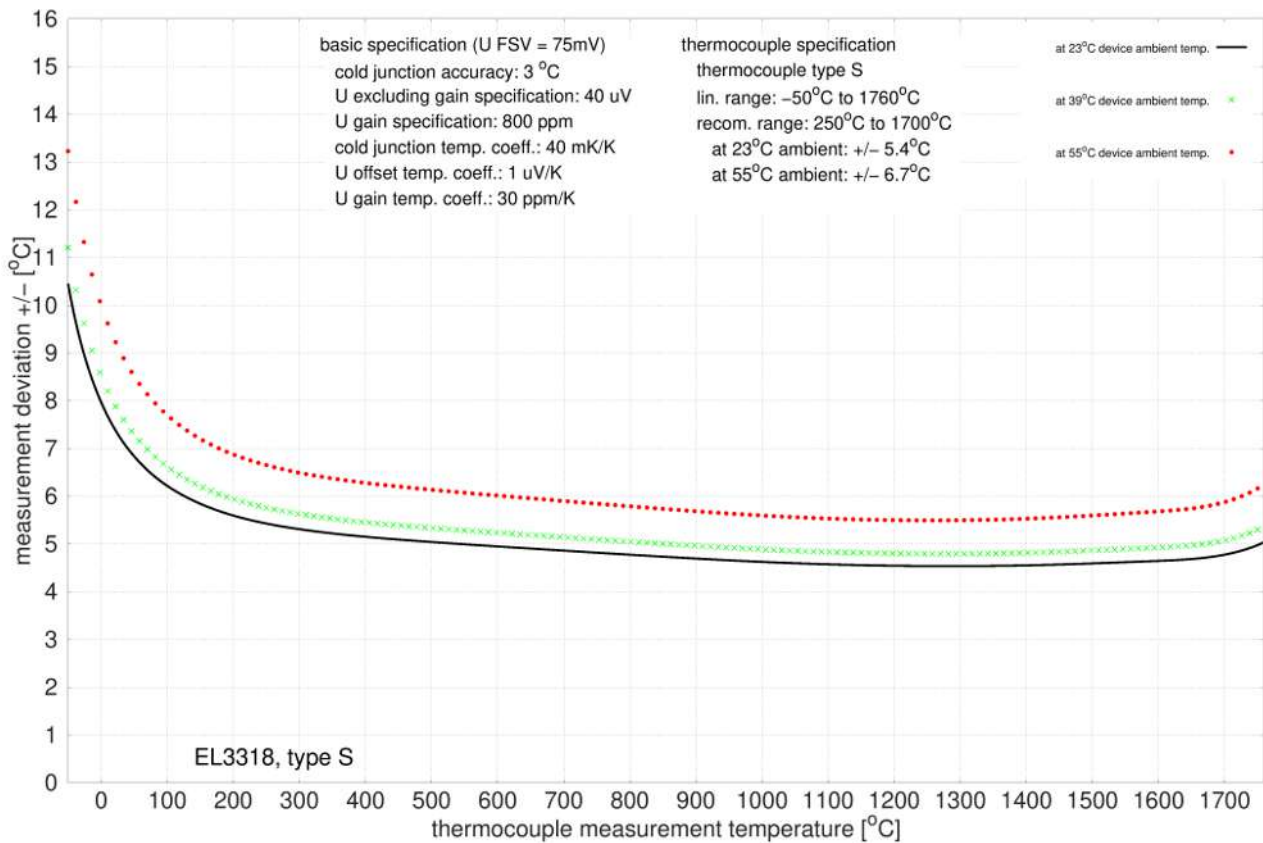
Messunsicherheit für Thermoelement Typ R:



**Spezifikation Thermoelement Typ S**

Temperaturmessung Thermoelement		Typ S
Verwendeter elektr. Messbereich		± 75 mV
Messbereich, technisch nutzbar		0 °C ≈ 0 mV ... +1760 °C ≈ 17,947 mV
Messbereich, Endwert (MBE)		+1760 °C
Messbereich, empfohlen		+250°C ... +1700°C
PDO LSB		0,1/0,01 °C/digit, je nach PDO Einstellung  Hinweis: intern wird mit 16 Bit auf den Messbereichsendwert gerechnet, je nach eingestelltem Thermoelement kommt es also bei „Auflösung 0,01°C“ zu Wertesprünge >0,01°C; Typ S: ca. 0,05°C
Unsicherheit im empfohlenen Messbereich, mit Mittelwertbildung	@ 23°C Umgebungstemperatur	± 5,4 K ≈ ± 0,31 % <sub>MBE</sub>
	@ 55°C Umgebungstemperatur	± 6,7 K ≈ ± 0,38 % <sub>MBE</sub>
Temperaturkoeffizient (Änderung des Messwerts bei Änderung der Klemmenumgebungstemperatur)		<i>Da der Wert wie im u.a. Spezifikations-Plot zu sehen stark abhängig ist von der Sensortemperatur, ist er grundsätzlich aus dem Spezifikations-Plot abzuleiten. Zur besseren Näherung ist auch informativ die Messunsicherheit bei T<sub>amb</sub> = 39°C als Mitte zwischen 23°C und 55°C dargestellt, um den nichtlinearen Verlauf zu verdeutlichen.</i>

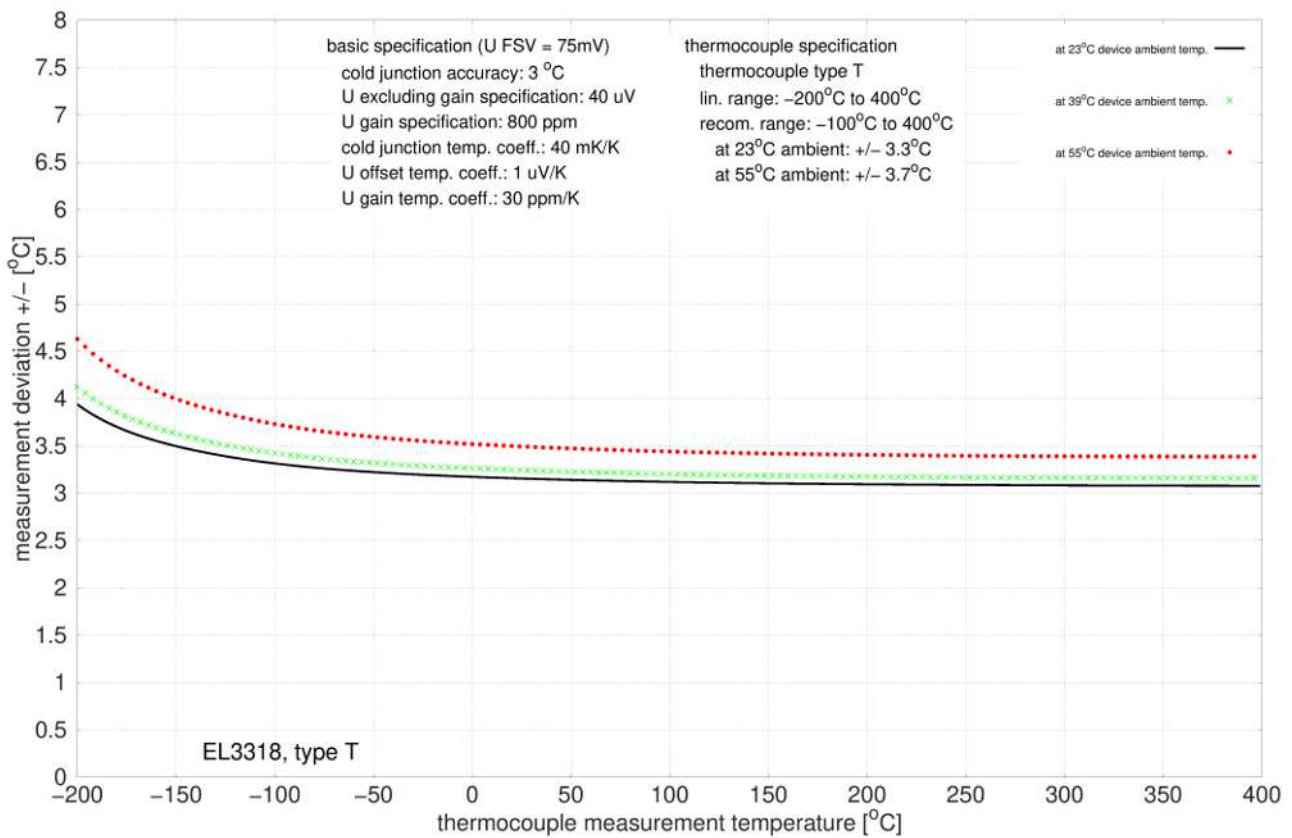
Messunsicherheit für Thermoelement Typ S:



**Spezifikation Thermoelement Typ T**

Temperaturmessung Thermoelement		Typ T
Verwendeter elektr. Messbereich		± 75 mV
Messbereich, technisch nutzbar		-200 °C ≈ -5,603 mV ... +400 °C ≈ 20,872 mV
Messbereich, Endwert (MBE)		+400 °C
Messbereich, empfohlen		-100°C ... +400°C
PDO LSB		0,1/0,01 °C/digit, je nach PDO Einstellung
Unsicherheit im empfohlenen Messbereich, mit Mittelwertbildung	@ 23°C Umgebungstemperatur	± 3,3 K ≈ ± 0,83 % <sub>MBE</sub>
	@ 55°C Umgebungstemperatur	± 3,7 K ≈ ± 0,93 % <sub>MBE</sub>
Temperaturkoeffizient (Änderung des Messwerts bei Änderung der Klemmenumgebungstemperatur)		<i>Da der Wert wie im u.a. Spezifikations-Plot zu sehen stark abhängig ist von der Sensortemperatur, ist er grundsätzlich aus dem Spezifikations-Plot abzuleiten. Zur besseren Näherung ist auch informativ die Messunsicherheit bei T<sub>amb</sub> = 39°C als Mitte zwischen 23°C und 55°C dargestellt, um den nichtlinearen Verlauf zu verdeutlichen.</i>

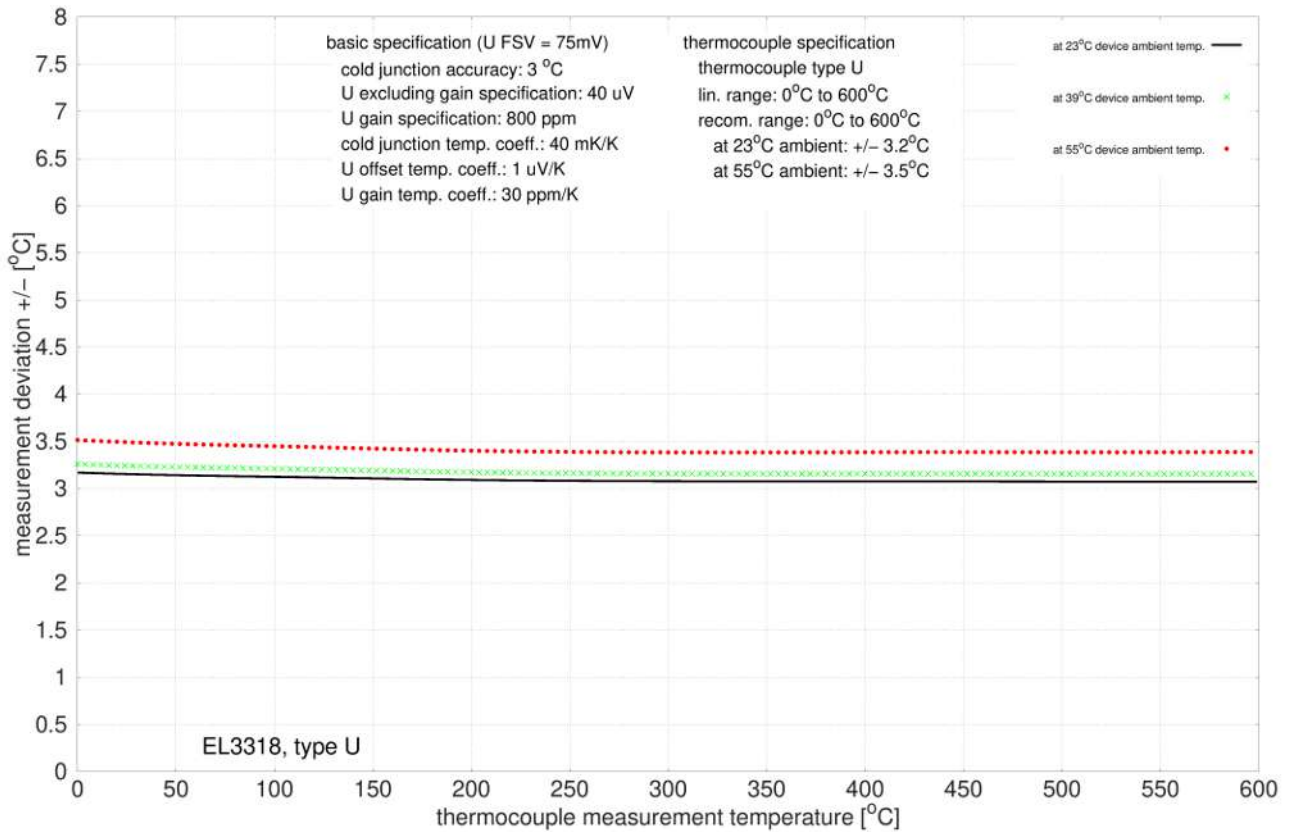
Messunsicherheit für Thermoelement Typ T:



**Spezifikation Thermoelement Typ U**

Temperaturmessung Thermoelement		Typ U
Verwendeter elektr. Messbereich		± 75 mV
Messbereich, technisch nutzbar		0 °C ≈ 0 mV ... +600 °C ≈ 33,600 mV
Messbereich, Endwert (MBE)		+600 °C
Messbereich, empfohlen		0°C ... +600°C
PDO LSB		0,1/0,01 °C/digit, je nach PDO Einstellung  Hinweis: intern wird mit 16 Bit auf den Messbereichsendwert gerechnet, je nach eingestelltem Thermoelement kommt es also bei „Auflösung 0,01°C“ zu Wertesprünge >0,01°C; Typ U: ca. 0,02°C
Unsicherheit im empfohlenen Messbereich, mit Mittelwertbildung	@ 23°C Umgebungstemperatur	± 3,2 K ≈ ± 0,53 % <sub>MBE</sub>
	@ 55°C Umgebungstemperatur	± 3,5 K ≈ ± 0,58 % <sub>MBE</sub>
Temperaturkoeffizient (Änderung des Messwerts bei Änderung der Klemmenumgebungstemperatur)		<i>Da der Wert wie im u.a. Spezifikations-Plot zu sehen stark abhängig ist von der Sensortemperatur, ist er grundsätzlich aus dem Spezifikations-Plot abzuleiten. Zur besseren Näherung ist auch informativ die Messunsicherheit bei T<sub>amb</sub> = 39°C als Mitte zwischen 23°C und 55°C dargestellt, um den nichtlinearen Verlauf zu verdeutlichen.</i>

Messunsicherheit für Thermoelement Typ U:





**2.9.2.4 Gehäusedaten**

Gehäusedaten	EL-12-16pin
Bauform	kompaktes HD (High Density)-Gehäuse mit Signal-LEDs
Material	Polycarbonat
Abmessungen (B x H x T)	12 mm x 100 mm x 68 mm
Montage	auf 35-mm-Tragschiene, entsprechend EN 60715 mit Verriegelung
Anreihbar durch	doppelte Nut-Feder-Verbindung
Beschriftung	Beschriftung der Serie BZxxx
Verdrahtung	eindrätige Leiter (e): Direktstecktechnik; feindrätige Leiter (f) und Aderendhülse (a): Federbetätigung per Schraubendreher
Anschlussquerschnitt	e*: 0,08...1,5 mm <sup>2</sup> , f*: 0,25...1,5 mm <sup>2</sup> , a*: 0,14...0,75 mm <sup>2</sup>
Anschlussquerschnitt AWG	e*: AWG 28...16, f*: AWG 22...16, a*: AWG 26...19
Abisolierlänge	8...9 mm
Strombelastung Powerkontakte	I <sub>max</sub> : 10 A
*e: eindrätig, Draht massiv; f: feindrätig, Litze; a: mit Aderendhülse	

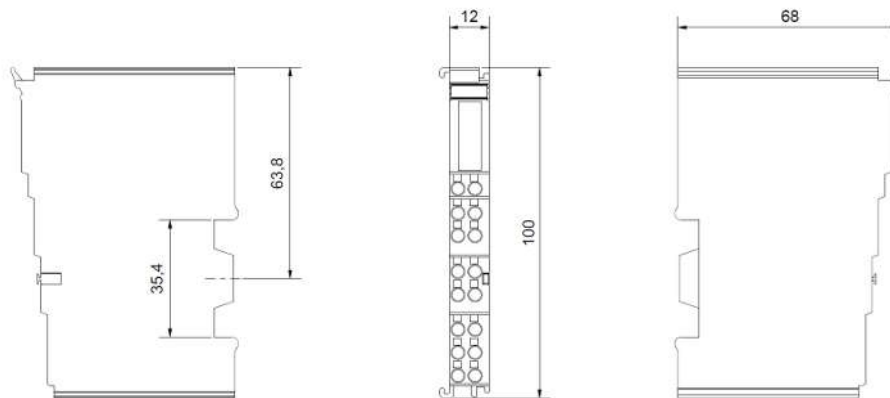


Abb. 21: Technische Zeichnung | Gehäuse EL-12-16pin

### 2.9.3 Anschlussbelegungen

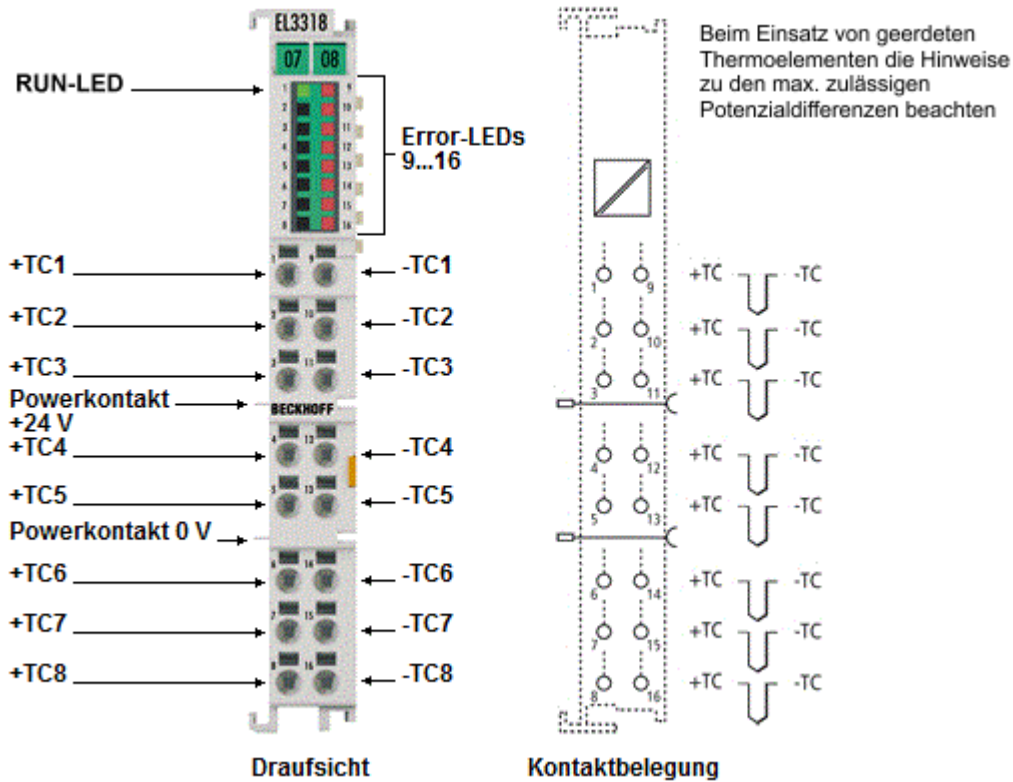


Abb. 22: EL3318

#### EL3318 - Anschlussbelegung

Klemmstelle	Nr.	Kommentar
+TC1	1	Eingang +TC1
+TC2	2	Eingang +TC2
+TC3	3	Eingang +TC3
+TC4	4	Eingang +TC4
+TC5	5	Eingang +TC5
+TC6	6	Eingang +TC6
+TC7	7	Eingang +TC7
+TC8	8	Eingang +TC8
-TC1	9	Eingang -TC1
-TC2	10	Eingang -TC2
-TC3	11	Eingang -TC3
-TC4	12	Eingang -TC4
-TC5	13	Eingang -TC5
-TC6	14	Eingang -TC6
-TC7	15	Eingang -TC7
-TC8	16	Eingang -TC8

## 2.9.4 Anzeige, Diagnose

### EL3318 - LEDs

LED	Farbe	Bedeutung	
RUN	grün	Diese LED gibt den Betriebszustand der Klemme wieder:	
		aus	Zustand der EtherCAT State Machine: <b>INIT</b> = Initialisierung der Klemme
		gleichmäßig blinkend	Zustand der EtherCAT State Machine: <b>PREOP</b> = Funktion für Mailbox-Kommunikation und abweichende Standard-Einstellungen gesetzt
		langsam blinkend	Zustand der EtherCAT State Machine: <b>SAFEOP</b> = Überprüfung der Kanäle des Sync-Managers und der Distributed Clocks. Ausgänge bleiben im sicheren Zustand
		an	Zustand der EtherCAT State Machine: <b>OP</b> = normaler Betriebszustand; Mailbox- und Prozessdatenkommunikation ist möglich
		schnell blinkend	Zustand der EtherCAT State Machine: <b>BOOTSTRAP</b> = Funktion für Firmware-Updates der Klemme
ERROR1-8	rot	Es liegt ein Kurzschluss oder Drahtbruch vor. Der Spannungswert befindet sich im ungünstigen Bereich der Kennlinie.	

## 2.10 Technologie "Temperaturmessung mit Thermoelementen"

### 2.10.1 Grundlagen der Thermoelement-Technologie

#### ● Allgemeine Ersatzbezeichnung „Gerät“

**i** Dieses Kapitel findet in Dokumentationen verschiedener Beckhoff-Produkte Verwendung. Deshalb ist es allgemeingültig geschrieben und verwendet allgemein den Begriff „Gerät“ für die verschiedenen Familienbezeichnungen wie Klemme (Serien EL/ELM/KL/ES...), Box (Serien IP/EP/EPP...), Modul (Serien EJ/FM...).

Thermoelemente sind Temperatursensoren. Die Anwendungsbereiche von Thermoelementen sind aufgrund der geringen Kosten, der schnellen Erfassung von Temperaturunterschieden, weiten Temperaturbereichen, hohen Temperaturgrenzen und ihrer Verfügbarkeit in vielen unterschiedlichen Typen und Größen sehr vielfältig.

#### Messprinzip und Aufbau

Die Temperaturmessung mit einem Thermoelement basiert auf dem Seebeck-Effekt, der in den 1820er Jahren von dem deutschen Physiker Thomas Johann Seebeck entdeckt wurde. Dieser Seebeck-Effekt, auch bezeichnet als thermoelektrischer Effekt, beschreibt eine Ladungsverschiebung in einem leitenden Material durch ein Temperaturgefälle entlang des Leiters. Die Größe der Ladungsverschiebung ist dabei abhängig von der Größe des Temperaturunterschieds und dem betrachteten Leitermaterial.

Bei Thermoelementen wird diese Ladungsverschiebung zur Erzeugung einer Spannung genutzt. Zwei unterschiedliche Leitermaterialien werden an einem Ende miteinander verbunden. Das ist die Messstelle, an der die Temperatur ermittelt werden soll. An dem anderen Ende sind die Leiter nicht verbunden. Dieses offene Ende, an dem der Übergang auf die Messelektronik ist, ist die Vergleichsstelle. Zwischen der Vergleichsstelle und der Messstelle ist eine Temperaturdifferenz, die über die Spannung zwischen den Leitern am offenen Ende gemessen werden kann. Die Spannung ist abhängig von den verwendeten Leitermaterialien und der Temperaturdifferenz, sie liegt im Bereich einiger mV.

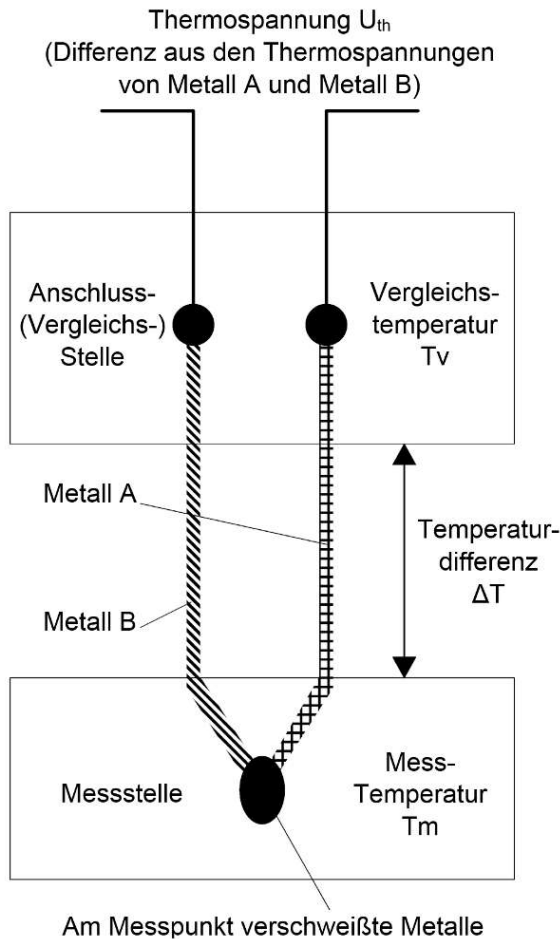


Abb. 23: Aufbau und Prinzip eines Thermoelements

Würde für ein Thermoelement nur ein Material genutzt werden, wäre die Ladungsverschiebung in beiden Leitern identisch, sodass keine Potentialdifferenz zwischen den beiden Leitern am offenen Ende messbar wäre.

Bei der Temperaturmessung mit Thermoelementen handelt es sich also eigentlich um eine Spannungsmessung, mit der dann aus der bekannten Kennlinie eine Temperatur ermittelt werden kann. Außerdem ist das Messverfahren nicht absolut, sondern differentiell, da keine absolute Temperatur (mit dem Bezugspunkt  $0\text{ °C}$ ) ermittelt wird, sondern die Temperaturdifferenz zwischen der Mess- und der Vergleichsstelle.

Zur Auswertung von Thermoelementen wird eine Messelektronik benötigt, die kleine Spannungen im mV Bereich mit einer ausreichend hohen Auflösung und Genauigkeit auswerten kann. Thermoelemente sind aktive Sensoren, was bedeutet, dass zur Messung der Temperatur keine Versorgung der Sensorik nötig ist, die Spannung wird vom Thermoelement selber erzeugt.

### Arten von Thermoelementen

Es gibt verschiedene Arten von Thermoelementen, die aus unterschiedlichen Kombinationen von Leitermaterialien bestehen. Jede Material-Kombination hat spezielle Eigenschaften und eignet sich für bestimmte Anwendungsbereiche. Die verschiedenen Arten bzw. Thermoelementtypen werden mit Buchstaben benannt.

Aufgrund der unterschiedlichen Materialpaarung haben die verschiedenen Thermoelementtypen unterschiedliche Kennwerte. Sie unterscheiden sich in der Temperaturgrenzen und der Spannungs-Temperatur-Kennlinie. Um die Thermoelementtypen unterscheiden zu können sind die Farbcodierungen für den Mantel, den Pluspol und den Minuspol in verschiedenen Normen festgelegt.

Die folgende Tabelle zeigt gängige Thermoelementtypen mit dem Angabe zu den verwendeten Materialien, den definierten Temperaturbereichen und der Farbcodierung.

Typ (nach EN60584-1)	Element	Messbereich *		Mittlerer Temperaturkoeffizient	Spannung am MBE	Farbcodierung (Mantel - Pluspol - Minuspol)
		Min	Max			
B	Pt30%Rh-Pt6Rh	600 °C	1820 °C	6 µV/K	13,820 mV	grau - grau -weiß
C **	W5%Re-W25%Re	-18 °C	2316 °C	15 µV/K	37,070 mV	n.d.
E	NiCr-CuNi	-270 °C	1000 °C	65 µV/K	76,373 mV	violett - violett - weiß
J	Fe-CuNi	-210 °C	1200 °C	54 µV/K	69,553 mV	schwarz - schwarz - weiß
K	NiCr-Ni	-270 °C	1372 °C	42 µV/K	54,886 mV	grün - grün - weiß
L ***	Fe-CuNi	-200 °C	900 °C	54 µV/K	53,140 mV	blau - rot - blau
N	NiCrSi-NiSi	-270 °C	1300 °C	27 µV/K	47,513 mV	rosa - rosa - weiß
R	Pt13%Rh-Pt	-50 °C	1768 °C	10 µV/K	21,101 mV	orange - orange - weiß
S	Pt10%Rh-Pt	-50 °C	1768 °C	10 µV/K	18,693 mV	orange - orange - weiß
T	Cu-CuNi	-270 °C	400 °C	40 µV/K	20,872 mV	braun - braun - weiß
U ***	Cu-CuNi	-200 °C	600 °C	40 µV/K	34,310 mV	braun - rot - braun

\*Der angegebene Messbereich bezieht sich auf den maximal möglichen Messbereich des angegebenen Thermoelementtyps. Der mögliche Messbereich mit den Thermoelement-Messgeräten kann eingeschränkt sein. Die Angabe zum möglichen Messbereich der Thermoelement-Messgeräte sind den technischen Daten in der Dokumentation zu entnehmen.

\*\*nicht genormt nach EN60584-1

\*\*\*nach DIN 43710

Ausgewählt werden muss das Thermoelement nach den Einsatzbedingungen. Dabei muss also nicht nur auf die Unsicherheit geachtet werden, sondern auch auf die anderen Eigenschaften der verschiedenen Thermoelementtypen. Bei einer Anwendung mit geringen Temperaturschwankungen ist es von Vorteil, einen Thermoelementtyp mit einer hohen Thermospannung pro Temperaturänderung zu wählen. In einem Anwendungsfall, wo die zu messende Temperatur sehr hoch ist, ist es wichtig die maximale Einsatztemperatur zu beachten.

## Kennlinie

Zur Ermittlung der Temperaturdifferenz zu einer gemessenen Thermospannung gibt es typenspezifische Referenztabellen. Eine einfache Umrechnung der Spannung in eine Temperatur mit einem Temperaturkoeffizienten, wie bei Widerstandsthermometern oft näherungsweise üblich, ist nicht möglich, da das Verhältnis von Spannung und Temperatur deutlich nicht-linear über den gesamten Messbereich ist. Durch den sich ändernden Temperaturkoeffizienten ergibt sich eine nichtlineare Spannungs-Temperatur-Kennlinie. Diese Kennlinie ist wiederum abhängig vom Thermoelementtyp, sodass sich für jeden Typ eine eigene nichtlineare Spannungs-Temperatur-Kennlinie ergibt. Beispielhaft sind die Kennlinien für typische Thermoelementtypen in der folgenden Abbildung dargestellt. Die beschriebene Nichtlinearität ist vor allem im Temperaturbereich  $< 0^{\circ}\text{C}$  deutlich zu erkennen.

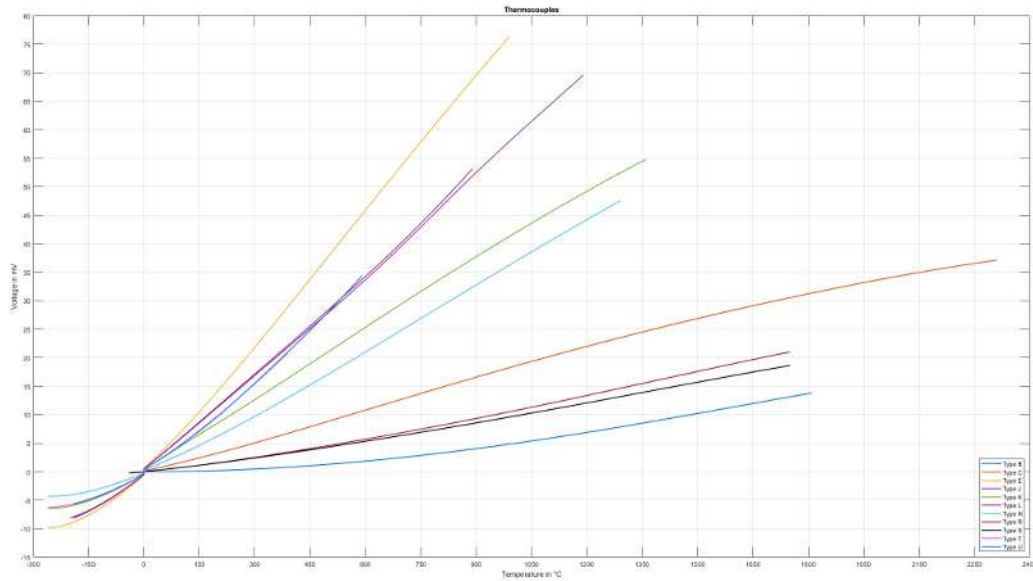


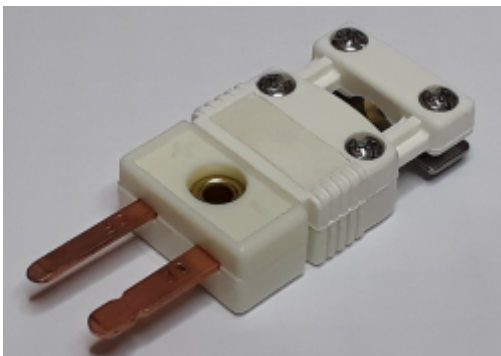
Abb. 24: Spannungs-Temperatur-Kennlinien verschiedener Thermoelementtypen

Thermoelemente unterliegen im Anwendungsbetrieb unumgänglichen und irreversiblen Veränderungen, wodurch es mit der Zeit zu immer größer werdenden Messunsicherheiten kommt. Oder ganz deutlich: die Messung wird mit der Zeit immer falscher. Diese Änderungen werden auch als Alterung bezeichnet und sind abhängig von verschiedenen Einflussfaktoren. Beispiele für diese Einflüsse sind mechanische und chemische Beanspruchungen der Thermoelemente. Bei mechanischen Beanspruchungen handelt es sich um Verformungen der Leiter, wodurch die Kristallstruktur der Metalle verändert wird. Dies führt zu fehlerhaften Thermospannungen. Bei chemischen Beanspruchungen handelt es sich ebenfalls um Veränderungen in der Kristallstruktur der Metalle oder Oxidation, wodurch sich die thermischen Eigenschaften der Leiter verändern, sodass es zu einer Kennlinienveränderung kommt. Dieser Einfluss kann durch den Einbau in gasdichten Schutzrohren gemindert werden.

**Steckbare Verbindungen**

Zum Anschluss von Thermoelementen an Messgeräte und Auswertelektronik oder zur Verbindung eines Thermoelements mit Thermo- oder Ausgleichsleitungen kann mit offenen Drahtenden oder geeigneten Thermoelement-Steckverbindern gearbeitet werden.

Idealerweise sind die Kontakte eines solchen Thermoelement-Steckverbinders aus dem Material des jeweiligen Thermoelements ausgeführt. Dadurch ergibt sich ein thermospannungsfreier Übergang an den Verbindungsstellen. Die Stecker haben festgelegte Farben je nach Typ, z.B. Typ K: grün. Durch eine Kennzeichnung auf dem Gehäuse und die unterschiedliche Form der Kontakte ist eine Verwechslung der Polarität schwer möglich.



Es gibt mehrere übliche Größen: Standard, Mini, Micro.

Eine Besonderheit ist der weiße Steckverbinder, der mit normalen Kupferkontakten ausgeführt ist, quasi wie ein normaler Nicht-Thermoelement-Stecker. Dadurch ist er für alle Thermoelement Typen universell einsetzbar, wenn auch mit dem Nachteil, dass er dann genau keinen thermospannungsfreien Übergang schafft. Weitaus häufiger als der weiße Stecker ist die weiße Buchse „universal“ am Messgerät. Dadurch können alle Thermoelementstecker in das Gerät gesteckt werden. Im Messgerät muss dann die Kaltstellentemperatur an diesem Steckerübergang ermittelt werden.

### Verlängerungen und Anschluss von Thermoelementen

In einigen Fällen ist es sinnvoll das Thermoelement zu verlängern und die Vergleichsstelle so an einen ausgewählten Ort zu verlegen, da dort beispielsweise die Temperatur konstant gehalten oder mit einfachen Mitteln gemessen werden kann. Dazu muss das Thermoelement verlängert werden. Dies kann mit einer Thermo- oder Ausgleichsleitung geschehen. Thermoleitungen sind aus demselben Material gefertigt, wie das Thermoelement selbst. Ausgleichsleitungen hingegen sind meistens aus günstigeren Werkstoffen mit ähnlichen thermischen Eigenschaften hergestellt. Beide Arten sind somit für die Verlängerung eines Thermoelements zu einer entfernten Kaltstelle geeignet. Die Drähte für Thermo- und Ausgleichsleitungen sind in der DIN 43713 genormt.

Bei Ausgleichsleitungen muss darauf geachtet werden, dass es sich bei dem verwendeten Material nur um ähnliche thermische Eigenschaften handelt und nicht um dieselben. Die thermischen Eigenschaften gelten nur in einem eng eingeschränkten Temperaturbereich. Am Übergang von Thermoelement auf die Ausgleichsleitung ergibt sich dann ein weiteres Thermoelement. Daher ergeben sich kleine fehlerhafte Thermospannungen, die das Messergebnis beeinflussen. Werden die Ausgleichsleitungen außerhalb des spezifizierten Temperaturbereichs verwendet, wird die Genauigkeit der Temperaturmessung weiter beeinflusst und so das Messergebnis verschlechtert.

Sowohl für Thermo-, als auch für Ausgleichsleitungen gibt es zwei Genauigkeitsklassen, die die Grenzabweichungen angeben. Diese sind in der DIN 43722 festgelegt. Bei der Auswahl der Thermoelementverlängerung sollte die dadurch entstehende Unsicherheit betrachtet und evaluiert werden.

---

#### ● Sensorstrecke

**i** Eine Veränderung des Sensorkreises durch zusätzliche Elemente wie z. B. Umschalter oder Multiplexer kann die Messgenauigkeit beeinträchtigen. In solchen Schaltern können lokal kleine Thermospannungen entstehen, die die Messung verfälschen. Falls dennoch applikativ nötig, sollte der Einfluss solcher Komponenten genau beleuchtet werden.

---

#### ● Max. Leitungslänge zum Thermoelement

**i** Die Leitungslänge vom Messgerät bis zum Thermoelement darf ohne weitere Schutzmaßnahmen max. 30 m betragen. Bei größeren Kabellängen ist ein geeigneter Überspannungsschutz (Surge-Protection) vorzusehen.

---

### Vergleichsstelle / Kaltstellenkompensation / Cold Junction Compensation / CJC

Die Korrektur des Thermospannungswerts, um den absoluten Temperaturwert zu ermitteln, wird auch als Kaltstellenkompensation bezeichnet. Um einen möglichst genauen absoluten Temperaturwert zu ermitteln muss die Temperatur an der Kaltstelle entweder konstant auf einem bekannten Wert gehalten werden oder kontinuierlich im während der Messung mit möglichst geringer Unsicherheit gemessen werden. In einigen Anwendungen kann sich die Kaltstelle beispielsweise in einem Eisbad (0 °C) befinden. Dann entspricht die über die Thermospannung ermittelte Temperatur sowohl der Temperaturdifferenz, als auch der absoluten Temperatur. In vielen Anwendung ist diese Möglichkeit jedoch nicht umsetzbar, sodass eine Kaltstellenkompensation erforderlich ist.

Als Kaltstelle bei der Thermoelementauswertung mit EtherCAT- und Busklemmen im IP20 Gehäuse wird die Kaltstellentemperatur am Übergang vom Thermoelement auf die Kupferkontakte gemessen. Dieser Wert wird im Betrieb intern in der Klemme über einen Sensor kontinuierlich gemessen, um so die ermittelten Werte zu korrigieren. Diese kontinuierliche Messung auch ausgeschaltet werden, um beispielsweise eine externe Kaltstellenkompensation zu nutzen.

Bei den EJ-Steckmodulen für die Leiterkarte ist die Kaltstellenmessung nicht im Modul integriert. Hier muss eine externe Messung der Kaltstelle erfolgen. Diese Temperatur kann dann für die Kaltstellenkompensation und die Berechnung der absoluten Temperatur an die Klemme übergeben werden.



Bei IP67-Modulen und bei EJ-Steckmodulen liegt die Kaltstelle außerhalb des Moduls. Für die Kaltstellenkompensation müssen Pt1000-Messwiderstände extern angeschlossen werden. Für IP67-Module bietet Beckhoff zu diesem Zweck den Stecker ZS2000-3712 mit integriertem Pt1000-Messwiderstand an.

**Bestimmung der absoluten Temperatur**

Bei der Temperaturmessung mit einem Thermoelement handelt es sich um eine differentielle Temperaturmessung, bei der der Temperaturunterschied zwischen der Messstelle und der Vergleichsstelle, auch als Kaltstelle („Cold Junction“) bezeichnet, ermittelt wird. Um die absolute Temperatur an der Messstelle zu ermitteln muss die gemessene Thermospannung daher um die Thermospannung an der Kaltstelle korrigiert werden. Mit der korrigierten Thermospannung kann dann die Temperatur an der Messstelle aus geeigneten Tabellen oder Kennlinien ermittelt werden. Aufgrund der Nichtlinearität der Kennlinie ist es zwingend notwendig, dass diese Verrechnung mit den Spannungen und nicht mit der Temperatur durchgeführt wird. Andernfalls würde sich ein wesentlicher Fehler in der Messung ergeben.

---

**● Herausforderungen bei der Messung der Temperatur mit Thermoelementen**

**i**

- Linearisierung
- Kaltstellenkompensation

---

Allgemein wird die absolute Temperatur über folgende Beziehung berechnet:

$$U_{\text{Messstelle}} = U_{\text{thermo}} + U_{\text{Kaltstelle}}$$

$$T_{\text{Messstelle}} = f(U_{\text{Messstelle}})$$

Nachfolgend wird die Bestimmung der absoluten Temperatur beispielhaft mit der Korrektur der Thermospannungen und mit der Korrektur der Temperatur durchgeführt. Anhand der Beispielrechnung kann der bei falscher Korrektur entstehende Fehler gezeigt werden.

Gesucht:  $T_{\text{Messstelle}}$

Bekannt: Thermoelementtyp K,  $U_{\text{thermo}} = 24,255 \text{ mV}$ ,  $T_{\text{Kaltstelle}} = 22 \text{ °C}$

**1. Möglichkeit: Korrektur der Thermospannungen – RICHTIG**

Die Thermospannung an der Kaltstelle  $U_{\text{Kaltstelle}}$  muss aus anhand der bekannten Temperatur  $T_{\text{Kaltstelle}}$  aus der Spannungs-Temperatur-Kennlinie oder –Tabelle für den Thermoelementtyp K bestimmt werden:

$$U_{\text{Kaltstelle}} = U(22 \text{ °C}) = 0,879 \text{ mV}$$

Anschließend kann die Thermospannung der Messstelle bezogen auf 0 °C ermittelt werden:

$$U_{\text{Messstelle}} = U_{\text{thermo}} + U_{\text{Kaltstelle}} = 24,255 \text{ mV} + 0,879 \text{ mV} = 25,134 \text{ mV}$$

Aus der ermittelten Thermospannung kann dann aus der Spannungs-Temperatur-Kennlinie oder –Tabelle für den Thermoelementtyp K der zugehörige Temperaturwert ermittelt werden:

$$T_{\text{Messstelle}} = T(25,134 \text{ mV}) \approx 605,5 \text{ °C}$$

**2. Möglichkeit: Korrektur der Temperatur – FALSCH**

Die Temperaturdifferenz zwischen der Kaltstelle und der Messstelle  $T_{\text{thermo}}$  könnte anhand der bekannten Thermospannung  $U_{\text{thermo}}$  aus der Spannungs-Temperatur-Kennlinie oder -Tabelle für den Thermoelementtyp K bestimmt werden:

$$T_{\text{thermo}} = T(24,255 \text{ mV}) = 585 \text{ °C}$$

Anschließend könnte die Temperatur der Messstelle bezogen auf 0 °C ermittelt werden:

$$T_{\text{Messstelle}} = T_{\text{thermo}} + T_{\text{Kaltstelle}} = 585 \text{ °C} + 22 \text{ °C} = 607 \text{ °C}$$

Es ist zu erkennen, dass zwischen dem Wert mit der richtigen Korrektur (Spannungskorrektur, 1. Möglichkeit) und dem Wert mit der falschen Korrektur (Temperaturkorrektur, 2. Möglichkeit) eine Temperaturdifferenz von 1,5 °C liegt.

**Auswertung von Thermoelementen mit Thermoelement-Messgeräten**

Beckhoff Thermoelement-Messgeräte können Thermoelemente der verschiedenen Typen auswerten. Die Linearisierung der Kennlinien und die Ermittlung der Vergleichstemperatur erfolgt direkt im Messgerät. Über den Buskoppler bzw. die Steuerung ist das Messgerät vollständig konfigurierbar. Dabei kann zwischen verschiedenen Ausgabeformaten gewählt und auch eigene Skalierungen aktiviert werden. Zusätzlich sind die Linearisierung der Kennlinie und die Ermittlung und Verrechnung der Vergleichstemperatur (Temperatur an den Anschlusskontakten des Messgeräts) abschaltbar, so kann das Messgerät als [mV]-Messgerät oder auch mit externer Vergleichsstelle verwendet werden. So kann neben der internen Auswertung der gemessenen Spannung zur Umrechnung in eine Temperatur auch der reine Spannungswert von dem Messgerät an die Steuerung übergeben und dort weiterverarbeitet werden.

Die Temperaturmessung mit Thermoelementen umfasst generell 3 Schritte:

- Messung der elektrischen Spannung
- Optional: Temperaturmessung der Kaltstelle
- Konvertierung (Umrechnung) der Spannung per Software in einen Temperaturwert nach eingestelltem Thermoelement -Typ (K, J, ...)

Alle 3 Schritte können lokal im Beckhoff Messgerät stattfinden. Die Transformation im Messgerät kann auch deaktiviert werden, wenn sie übergeordnet in der Steuerung gerechnet werden soll. Je nach Messgeräte-Typ können mehrere Thermoelement -Konvertierungen implementiert sein, die sich dann nur in Software unterscheiden.

**Unsicherheiten bei der Auswertung von Thermoelementen mit Thermoelement-Messgeräten**

Die Thermoelement -Messung umfasst eine Verkettung von Mess- und Rechenelementen die auf die erzielbare Messabweichung einwirken:

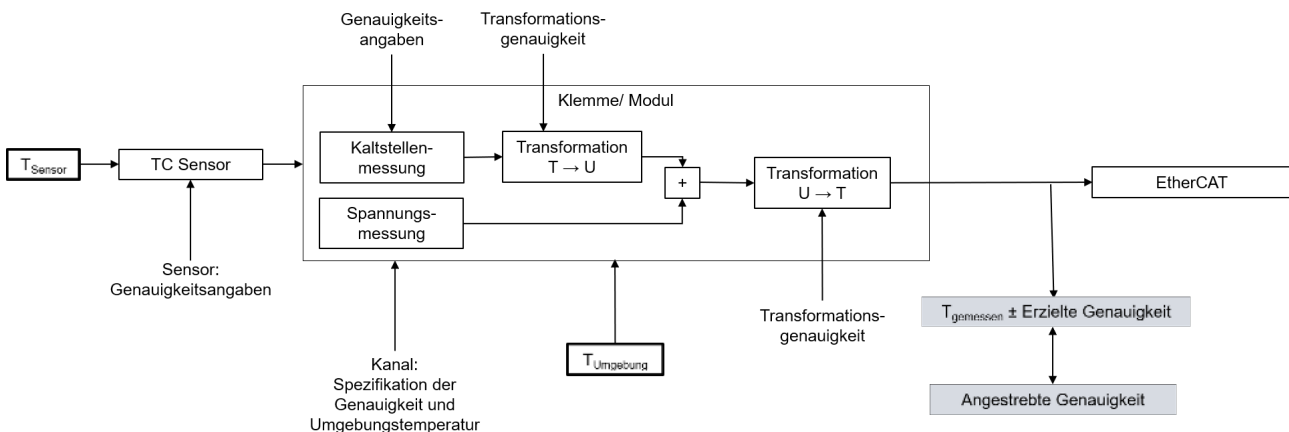


Abb. 25: Verkettung der Unsicherheiten in der Temperaturmessung mit Thermoelementen

Bei der Messung einer Temperatur gibt es verschiedene Einflussfaktoren auf die Genauigkeit, aus denen sich dann die Gesamtgenauigkeit (Gesamtunsicherheit) ergibt.

**Unsicherheit der Spannungsmessung**

In erster Linie ist die Messung einer Temperatur mit Thermoelementen keine wirkliche Temperaturmessung, sondern eine Spannungsmessung mit anschließender Umrechnung in eine Temperatur. Die Genauigkeit der Spannungsmessung ist also Grundlage für die Genauigkeit der Temperaturbestimmung. Da eine Änderung von 1 °C am Sensor je nach Thermoelementtyp eine Änderung im einstelligen µV Bereich bewirkt, hat schon eine geringe Unsicherheit der Spannungsmessung einen großen Einfluss auf das Endergebnis.

**Unsicherheit der Temperaturumrechnung**

Die Umrechnung der gemessenen Spannung in eine Temperatur erfolgt bei der Auswertung entweder über Wertetabellen aus der Spannungs-Temperatur-Kennlinie eines Thermoelementtyps oder über die Näherung durch ein Polynom. Aufgrund der Nichtlinearität der Spannungs-Temperatur-Kennlinie sind beide Möglichkeiten nur Näherungen an den realen Verlauf, sodass sich durch die Umrechnung eine weitere (kleine) Unsicherheitskomponente aus der Transformation ergibt.

**Unsicherheit der Kaltstellenerfassung**

Die Kaltstellenkompensation in Thermoelement-Messgeräten muss am Übergang vom Thermoelement auf die Kupferkontakte der Elektronik erfolgen. Dabei ist häufig das Problem, dass die Temperatur an diesem Punkt aus mechanischen Gründen nicht direkt erfassbar ist. Die Temperatur der Kaltstelle muss häufig mit einigen Millimetern Abstand oder durch einen Mittelwert der Temperaturen im Gehäuse angenähert werden. Da der genaue Wert aber häufig nicht bestimmt werden kann, ergibt sich auch daraus eine Unsicherheit.

**Unsicherheit des Sensors**

Die drei beschriebenen Einflussfaktoren auf die Unsicherheit beschreiben nur die Unsicherheiten in der Auswertung der Thermoelemente. Die Genauigkeit des Thermoelements selbst kommt noch dazu und muss einzeln betrachtet werden.

Da es sich bei der Temperaturmessung mit Thermoelementen eigentlich um eine Spannungsmessung handelt und die Thermoelemente eine nichtlineare Spannungs-Temperatur-Kennlinie haben ist es nicht möglich, die einzelnen Temperaturunsicherheiten einfach zu addieren, um die Gesamtunsicherheit zu erhalten. Zur Berechnung der Gesamtunsicherheit müssen alle Temperaturwerte in den zugehörigen Spannungswert des Thermoelementtyps umgerechnet werden. Bei einer Addition der Temperaturen ergibt sich ein Fehler, wie in dem Beispiel im Kapitel „Bestimmung der absoluten Temperatur“ beschrieben.

Eine beispielhafte Auswertung der Unsicherheiten der Auswertung eines Thermoelements für eine Thermoelementklemme EL331x mit interner Kaltstellenkompensation und Umrechnung der Spannung in eine Temperatur über ein Polynom zweiten Grades ist in der folgenden Abbildung dargestellt. In der Abbildung wird nicht die Unsicherheit des Thermoelements selber betrachtet, diese kommt noch dazu!

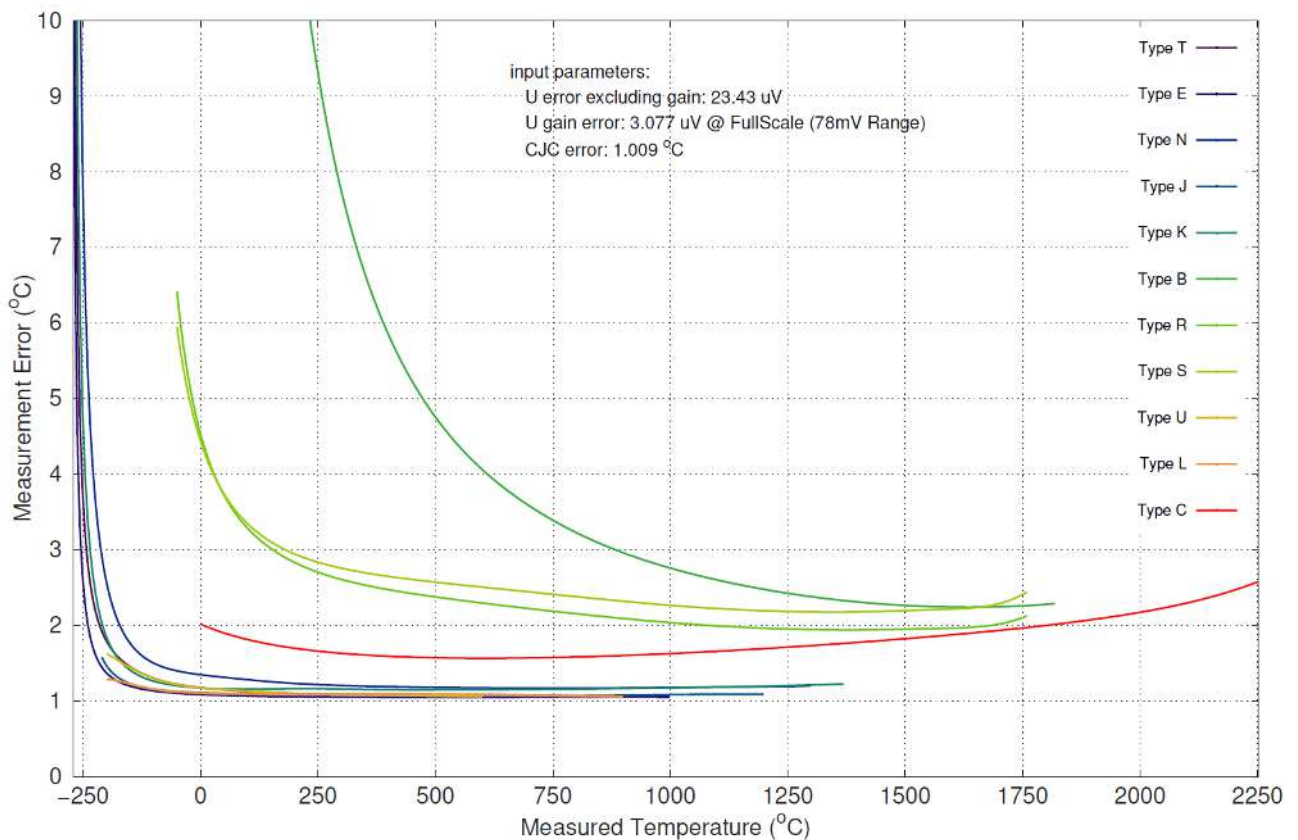


Abb. 26: Beispielhafte Unsicherheitsbetrachtung der Auswertung von Thermoelementen mit einer Thermoelementklemme EL331x

Es ist anhand der Abbildung deutlich zu erkennen, dass die Unsicherheit der gemessenen Temperatur abhängig von der zu messenden Temperatur sind. Vor allem im unteren Temperaturbereich, dort wo eine starke Nichtlinearität von Spannung und Temperatur besteht, steigt die Unsicherheit der Temperaturmessung deutlich an.

Beckhoff bietet einige Produkte zur Auswertung von Thermoelementen an, u.a.

- EL331x-0000: EtherCAT-Klemme, 1/2/4/8-Kanal-Analog-Eingang, Temperatur, Thermoelement, 16 Bit

- EL3314-0002: EtherCAT-Klemme, 4-Kanal-Analog-Eingang, Temperatur, Thermoelement, 24 Bit, galvanisch getrennt
- EL3314-0010: EtherCAT-Klemme, 4-Kanal-Analog-Eingang, Temperatur, Thermoelement, 24 Bit, hochpräzise
- EL3314-0030: EtherCAT-Klemme, 4-Kanal-Analog-Eingang, Temperatur, Thermoelement, 24 Bit, hochpräzise, extern kalibriert
- EL3314-0090: EtherCAT-Klemme, 4-Kanal-Analog-Eingang, Temperatur, Thermoelement, 16 Bit, TwinSAFE SC
- ELM370x-xxxx: EtherCAT-Klemme, 2/4-Kanal-Analog-Eingang, Multifunktion, 24 Bit, 10 kSps
- ELM334x-xxxx: EtherCAT Messtechnikserie, Thermoelementeingang, Mini-Thermoelement-Stecker
- EP3314-0002: EtherCAT-Box, 4-Kanal-Analog-Eingang, Temperatur, Thermoelement, 16 Bit, M12
- EPP3314-0002: EtherCAT-P-Box, 4-Kanal-Analog-Eingang, Temperatur, Thermoelement, 16 Bit, M12
- KL331x: Busklemme, 1/2/4-Kanal-Analog-Eingang, Temperatur, Thermoelement, 16 Bit
- EJ3318: EtherCAT-Steckmodul, 8-Kanal-Analog-Eingang, Temperatur, Thermoelement, 16 Bit

Die aktuelle Übersicht ist zu finden auf [www.beckhoff.de](http://www.beckhoff.de)

## 2.10.2 Thermoelement Messung mit Beckhoff

### Thermoelement-Spezifikation und Konvertierung

Die Temperaturmessung mit Thermoelementen umfasst generell drei Schritte:

- Messung der elektrischen Spannung,
- optional: Temperaturmessung der internen Kaltstelle,
- optional: Konvertierung (Umrechnung) der Spannung per Software in einen Temperaturwert nach eingestelltem Thermoelement-Typ (K, J, ...).

Alle drei Schritte können lokal im Beckhoff-Messgerät stattfinden. Die Transformation im Gerät kann auch deaktiviert werden, wenn sie übergeordnet in der Steuerung gerechnet werden soll. Je nach Gerätetyp können mehrere Thermoelement-Konvertierungen implementiert sein, die sich dann nur in Software unterscheiden.

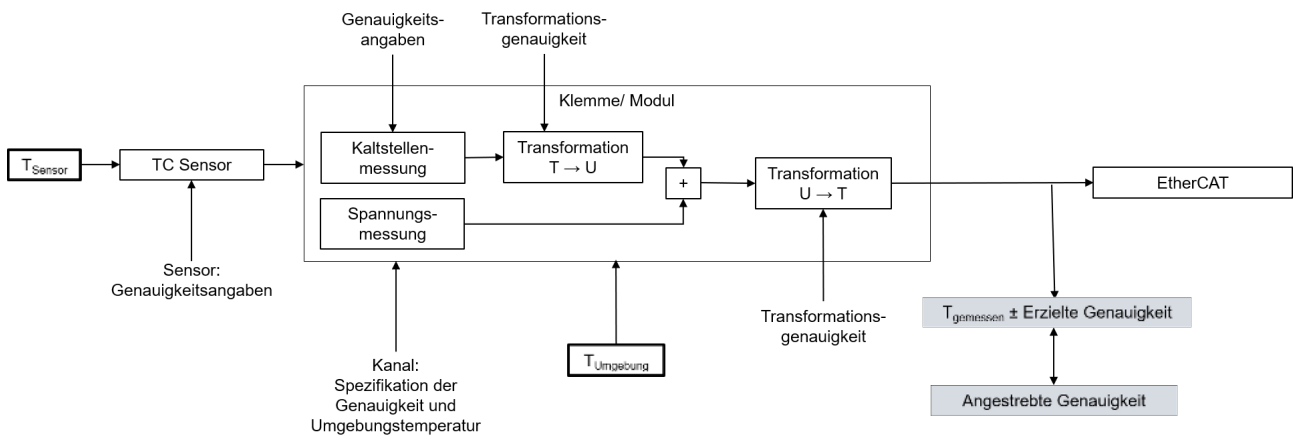
Dies bedeutet für Beckhoff Thermoelement-Messgeräte, dass

- eine Spezifikation der elektrischen Spannungsmessung gegeben ist und
- darauf aufbauend im Folgenden je nach unterstütztem Thermoelement-Typ die Auswirkung für die Temperaturmessung angegeben wird. Zu beachten ist, dass Thermoelement-Kennlinien immer als Formeln höherer Ordnung oder durch eine Stützstellentabelle in der Software realisiert werden, so dass eine direkte, lineare Übertragung  $U \rightarrow T$  nur in einem engen Bereich sinnvoll ist.

### Angaben zu den Sensortypen in nachfolgender Tabelle

Die in der folgenden Tabelle aufgeführten Werte zu den Sensortypen werden hier lediglich zu informativen Zwecken als Orientierungshilfe dargestellt. Alle Angaben sind ohne Gewähr und müssen mit dem Datenblatt des jeweiligen verwendeten Sensors überprüft werden.

Die Thermoelement-Messung umfasst eine Verkettung von Mess- und Rechenelementen die auf die erzielbare Messabweichung einwirken:



Maßgebend für die erzielbare Temperatur-Messgenauigkeit ist die angegebene Spannungs-Spezifikation. Im Folgenden wird sie auf die möglichen Thermoelement-Typen angewendet.

#### Aufgrund

- der bei Thermoelementen vorhandenen starken Nichtlinearität, die eine sinnvolle Verwendung eines Thermoelements in einem nur eingeschränkten Temperaturbereich nahelegt (wenn möglich)
- des Einflusses der ggf. verwendeten internen Kaltstelle
- der möglichen Verwendung einer externen Kaltstelle, deren Spezifikation an dieser Stelle nicht bekannt ist und
- des Einflusses der Umgebungstemperatur auf das verwendete Analogeingangsgesetz bei der Spannungs- und Kaltstellenmessung (führt zu einer Veränderung von  $T_{\text{measured}}$  aufgrund von  $\Delta T_{\text{ambient}}$ )

werden im Folgenden keine detaillierten Temperatur-Spezifikationstabellen angegeben, sondern je Thermoelement-Typ

- eine Kurztabelle
  - mit Angabe des verwendeten elektrischen Messbereichs der Spannungsmessung
  - mit Angabe des vom Gerät unterstützten gesamten technisch nutzbaren Messbereichs. Das ist auch der Linearisierungsbereich der Temperaturtransformation, in der Regel der normativ gegebene Einsatzbereich des jeweiligen Thermoelements.  
Hinweis: der elektrische Messbereich ist so ausgelegt dass der gesamte Linearisierungsbereich abgedeckt wird. Es kann also der gesamte Temperaturmessbereich genutzt werden.
  - mit Angabe des von Beckhoff empfohlenen Messbereichs für diesen Typ. Er ist eine Teilmenge des technisch nutzbaren Messbereichs und deckt den industriell üblicherweise genutzten Messbereich ab, in dem noch eine relativ gute Messunsicherheit erreicht wird.  
Da Thermoelemente über den gesamten implementierten Linearisierungsbereich wie im Grundlagenkapitel zu Thermoelementen gezeigt eine nichtlineare Kennlinie haben, wäre die Angabe der Messunsicherheit über diesen gesamten Bereich als sog. Grundgenauigkeit praxisfremd und sogar irreführend. Im industriell üblicherweise genutzten Temperaturbereich wird eine deutlich bessere Unsicherheit erreicht. Dennoch ist eine Verwendung des Geräts außerhalb des „empfohlenen Messbereichs“ (aber innerhalb des „technisch nutzbaren Messbereichs“) natürlich möglich.
  - mit der spezifizierten Messunsicherheit im „empfohlenen Messbereich“ bei 23°C und 55°C Umgebungstemperatur, wobei die Angabe der Messunsicherheit bei 55 °C dem Wert für 23 °C ± 32 °C entspricht.  
Damit kann die Messunsicherheit bei anderen Umgebungstemperaturen im empfohlenen Messbereich näherungsweise interpoliert bzw. extrapoliert werden. Die Werte können auch aus dem Spezifikations-Plot entnommen werden.  
Achtung bei Ermittlung des  $T_k$  [K/Kamb] (Temperaturkoeffizient): die angeg. Werte müssen nicht unbedingt beim gleichen  $T_{sens}$  vorliegen! Zur  $T_k$ -Ermittlung am besten aus dem Plot bei  $T_{sens}$  die Messunsicherheitswerte ablesen und  $T_k$  berechnen.
- der „Spezifikations-Plot“: eine umfassende Spezifikationsaussage als grafische Darstellung der Messunsicherheit über  $T_{sens}$  bei den beiden genannten Umgebungstemperaturen und zusätzlich 39 °C im gesamten technisch nutzbaren Messbereich. Die Darstellung der Messunsicherheit bei 39 °C Umgebungstemperatur (mittlere Temperatur zwischen 23 °C und 55 °C) zeigt den nichtlinearen Einfluss der Temperatur auf die Messunsicherheit.  
Werden Genauigkeitswerte außerhalb des „empfohlenen Messbereichs“ benötigt, können sie also hier grafisch abgelesen werden.

### Hinweise zur Berechnung detaillierter Spezifikationsangaben

Sind weitere Spezifikationsangaben von Interesse, können bzw. müssen sie aus den in der Spannungsspezifikation gegebenen Werten berechnet werden.

Zum Ablauf:

- Allgemein: Die Umrechnung wird hier nur für einen Messpunkt (ein bestimmtes Eingangssignal) erklärt, bei mehreren Messpunkten (bis hin zum ganzen Messbereich) müssen die Schritte einfach wiederholt werden.
- Die Ermittlung des gesamten Temperaturfehlers an einem Messpunkt ergibt sich aus zwei Schritten
  - Ermittlung des Temperaturfehlers aus dem Fehler der Spannungsmessung
  - Ermittlung des Fehlers durch die Kaltstellenmessung an der Temperatur des Messpunkts
  - Hinweis: Aufgrund der Nichtlinearität der Thermoelemente ist keine einfache Addition der Temperaturfehler möglich
- Falls die gemessene Spannung bei dem gemessenen Temperaturmesspunkt nicht bekannt ist, muss der Messwert (MW) in [mV] ermittelt werden:  
 $MW = U_{\text{Messpunkt}}(T_{\text{Messpunkt}})$  mithilfe einer  $U \rightarrow T$  Tabelle
- Bei diesem Spannungswert wird die Abweichung berechnet
  - Über die Gesamtformel

$$F_{\text{Gesamt}} = \sqrt{(F_{\text{Gain}} \cdot \frac{MW}{MBE})^2 + (T_{k, \text{Gain}} \cdot \Delta T \cdot \frac{MW}{MBE})^2 + F_{\text{Offset}}^2 + F_{\text{Lin}}^2 + F_{\text{Rep}}^2 + (\frac{1}{2} \cdot F_{\text{Noise, PIP}})^2 + (T_{k, \text{Offset}} \cdot \Delta T)^2 + (F_{\text{Age}} \cdot N_{\text{Years}})^2}$$

- oder einen Einzelwert, z.B.  $F_{\text{Einzel}} = 15 \text{ ppm}_{\text{MBE}}$

- muss die Messunsicherheit in [mV] berechnet werden:  

$$F_{\text{Spannung}}(U_{\text{Messpunkt}}) = F_{\text{Gesamt}}(U_{\text{Messpunkt}}) \cdot \text{MBE}$$
 oder: 
$$F_{\text{Spannung}}(U_{\text{Messpunkt}}) = F_{\text{Einzel}}(U_{\text{Messpunkt}}) \cdot \text{MBE}$$
 oder (falls schon bekannt) z.B.: 
$$F_{\text{Spannung}}(U_{\text{Messpunkt}}) = 0,003 \text{ mV}$$
- Auch für die Berechnung des Kaltstellenfehlers, der für weitere Berechnungen benötigt wird, muss der gesamte Fehler über die obige Formel berechnet werden.
- Dann muss die Steigung an der verwendeten Stelle ermittelt werden:  

$$\Delta U_{\text{prok}}(T_{\text{Messpunkt}}) = [U(T_{\text{Messpunkt}} + 1^\circ\text{C}) - U(T_{\text{Messpunkt}})] / 1^\circ\text{C}$$
 mithilfe einer U→T Tabelle
- Der Kaltstellenfehler ist als Temperatur in °C angegeben. Der Temperaturfehler muss dann über die Steigung an dem Temperaturmesspunkt in eine Spannungsfehler in [mV] umgerechnet werden:  

$$F_{\text{CJC, U}}(T_{\text{Messpunkt}}) = F_{\text{CJC, T}} \cdot \Delta U_{\text{prok}}(T_{\text{Messpunkt}})$$
- Über eine quadratische Addition des Spannungsfehlers und des Kaltstellenfehlers muss dann der kombinierte Fehler in [mV] berechnet werden:

$$F_{\text{Spannung+CJC}} = \sqrt{(F_{\text{Spannung}})^2 + (F_{\text{CJC, U}})^2}$$

- Bei kalibrierten Thermoelementen kann auch der Fehler des Thermoelements an dieser Stelle von mit einbezogen werden, um den kombinierten Fehler des gesamten Systems in [mV] zu ermitteln. Dazu müssen alle drei Fehlereinflüsse in [mV] (Spannung, Kaltstelle, Thermoelement) quadratisch addiert werden.
- Über die Spannungs-Messunsicherheit und die Steigung kann die Temperatur-Messunsicherheit berechnet werden  

$$F_{\text{Temp}}(U_{\text{Messpunkt}}) = (F_{\text{Spannung+CJC}}(T_{\text{Messpunkt}})) / (\Delta U_{\text{prok}}(T_{\text{Messpunkt}}))$$

## 2.11 Verwendung EL33xx im TwinCAT System Manager

Im Vollausbau (alle möglichen PDO aktiviert, s. PDO Assignment) bietet z. B. die EL3314 folgende Prozessdaten zur Verwendung an:

The screenshot shows the TwinCAT System Manager interface. On the left, a tree view displays the system configuration, with 'Klemme 2 (EL3314)' selected. The right pane shows the 'Prozess' configuration for the selected module. The 'Sync Manager' section contains a table with the following data:

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

Below the table, the 'PDO Zuordnung (0x1C12):' section shows a list of PDOs with checkboxes:

- 0x1600
- 0x1601
- 0x1602
- 0x1603

The 'Download' section has two checkboxes:

- PDO Zuordnung
- PDO Konfiguration

At the bottom, a table shows the data types for the selected module:

Name	Typ
Underrange	BOOL
Overrange	---
Limit 1	---
Limit 2	---
Error	---
TxPDO State	---
TxPDO Toggle	---
Value	---
TC Inputs Channel 1	---
TC Inputs Channel 2	---
TC Inputs Channel 3	---
TC Inputs Channel 4	---
TC Outputs Channel 1	---
TC Outputs Channel 2	---
TC Outputs Channel 3	---
TC Outputs Channel 4	---
CJCompensation	---
WcState	---
InfoData	---

Abb. 27: Prozessdaten der EL3314

Im Fall der EL3314 sind 4 Sätze an Prozessdaten vorhanden, für jeden Messkanal einer.

- **Underrange:** Messbereich unterschritten
- **Overrange:** Messbereich überschritten ("Leitungsbruch" zusammen mit "Error")
- **Limit 1\*:** Grenzwertüberwachung 0: ok, 1: Grenzbereich überschritten, 2: Grenzbereich unterschritten
- **Limit 2\*:** Grenzwertüberwachung 0: ok, 1: Grenzbereich überschritten, 2: Grenzbereich unterschritten
- **Error:** Das Fehlerbit wird gesetzt, wenn das Prozessdatum ungültig ist (Leitungsbruch, Overrange, Underrange)
- **TxPDO State:** Gültigkeit der Daten der zugehörigen TxPDO (0=valid, 1=invalid).
- **TxPDO Toggle:** Der TxPDO Toggle wird vom Slave getoggelt, wenn die Daten der zugehörigen TxPDO aktualisiert wurden. Dies lässt einen Rückschluss auf die aktuell benötigte Wandlungszeit zu.
- **CJCompensation:** Extern gemessene Temperatur der Vergleichsmessstelle zur Kaltstellenkompensation

\*) nicht bei EL3318

Für detaillierte Informationen zu Einstellungen und Betriebsmodi lesen Sie bitte das Kapitel "[Prozessdaten und Betriebsmodi](#) [[▶ 317](#)]".



## 2.12 Hinweise zu Kennzeichnungen, Zulassungen und Kalibrierzertifikaten

### 2.12.1 Hinweis zu Beckhoff Kalibrierzertifikaten

Grundsätzlich wird jedes Beckhoff Analog-Gerät (Eingang oder Ausgang) justiert, d.h. in der Produktion einem Abgleich unterzogen. Allerdings wird dieser Vorgang nicht einzeln dokumentiert. Diese Dokumentation als Kalibrierzertifikat erfolgt nur bei Geräten die ausdrücklich mit Zertifikat ausgeliefert werden.

Das Kalibrierzertifikat (auch: Kalibrierschein) benennt die nach der Justage/Abgleich verbleibende Restabweichung zum verwendeten Normal (Referenzgerät). Das Kalibrierzertifikat (als PDF Dokument) ist über eine eindeutige Nummer dem Gerät zuzuordnen. Es ist also keine Aussage über eine Geräteklasse wie z.B. eine Zulassung, sondern immer nur für ein einzelnes, benanntes Gerät zutreffend. Es steht über die Beckhoff Website zum [Download](#) bereit

Das Kalibrierzertifikat dokumentiert die Messgenauigkeit zum Zeitpunkt der Zertifikatserstellung und enthält u. a. Angaben zu den Umgebungsbedingungen und dem verwendeten Referenzgerät. Es enthält keine Aussage über das Verhalten bzw. die Veränderung der Messgenauigkeit in der Zukunft. Ein Kalibrierzertifikat dient der Rückbetrachtung auf den vorangegangenen Verwendungszeitraum. Wird der Zertifizierungsvorgang über Jahre mehrmals wiederholt (ohne das Gerät neu zu justieren) erlaubt er Rückschlüsse auf das Alterungsverhalten, die sog. Kalibrierhistorie.

#### Leistungsstufen der Kalibrierzertifikate

Es sind verschiedene „Qualitäten“ eines Kalibrierzertifikats üblich:

- Beckhoff Werkskalibrierzertifikate  
Solche IP20 Klemmen sind in der Regel an der Produktendung -0020 erkennbar. Das Zertifikat wird in der Beckhoff Produktion als PDF ausgestellt.  
Die Klemmen können über Beckhoff bezogen und über den Beckhoff Service recalibriert werden.
- ISO17025 Kalibrierzertifikate  
Solche IP20 Klemmen sind in der Regel an der Produktendung -0030 erkennbar. Das Zertifikat wird von einem Dienstleister im Auftrag für Beckhoff als Teil der Beckhoff Produktion ausgestellt und von Beckhoff als PDF ausgeliefert.  
Die Klemmen können über Beckhoff bezogen und über den Beckhoff Service recalibriert werden.
- DAkkS Kalibrierzertifikate (Deutsche Akkreditierungsstelle GmbH)  
Solche IP20 Klemmen sind in der Regel an der Produktendung -0030 erkennbar. Das Zertifikat wird von einem akkreditierten Dienstleister im Auftrag für Beckhoff als Teil der Beckhoff Produktion ausgestellt und von Beckhoff als PDF ausgeliefert.  
Die Klemmen können über Beckhoff bezogen und über den Beckhoff Service recalibriert werden.

## Eindeutige Gerätenummer

Je nach Gerät werden folgende Nummern zur Identifizierung verwendet:

- EL/ELM-Klemmen bis Baujahr 2020: die ID-Nummer die seitlich aufgelasert ist.



Abb. 28: ID-Nummer




- Ab Baujahr 2021 ersetzt die BTN-Nummer (Beckhoff Traceability Nummer) nach und nach die ID-Nummer, auch diese ist seitlich aufgelasert.

Beckhoff produziert eine große Auswahl an analogen Ein/Ausgangsgeräten als IP20 Klemme oder IP67 Box. Eine Auswahl davon ist auch mit Werk/ISO/DAkKS-Kalibrierzertifikaten lieferbar. Konkrete Angaben dazu und Verfügbarkeit siehe techn. Daten der Geräte oder über den Beckhoff Vertrieb.

### **i** Hinweis zum Sprachgebrauch

Im US-amerikanischen Sprachumfeld wird mit „Calibration“ oder „Alignment“ der Abgleich/die Justage bezeichnet, also das verändernde Einwirken auf das Gerät. „Verification“ ist dagegen das beobachtende Ermitteln und Dokumentieren des verbliebenden Restfehlers, das im deutschen Sprachgebrauch als *Kalibrierung* bezeichnet wird.

**2.12.2 UL-Hinweise**

	<p><b>Application</b> The modules are intended for use with Beckhoff's UL Listed EtherCAT System only.</p>
	<p><b>Examination</b> 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>
	<p><b>For devices with Ethernet connectors</b> Not for connection to telecommunication circuits.</p>

**Grundlagen**

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



## 2.12.3 ATEX - Besondere Bedingungen (Standardtemperaturbereich)

### ⚠️ WARNUNG

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

- Die zertifizierten Komponenten sind in ein geeignetes Gehäuse zu errichten, das eine Schutzart von mindestens IP54 gemäß EN 60079-15 gewährleistet! Dabei sind die Umgebungsbedingungen bei der Verwendung zu berücksichtigen!
- Für Staub (nur die Feldbuskomponenten der Zertifikatsnummer KEMA 10ATEX0075 X Issue 9): Das Gerät ist in ein geeignetes Gehäuse einzubauen, das einen Schutzgrad von IP54 gemäß EN 60079-31 für Gruppe IIIA oder IIIB und IP6X für Gruppe IIIC bietet, wobei die Umgebungsbedingungen, unter denen das Gerät verwendet wird, zu berücksichtigen sind!
- Wenn die Temperaturen bei Nennbetrieb an den Einführungsstellen der Kabel, Leitungen oder Rohrleitungen höher als 70°C oder an den Aderverzweigungsstellen höher als 80°C ist, so müssen Kabel ausgewählt werden, deren Temperaturdaten den tatsächlich gemessenen Temperaturwerten entsprechen!
- Beachten für Beckhoff-Feldbuskomponenten mit Standardtemperaturbereich beim Einsatz in explosionsgefährdeten Bereichen den zulässigen Umgebungstemperaturbereich von 0 bis 55°C!
- Es müssen Maßnahmen zum Schutz gegen Überschreitung der Nennbetriebsspannung durch kurzzeitige Störspannungen um mehr als 40% getroffen werden!
- Die einzelnen Klemmen dürfen nur aus dem Busklemmensystem gezogen oder entfernt werden, wenn die Versorgungsspannung abgeschaltet wurde bzw. bei Sicherstellung einer nicht-explosionsfähigen Atmosphäre!
- Die Anschlüsse der zertifizierten Komponenten dürfen nur verbunden oder unterbrochen werden, wenn die Versorgungsspannung abgeschaltet wurde bzw. bei Sicherstellung einer nicht-explosionsfähigen Atmosphäre!
- Die Sicherung der Einspeiseklemmen KL92xx/EL92xx dürfen nur gewechselt werden, wenn die Versorgungsspannung abgeschaltet wurde bzw. bei Sicherstellung einer nicht-explosionsfähigen Atmosphäre!
- Adresswahlschalter und ID-Switche dürfen nur eingestellt werden, wenn die Versorgungsspannung abgeschaltet wurde bzw. bei Sicherstellung einer nicht-explosionsfähigen Atmosphäre!

### Normen

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

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

### Kennzeichnung

Die gemäß ATEX-Richtlinie für den explosionsgefährdeten Bereich zertifizierten Beckhoff-Feldbuskomponenten mit Standardtemperaturbereich tragen eine der folgenden Kennzeichnungen:



**II 3G KEMA 10ATEX0075 X Ex nA IIC T4 Gc Ta: 0 ... +55°C**

II 3D KEMA 10ATEX0075 X Ex tc IIIC T135°C Dc Ta: 0 ... +55°C

(nur für Feldbuskomponenten mit Zertifikatsnummer KEMA 10ATEX0075 X Issue 9)

oder



**II 3G KEMA 10ATEX0075 X Ex nA nC IIC T4 Gc Ta: 0 ... +55°C**

II 3D KEMA 10ATEX0075 X Ex tc IIIC T135°C Dc Ta: 0 ... +55°C

(nur für Feldbuskomponenten mit Zertifikatsnummer KEMA 10ATEX0075 X Issue 9)

## 2.12.4 ATEX - Besondere Bedingungen (erweiterter Temperaturbereich)

**⚠️ WARNUNG**

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

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

### Normen

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

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

### Kennzeichnung

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



**II 3G KEMA 10ATEX0075 X Ex nA IIC T4 Gc Ta: -25 ... +60°C**  
 II 3D KEMA 10ATEX0075 X Ex tc IIIC T135°C Dc Ta: -25 ... +60°C  
 (nur für Feldbuskomponenten mit Zertifikatsnummer KEMA 10ATEX0075 X Issue 9)

oder



**II 3G KEMA 10ATEX0075 X Ex nA nC IIC T4 Gc Ta: -25 ... +60°C**  
 II 3D KEMA 10ATEX0075 X Ex tc IIIC T135°C Dc Ta: -25 ... +60°C  
 (nur für Feldbuskomponenten mit Zertifikatsnummer KEMA 10ATEX0075 X Issue 9)

## 2.12.5 Weiterführende Dokumentation zu ATEX und IECEx

---



### **Weiterführende Dokumentation zum Explosionsschutz gemäß ATEX und IECEx**

Beachten Sie auch die weiterführende Dokumentation

#### **Explosionsschutz für Klemmsysteme**

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

die Ihnen auf der Beckhoff-Homepage [www.beckhoff.de](http://www.beckhoff.de) im Bereich Download zur Verfügung steht!

---

## 2.12.6 IECEx - Besondere Bedingungen

**⚠️ WARNUNG**

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

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

### Normen

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

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

### Kennzeichnung

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

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

Kennzeichnung für Feldbuskomponenten von Zertifikaten mit späteren Ausgaben:	<b>IECEx DEK 16.0078 X</b> <b>Ex nA IIC T4 Gc</b>
--	--

## 2.12.7 cFMus - Besondere Bedingungen

### ⚠️ WARNUNG

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

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

### Standards

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

M20US0111X (US):

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

FM20CA0053X (Canada):

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

### Kennzeichnung

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

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

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



## 2.12.8 Weiterführende Dokumentation zu cFMus

---



### **Weiterführende Dokumentation zum Explosionsschutz gemäß cFMus**

Beachten Sie auch die weiterführende Dokumentation

#### **Control Drawing I/O, CX, CPX**

Anschlussbilder und Ex-Kennzeichnungen

die Ihnen auf der Beckhoff-Homepage [www.beckhoff.de](http://www.beckhoff.de) im Bereich Download zur Verfügung steht!

---

## 2.13 Start

Zur Inbetriebsetzung:

- montieren Sie den EL33xx wie im Kapitel Montage und Verdrahtung [► 223] beschrieben
- konfigurieren Sie den EL33xx in TwinCAT wie im Kapitel Inbetriebnahme [► 237] beschrieben.

## 2.14 Ähnliche Produkte

### 2.14.1 Thermoelement (TC)

#### Vergleichende Übersicht über Beckhoff Thermoelement (TC)-Geräte

Die nachfolgende Tabelle soll einen schnellen Überblick über die verfügbaren Beckhoff EtherCAT-Geräte zum direkten Anschluss von Thermoelementen zur Temperatur- und mV-Messung liefern. Die Werte sind ggf. verkürzte Auszüge aus der jeweiligen Dokumentation, welche maßgeblich und zur detaillierten Analyse empfohlen ist.

Alle Geräte verfügen über:

- Transformation der meisten bekannten TC-Typen;  
Hinweis: die implementierten Messbereiche können in den Endpunkten leicht variieren,
- Drahtbruchererkennung,
- interne Kaltstelle.

#### HINWEIS

##### Messunsicherheit bei TC-Messung

Die Messunsicherheitsangabe in der Tabelle ist nur ein grober Orientierungswert da sie stark vom TC-Typ und der Messtemperatur abhängt, Details dazu in der jeweiligen Dokumentation.

Stand: 2020/12, für eine ggf. aktuellere Übersicht bitte [www.beckhoff.de](http://www.beckhoff.de) konsultieren.

	Bauform	Anzahl TC Kanäle	Anschlusstechnik	Auflösung	max. Samplingrate je Kanal zur Steuerung
KL3311, KL3312, KL3314	K-Bus Klemme IP20	1-4	Käfigzugfeder	0,1 °C	4 Sps
EL3311, EL3312, EL3314, EL3318	EtherCAT Klemme IP20	1-8	Käfigzugfeder	0,1/0,01 °C	50 Sps
EL3314-0090	EtherCAT Klemme IP20	4	Käfigzugfeder	0,1/0,01 °C	50 Sps
EL3314-0010	EtherCAT Klemme IP20	4	Käfigzugfeder	0,1/0,01/0,001 °C	50 Sps
EL3314-0002	EtherCAT Klemme IP20	4	Käfigzugfeder	0,1/0,01/0,001 °C	200 Sps
ELM3344, ELM3348	EtherCAT Klemme IP20	2/4	Push-In	0,1/0,01/0,001 °C	1000 Sps
ELM3344-0003, ELM3348-0003	EtherCAT Klemme IP20	2/4	Mini-TC	0,1/0,01/0,001 °C	1000 Sps
ELM3702-xxxx, ELM3704-xxxx	EtherCAT Klemme IP20	2/4	Push-In, LEMO	0,1/0,01/0,001 °C	10.000 Sps
EP3314-0002	EtherCAT Box IP67	4	M8	0,1/0,01 °C	50 Sps
EPP3314-0002	EtherCAT P Box IP67	4	M12	0,1/0,01 °C	50 Sps

**Fortsetzung:**

	Messunsicherheit Temperaturmessung inkl. Interner Kaltstelle	Messbereiche mV-Messung	Oversampling	Betrieb mit externer Kaltstelle möglich	Distributed Clocks für Zeitstempelbetrieb
KL3311, KL3312, KL3314	< ±0,5 %	30/60/120 mV	-	-	-
EL3311, EL3312, EL3314, EL3318	< ±0,3 %	30/75 mV	-	X	-
EL3314-0090	< ±0,3 %	30/75 mV	-	X	-
EL3314-0010	< ±0,2 %	78 mV	-	X	-
EL3314-0002	< ±0,2 %	78 mV / 2,5 V	-	X	-
ELM3344, ELM3348	< ±0,1 %	20 mV ... 10 V	X	X	X
ELM3344-0003, ELM3348-0003	< ±0,05 %	20 mV ... 10 V	X	X	X
ELM3702-xxxx, ELM3704-xxxx	< ±0,1 %	20 mV ... 10 V	X	X	X
EP3314-0002	< ±0,3 %	30/60/75 mV	-	X	-
EPP3314-0002	< ±0,3 %	30/60/75 mV	-	X	-

**Fortsetzung:**

	Galvanisch getrennte Kanäle	TwinSAFE SC	Messwert Filterung	Erweiterte Diagnose	Besondere Eigenschaften
KL3311, KL3312, KL3314	-	-	-	-	-
EL3311, EL3312, EL3314, EL3318	-	-	Diverse vordefinierte interne Digitalfilter	-	-
EL3314-0090	-	X	Diverse vordefinierte interne Digitalfilter	-	TSC Variante der EL3314-0000
EL3314-0010	-	-	Diverse vordefinierte interne Digitalfilter	-	Kalibrierte Version EL3314-0030
EL3314-0002	Ja, 2500 V funktionale Trennung	-	Diverse vordefinierte interne Digitalfilter	-	-
ELM3344, ELM3348	-	-	Diverse vordefinierte interne Digitalfilter Frei parametrierbar mit TwinCAT Filter Designer	Ja, mit CommonMode Messung	-
ELM3344-0003, ELM3348-0003	-	-	Diverse vordefinierte interne Digitalfilter Frei parametrierbar mit TwinCAT Filter Designer	Ja, mit CommonMode Messung	-
ELM3702-xxxx, ELM3704-xxxx	-	-	Diverse vordefinierte interne Digitalfilter Frei parametrierbar mit TwinCAT Filter Designer	Ja	Multifunktionsklemme
EP3314-0002	-	-	Diverse vordefinierte interne Digitalfilter	-	-
EPP3314-0002	-	-	Diverse vordefinierte interne Digitalfilter	-	-

## 3 Grundlagen der Kommunikation

### 3.1 EtherCAT-Grundlagen

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

### 3.2 EtherCAT-Verkabelung - Drahtgebunden

Die zulässige Leitungslänge zwischen zwei EtherCAT-Geräten darf maximal 100 Meter betragen. Dies resultiert aus der FastEthernet-Technologie, die vor allem aus Gründen der Signaldämpfung über die Leitungslänge eine maximale Linklänge von 5 + 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. 29: System Manager Stromberechnung

**HINWEIS**

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

### 3.3 Allgemeine Hinweise zur Watchdog-Einstellung

Die ELxxxx Klemmen sind mit einer Sicherungseinrichtung (Watchdog) ausgestattet, die z. B. bei unterbrochenem Prozessdatenverkehr nach einer voreinstellbaren Zeit die Ausgänge in einen sicheren Zustand schaltet, in Abhängigkeit vom Gerät und Einstellung z. B. auf AUS.

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

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

#### SM-Watchdog (SyncManagerWatchdog)

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 und setzt die Ausgänge auf FALSE. Der OP-Status der Klemme bleibt davon unberührt. Der Watchdog wird erst wieder durch einen erfolgreichen EtherCAT-Prozessdatenzugriff zurückgesetzt. Die Überwachungszeit ist nach unten genanntem Verfahren einzustellen.

Der SyncManager-Watchdog ist also eine Überwachung auf korrekte und rechtzeitige Prozessdatenkommunikation mit dem ESC von der EtherCAT-Seite aus betrachtet.

#### 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.

Die Einstellungen für SM- und PDI-Watchdog sind im TwinCAT System Manager für jeden Slave gesondert vorzunehmen:

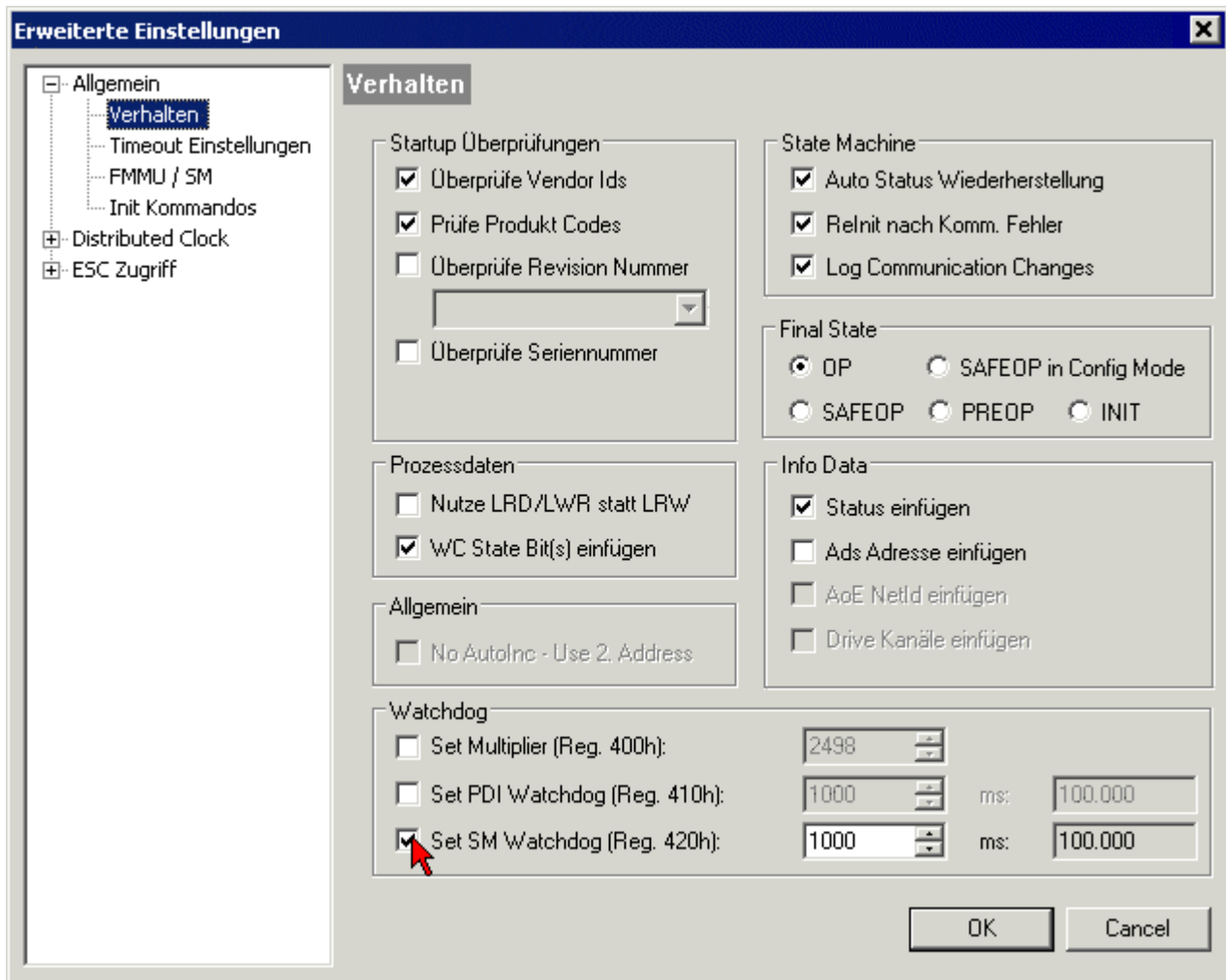


Abb. 30: Karteireiter EtherCAT -> Erweiterte Einstellungen -> Verhalten --> Watchdog

**Anmerkungen:**

- der Multiplier ist für beide Watchdogs gültig.
- jeder Watchdog hat dann noch eine eigene Timer-Einstellung, die zusammen mit dem Multiplier eine resultierende Zeit ergibt.
- Wichtig: die Multiplier/Timer-Einstellung wird nur beim 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.

**Multiplier**

Beide Watchdogs erhalten ihre Impulse aus dem lokalen Klemmentakt, geteilt durch den Watchdog-Multiplier:

$$1/25 \text{ MHz} * (\text{Watchdog-Multiplier} + 2) = 100 \text{ } \mu\text{s} \text{ (bei Standard-Einstellung 2498 für den Multiplier)}$$

Die Standard Einstellung 1000 für den SM-Watchdog entspricht einer Auslösezeit von 100 ms.

Der Wert in Multiplier + 2 entspricht der Anzahl 40ns-Basisticks, die einen Watchdog-Tick darstellen. Der Multiplier kann verändert werden, um die Watchdog-Zeit in einem größeren Bereich zu verstellen.

**Beispiel „Set SM-Watchdog“**

Die Checkbox erlaubt eine manuelle Einstellung der Watchdog-Zeiten. Sind die Ausgänge gesetzt und tritt eine EtherCAT-Kommunikationsunterbrechung auf, löst der SM-Watchdog nach der eingestellten Zeit ein Löschen der Ausgänge aus. Diese Einstellung kann dazu verwendet werden, um eine Klemme an langsame

EtherCAT-Master oder sehr lange Zykluszeiten anzupassen. Der Standardwert des SM-Watchdog ist auf 100 ms eingestellt. Der Einstellbereich umfasst 0...65535. Zusammen mit einem Multiplier in einem Bereich von 1...65535 deckt dies einen Watchdog-Zeitraum von 0...~170 Sekunden ab.

### Berechnung

Multiplier = 2498 → Watchdog-Basiszeit =  $1 / 25 \text{ MHz} * (2498 + 2) = 0,0001 \text{ Sekunden} = 100 \mu\text{s}$

SM Watchdog = 10000 →  $10000 * 100 \mu\text{s} = 1 \text{ Sekunde Watchdog-Überwachungszeit}$

#### **⚠ 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 eingetragenen Wert 0 schaltet der Watchdog vollständig ab! Dies ist die Deaktivierung des Watchdogs! Gesetzte Ausgänge werden dann bei einer Kommunikationsunterbrechung NICHT in den sicheren Zustand gesetzt!

## 3.4 EtherCAT State Machine

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

Es werden folgende Zustände unterschieden:

- Init
- Pre-Operational
- Safe-Operational und
- Operational
- Boot

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

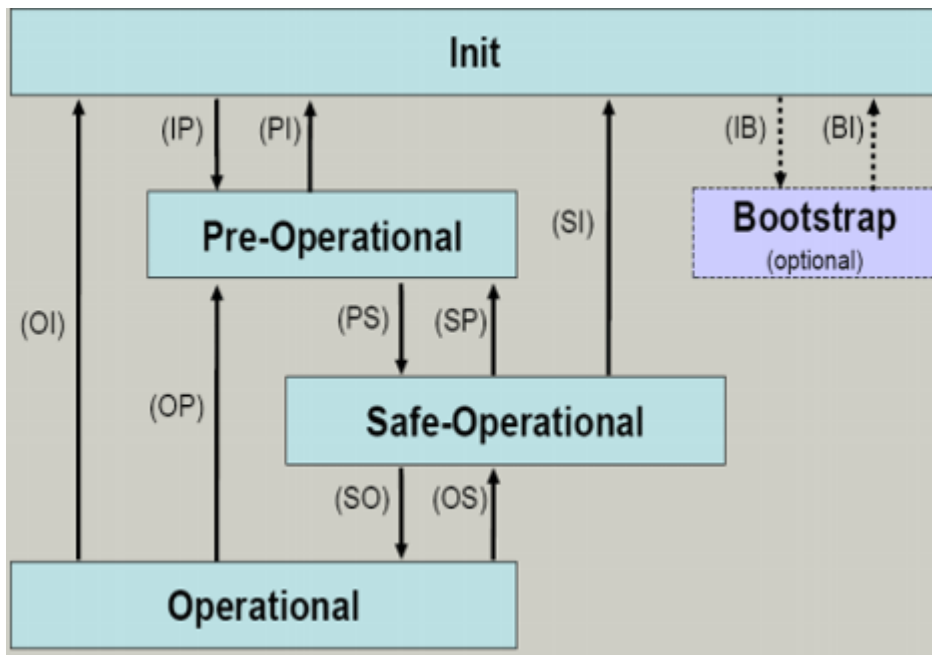


Abb. 31: Zustände der EtherCAT State Machine

### 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 [► 213] 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.

## 3.5 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, Gerätename, 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:

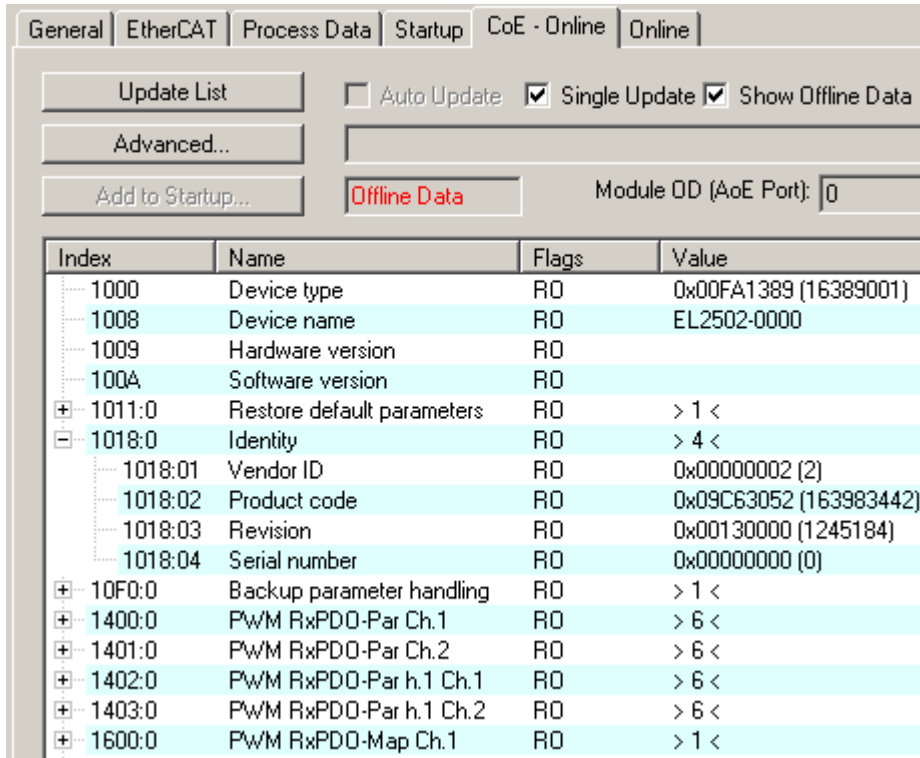


Abb. 32: Karteireiter „CoE-Online“

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

**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.

**i Datenerhaltung**

Werden online auf dem Slave CoE-Parameter geändert, wird dies in Beckhoff-Geräten üblicherweise ausfallsicher im Gerät (EEPROM) gespeichert. D. h. nach einem Neustart (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 Lebensdauergerenze 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. Lebensdauergerenze nicht zulässig.

**i Startup List**

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 parametrisiert.

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.

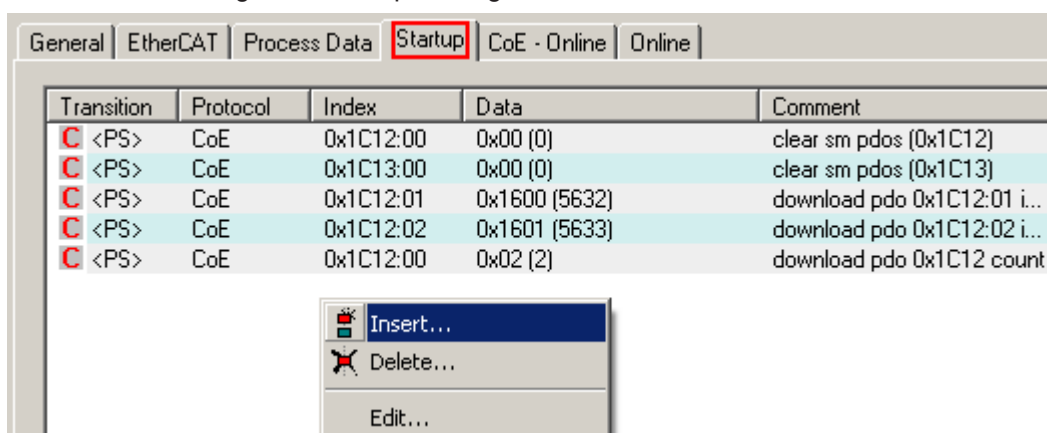


Abb. 33: StartUp-Liste im TwinCAT System Manager

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

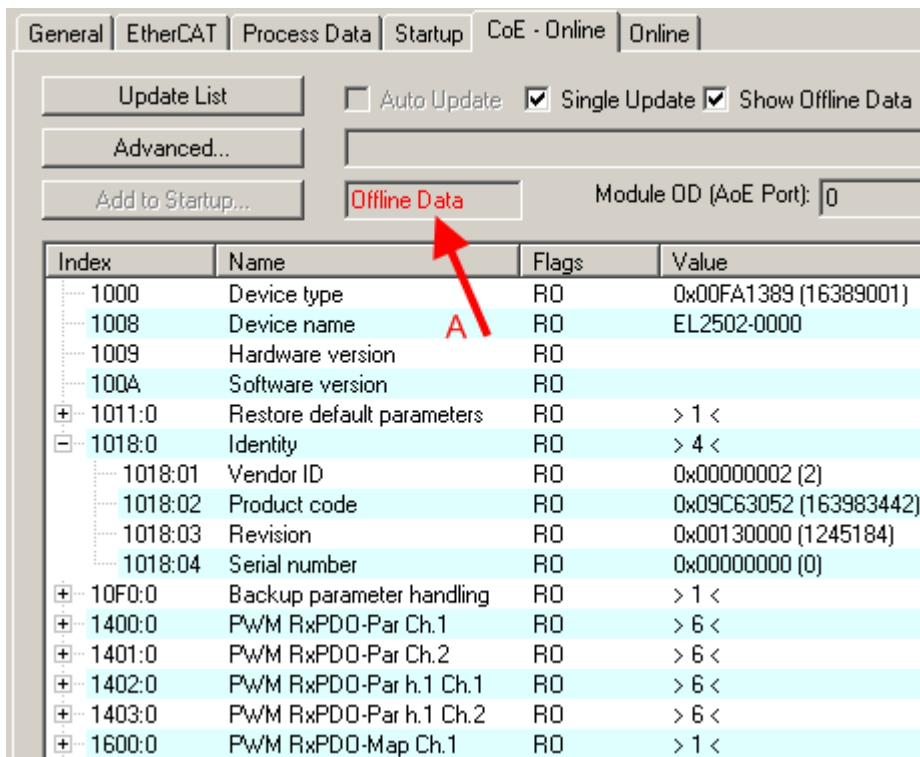


Abb. 34: Offline-Verzeichnis

- 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

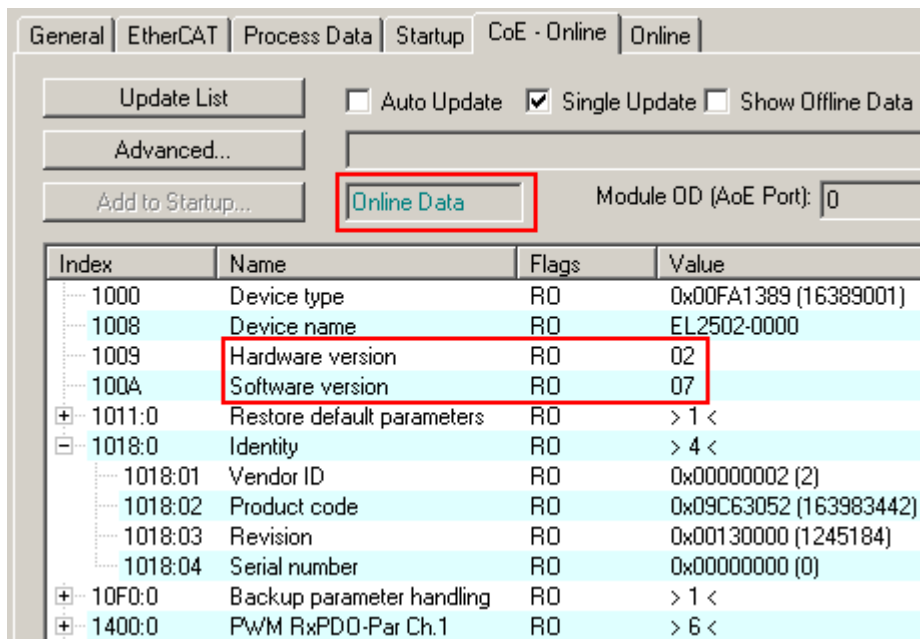


Abb. 35: Online-Verzeichnis

**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  $16_{dez}/10_{hex}$ -Schritten eingerichtet. Am Beispiel des Parameterbereichs 0x8000 sieht man dies deutlich:

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

Allgemein wird dies geschrieben als 0x80n0.

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

## 3.6 Distributed Clock

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

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

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

## 4 Montage und Verdrahtung

### 4.1 Sicherheitshinweise

Lesen Sie vor Installation und Inbetriebnahme der TwinSAFE-Komponenten auch die Sicherheitshinweise im Vorwort dieser Dokumentation.

### 4.2 Umgebungsbedingungen

Stellen Sie sicher, dass die TwinSAFE-Komponenten nur bei den spezifizierten Umgebungsbedingungen (siehe technische Daten) transportiert, gelagert und betrieben werden!

#### **WARNUNG**

##### **Verletzungsgefahr!**

Die TwinSAFE-Komponenten dürfen unter folgenden Betriebsbedingungen nicht eingesetzt werden.

- unter dem Einfluss ionisierender Strahlung (die das Maß der natürlichen Umgebungsstrahlung überschreitet)
- in korrosivem Umfeld
- in einem Umfeld, das zu unzulässiger Verschmutzung der TwinSAFE-Komponente führt

#### **HINWEIS**

##### **Elektromagnetische Verträglichkeit**

Die TwinSAFE-Komponenten entsprechen den Anforderungen der geltenden Normen zur elektromagnetischen Verträglichkeit in Bezug auf Störausstrahlung und insbesondere auf Störfestigkeit.

Sollten jedoch in der Nähe der TwinSAFE-Komponenten Geräte (z.B. Funktelefone, Funkgeräte, Sendeanlagen oder Hochfrequenz-Systeme) betrieben werden, welche die in den Normen festgelegten Grenzen zur Störaussendung überschreiten, können diese ggf. die Funktion der TwinSAFE-Komponenten stören.

### 4.3 Transportvorgaben / Lagerung

Verwenden Sie zum Transport und bei der Lagerung der TwinSAFE-Komponenten die Originalverpackung in der die Komponenten geliefert wurden.

#### **VORSICHT**

##### **Spezifizierten Umgebungsbedingungen beachten**

Stellen Sie sicher, dass die digitalen TwinSAFE-Komponenten nur bei den spezifizierten Umgebungsbedingungen (siehe technische Daten) transportiert und gelagert werden.

### 4.4 Schaltschrank / Klemmenkasten

Die TwinSAFE-Klemmen müssen zum Betrieb in einen Schaltschrank oder Klemmenkasten montiert werden, der mindestens der Schutzart IP54 nach IEC 60529 entspricht.

## 4.5 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.

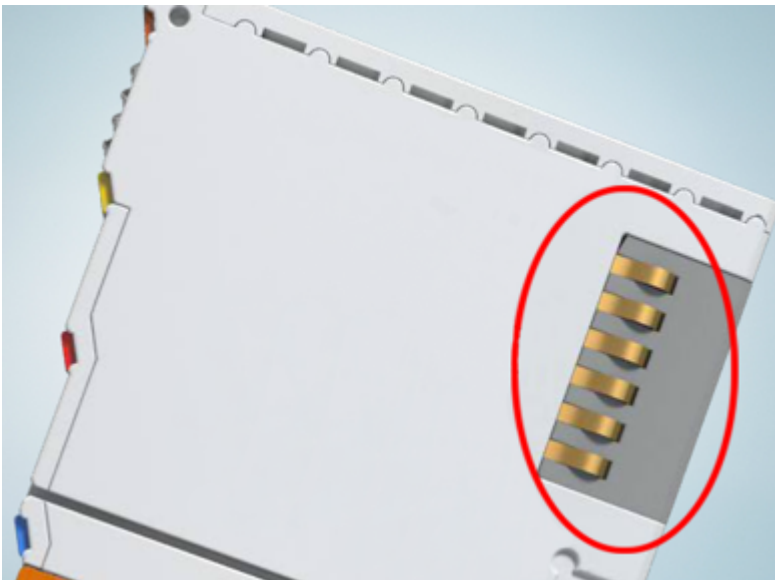


Abb. 36: Federkontakte der Beckhoff I/O-Komponenten

## 4.6 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**

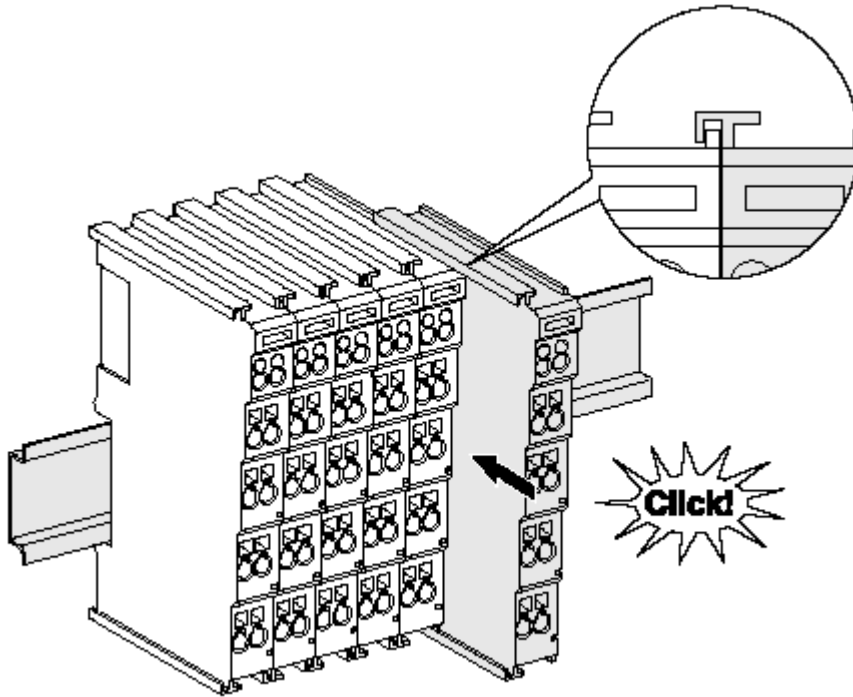


Abb. 37: Montage auf Tragschiene

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

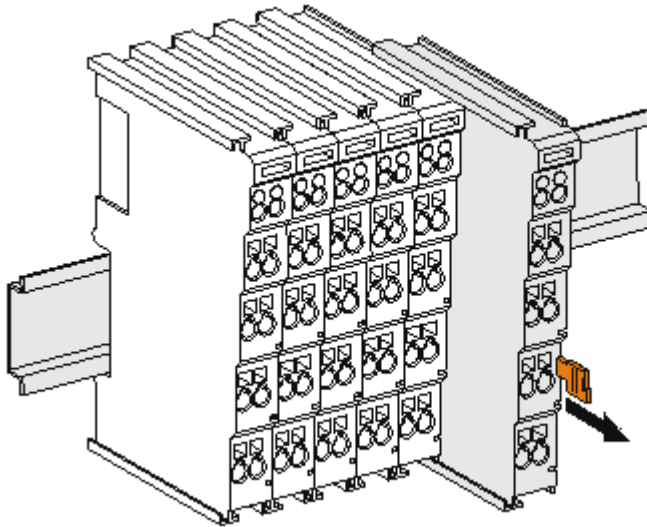


Abb. 38: Demontage von Tragschiene

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 Schutz Erde eingesetzt werden. Der Kontakt ist aus Sicherheitsgründen beim Zusammenstecken voreilend und kann Kurzschlussströme bis 125 A ableiten.

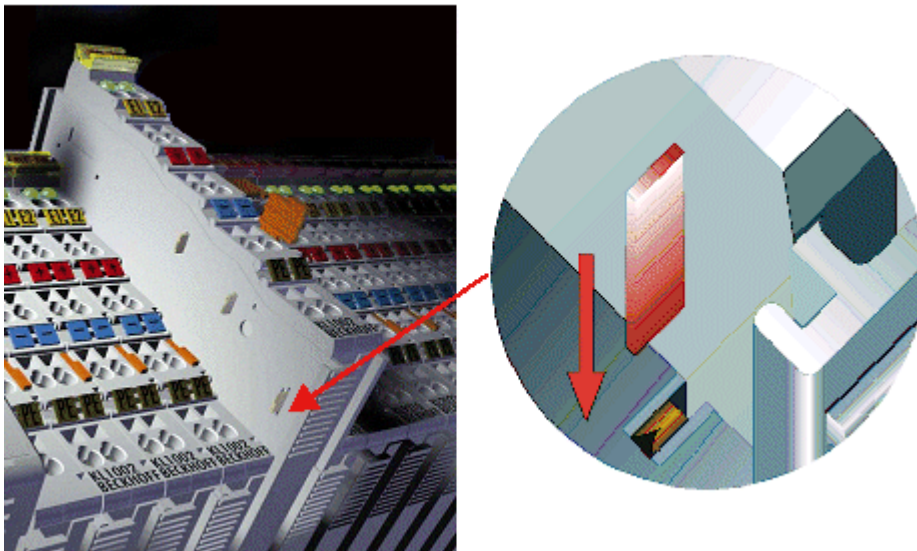


Abb. 39: Linksseitiger Powerkontakt

**HINWEIS**

**Beschädigung des Gerätes möglich**

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

**⚠️ WARNUNG**

**Verletzungsgefahr durch Stromschlag!**

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

## 4.7 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

## 4.8 Anschluss

### 4.8.1 Anschlusstechnik

#### ⚠️ WARNUNG

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

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

### Übersicht

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

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

### Standardverdrahtung (ELxxxx / KLxxxx)



Abb. 40: 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)**

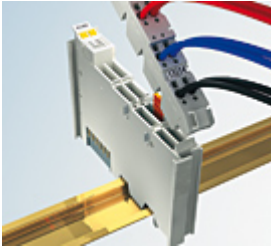


Abb. 41: Steckbare Verdrahtung

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. 42: High-Density-Klemmen

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

---

● **Verdrahtung HD-Klemmen**

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

---

**Ultraschall-litzenverdichtete Leiter**

---

● **Ultraschall-litzenverdichtete Leiter**

**i** An die Standard- und High-Density-Klemmen können auch ultraschall-litzenverdichtete (ultraschallverschweißte) Leiter angeschlossen werden. Beachten Sie die Tabellen zum Leitungsquerschnitt!

---

## 4.8.2 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**

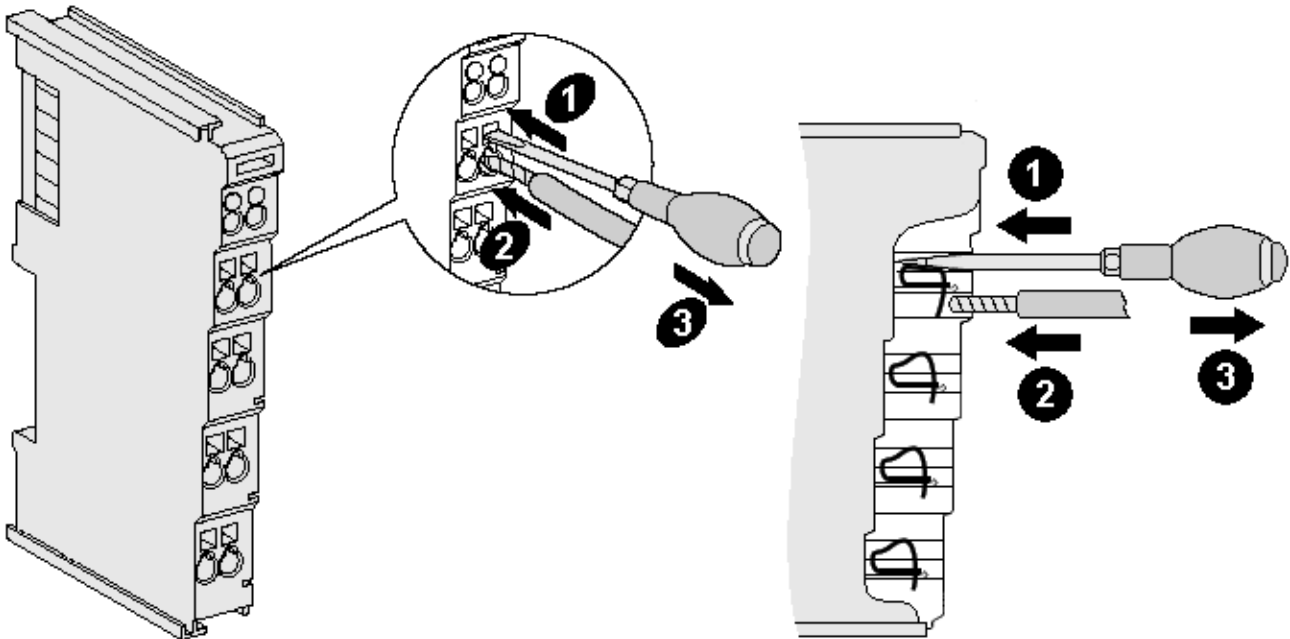


Abb. 43: Anschluss einer Leitung an eine Klemmstelle

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 [► 229]) 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>
Abisolierlänge	8 ... 9 mm

### 4.8.3 Schirmung



#### Schirmung

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

## 4.9 Anschlusshinweise zu geerdeten/potenzialfreien Thermoelementen

Aufgrund der Differenzeingänge der Klemmen werden je nach Thermoelementausführung verschiedene Anschlusstechniken empfohlen. Bei geerdeten Thermoelementen wird die Masse nicht mit dem Schirm verbunden. Hat das Thermoelement keine Erdverbindung, können die Kontakte Masse und Schirm miteinander verbunden (siehe Abb. *Anschlussstechniken geerdetes - und erdfreies Thermoelement* und Hinweise zum Anschluss der Thermoelemente).



#### Hinweise zum Anschluss der Thermoelemente

- *Geerdetes Thermoelement*
  - ⇒ Masse/GND nicht mit Schirm verbinden
  - ⇒ Bei EL3312: Potentialdifferenz **max. 2 V**
- *Potenzialfreies / erdfreies Thermoelement*
  - ⇒ Masse/GND kann mit Schirm verbunden werden
  - ⇒ oder: GND kann auf beliebiges Potential gelegt werden, **max. 35 V** gegen 0 V-Power
- *Nicht potenzialfreies Thermoelement*
  - ⇒ Masse/GND nicht mit Schirm verbinden
  - ⇒ Masse/GND nicht auf Thermoelement-Potential legen.
  - ⇒ Thermoelement-Potential **max. 35 V** gegen 0 V-Power
  - ⇒ Bei **verschiedenen Thermoelement-Potenzialen** sind mehrere 1 kanalige EL3311 zu verwenden!
- *Nicht verwendete Eingänge*
  - ⇒ bei den mehrkanaligen Versionen EL3312, EL3314 sollten nicht verwendete Eingänge jeweils kurzgeschlossen werden (jeweils +TC, -TC niederohmig verbinden)

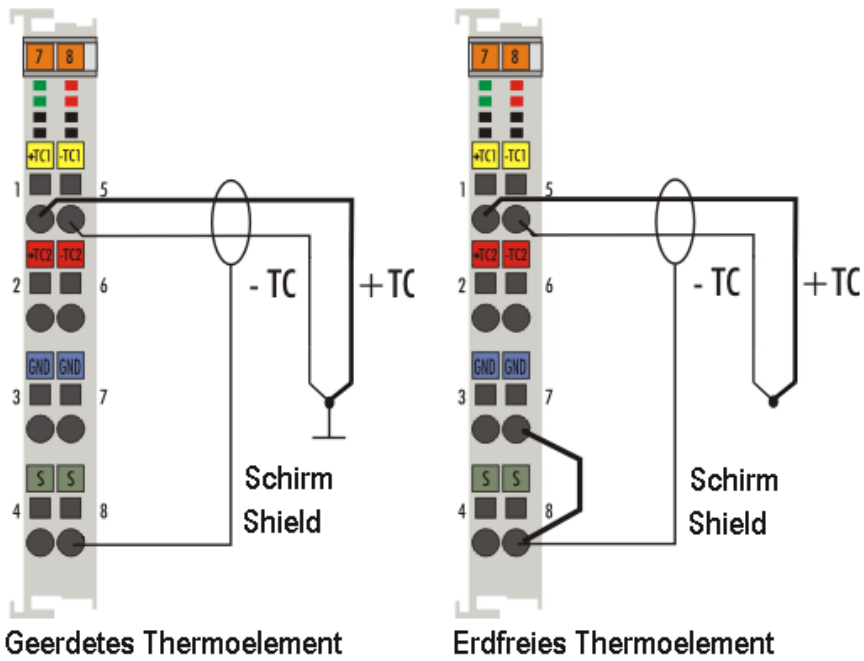


Abb. 44: Anschlusstechniken geerdetes - und erdfreies Thermoelement

Das Beispiel zeigt die EL3312. Bei Verwendung der EL3314 legen Sie den Schirm auf eine zusätzlich zu installierende Schirmklemme (EL9195).



## 4.10 Positionierung von passiven Klemmen

### **i** Hinweis zur Positionierung von passiven Klemmen im Busklemmenblock

EtherCAT-Klemmen (ELxxx / ESxxx), 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)

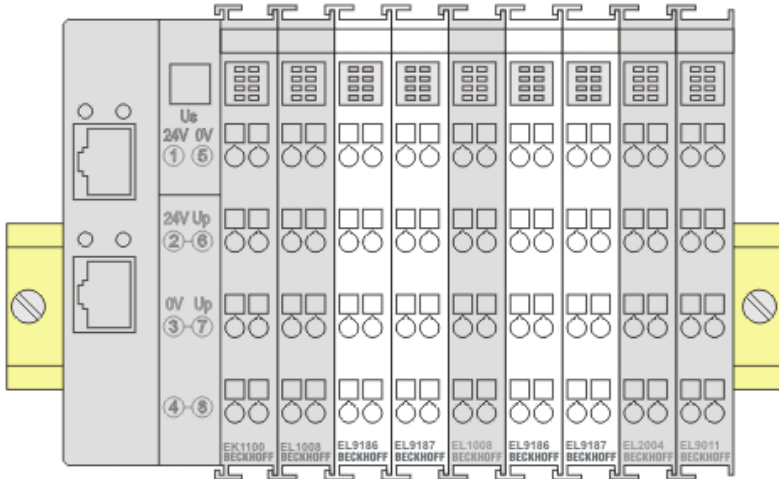


Abb. 45: Korrekte Positionierung

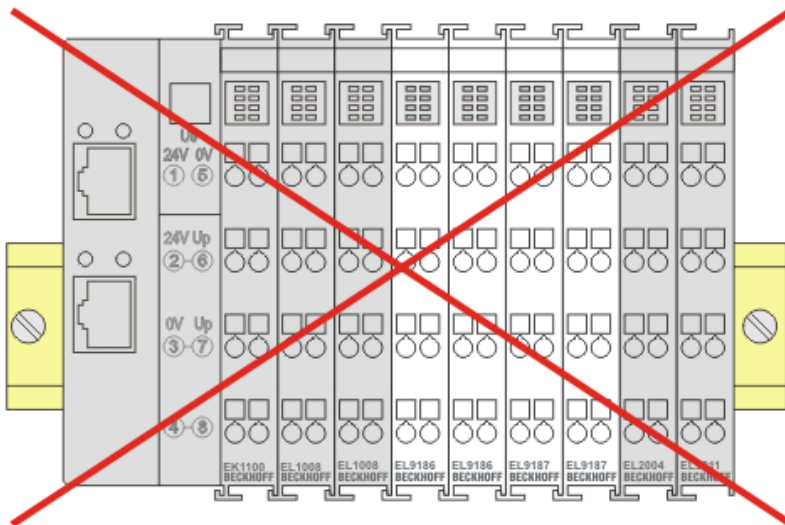


Abb. 46: Inkorrekte Positionierung

## 4.11 Einbaulagen 331x-0000

### 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.

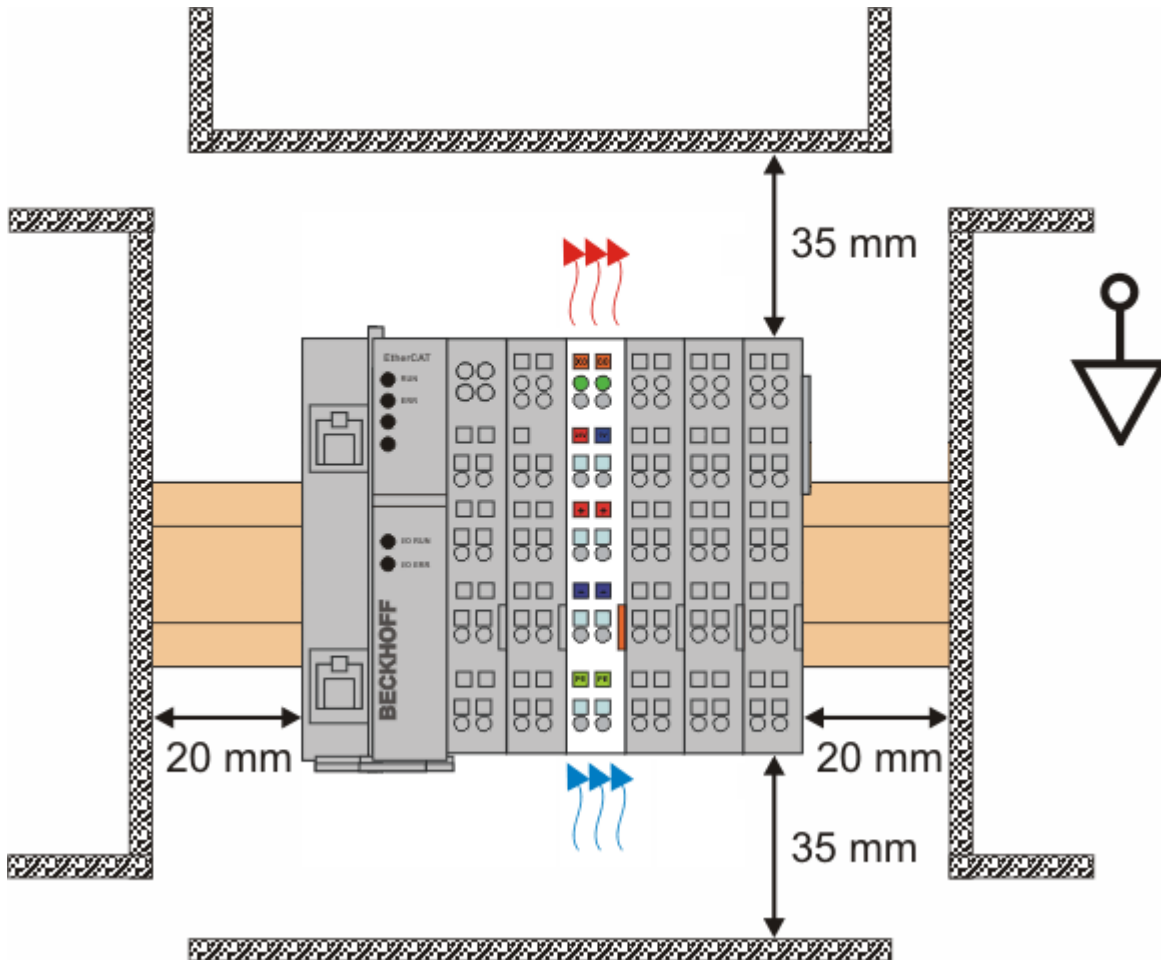


Abb. 47: Empfohlene Abstände bei Standard-Einbaulage

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.

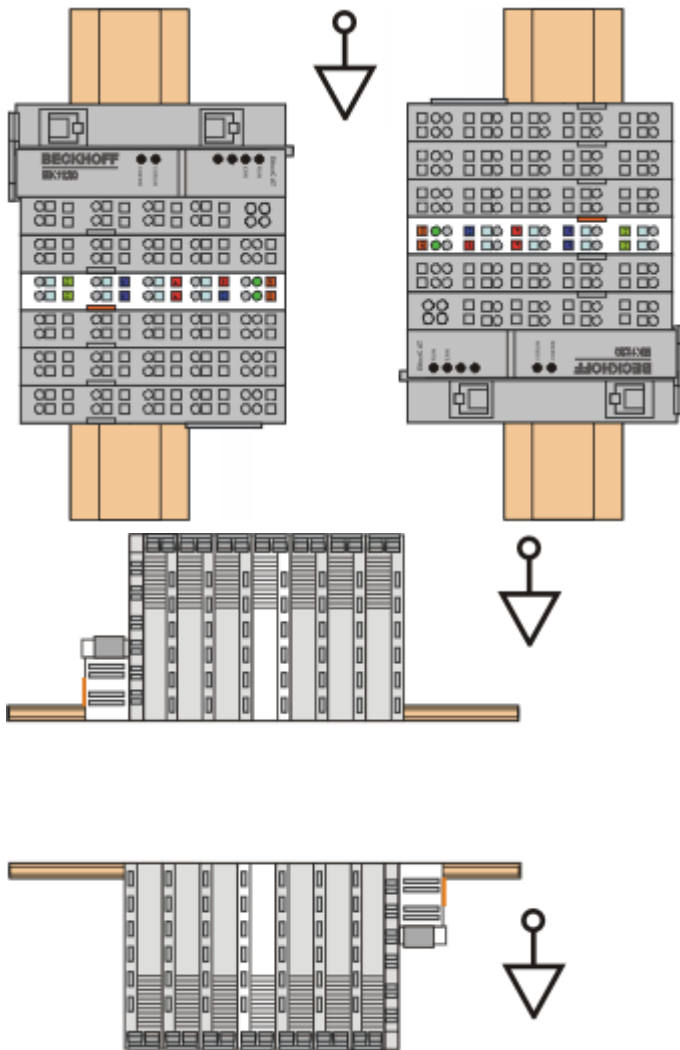


Abb. 48: Weitere Einbaulagen

## 4.12 Vorgeschriebene Einbaulage EL3314-0002/EL3314-0010

### HINWEIS

#### Einschränkung von Einbaulage und Betriebstemperaturbereich

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

#### Vorgeschriebene Einbaulage

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

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

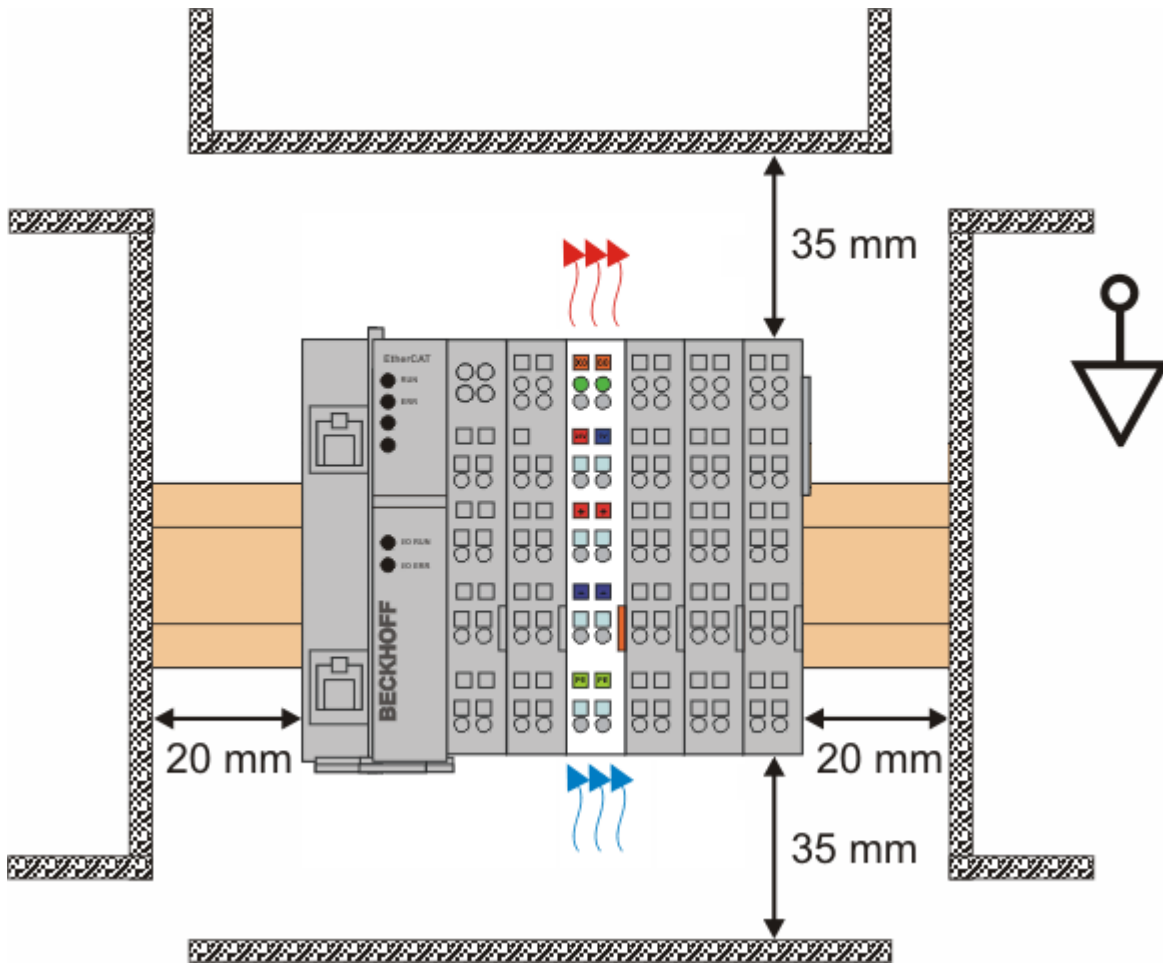


Abb. 49: *Empfohlene Abstände bei Standard Einbaulage*

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

## 5 Inbetriebnahme

### 5.1 TwinCAT Quickstart

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

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

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

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

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

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

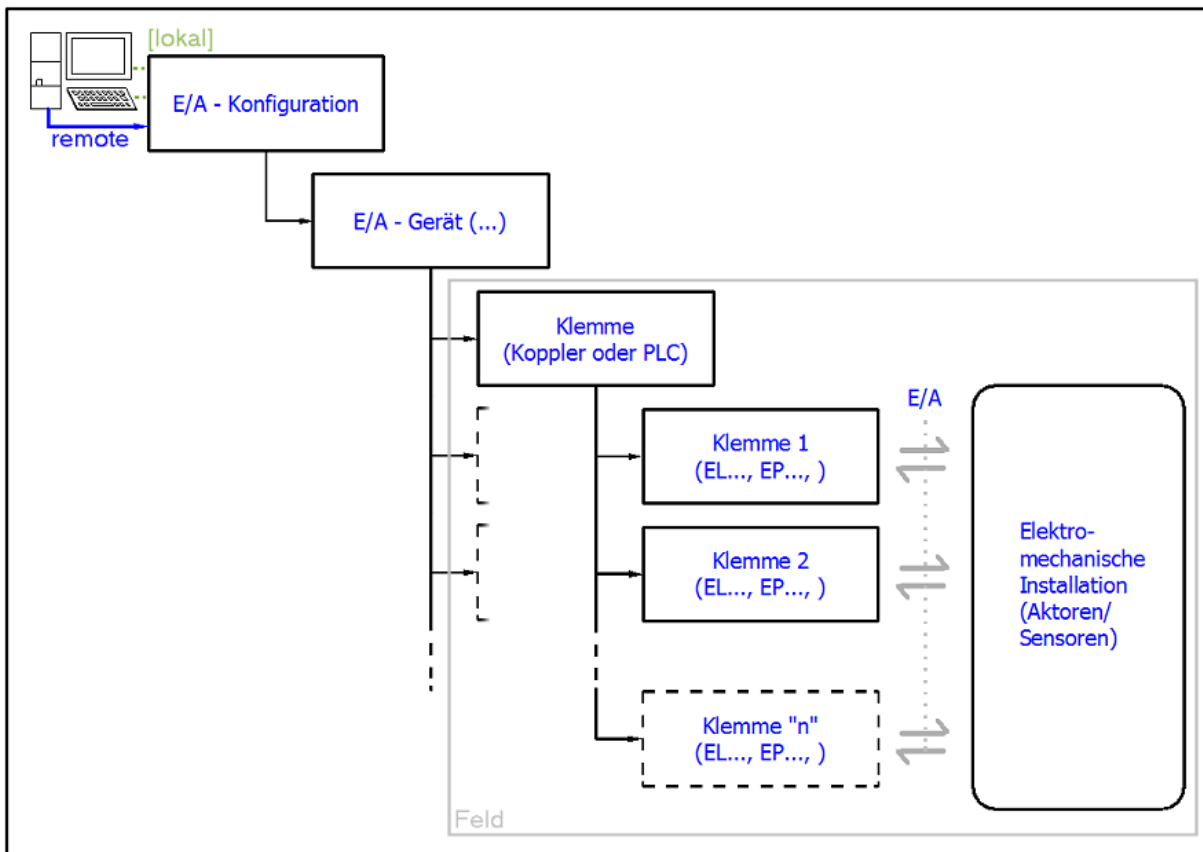


Abb. 50: Bezug von der Anwender Seite (Inbetriebnahme) zur Installation

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

### Beispielkonfiguration (realer Aufbau)

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

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

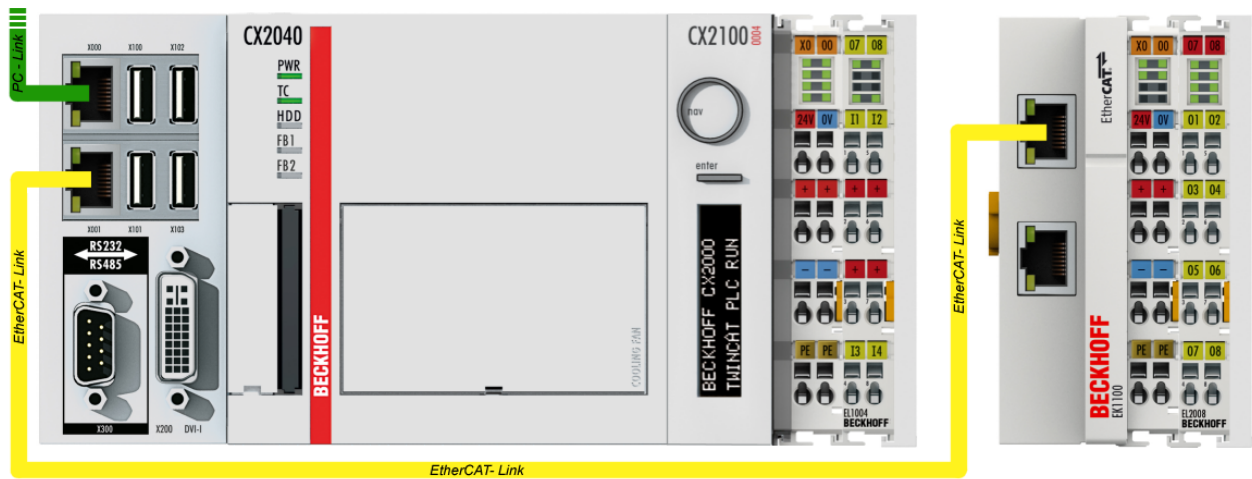


Abb. 51: Aufbau der Steuerung mit Embedded-PC, Eingabe (EL1004) und Ausgabe (EL2008)

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

## 5.1.1 TwinCAT 2

### Startup

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

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

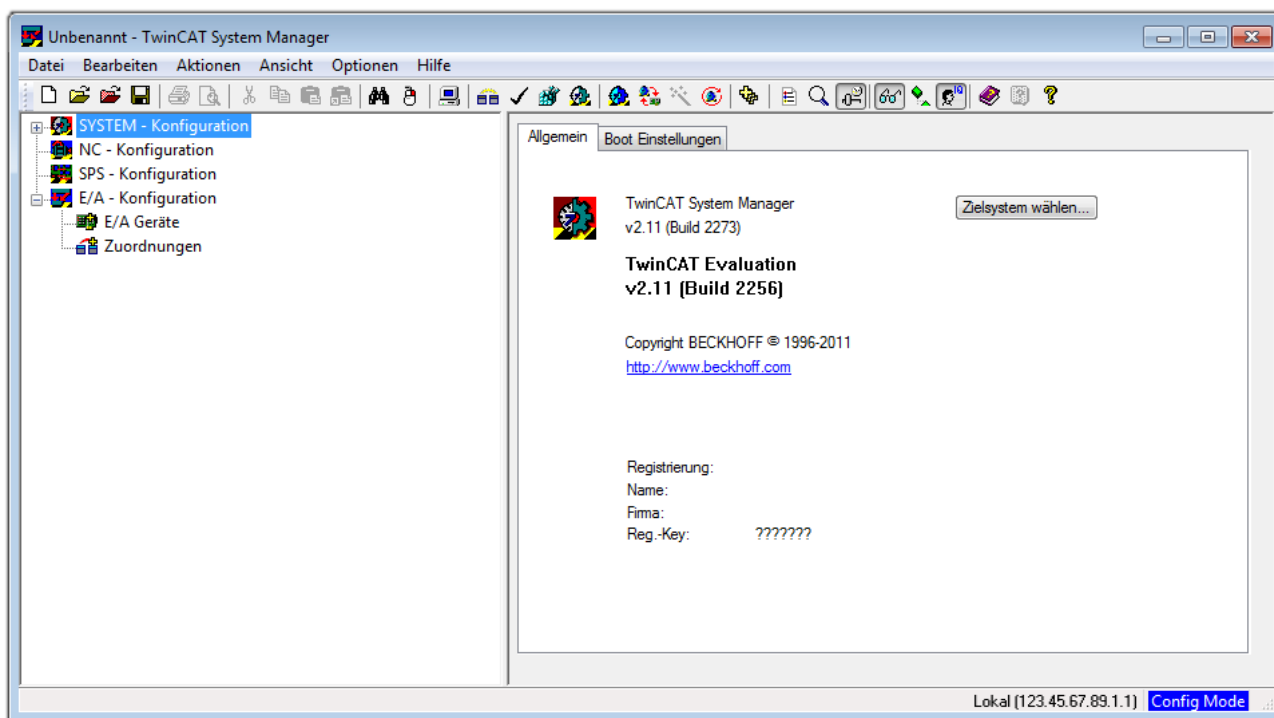



Abb. 52: Initiale Benutzeroberfläche TwinCAT 2

Es besteht generell die Möglichkeit das TwinCAT „lokal“ oder per „remote“ zu verwenden. Ist das TwinCAT System inkl. Benutzeroberfläche (Standard) auf dem betreffenden PLC installiert, kann TwinCAT „lokal“ eingesetzt werden und mit Schritt „Geräte einfügen [▶ 242]“ fortgesetzt werden.

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

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



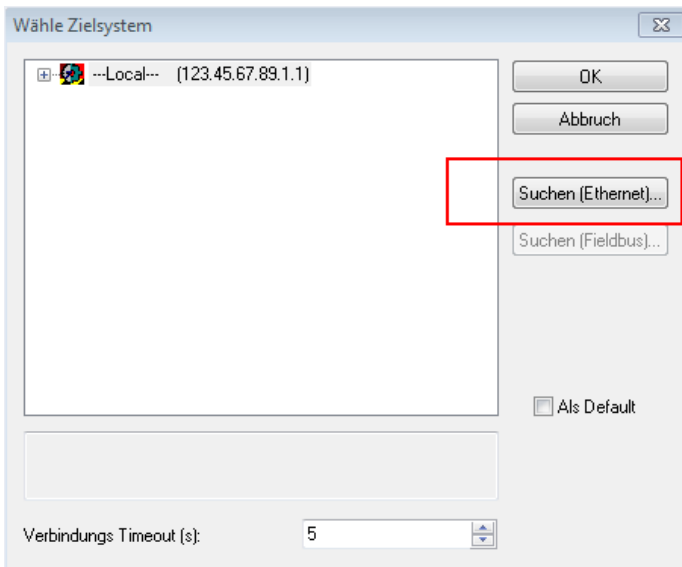


Abb. 53: Wähle Zielsystem

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

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

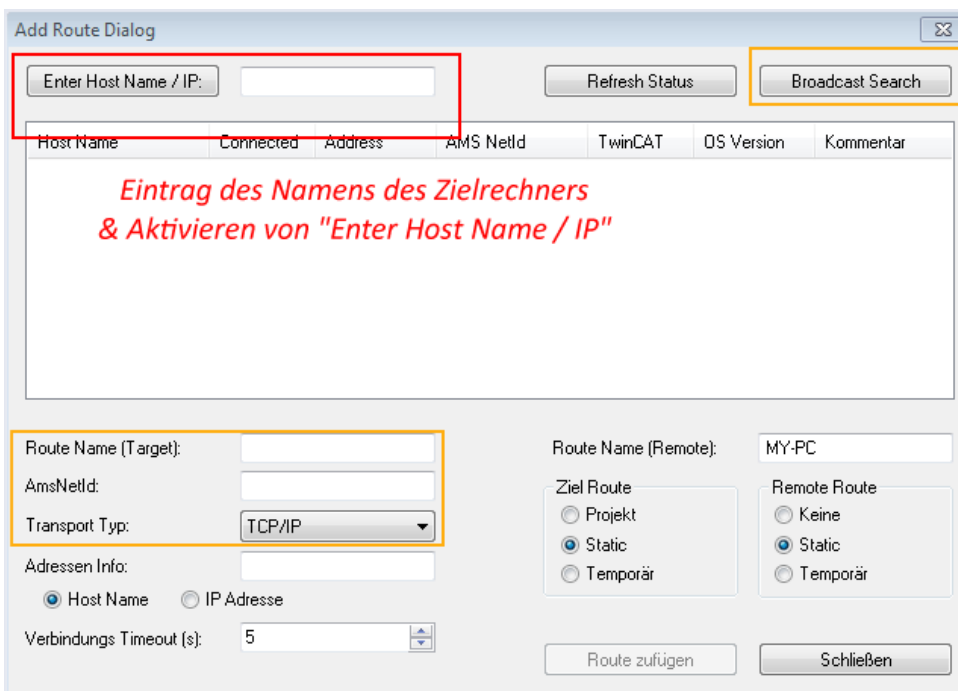
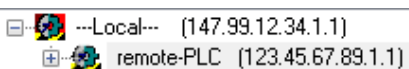


Abb. 54: PLC für den Zugriff des TwinCAT System Managers festlegen: Auswahl des Zielsystems

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




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

## Geräte einfügen

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

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

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

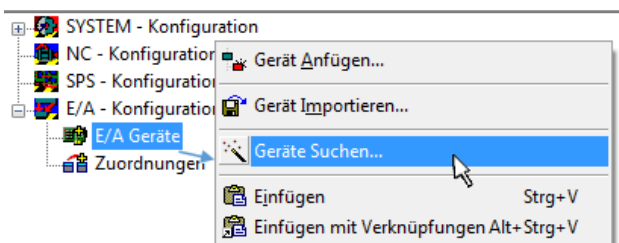


Abb. 55: Auswahl „Gerät Suchen..“

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

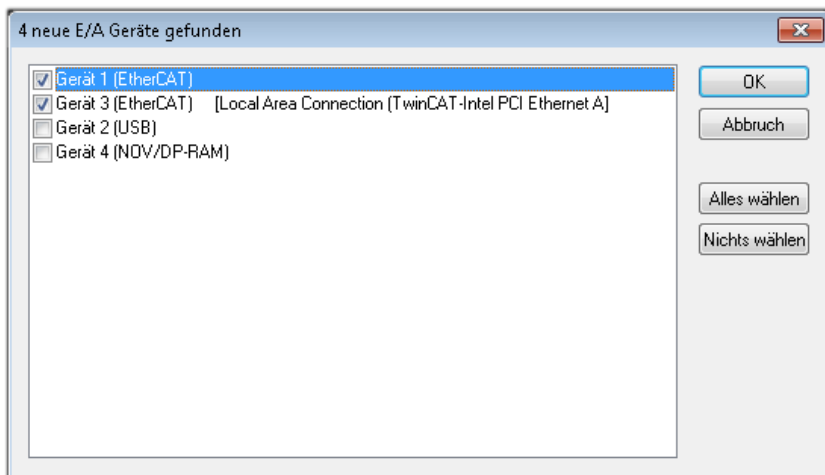


Abb. 56: Automatische Erkennung von E/A Geräten: Auswahl der einzubindenden Geräte

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

Ausgehend von der am Anfang dieses Kapitels beschriebenen [Beispielkonfiguration](#) [► 238] sieht das Ergebnis wie folgt aus:

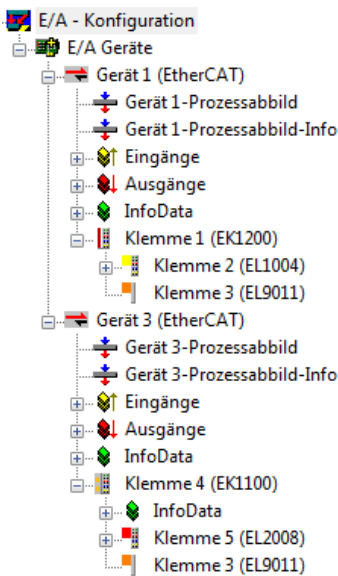


Abb. 57: Abbildung der Konfiguration im TwinCAT 2 System Manager

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

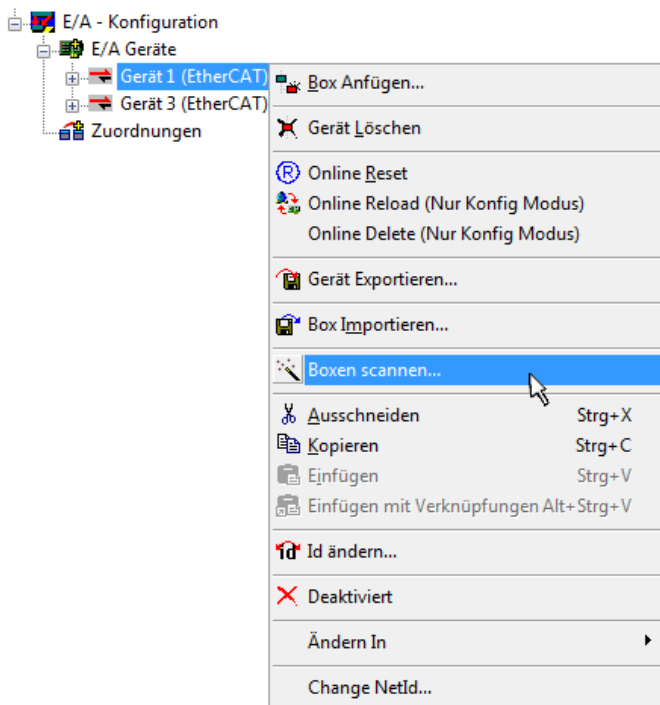


Abb. 58: Einlesen von einzelnen an einem Gerät befindlichen Klemmen

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

### PLC programmieren und integrieren

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

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

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

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

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

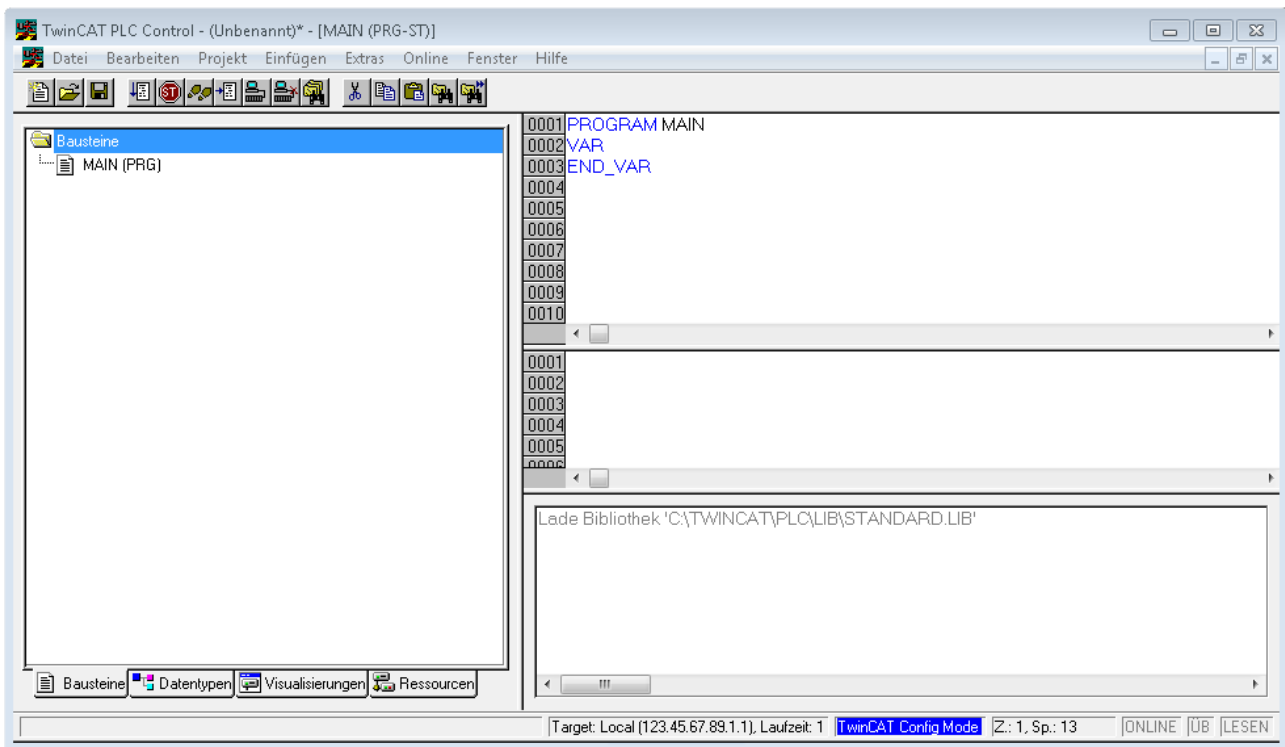


Abb. 59: TwinCAT PLC Control nach dem Start

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

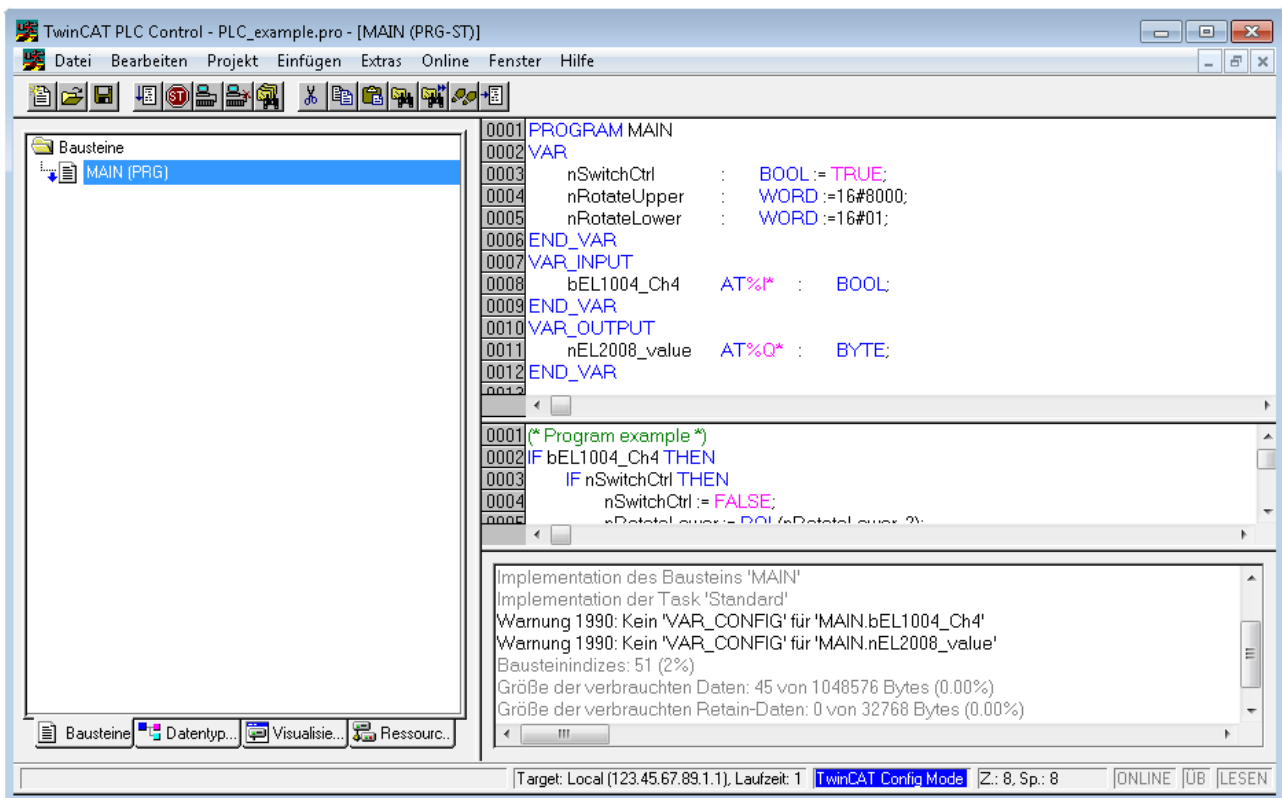


Abb. 60: Beispielprogramm mit Variablen nach einem Kompilervorgang (ohne Variablenanbindung)

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

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

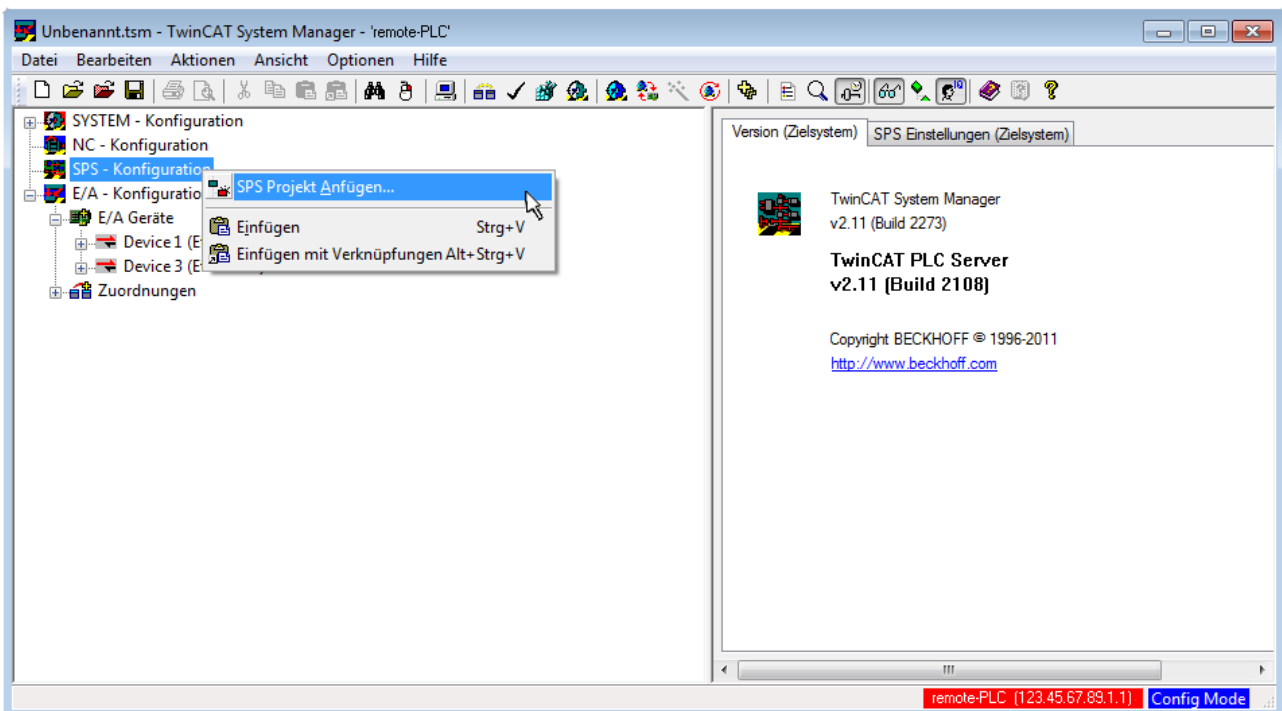


Abb. 61: Hinzufügen des Projektes des TwinCAT PLC Control

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

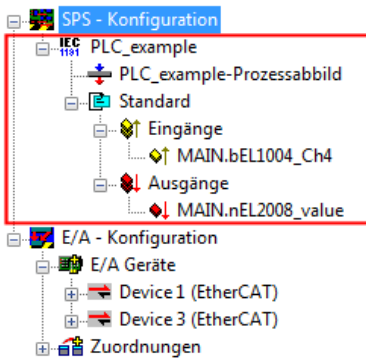


Abb. 62: Eingebundenes PLC Projekt in der SPS- Konfiguration des System Managers

Die beiden Variablen „bEL1004\_Ch4“ sowie „nEL2008\_value“ können nun bestimmten Prozessobjekten der E/A - Konfiguration zugeordnet werden.

### Variablen Zuordnen

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

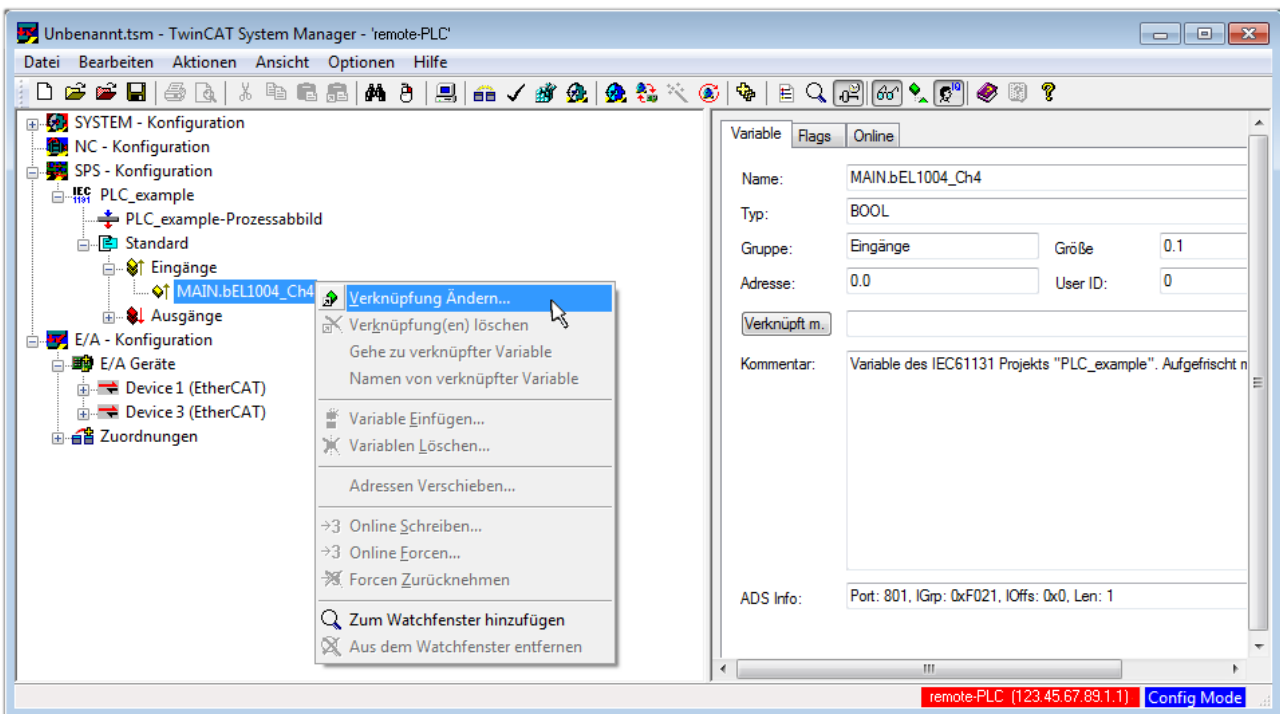


Abb. 63: Erstellen der Verknüpfungen PLC-Variablen zu Prozessobjekten

In dem dadurch geöffneten Fenster kann aus dem SPS-Konfigurationsbaum das Prozessobjekt für die Variable „bEL1004\_Ch4“ vom Typ BOOL selektiert werden:

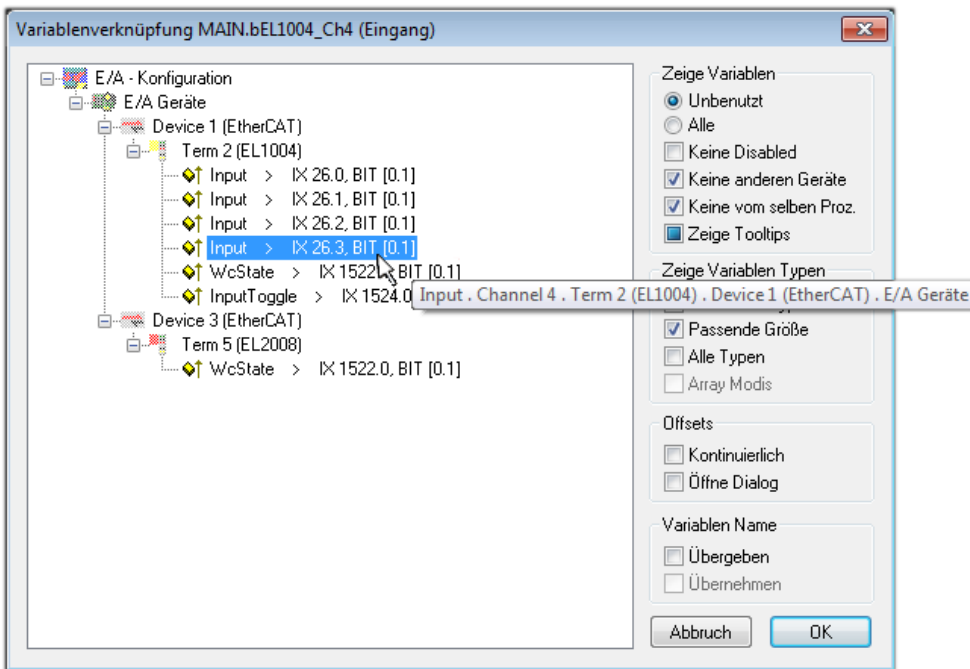


Abb. 64: Auswahl des PDO vom Typ BOOL

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

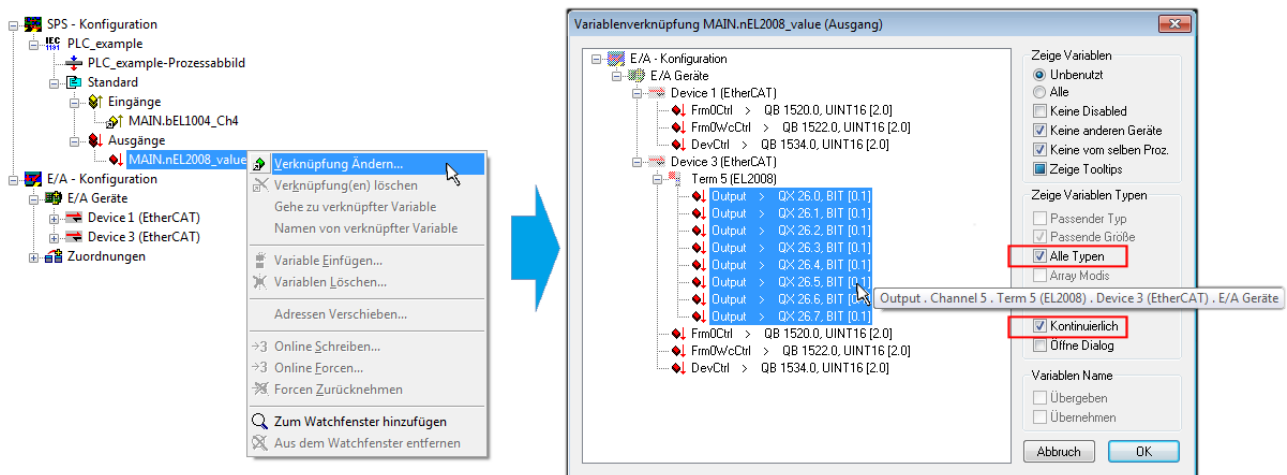



Abb. 65: Auswahl von mehreren PDO gleichzeitig: Aktivierung von „Kontinuierlich“ und „Alle Typen“

Zu sehen ist, dass überdies die Checkbox „Kontinuierlich“ aktiviert wurde. Dies ist dafür vorgesehen, dass die in dem Byte der Variablen „nEL2008\_value“ enthaltenen Bits allen acht ausgewählten Ausgangsbits der Klemme EL2008 der Reihenfolge nach zugeordnet werden sollen. Damit ist es möglich, alle acht Ausgänge der Klemme mit einem Byte entsprechend Bit 0 für Kanal 1 bis Bit 7 für Kanal 8 von der PLC im Programm später anzusprechen. Ein spezielles Symbol (  ) an dem gelben bzw. roten Objekt der Variablen zeigt an, dass hierfür eine Verknüpfung existiert. Die Verknüpfungen können z. B. auch überprüft werden, indem „Goto Link Variable“ aus dem Kontextmenü einer Variable ausgewählt wird. Dann wird automatisch das gegenüberliegende verknüpfte Objekt, in diesem Fall das PDO selektiert:

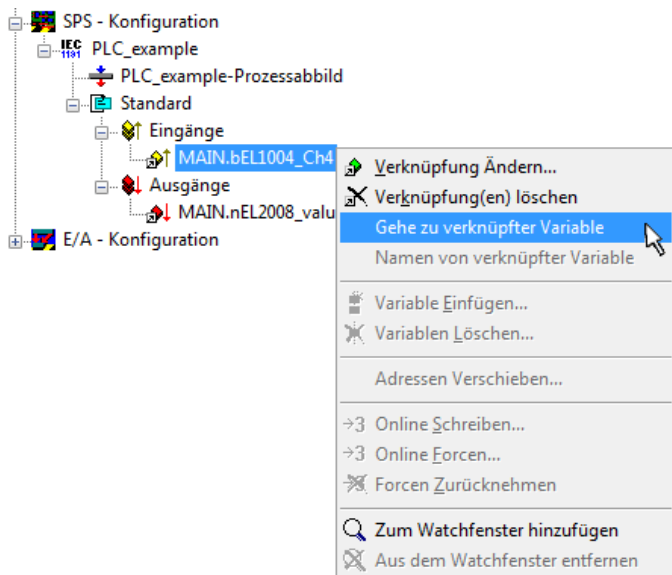

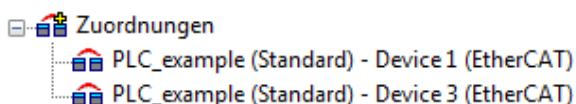


Abb. 66: Anwendung von „Goto Link Variable“ am Beispiel von „MAIN.bEL1004\_Ch4“

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


Dies lässt sich entsprechend in der Konfiguration einsehen:




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

### Aktivieren der Konfiguration

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

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

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

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

### Starten der Steuerung

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



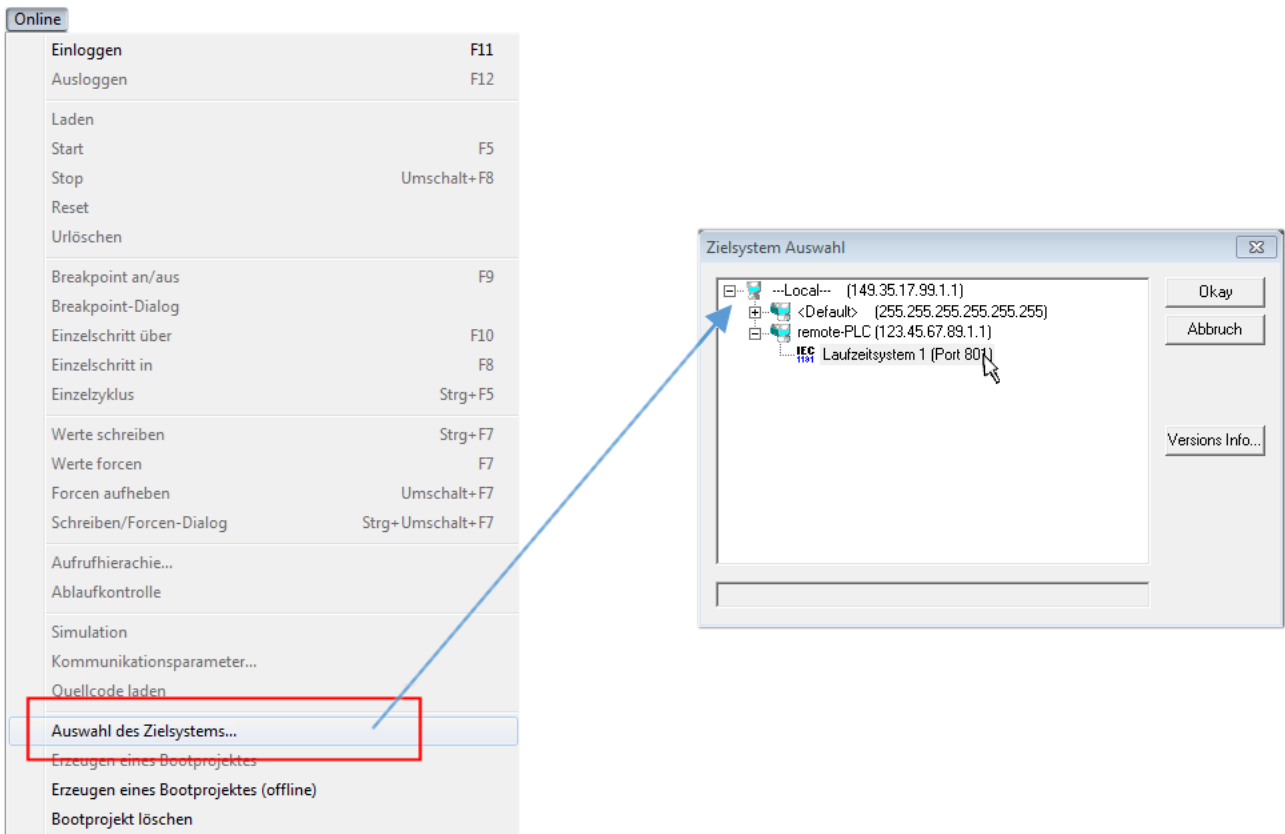



Abb. 67: Auswahl des Zielsystems (remote)

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

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

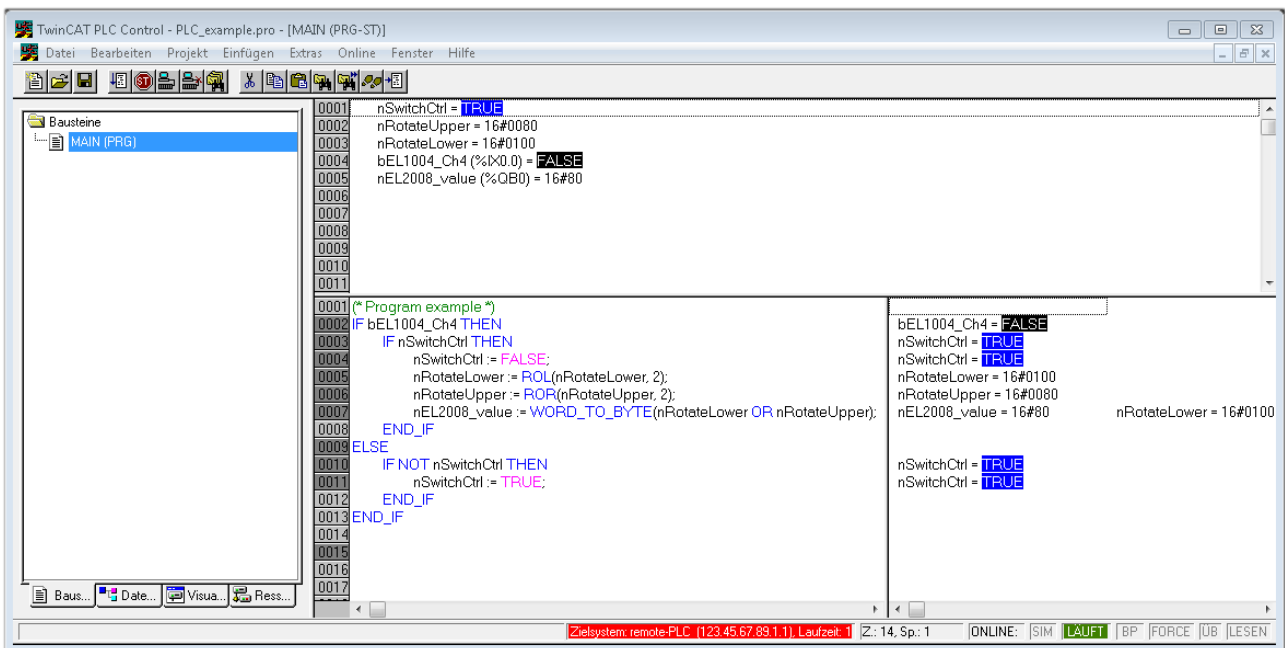


Abb. 68: PLC Control Logged-in, bereit zum Programmstart

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

## 5.1.2 TwinCAT 3

### Startup

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

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

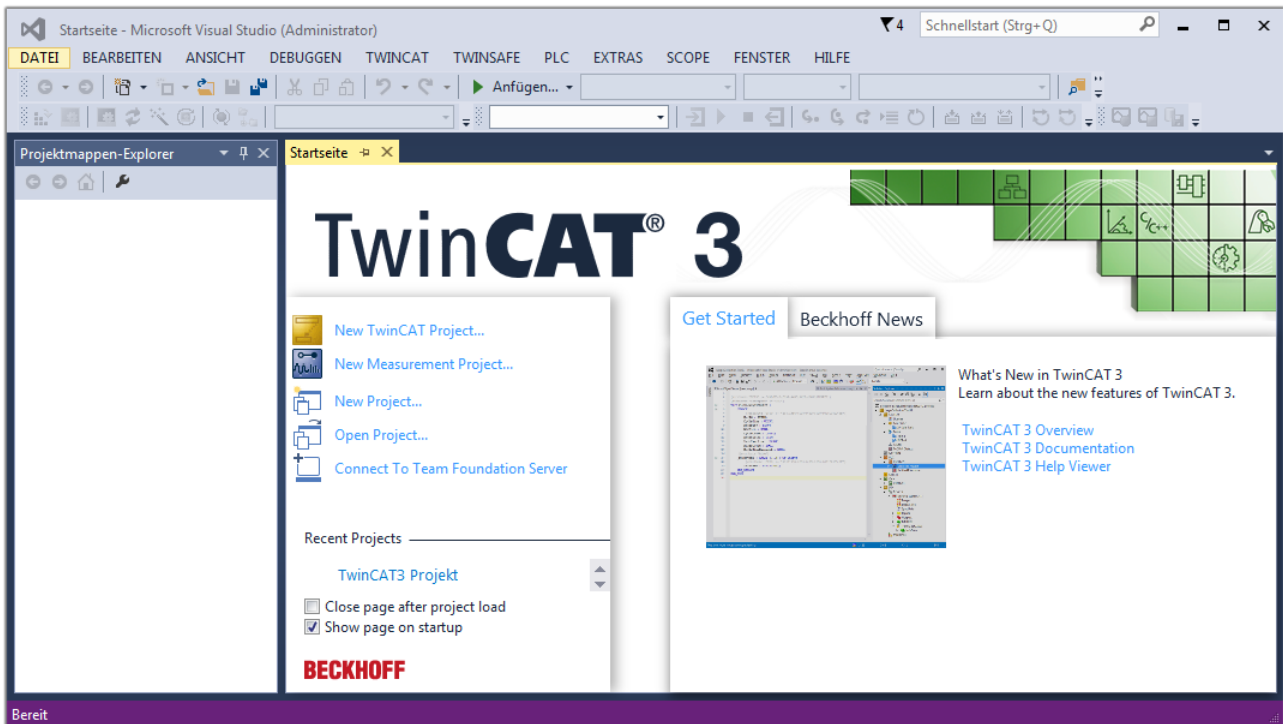



Abb. 69: Initiale Benutzeroberfläche TwinCAT 3

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

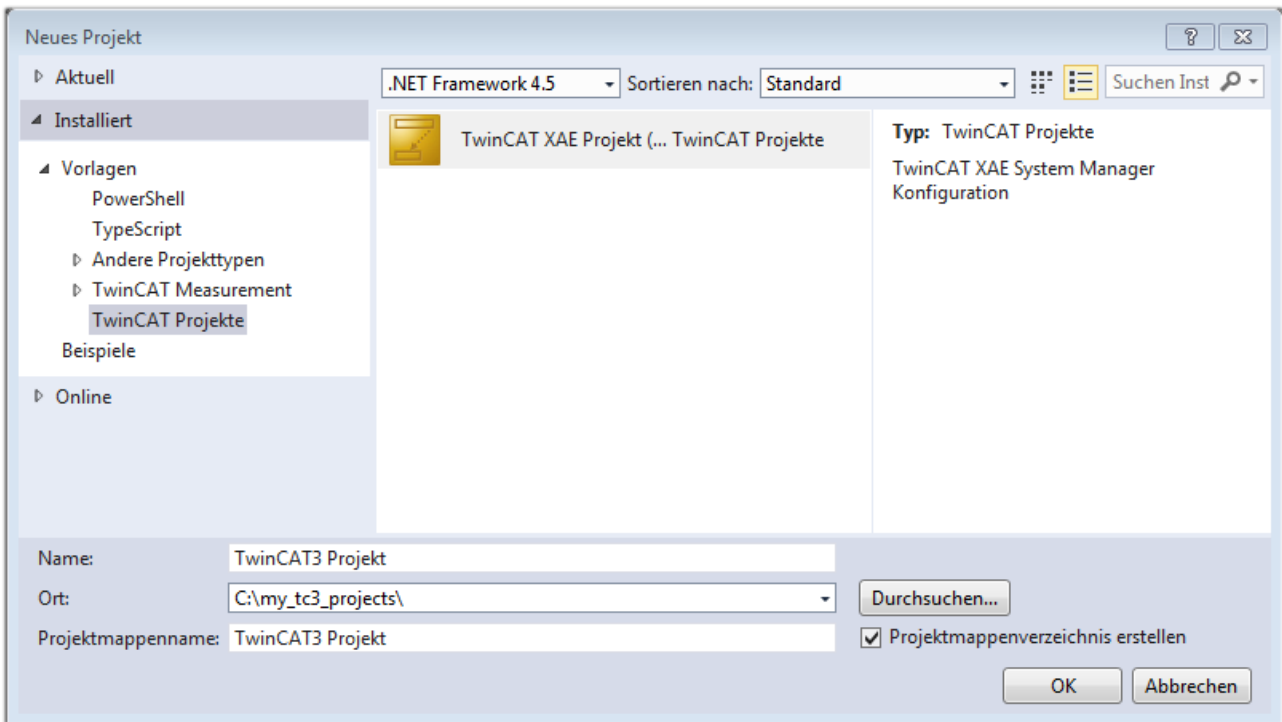


Abb. 70: Neues TwinCAT 3 Projekt erstellen

Im Projektmappen-Explorer liegt sodann das neue Projekt vor:

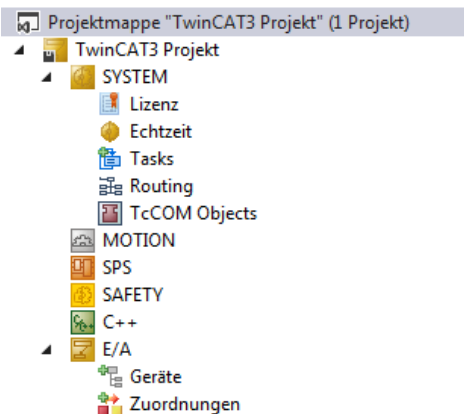
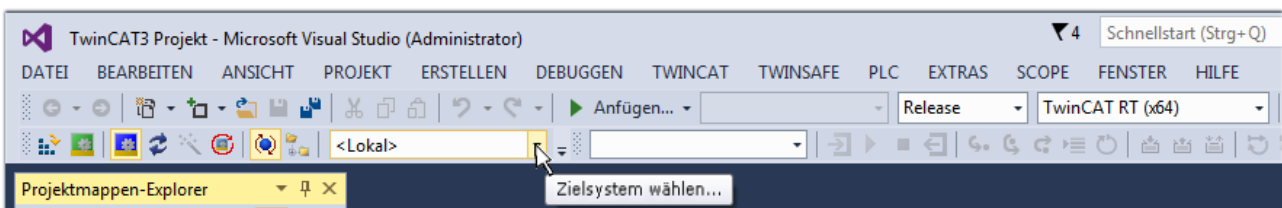


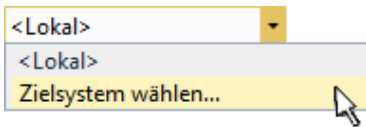
Abb. 71: Neues TwinCAT 3 Projekt im Projektmappen-Explorer

Es besteht generell die Möglichkeit das TwinCAT „lokal“ oder per „remote“ zu verwenden. Ist das TwinCAT System inkl. Benutzeroberfläche (Standard) auf dem betreffenden PLC (lokal) installiert, kann TwinCAT „lokal“ eingesetzt werden und mit Schritt „Geräte einfügen |> 253|“ fortgesetzt werden.

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



wird das pull-down Menü aufgeklappt:



und folgendes Fenster hierzu geöffnet:

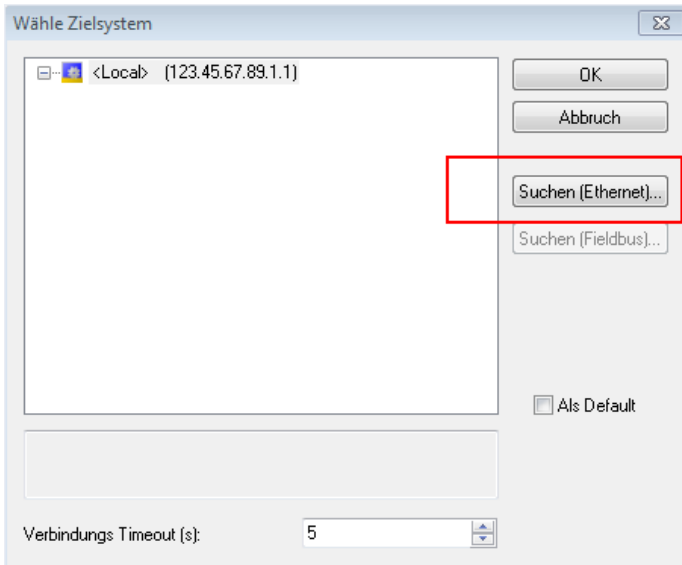


Abb. 72: Auswahldialog: Wähle Zielsystem

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

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

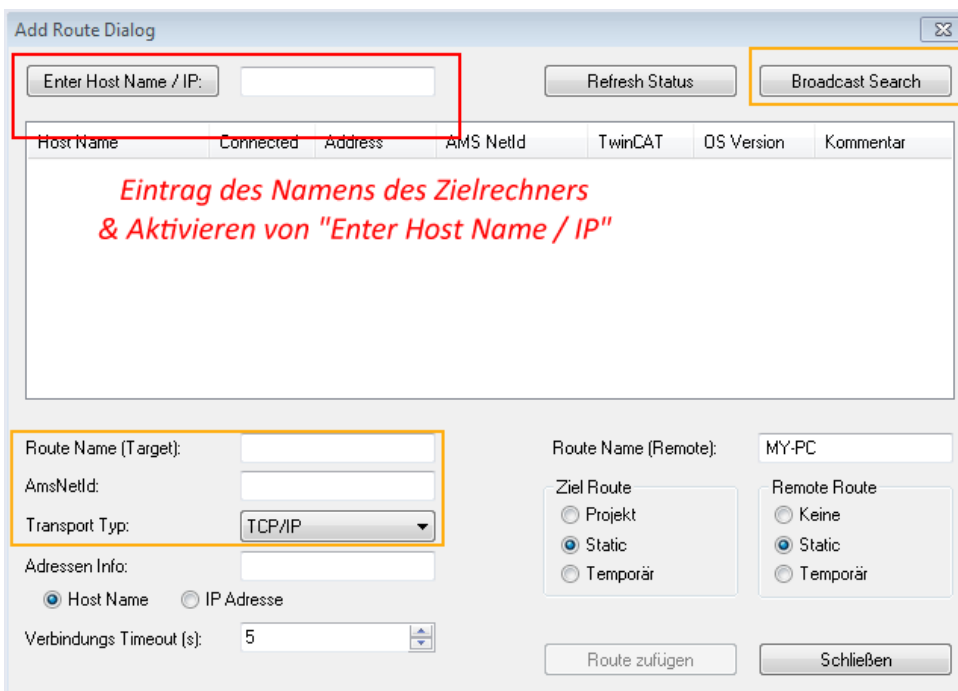
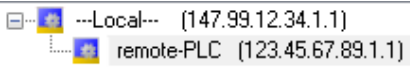


Abb. 73: PLC für den Zugriff des TwinCAT System Managers festlegen: Auswahl des Zielsystems

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



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

### Geräte einfügen

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

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

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

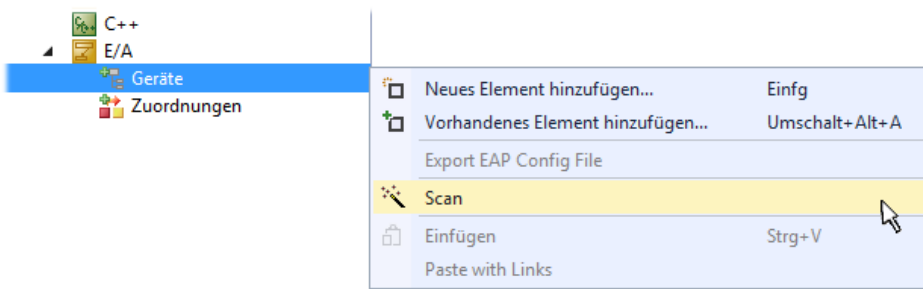


Abb. 74: Auswahl „Scan“

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

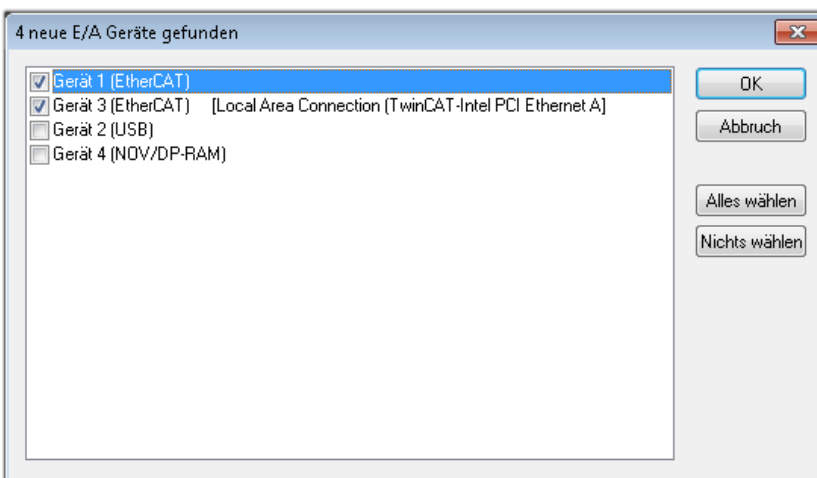


Abb. 75: Automatische Erkennung von E/A Geräten: Auswahl der einzubindenden Geräte

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

Ausgehend von der am Anfang dieses Kapitels beschriebenen [Beispielkonfiguration](#) [► 238] sieht das Ergebnis wie folgt aus:

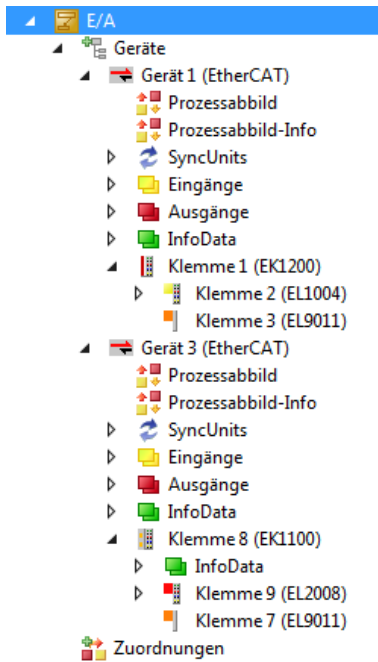


Abb. 76: Abbildung der Konfiguration in VS Shell der TwinCAT 3 Umgebung

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

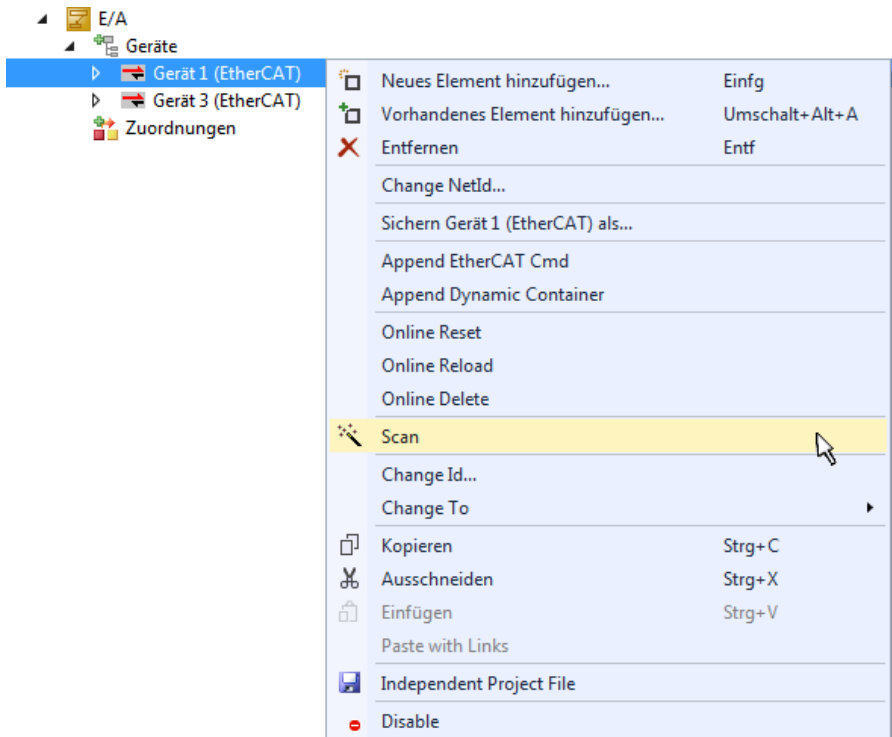


Abb. 77: Einlesen von einzelnen an einem Gerät befindlichen Klemmen

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

**PLC programmieren**

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

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

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

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

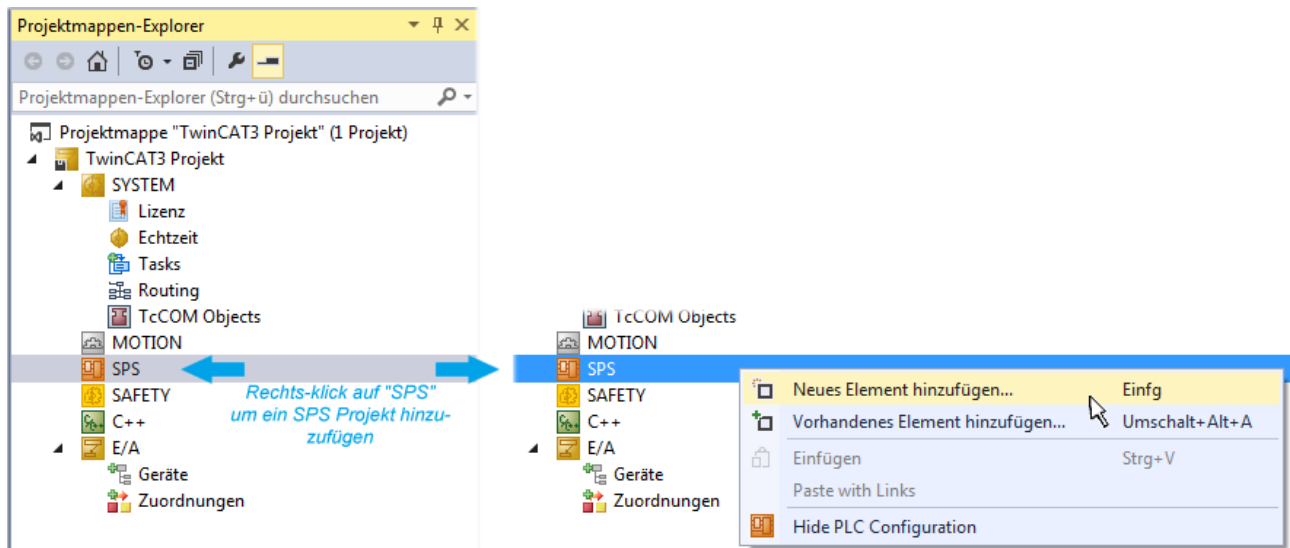


Abb. 78: Einfügen der Programmierumgebung in „SPS“

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

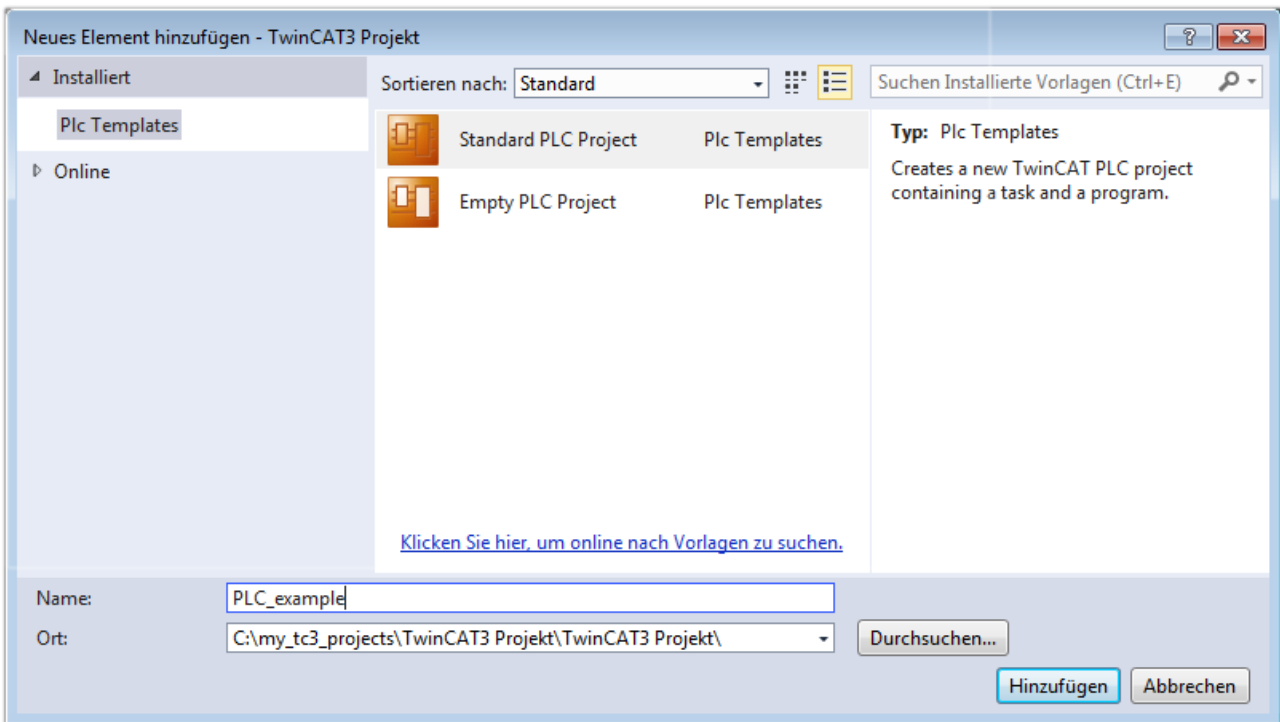


Abb. 79: Festlegen des Namens bzw. Verzeichnisses für die PLC Programmierungsumgebung

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

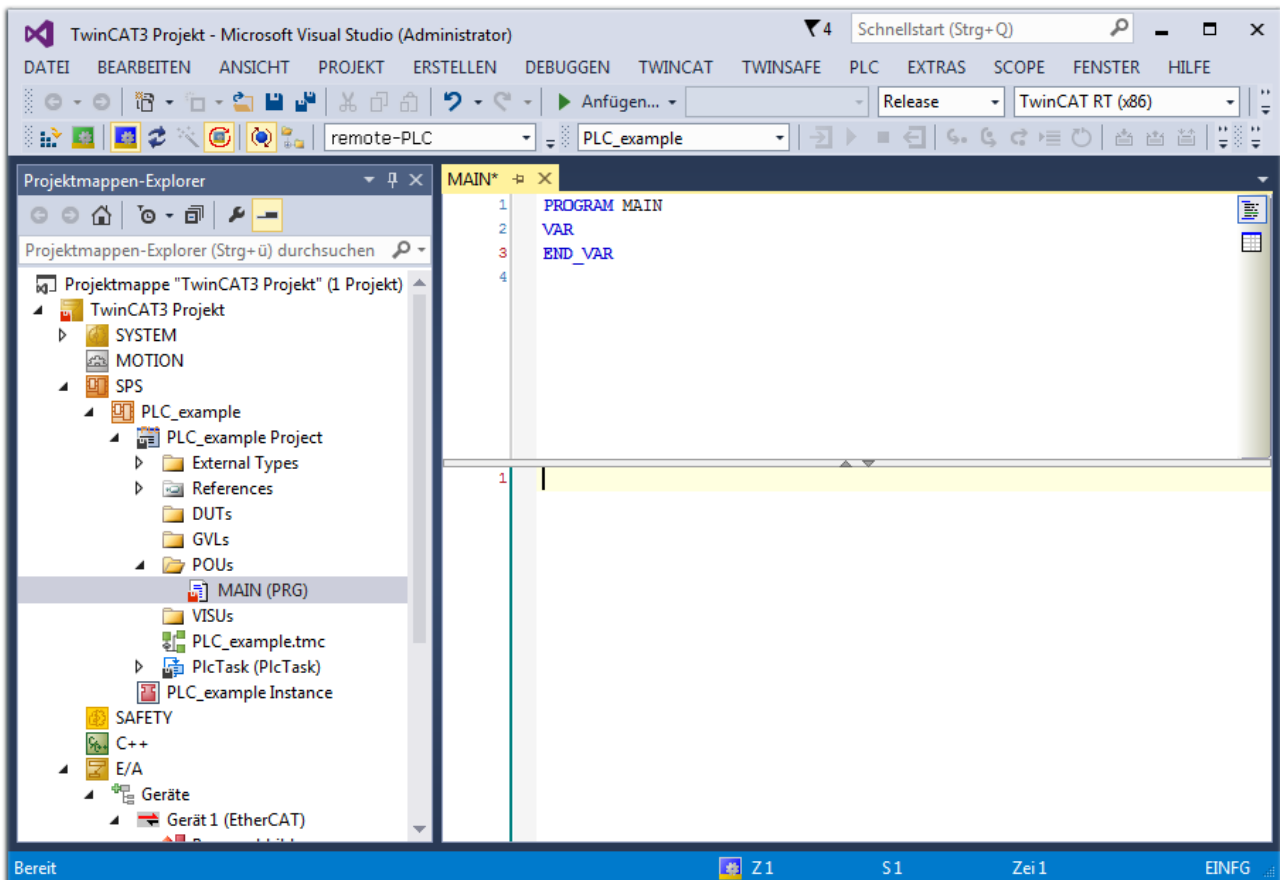


Abb. 80: Initiales Programm „Main“ des Standard PLC Projektes

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



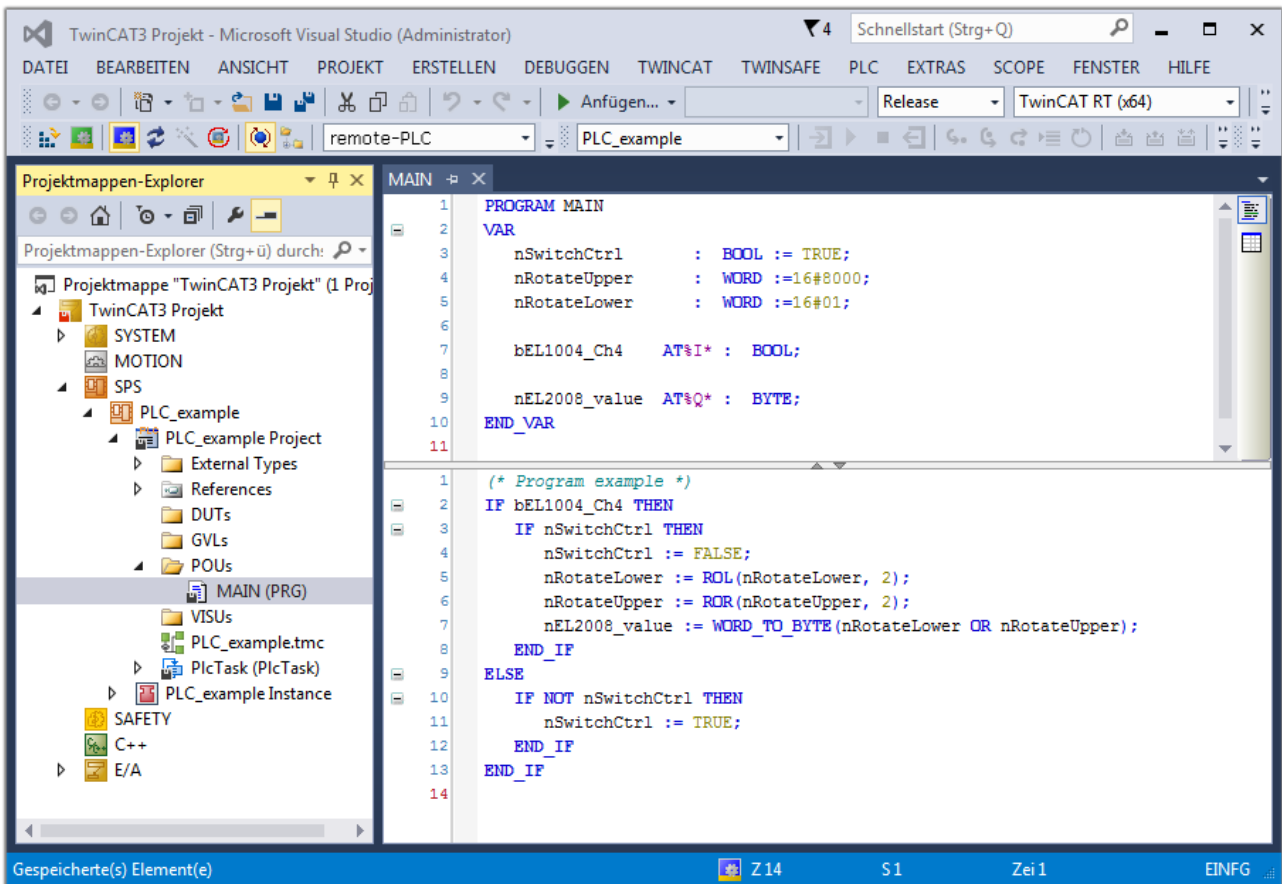


Abb. 81: Beispielprogramm mit Variablen nach einem Kompilervorgang (ohne Variablenanbindung)

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

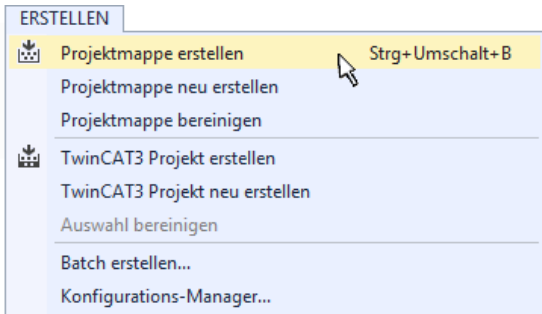
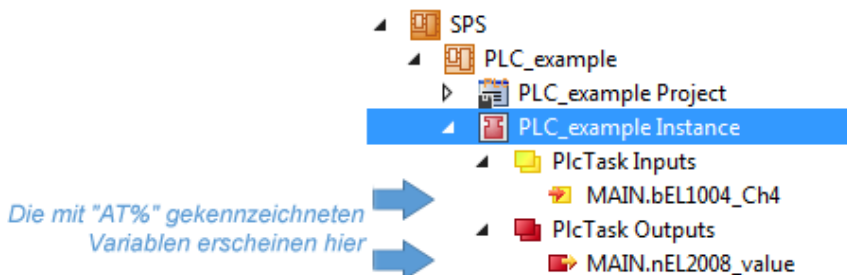


Abb. 82: Kompilierung des Programms starten

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



## Variablen Zuordnen

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

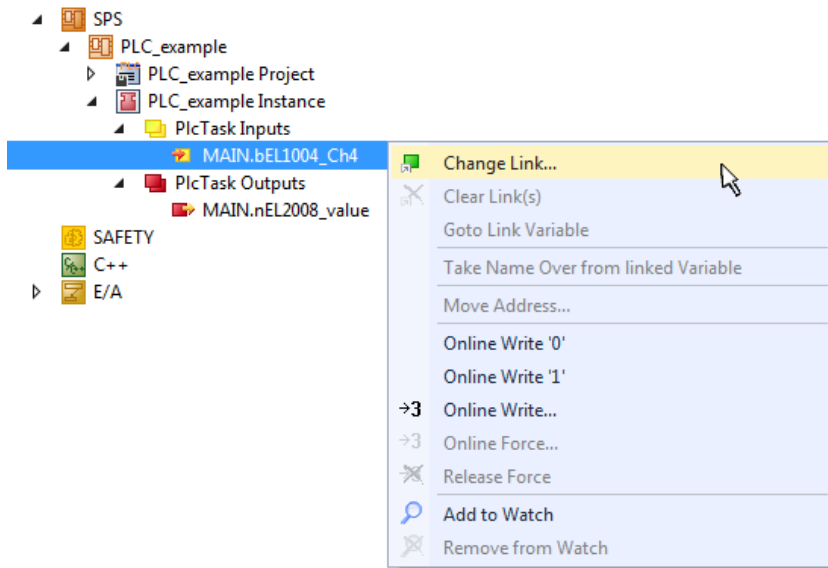


Abb. 83: Erstellen der Verknüpfungen PLC-Variablen zu Prozessobjekten

In dem dadurch geöffneten Fenster kann aus dem SPS-Konfigurationsbaum das Prozessobjekt für die Variable „bEL1004\_Ch4“ vom Typ BOOL selektiert werden:

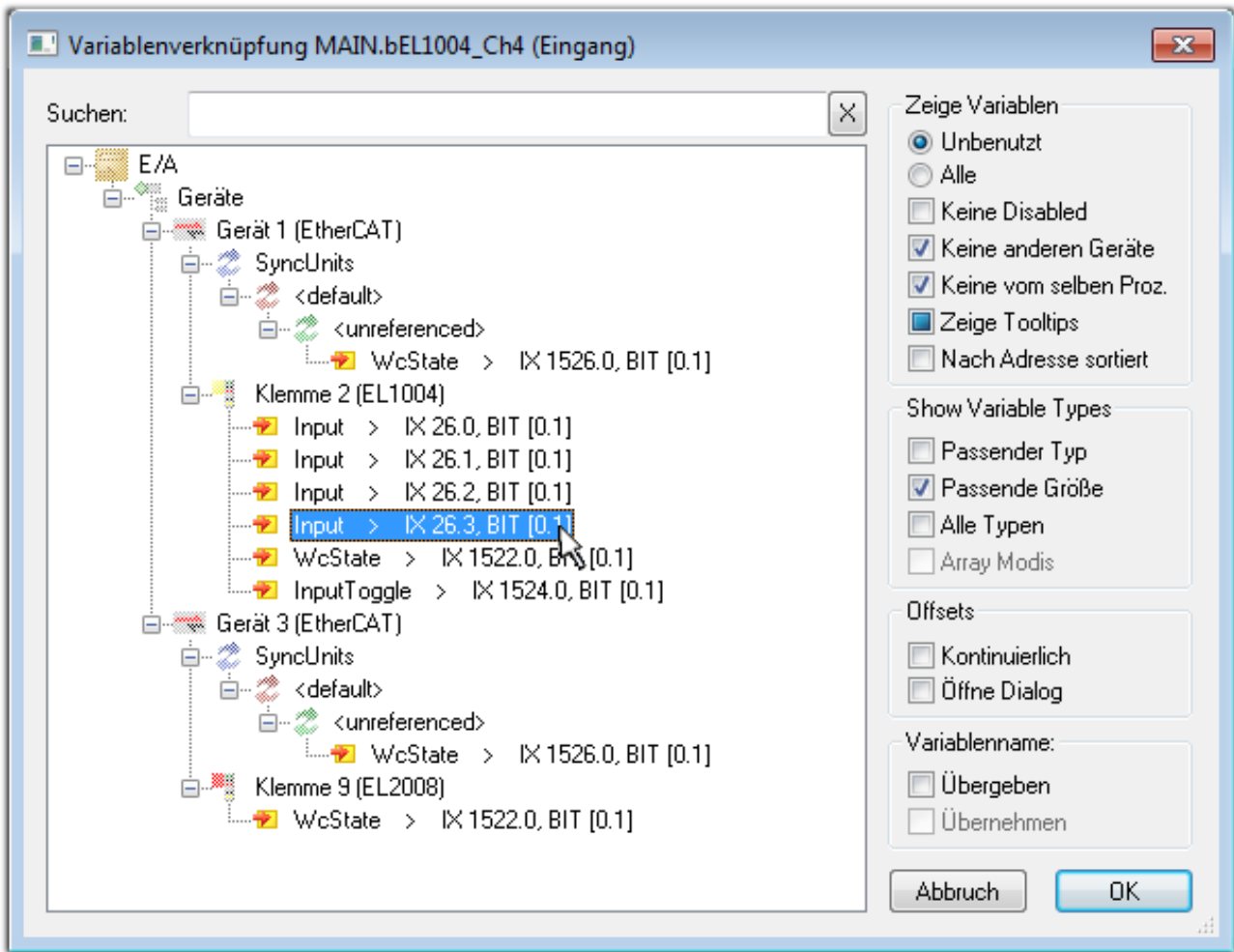


Abb. 84: Auswahl des PDO vom Typ BOOL

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

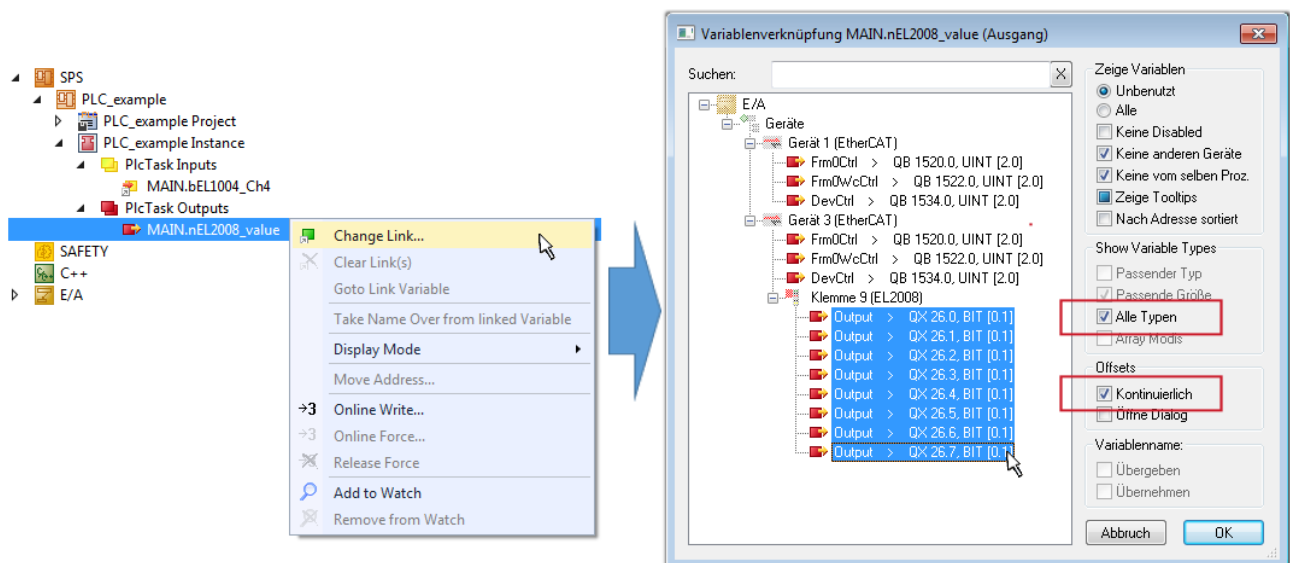



Abb. 85: Auswahl von mehreren PDO gleichzeitig: Aktivierung von „Kontinuierlich“ und „Alle Typen“

Zu sehen ist, dass überdies die Checkbox „Kontinuierlich“ aktiviert wurde. Dies ist dafür vorgesehen, dass die in dem Byte der Variablen „nEL2008\_value“ enthaltenen Bits allen acht ausgewählten Ausgangsbits der Klemme EL2008 der Reihenfolge nach zugeordnet werden sollen. Damit ist es möglich, alle acht Ausgänge der Klemme mit einem Byte entsprechend Bit 0 für Kanal 1 bis Bit 7 für Kanal 8 von der PLC im Programm später anzusprechen. Ein spezielles Symbol (  ) an dem gelben bzw. roten Objekt der Variablen zeigt an, dass hierfür eine Verknüpfung existiert. Die Verknüpfungen können z. B. auch überprüft werden, indem „Goto Link Variable“ aus dem Kontextmenü einer Variable ausgewählt wird. Dann wird automatisch das gegenüberliegende verknüpfte Objekt, in diesem Fall das PDO selektiert:

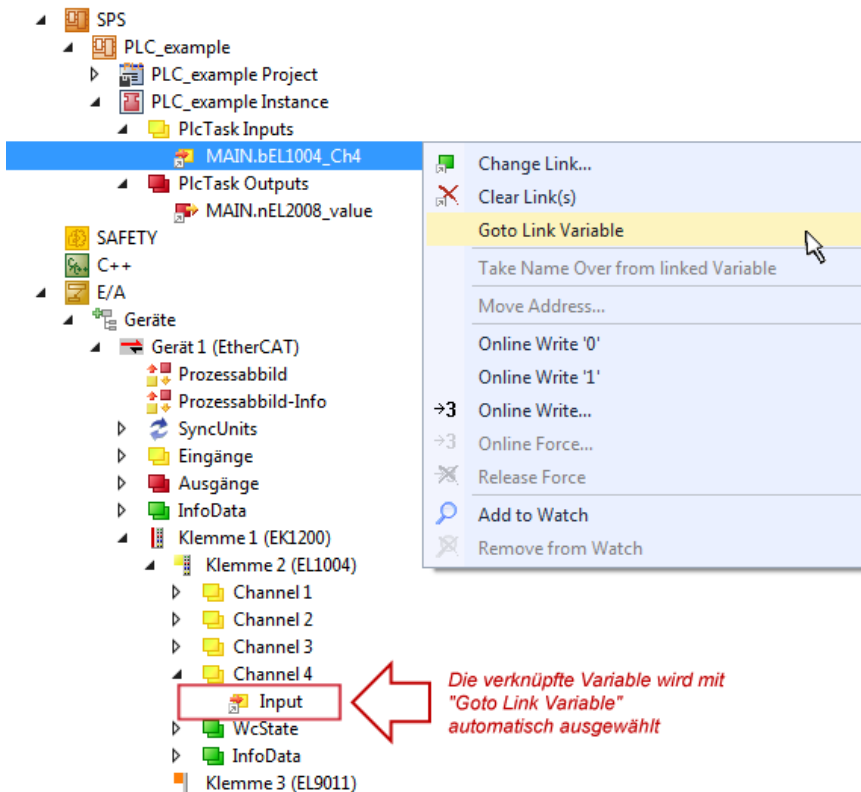


Abb. 86: Anwendung von "Goto Link Variable" am Beispiel von „MAIN.bEL1004\_Ch4“

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

### ● Hinweis zur Art der Variablen-Zuordnung

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

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

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

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

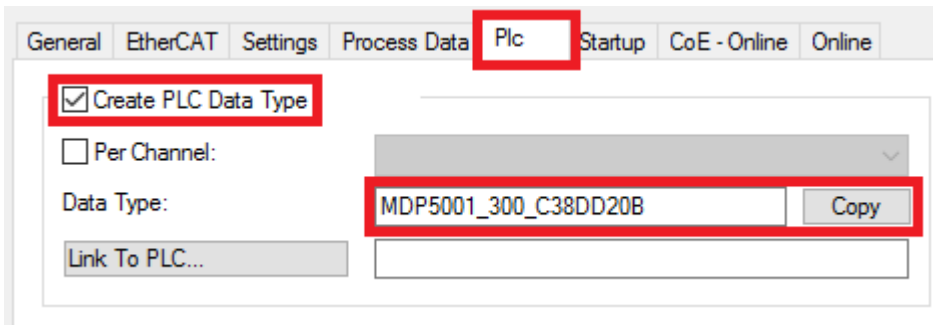


Abb. 87: Erzeugen eines SPS Datentyps

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

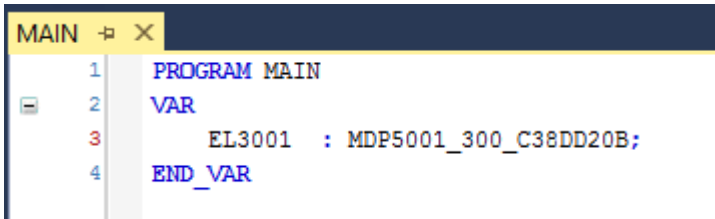


Abb. 88: Instance\_of\_struct

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

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

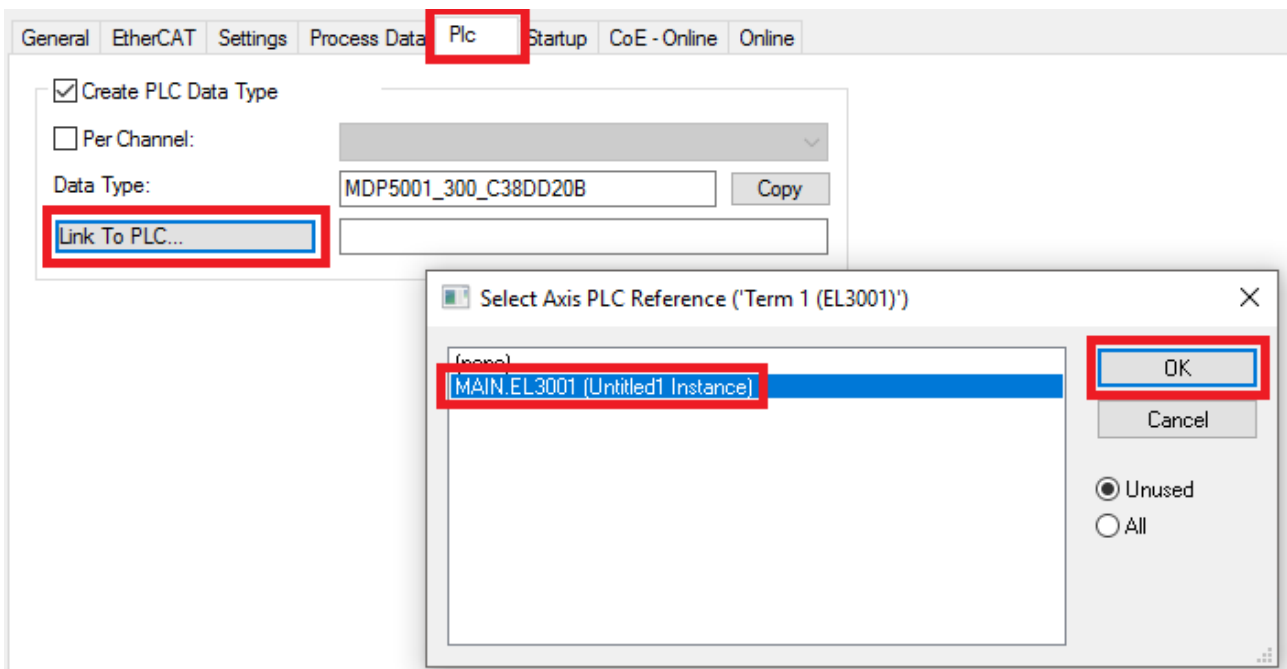


Abb. 89: Verknüpfung der Struktur

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

```

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


1 nVoltage := EL3001.MDP5001_300_Input.
2
3
4




```


Abb. 90: Lesen einer Variable aus der Struktur der Prozessdaten

### Aktivieren der Konfiguration


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


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

- ▲  Zuordnungen
  -  PLC\_example Instance - Gerät 3 (EtherCAT) 1
  -  PLC\_example Instance - Gerät 1 (EtherCAT) 1

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

### Starten der Steuerung

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

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

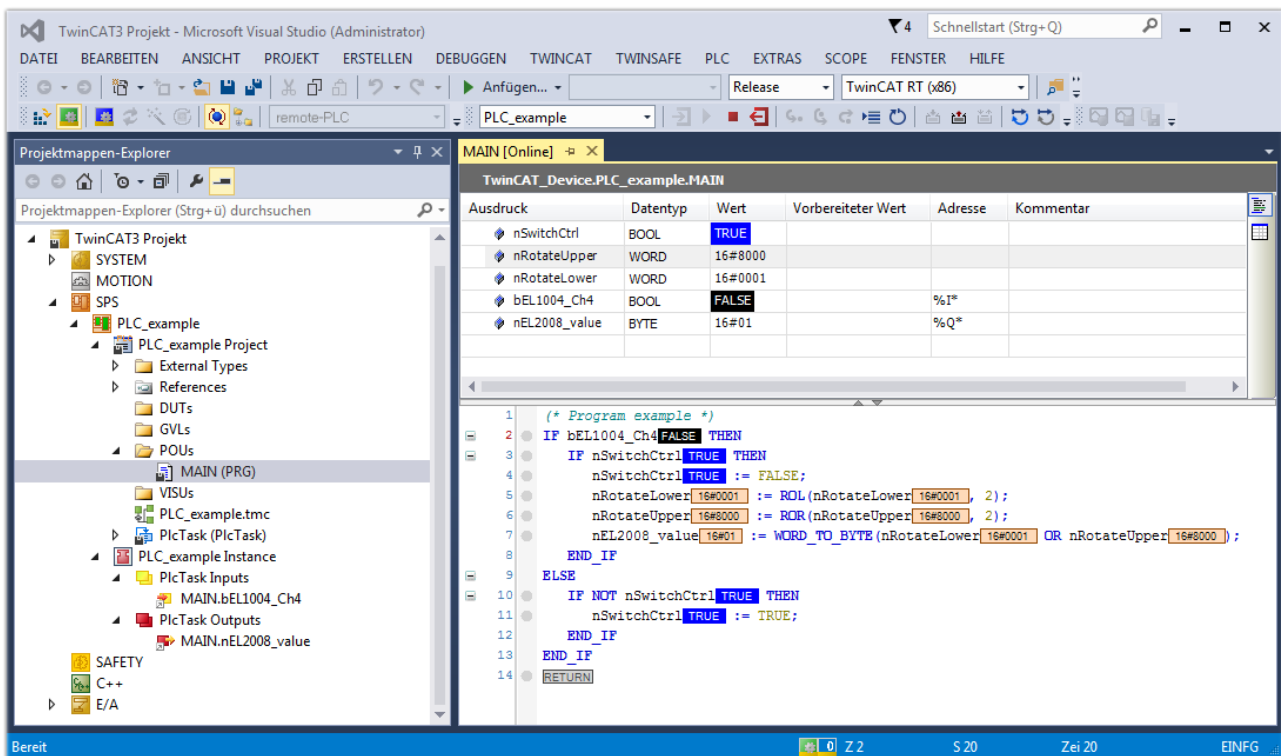




Abb. 91: TwinCAT 3 Entwicklungsumgebung (VS Shell): Logged-in, nach erfolgten Programmstart

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

## 5.2 TwinCAT Entwicklungsumgebung

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

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

### Details:

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

**Zusätzlich bietet:**

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

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

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

## 5.2.1 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, ein Weg wird hier vorgestellt.

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

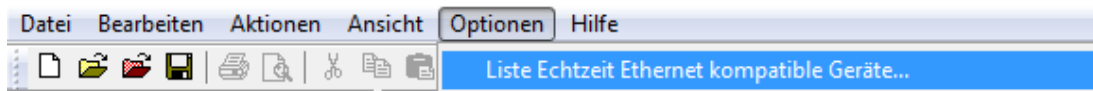


Abb. 92: Aufruf im System Manager (TwinCAT 2)

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

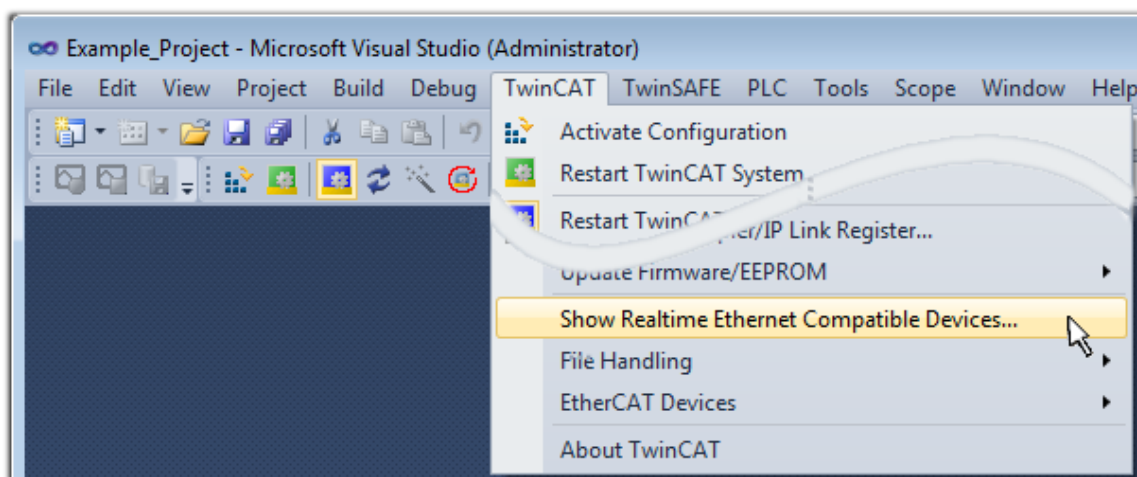


Abb. 93: Aufruf in VS Shell (TwinCAT 3)

Der folgende Dialog erscheint:



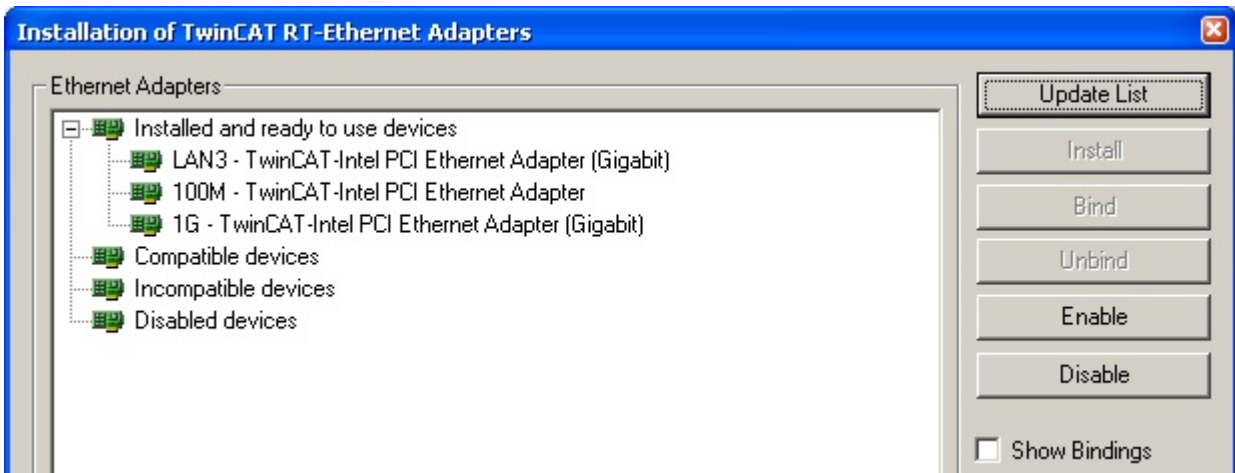


Abb. 94: Übersicht Netzwerkschnittstellen

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

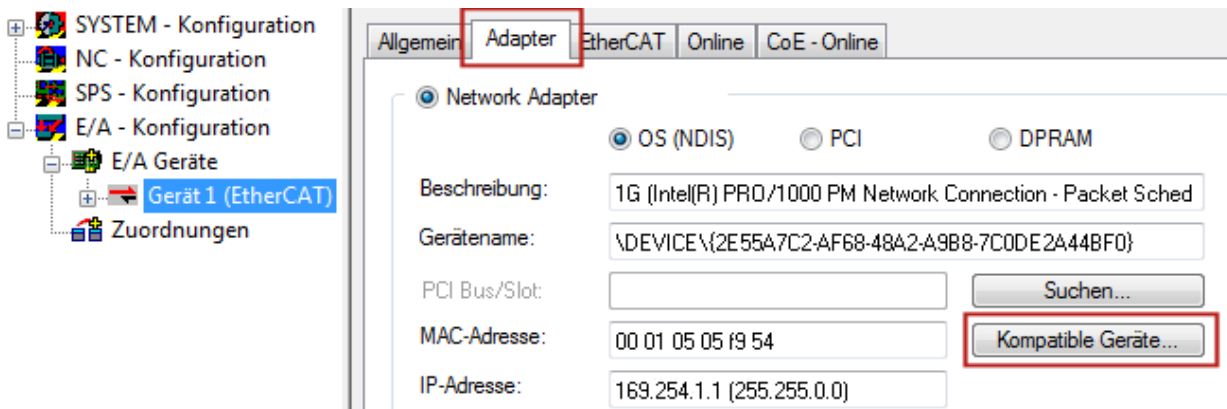
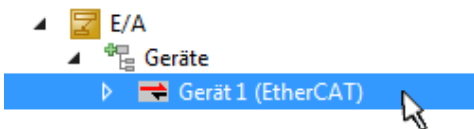


Abb. 95: Eigenschaft von EtherCAT Gerät (TwinCAT 2): Klick auf „Kompatible Geräte...“ von „Adapter“

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)

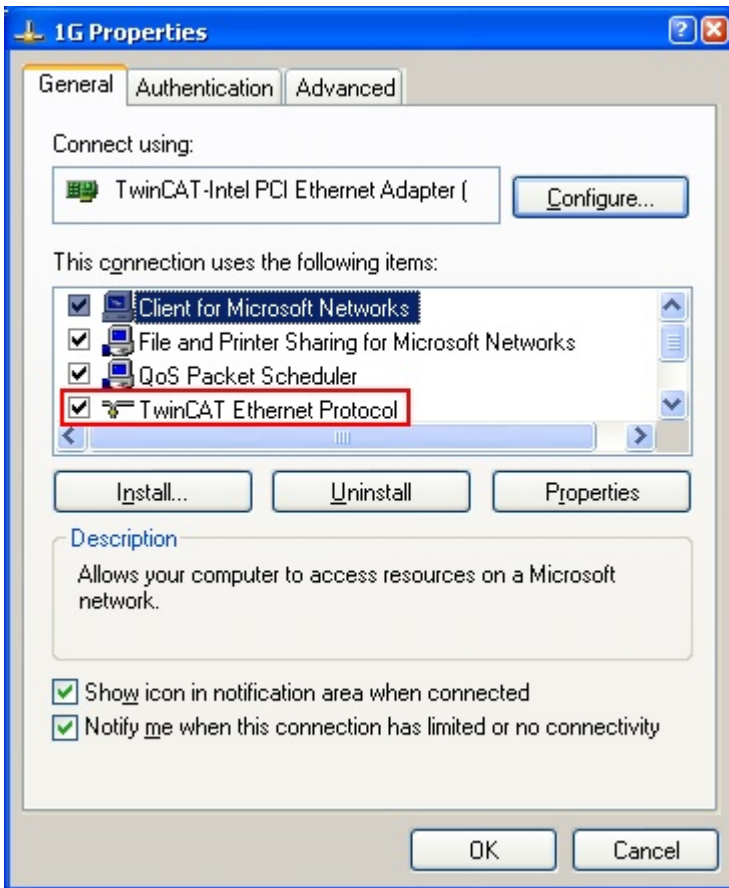


Abb. 96: Windows-Eigenschaften der Netzwerkschnittstelle

Eine korrekte Einstellung des Treibers könnte wie folgt aussehen:

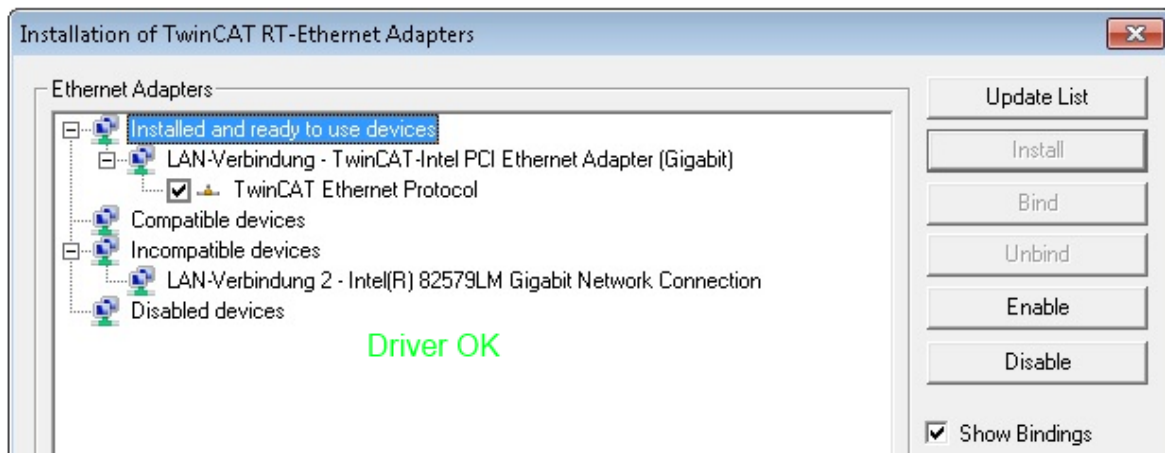


Abb. 97: Beispielhafte korrekte Treiber-Einstellung des Ethernet Ports

Andere mögliche Einstellungen sind zu vermeiden:

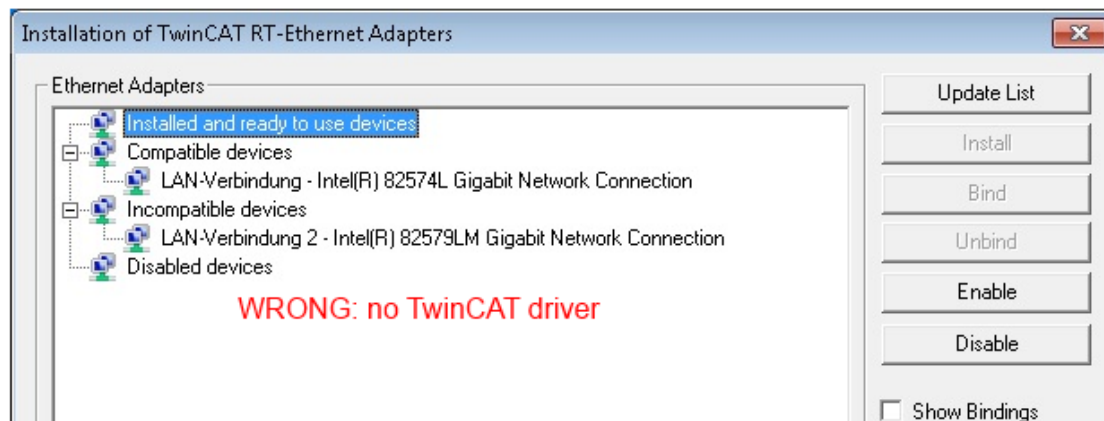
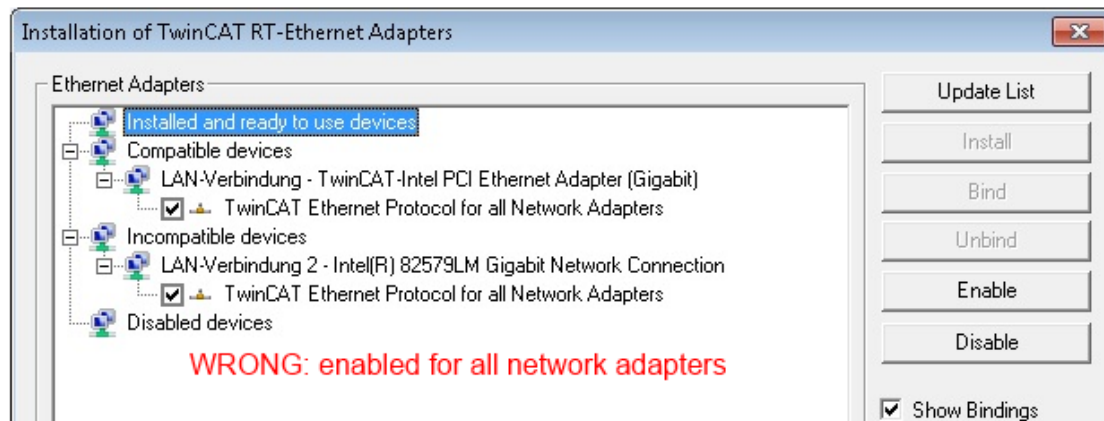
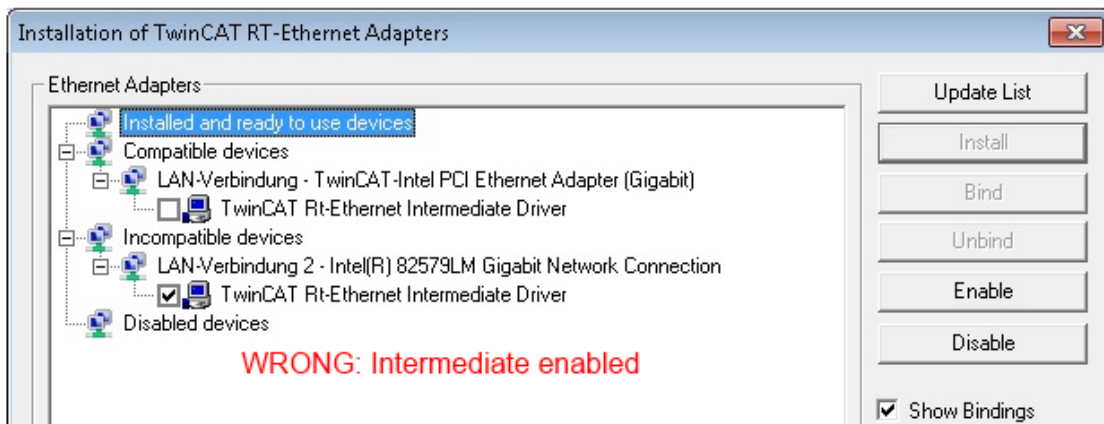
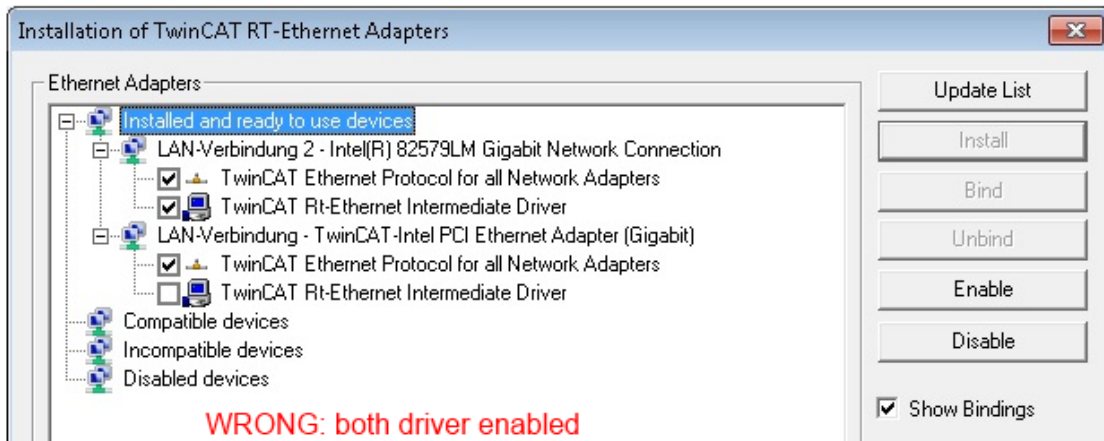


Abb. 98: Fehlerhafte Treiber-Einstellungen des Ethernet Ports

## 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.

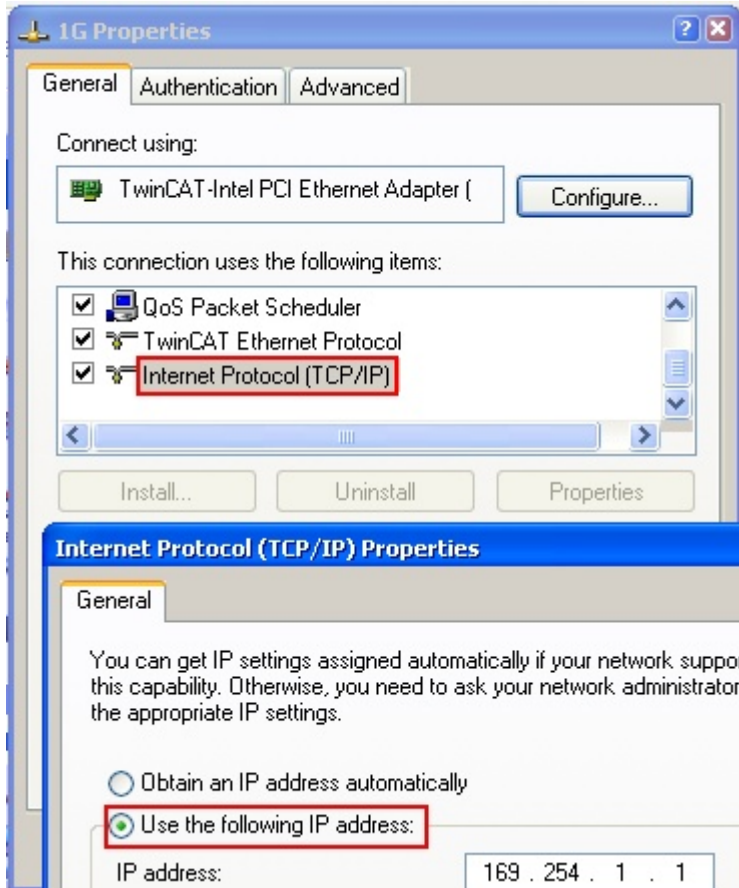


Abb. 99: TCP/IP-Einstellung des Ethernet Ports

## 5.2.2 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 \[► 273\]](#) 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 Dateitypen 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“

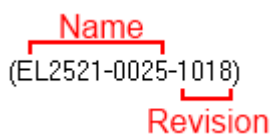


Abb. 100: Gerätebezeichnung: Struktur

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 \[► 12\]](#).

## 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.

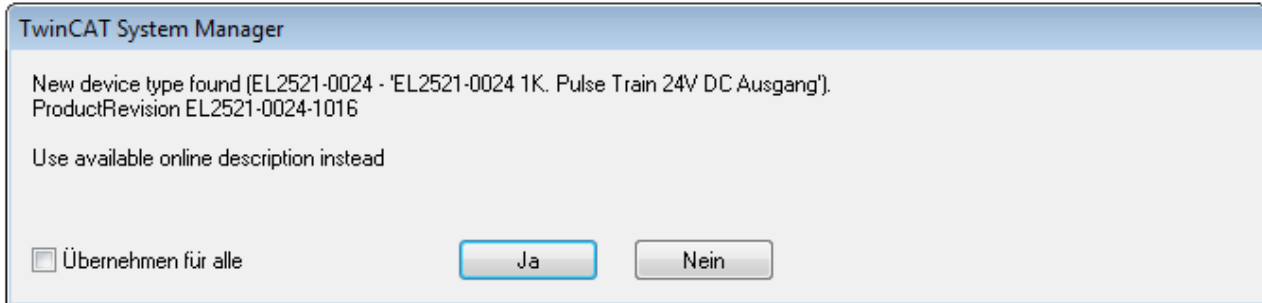


Abb. 101: Hinweisfenster OnlineDescription (TwinCAT 2)

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

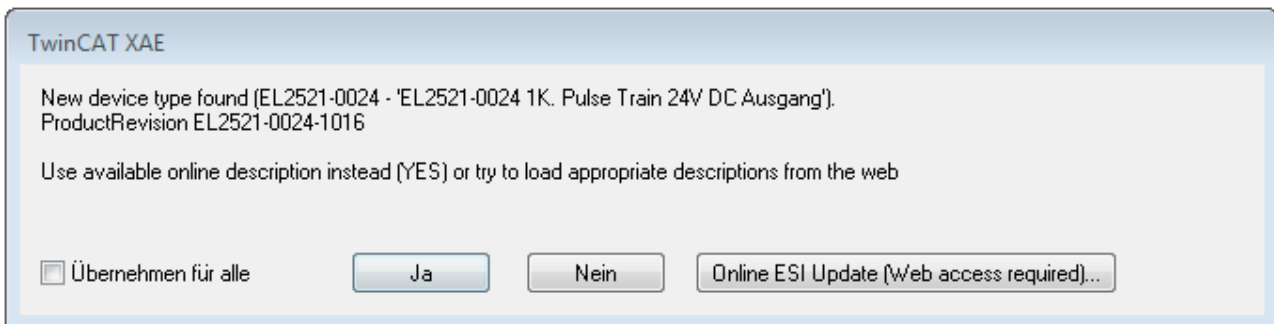


Abb. 102: Hinweisfenster OnlineDescription (TwinCAT 3)

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](#) [\[p. 274\]](#)“.

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. 103: 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. 104: 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.

**OnlineDescription unter TwinCAT 3.x**

**i** 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.

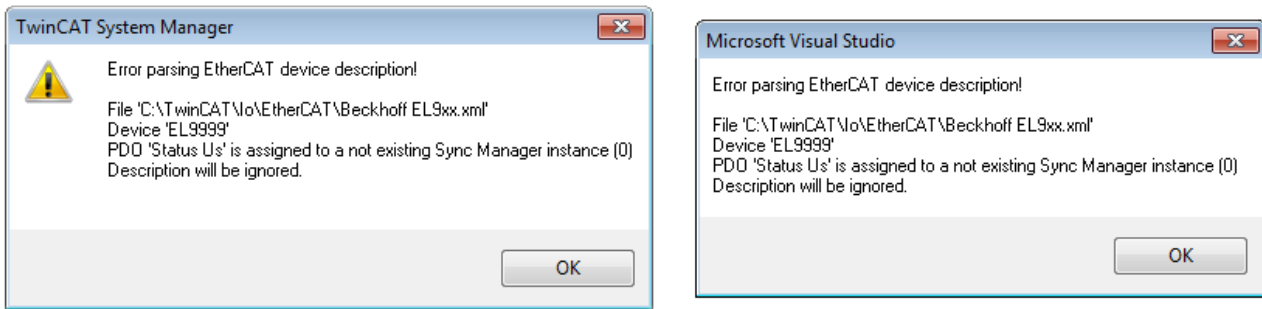


Abb. 105: Hinweisfenster fehlerhafte ESI-Datei (links: TwinCAT 2; rechts: TwinCAT 3)

Ursachen dafür können sein

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



### 5.2.3 TwinCAT ESI Updater

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

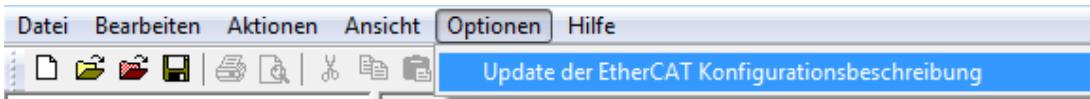


Abb. 106: Anwendung des ESI Updater (>=TwinCAT 2.11)

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

Auswahl bei TwinCAT 3:

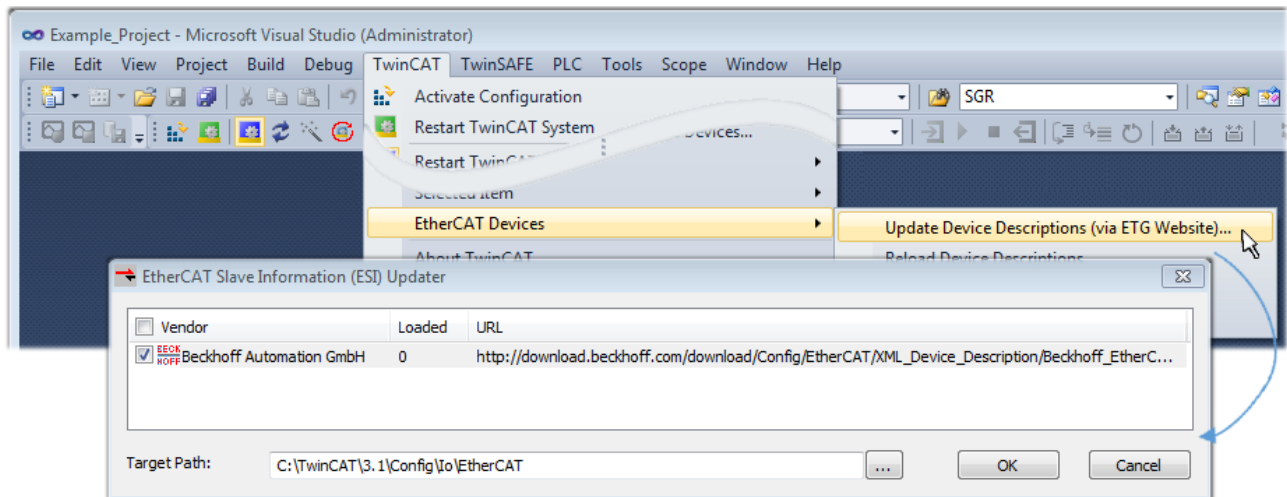


Abb. 107: Anwendung des ESI Updater (TwinCAT 3)

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

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

### 5.2.4 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“](#) [▶ 269].

#### 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 [▶ 279] (Ethernet-Port am IPC)
- Erkennen der angeschlossenen EtherCAT-Teilnehmer [▶ 280]. Dieser Schritt kann auch unabhängig vom vorangehenden durchgeführt werden.
- Problembehandlung [▶ 283]

Auch kann der Scan bei bestehender Konfiguration [▶ 284] zum Vergleich durchgeführt werden.

## 5.2.5 OFFLINE Konfigurationserstellung

### Anlegen des Geräts EtherCAT

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

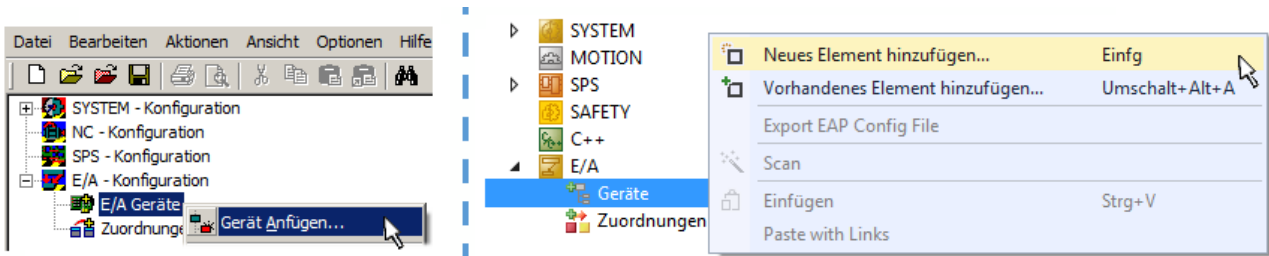


Abb. 108: Anfügen eines EtherCAT Device: links TwinCAT 2; rechts TwinCAT 3

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.

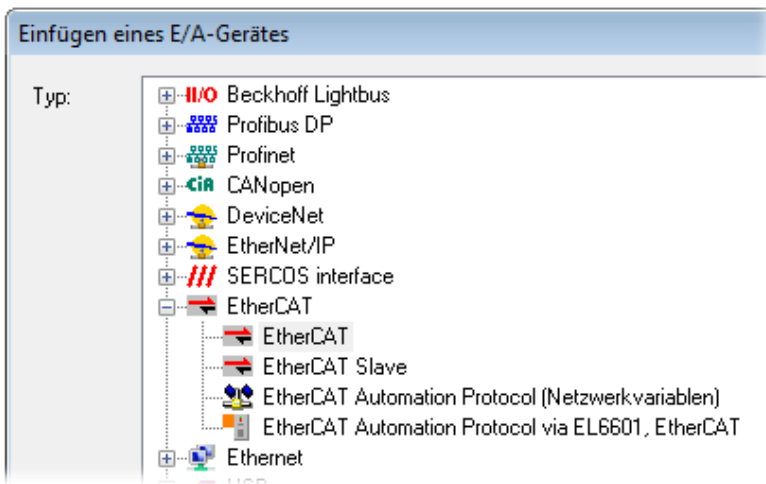


Abb. 109: Auswahl EtherCAT Anschluss (TwinCAT 2.11, TwinCAT 3)

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

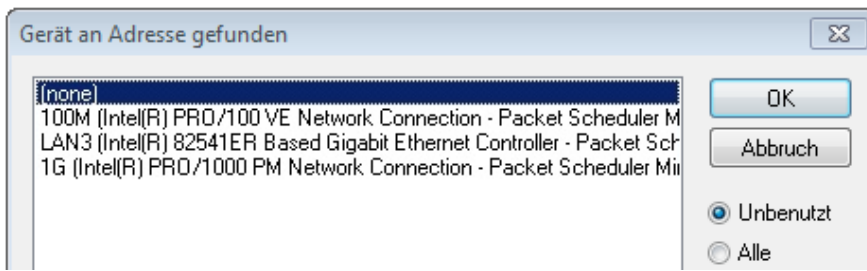


Abb. 110: Auswahl Ethernet Port

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)“.

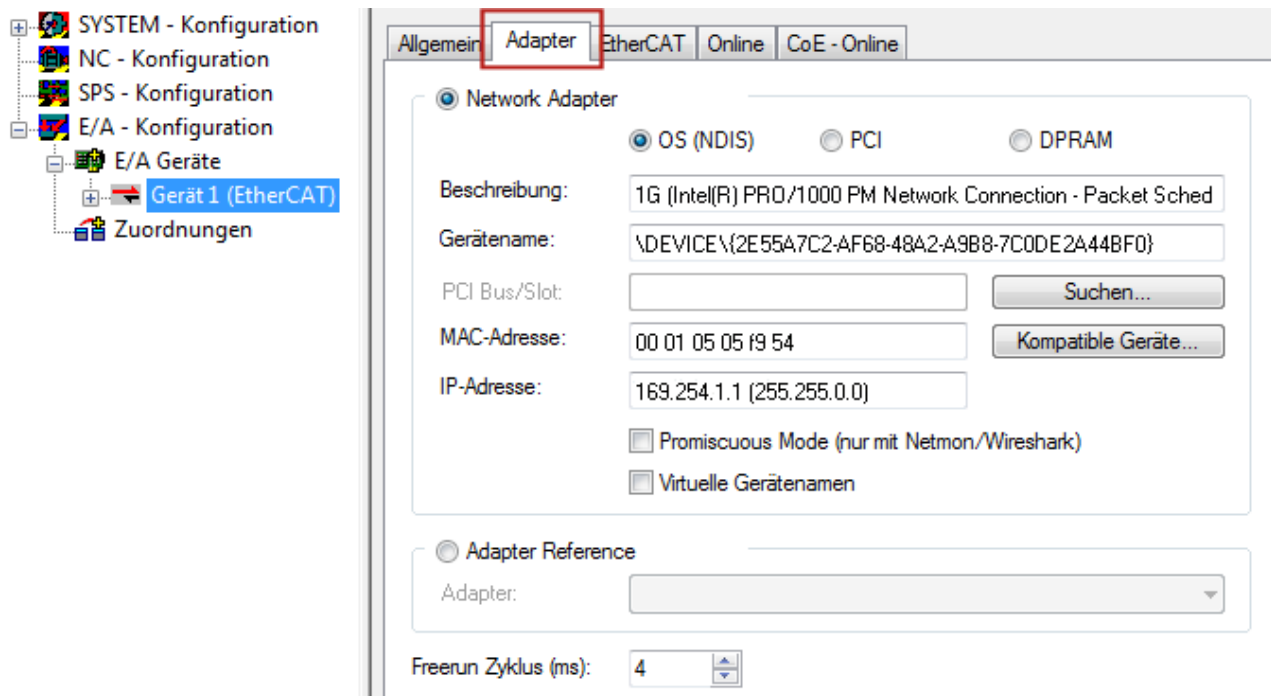
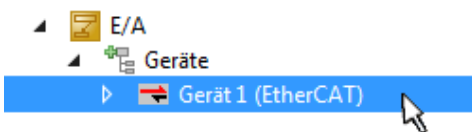


Abb. 111: Eigenschaften EtherCAT Gerät (TwinCAT 2)

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](#) [|> 264](#)].

**Definieren von EtherCAT Slaves**

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

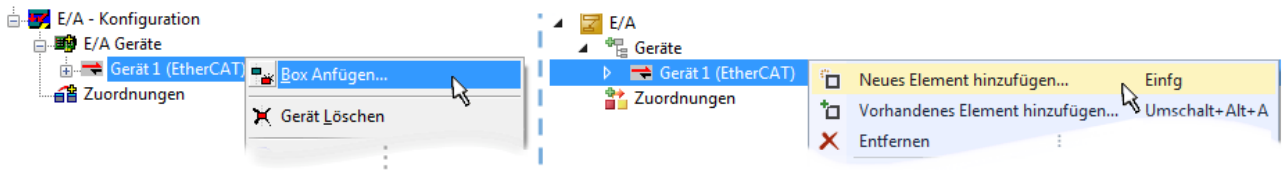


Abb. 112: Anfügen von EtherCAT Geräten (links: TwinCAT 2; rechts: TwinCAT 3)

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 FastEthernet-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: EK-Koppler, EP-Boxen, Geräte mit RJ45/M8/M12-Konnectore
- „E-Bus“: LVDS „Klemmenbus“ „EJ-Module“: EL/ES-Klemmen, diverse anreihbare Module

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

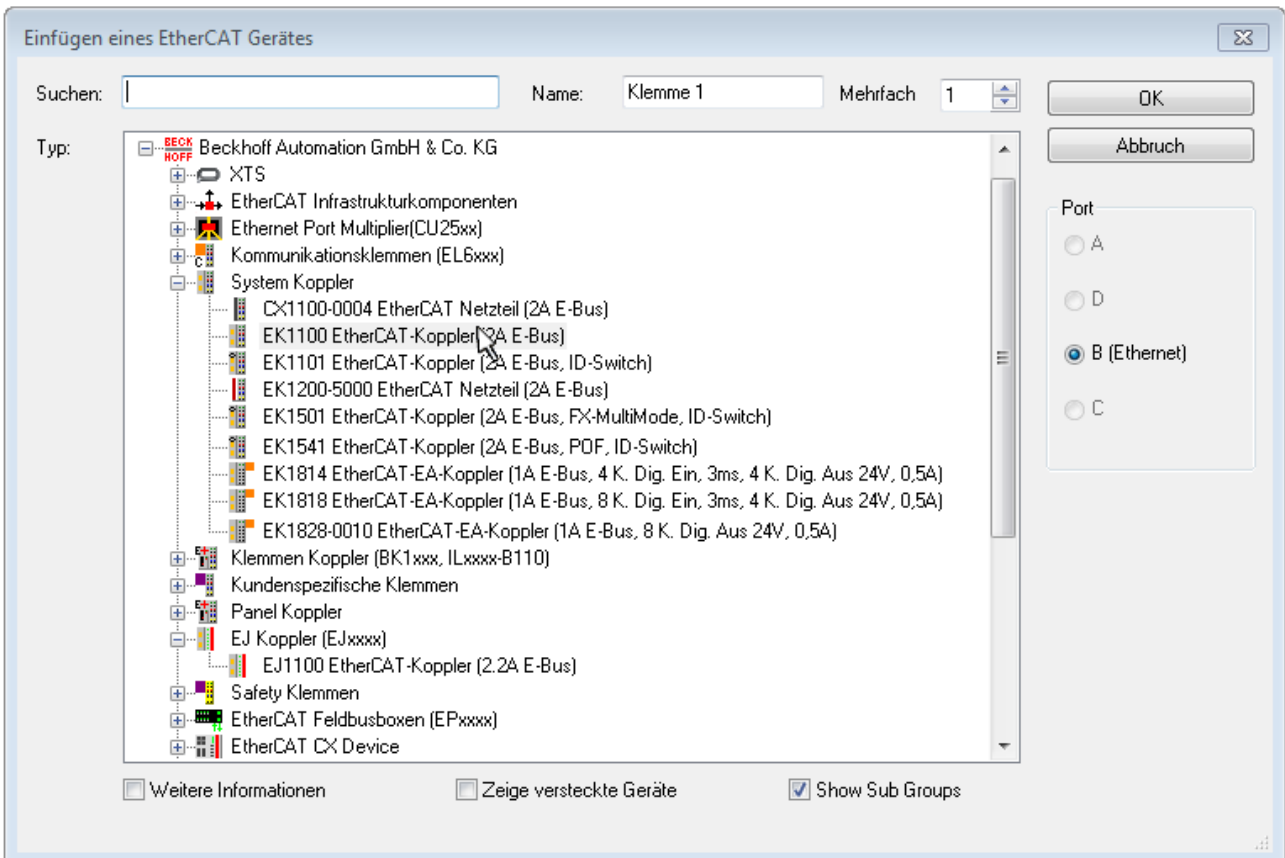


Abb. 113: Auswahldialog neues EtherCAT Gerät

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.

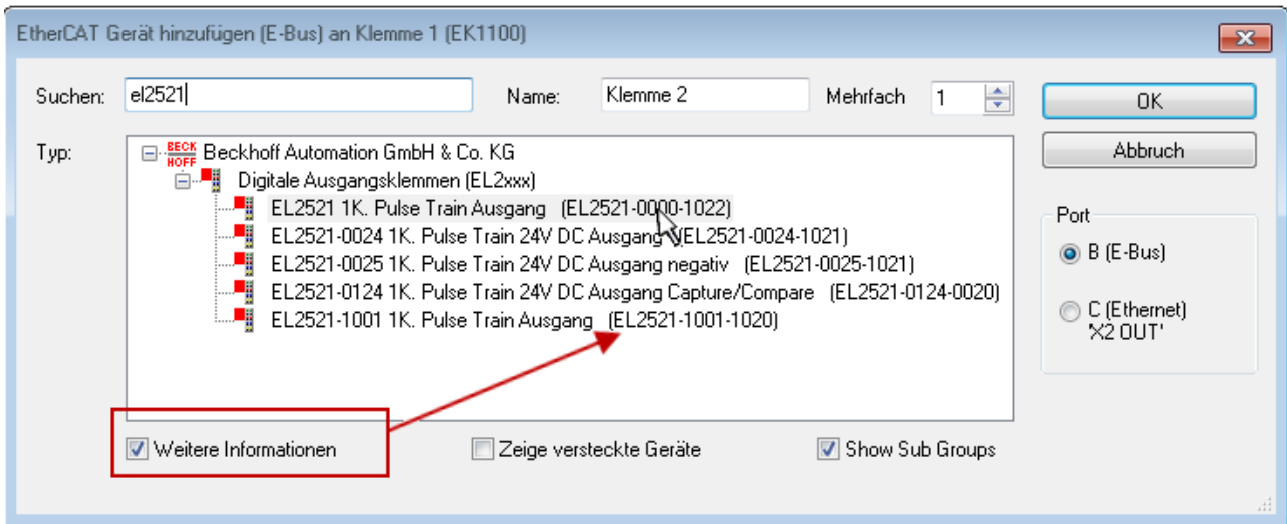


Abb. 114: Anzeige Geräte-Revision

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“.

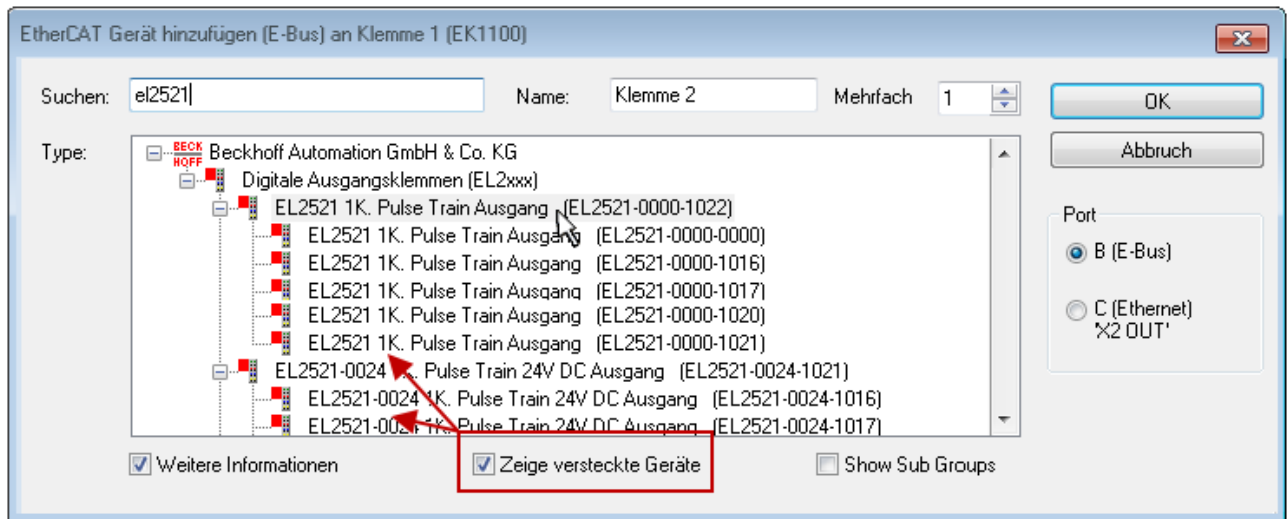


Abb. 115: Anzeige vorhergehender Revisionen

**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.

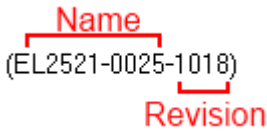


Abb. 116: Name/Revision Klemme

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, ...

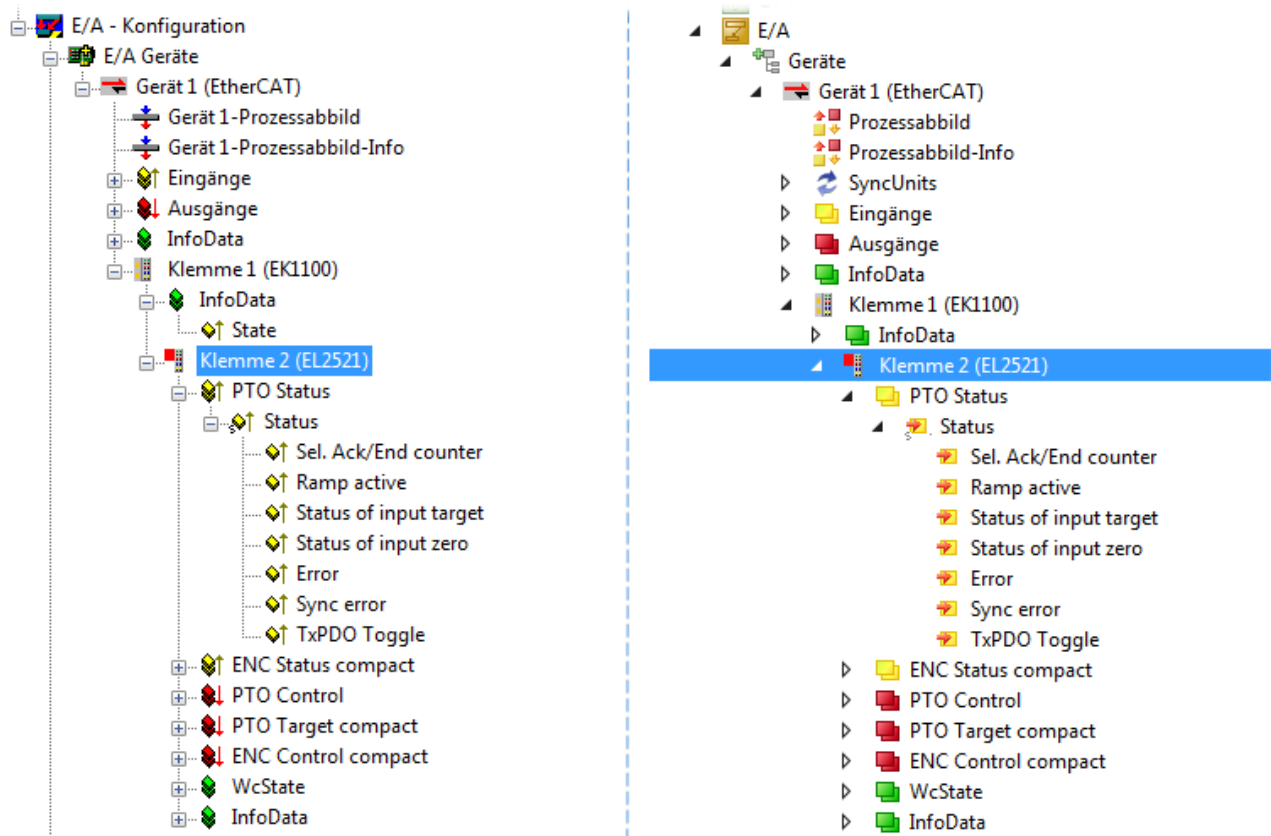




Abb. 117: EtherCAT Klemme im TwinCAT-Baum (links: TwinCAT 2; rechts: TwinCAT 3)



## 5.2.6 ONLINE Konfigurationserstellung

### Erkennen/Scan des Geräts EtherCAT

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

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

TwinCAT lässt sich in diesem Modus versetzen:

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

### ● Online Scannen im Config Mode

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

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



Abb. 118: 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.

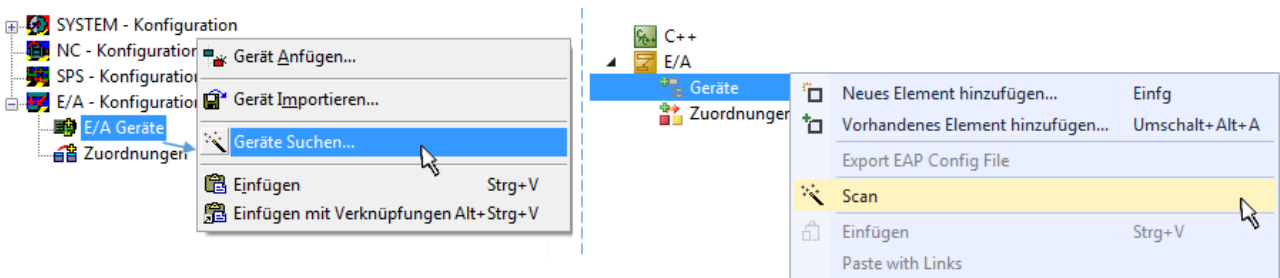


Abb. 119: Scan Devices (links: TwinCAT 2; rechts: TwinCAT 3)

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.

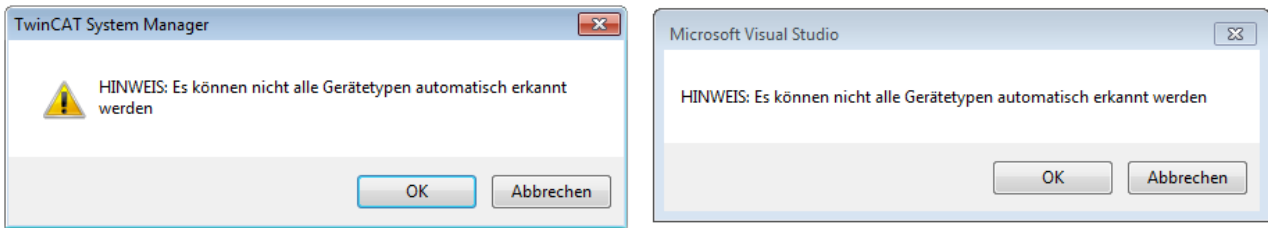


Abb. 120: Hinweis automatischer GeräteScan (links: TwinCAT 2; rechts: TwinCAT 3)

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.

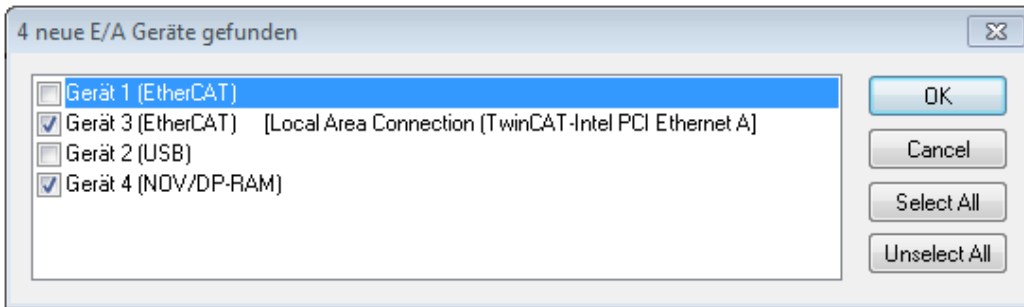


Abb. 121: Erkannte Ethernet-Geräte

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](#) [► 264].

**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.

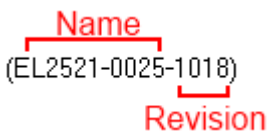


Abb. 122: Beispiel Default-Zustand



**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 Serienmaschinenbau bzw. bei Reproduktion der Anlage sollte die Funktion aber nicht mehr zur Konfigurationserstellung verwendet werden sondern ggf. zum [Vergleich](#) [▶ 284] 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:

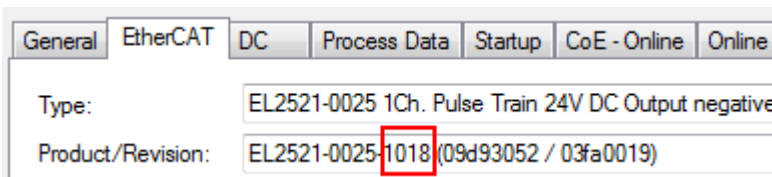


Abb. 123: Einbau EtherCAT-Klemme mit Revision -1018

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

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

Nach einiger Zeit erweitert Beckhoff die EL2521-0025 um ein neues Feature C. Deshalb wird die FW geändert, nach außen hin kenntlich durch einen höheren FW-Stand **und eine neue Revision -1019**. Trotzdem unterstützt das neue Gerät natürlich Funktionen und Schnittstellen der Vorgängerversion(en), eine Anpassung von „B.tsm“ oder gar „B.pro“ ist somit nicht nötig. Die Serienmaschinen können weiterhin mit „B.tsm“ und „B.pro“ gebaut werden, zur Kontrolle der aufgebauten Maschine ist ein [vergleichernder Scan](#) [▶ 284] 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:

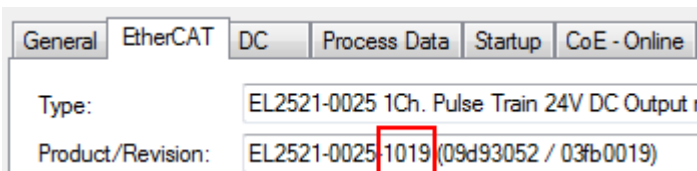


Abb. 124: Erkennen EtherCAT-Klemme mit Revision -1019

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

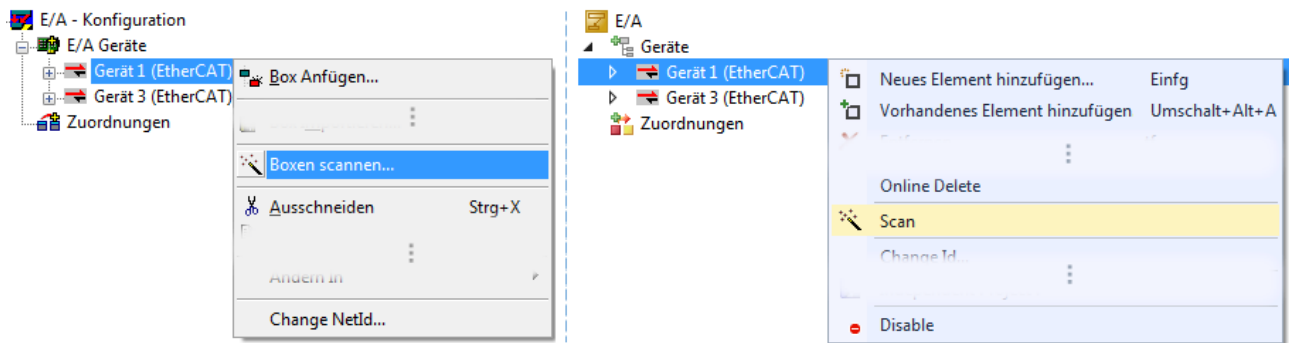


Abb. 126: Manuelles Auslösen des Teilnehmer-Scans auf festgelegtem EtherCAT Device (links: TwinCAT 2; rechts TwinCAT 3)

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



Abb. 127: Scanfortschritt am Beispiel von TwinCAT 2

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



Abb. 128: 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. 129: Anzeige des Wechsels zwischen „Free Run“ und „Config Mode“ unten rechts in der Statusleiste



Abb. 130: 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. 131: 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 \[▶ 274\]](#) 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.

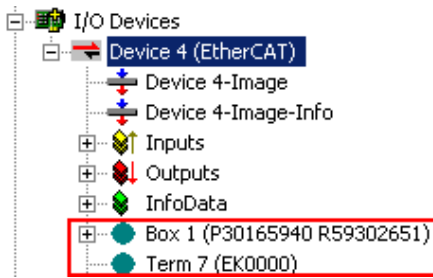


Abb. 132: Fehlerhafte Erkennung

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.

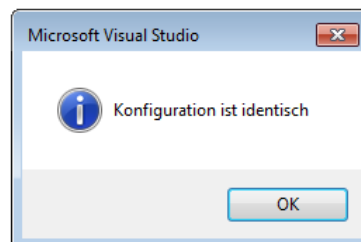
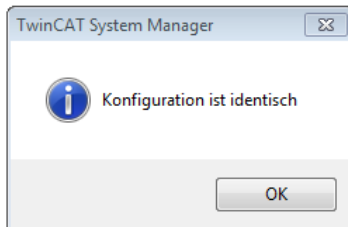


Abb. 133: Identische Konfiguration (links: TwinCAT 2; rechts TwinCAT 3)

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

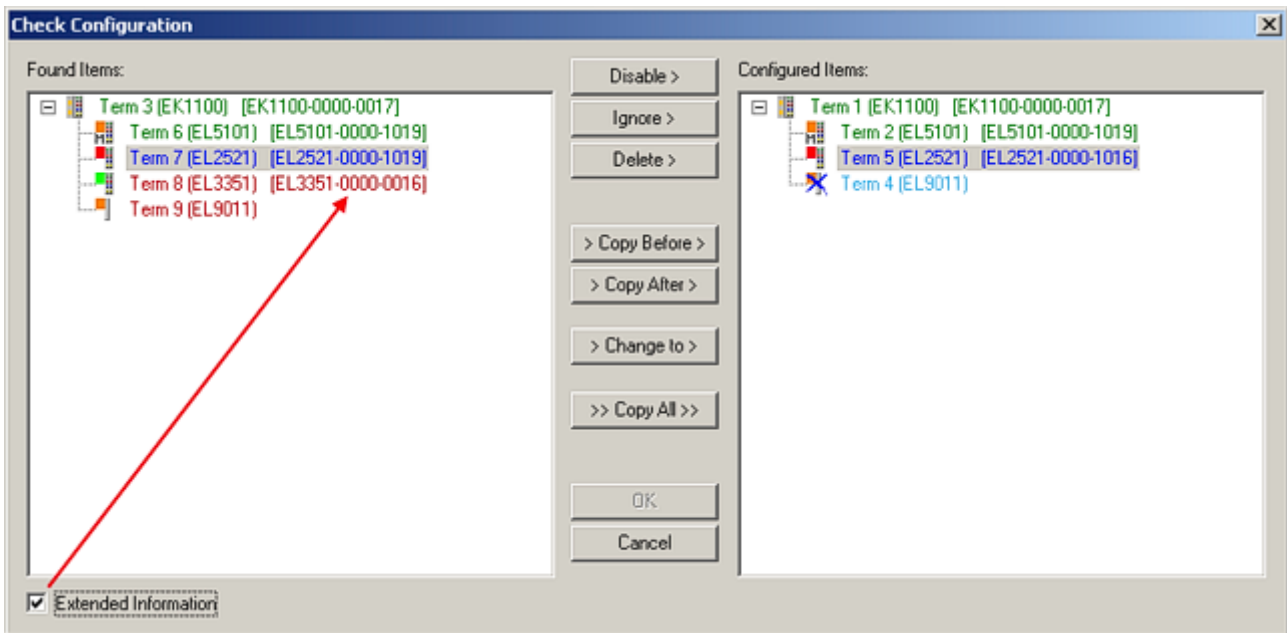


Abb. 134: Korrekturdialog

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>

## 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.

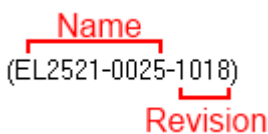


Abb. 135: Name/Revision Klemme

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.

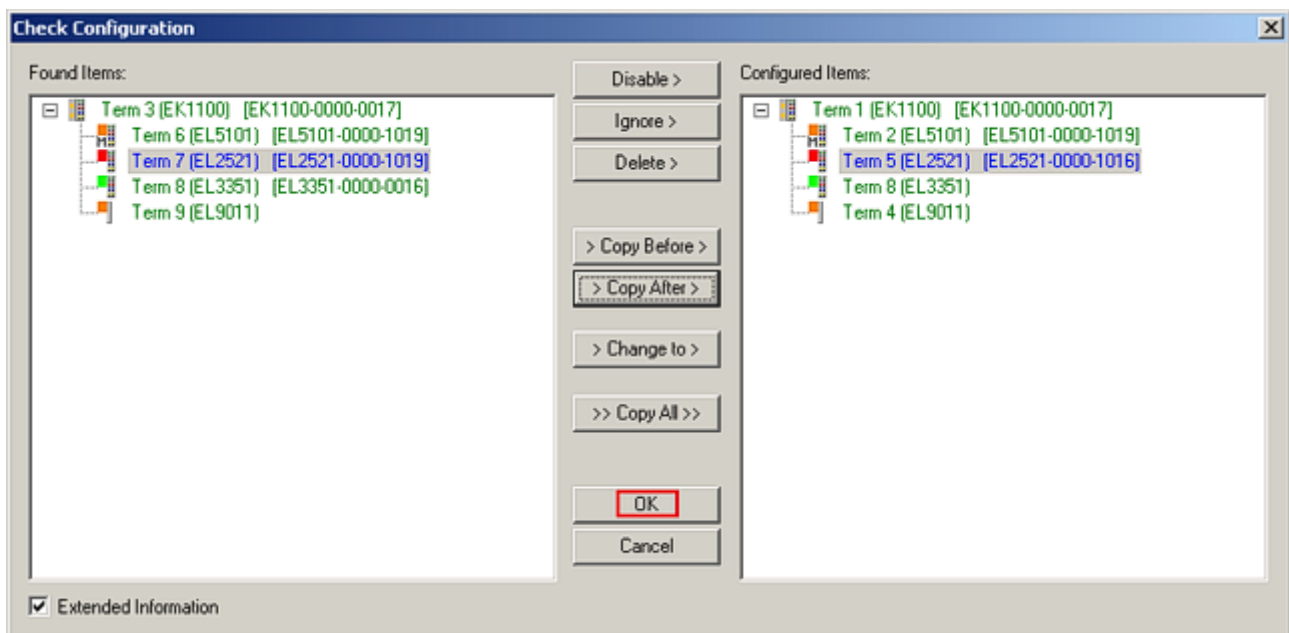


Abb. 136: Korrekturdialog mit Änderungen

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.

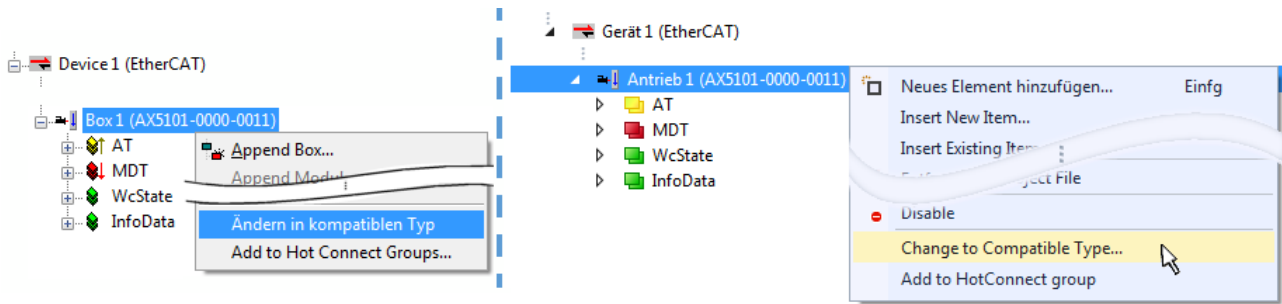


Abb. 137: Dialog „Change to Compatible Type...“ (links: TwinCAT 2; rechts TwinCAT 3)

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 AX50000-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

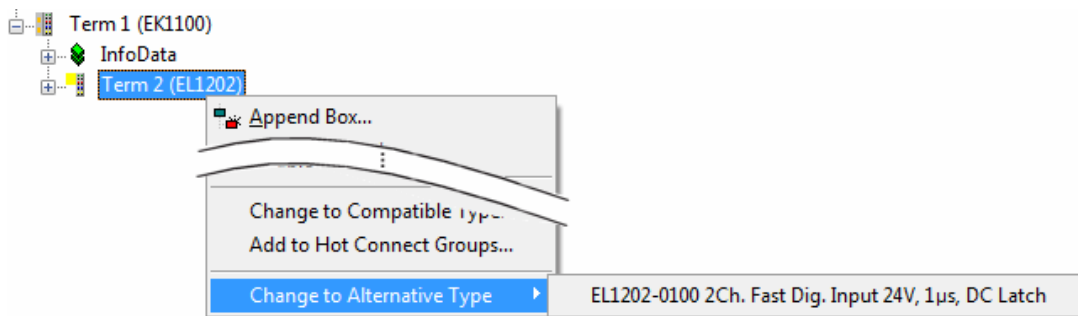


Abb. 138: TwinCAT 2 Dialog Change to Alternative Type

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

## 5.2.7 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).

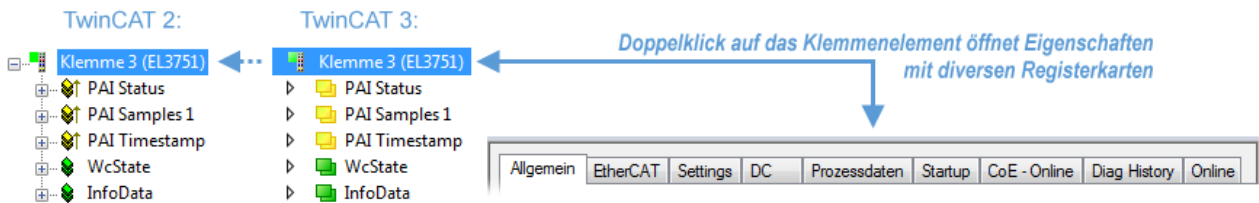


Abb. 139: „Baumzweig“ Element als Klemme EL3751

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“**

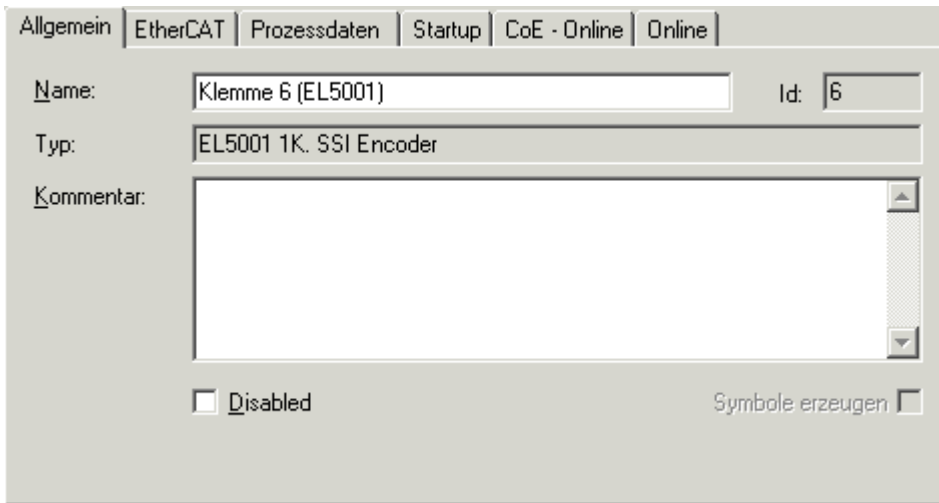


Abb. 140: Karteireiter „Allgemein“

<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“**

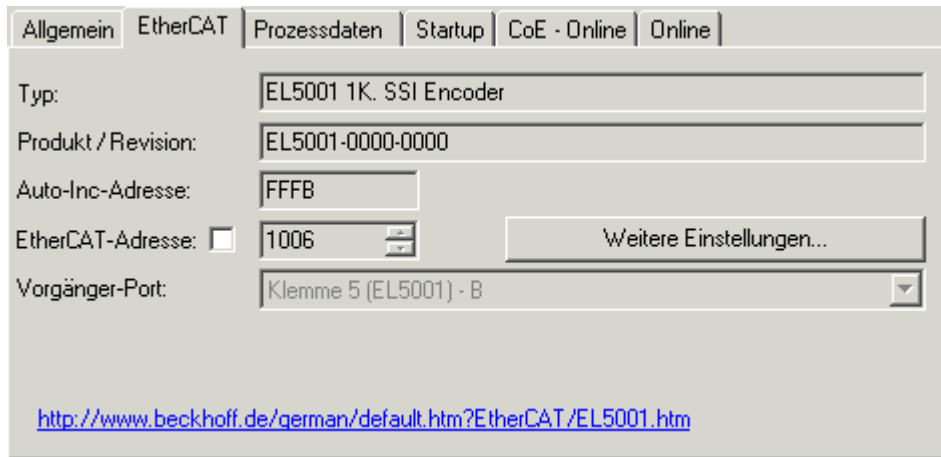


Abb. 141: Karteireiter „EtherCAT“

<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.

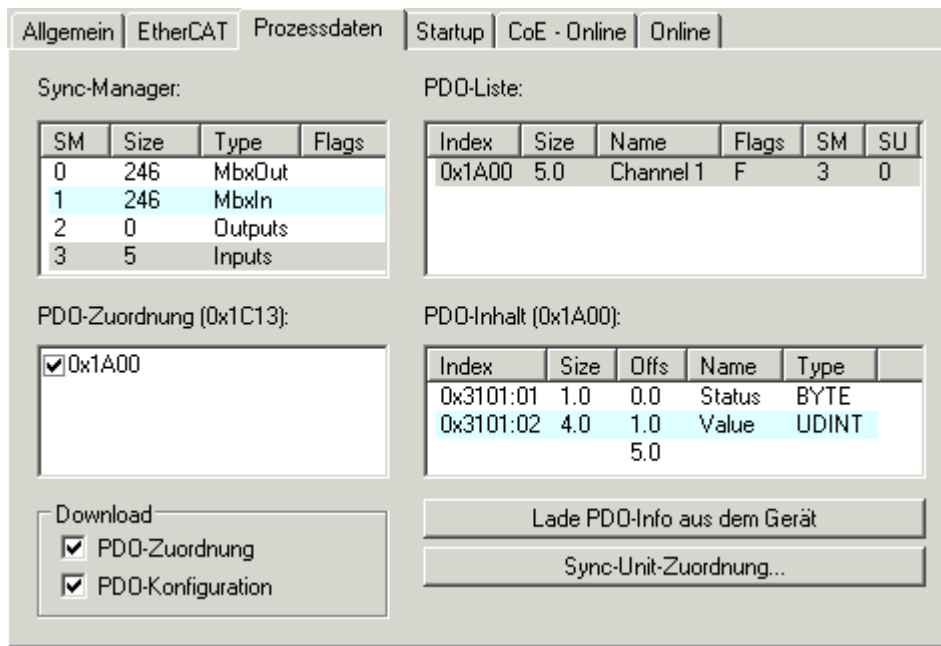


Abb. 142: Karteireiter „Prozessdaten“

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.

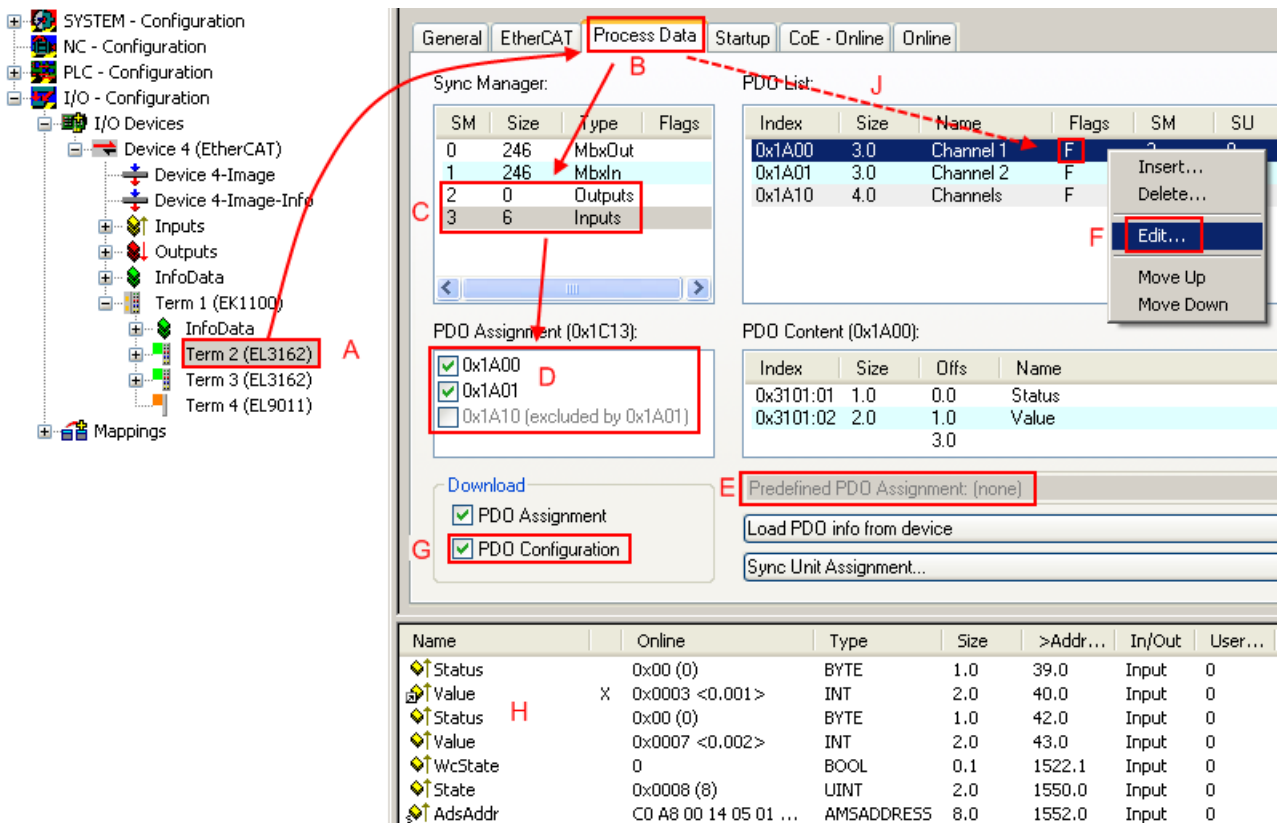


Abb. 143: Konfigurieren der Prozessdaten

**i Manuelle Veränderung der Prozessdaten**

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

Eine detaillierte Beschreibung [▶ 296] 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.

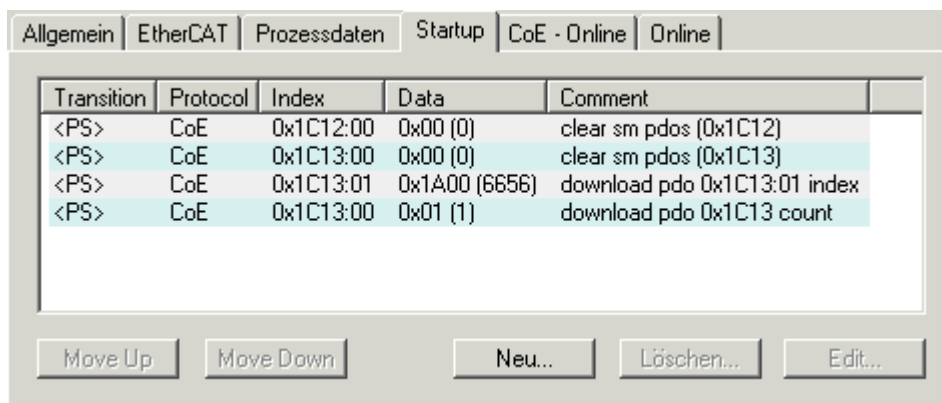


Abb. 144: Karteireiter „Startup“

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.

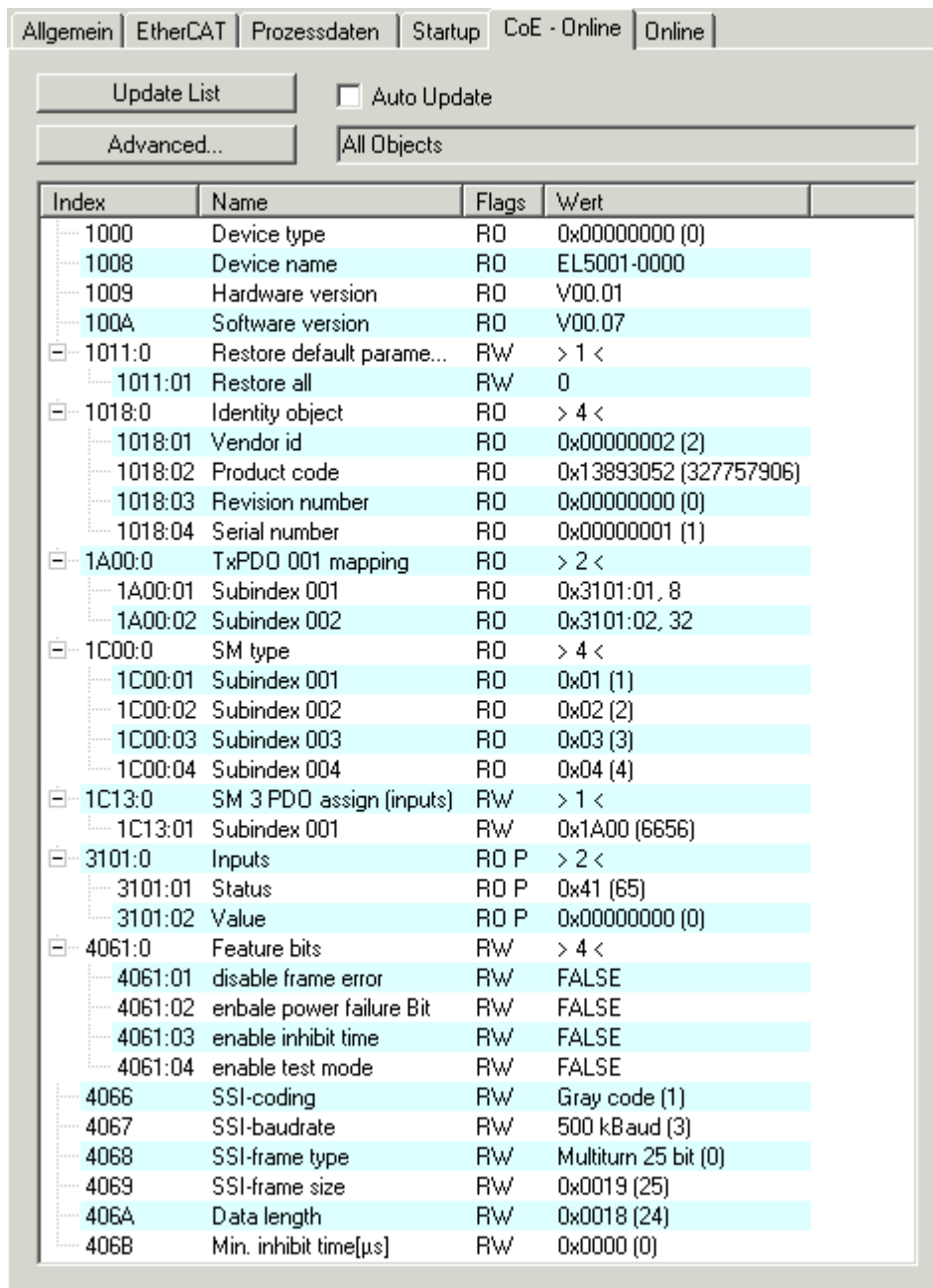


Abb. 145: Karteireiter „CoE - Online“

**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  
Auto Update**

Die Schaltfläche *Update List* aktualisiert alle Objekte in der Listenanzeige. 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.

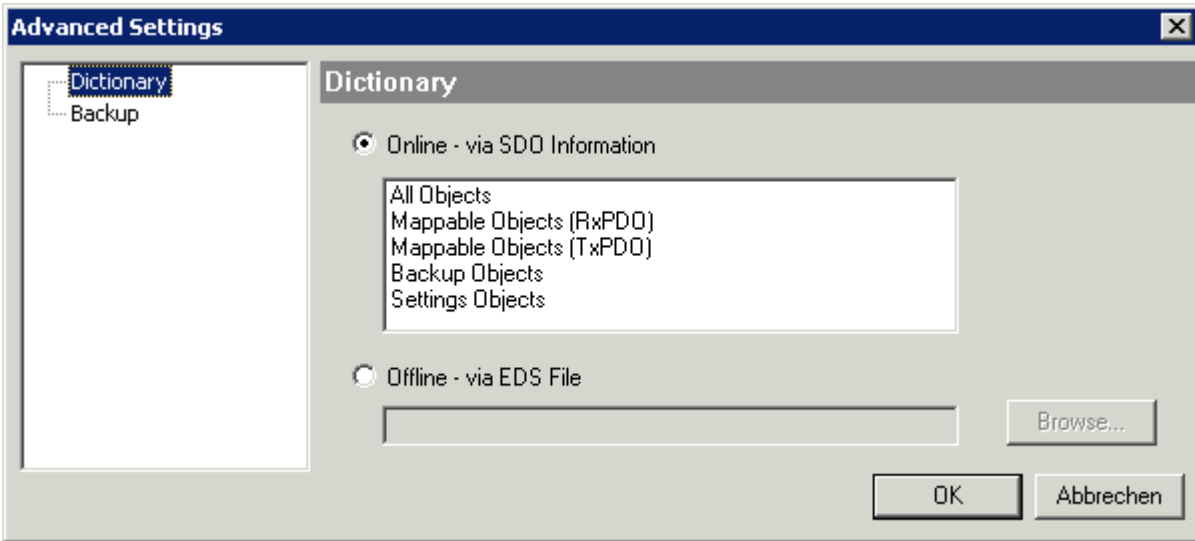


Abb. 146: Dialog „Advanced settings“

**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“**

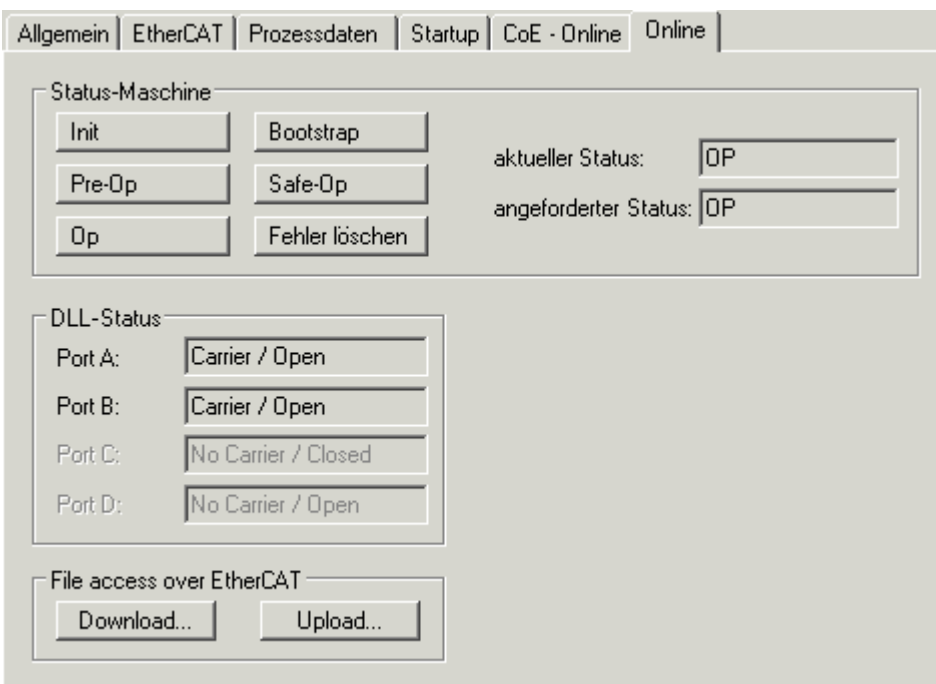


Abb. 147: Karteireiter „Online“

**Status Maschine**

<b>Init</b>	Diese Schaltfläche versucht das EtherCAT-Gerät auf den Status <i>Init</i> zu setzen.
<b>Pre-Op</b>	Diese Schaltfläche versucht das EtherCAT-Gerät auf den Status <i>Pre-Operational</i> zu setzen.
<b>Op</b>	Diese Schaltfläche versucht das EtherCAT-Gerät auf den Status <i>Operational</i> zu setzen.
<b>Bootstrap</b>	Diese Schaltfläche versucht das EtherCAT-Gerät auf den Status <i>Bootstrap</i> zu setzen.
<b>Safe-Op</b>	Diese Schaltfläche versucht das EtherCAT-Gerät auf den Status <i>Safe-Operational</i> zu setzen.
<b>Fehler löschen</b>	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 <i>Fehler löschen</i> ist das Fehler-Flag gelöscht und der aktuelle Zustand wird wieder als PREOP angezeigt.
<b>Aktueller Status</b>	Zeigt den aktuellen Status des EtherCAT-Geräts an.
<b>Angeforderter Status</b>	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**

<b>Download</b>	Mit dieser Schaltfläche können Sie eine Datei zum EtherCAT-Gerät schreiben.
<b>Upload</b>	Mit dieser Schaltfläche können Sie eine Datei vom EtherCAT-Gerät lesen.

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

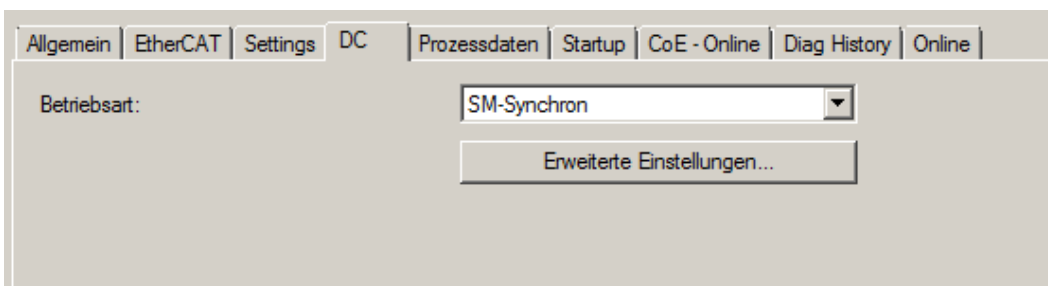


Abb. 148: Karteireiter „DC“ (Distributed Clocks)

<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

### 5.2.7.1 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](#) [▶ 294])

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 \[► 291\]](#) betrachtet werden.

**PDO-Konfiguration**

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

**5.2.8 Import/Export von EtherCAT-Teilnehmern mittels SCI und XTI**

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

**5.2.8.1 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.

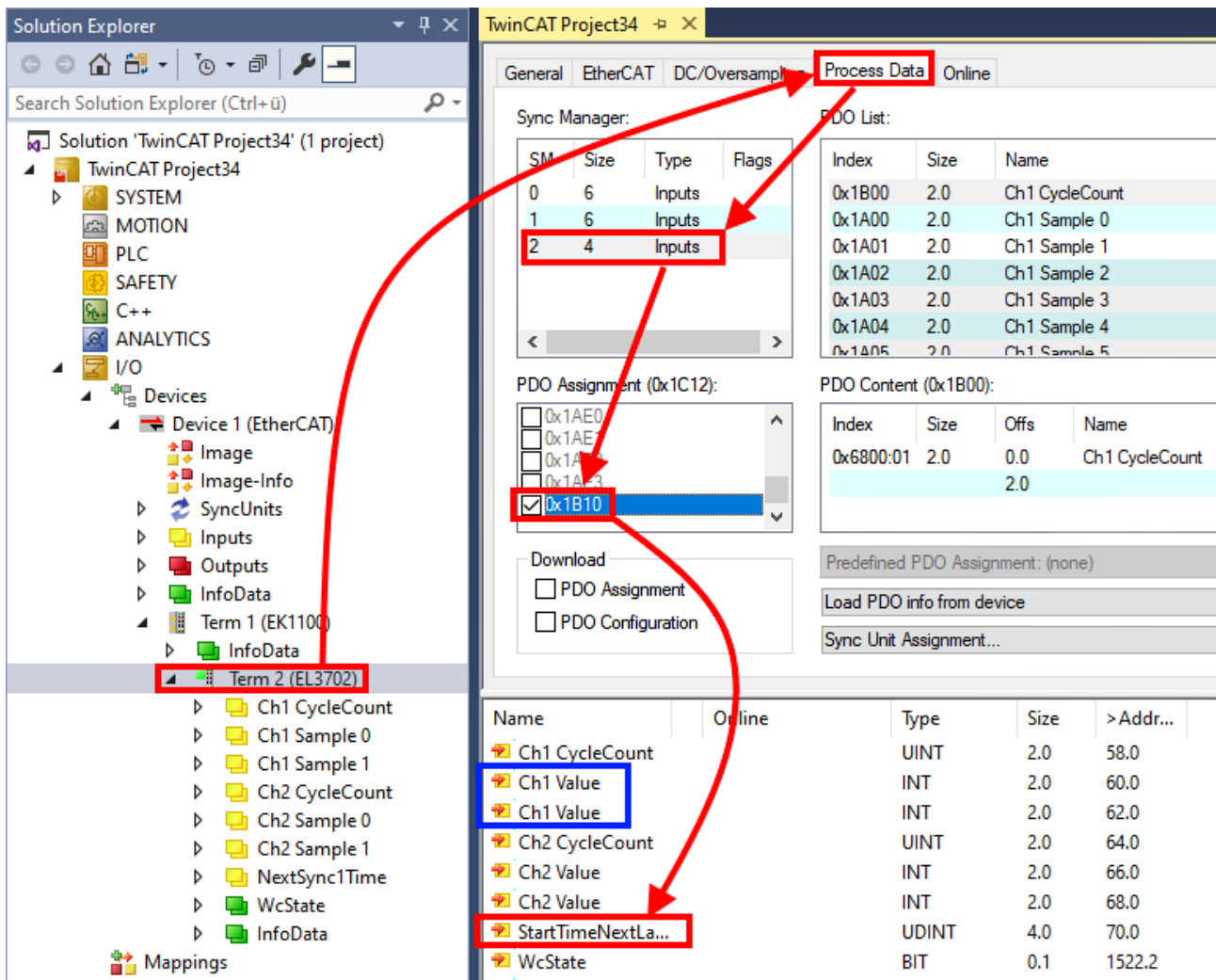
Nun kann der Bedarf entstehen, den veränderten Slave derartig in anderen Projekten wiederzuverwenden, ohne darin äquivalente Konfigurationsveränderungen an dem Slave nochmals vornehmen zu müssen. Um dies zu bewerkstelligen, ist wie folgt vorzugehen:

- 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.

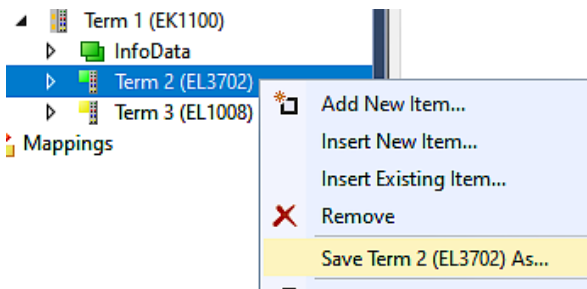
Zur Veranschaulichung im Folgenden ein Beispiel: eine EL3702-Klemme in Standard-Einstellung wird auf 2-fach Oversampling umgestellt (blau) und das optionale PDO „StartTimeNextLatch“ wahlweise hinzugefügt (rot):



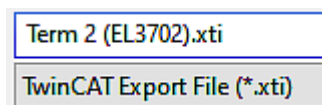
Die beiden genannten Methoden für den Export und Import der veränderten Klemme werden im Folgenden demonstriert.

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

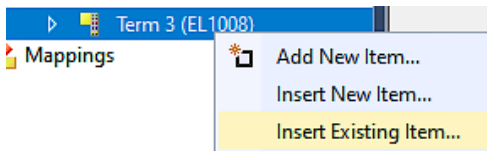
Jedes IO Gerät kann einzeln exportiert/abgespeichert werden:



Die xti-Datei kann abgelegt:



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



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

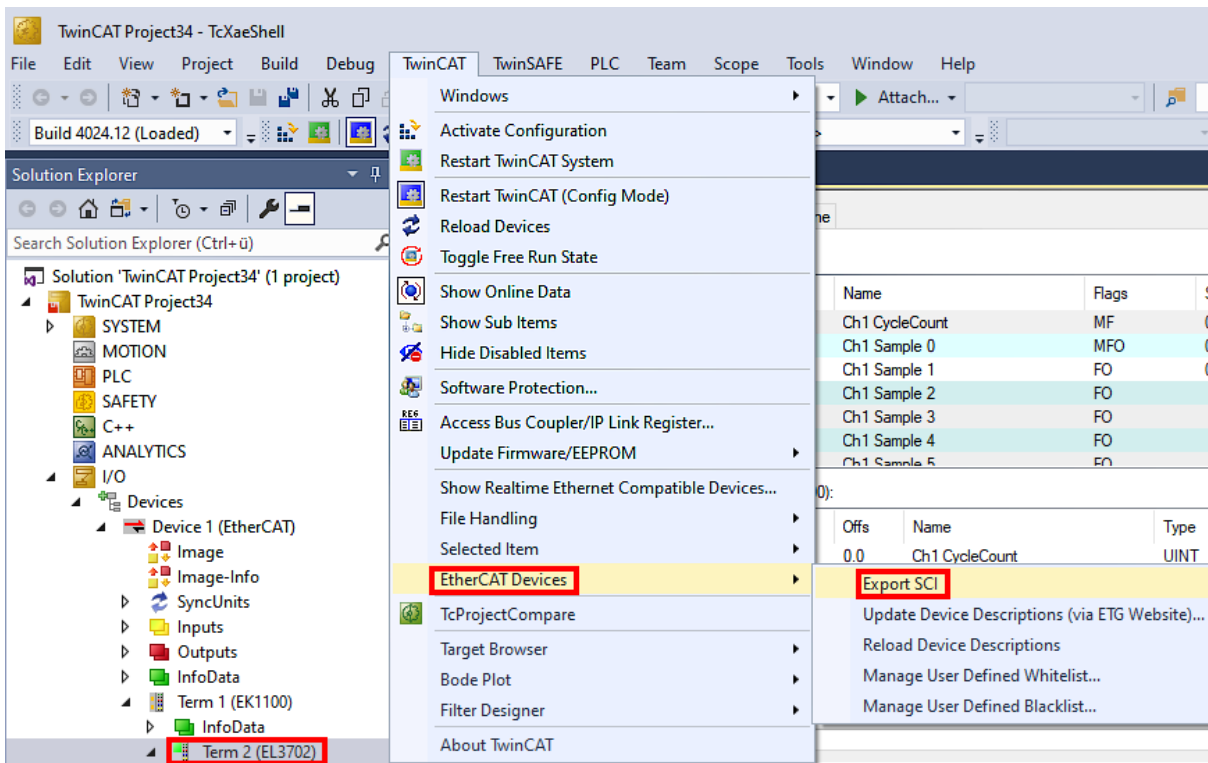
*Hinweis Verfügbarkeit (2021/01)*

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

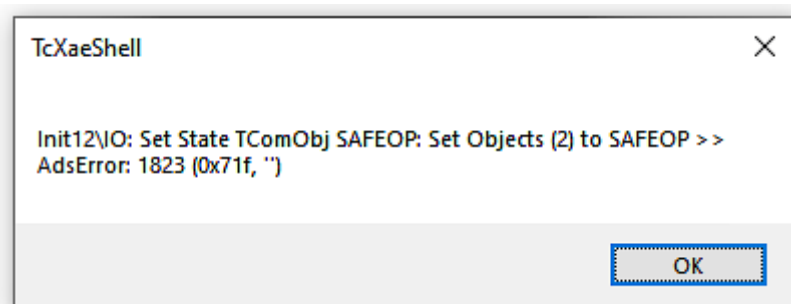
Die Slave Configuration Information (SCI) beschreibt eine bestimmte vollständige Konfiguration für einen EtherCAT Slave (Klemme, Box, Antrieb...) basierend auf den Einstellungsmöglichkeiten der Gerätebeschreibungsdatei (ESI, EtherCAT Slave Information). Das heißt, sie umfasst PDO, CoE, Synchronisierung.

#### Export:

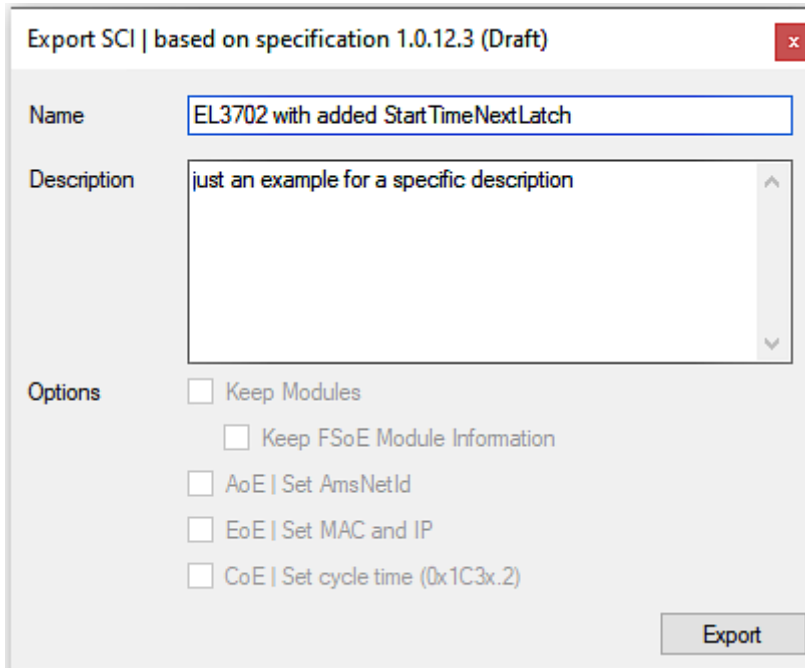
- einzelnes Gerät (auch Mehrfachauswahl möglich) über das Menü auswählen:  
TwinCAT → EtherCAT Devices → Export SCI.



- 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:



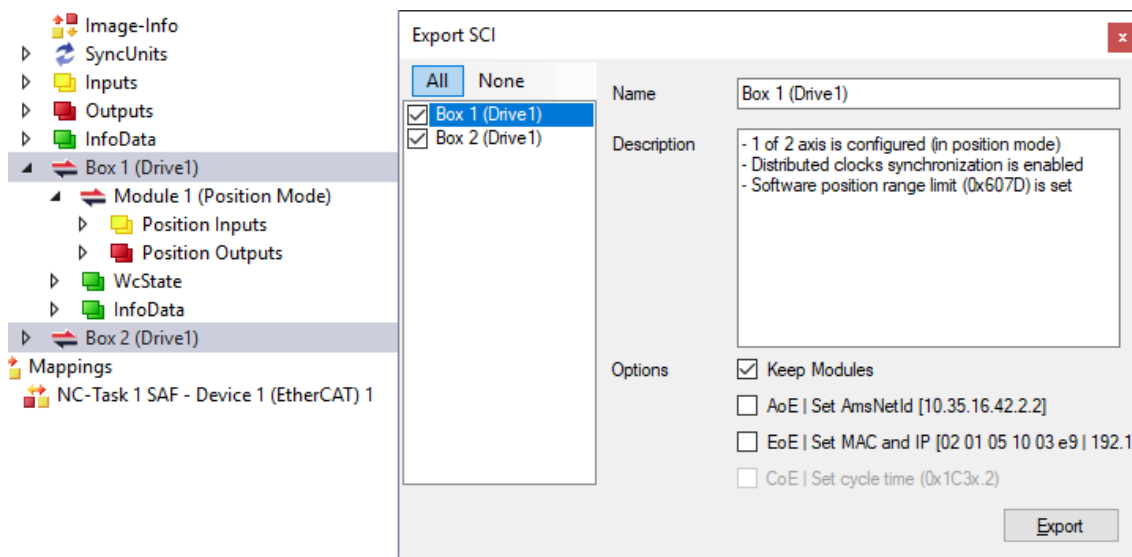
- Im Weiteren kann eine Beschreibung angegeben werden:



- 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*):

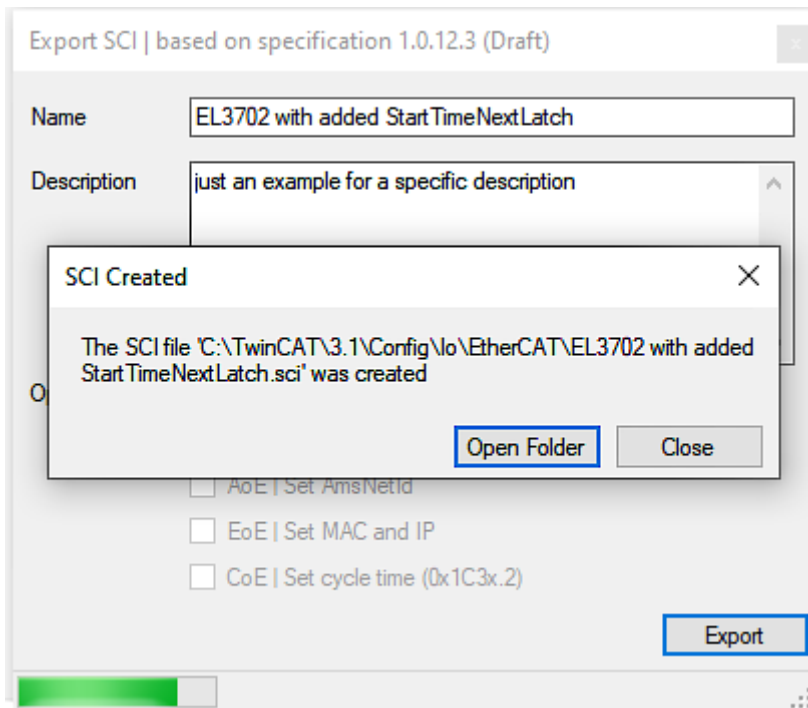


- Auswahl der zu exportierenden Slaves:
  - All: Es werden alle Slaves für den Export selektiert.

- None:  
Es werden alle Slaves abgewählt.
- Die sci-Datei kann lokal abgespeichert werden:

Dateiname:   
 Dateityp:

- Es erfolgt der Export:

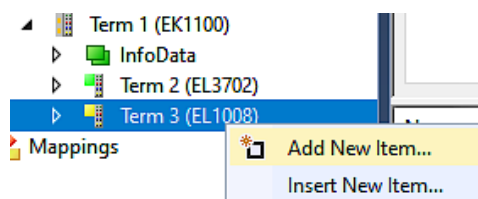


**Import**

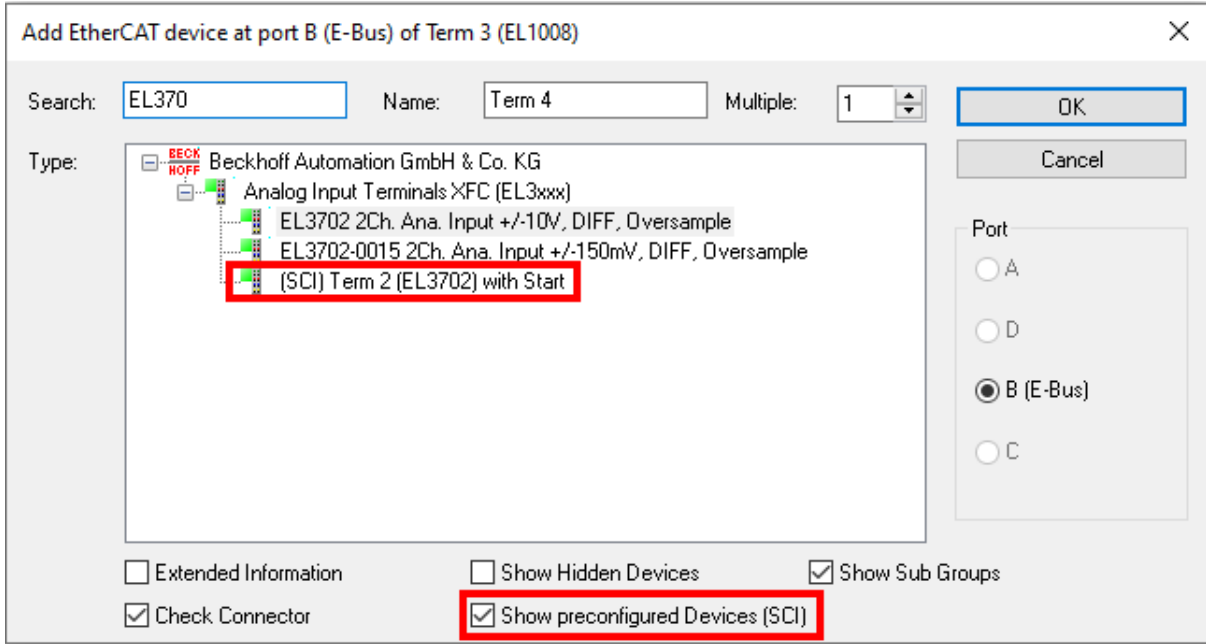
- Eine sci-Beschreibung kann wie jede normale Beckhoff-Gerätebeschreibung manuell in die TwinCAT-Konfiguration eingefügt werden.
- Die sci-Datei muss im TwinCAT-ESI-Pfad liegen, i.d.R. unter:  
C:\TwinCAT\3.1\Config\Io\EtherCAT

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

- Öffnen des Auswahl-Dialogs:

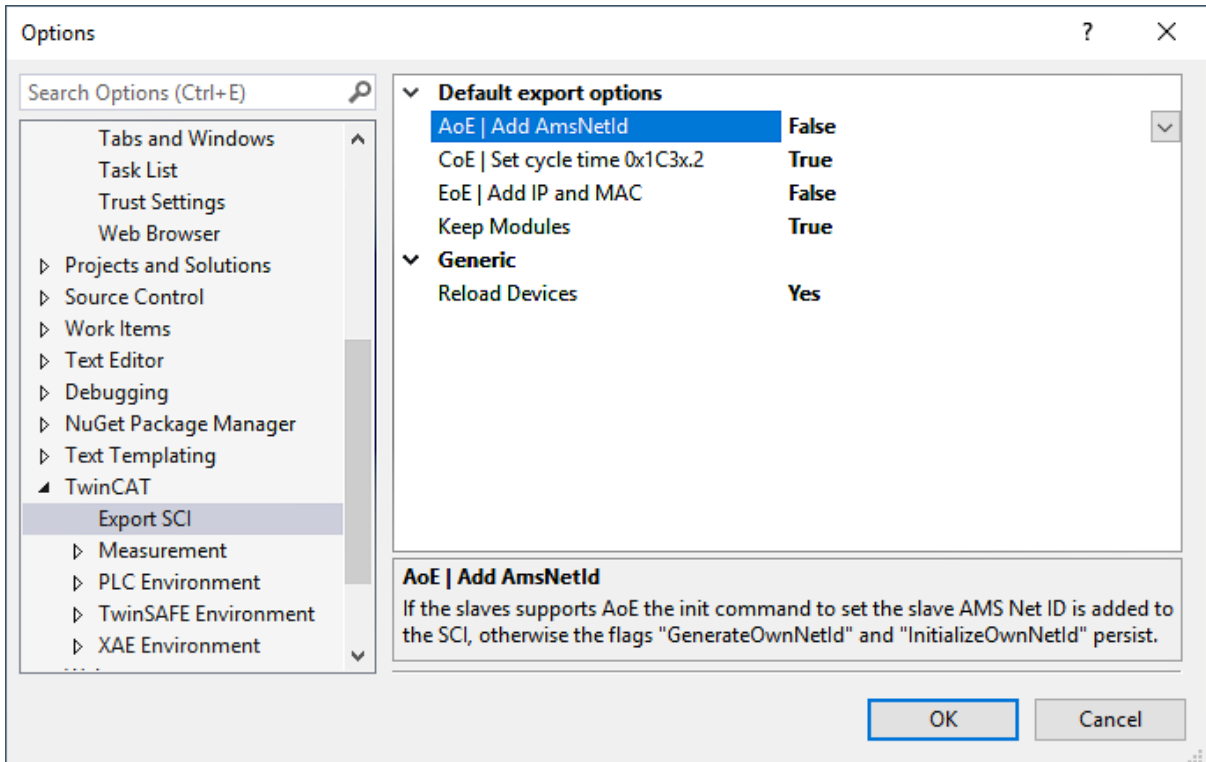


- SCI-Geräte anzeigen und gewünschtes Gerät auswählen und einfügen:



**Weitere Hinweise**

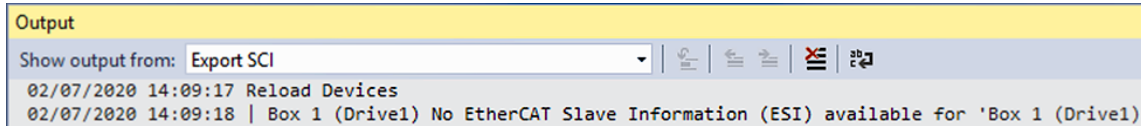
- Einstellungen für die SCI-Funktion können über den allgemeinen Options Dialog vorgenommen werden (Tools → Options → TwinCAT → Export SCI):



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:



### 5.3 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.

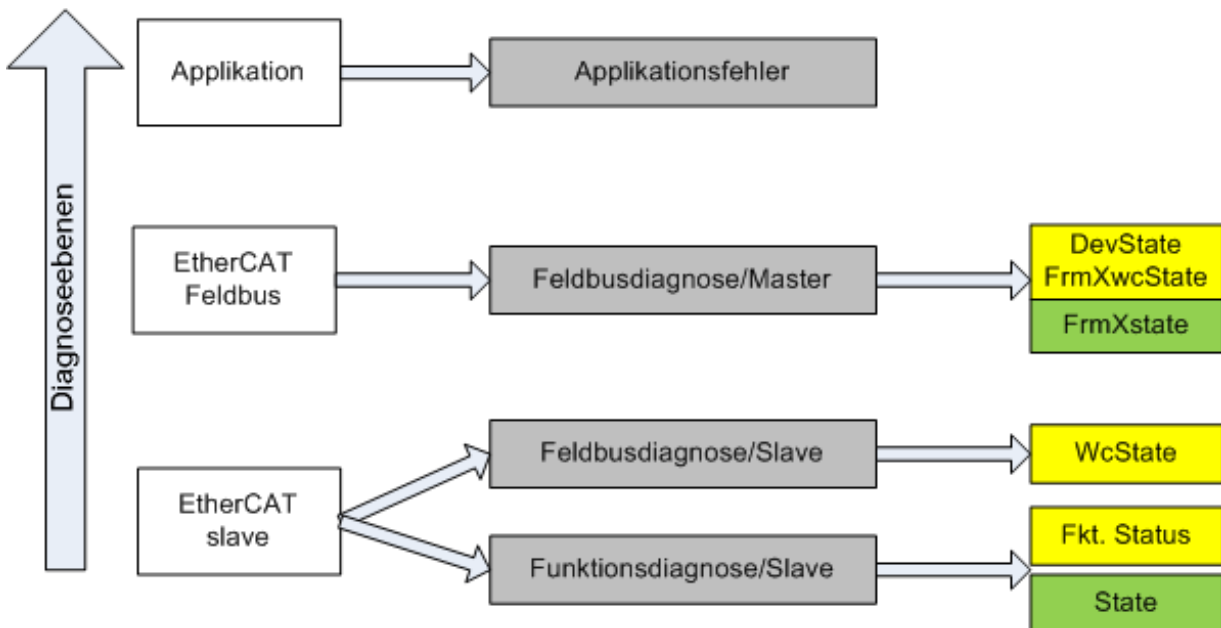


Abb. 149: Auswahl an Diagnoseinformationen eines EtherCAT Slave

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.

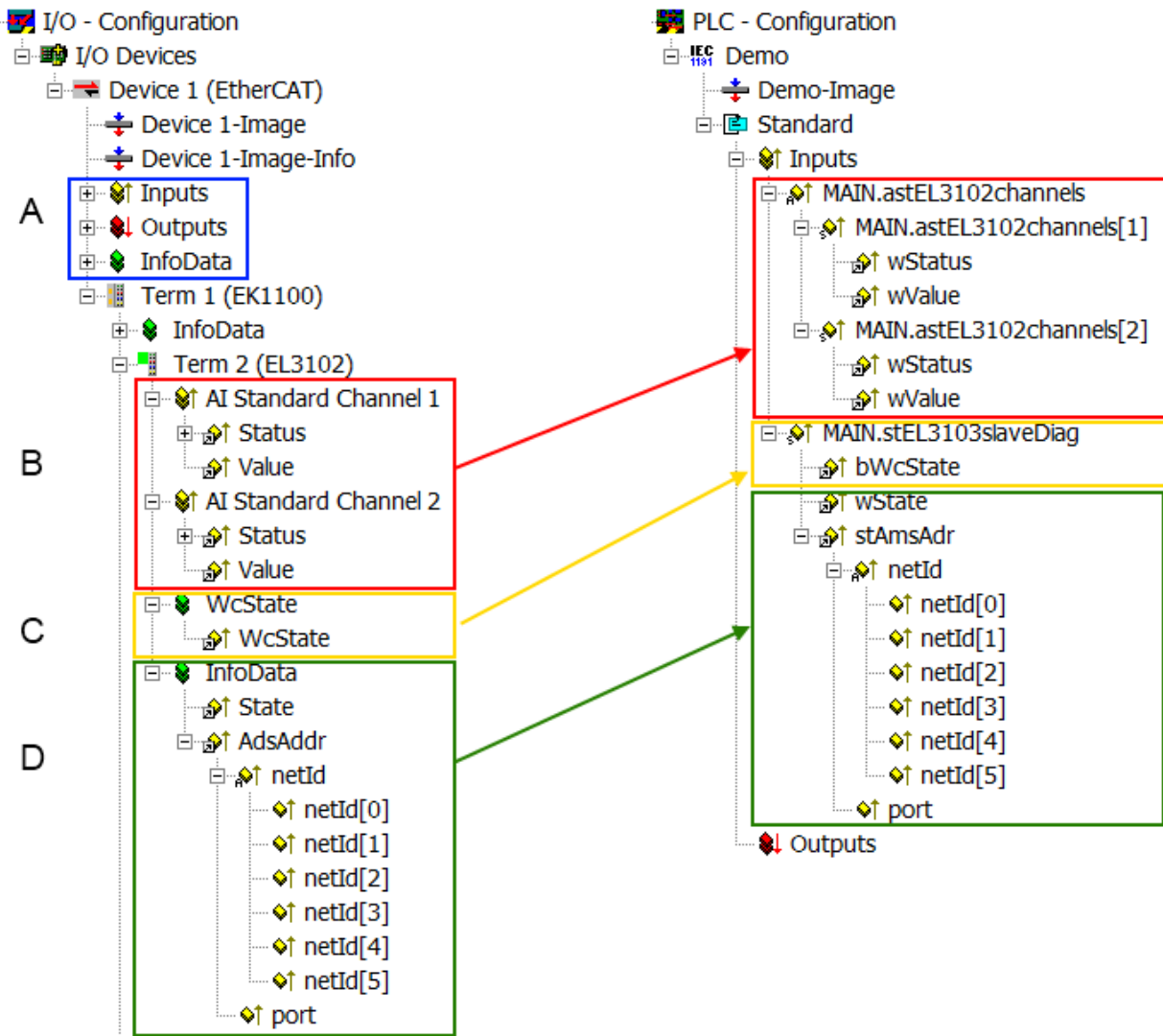


Abb. 150: Grundlegende EtherCAT Slave Diagnose in der PLC

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 Working-Counter 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*:

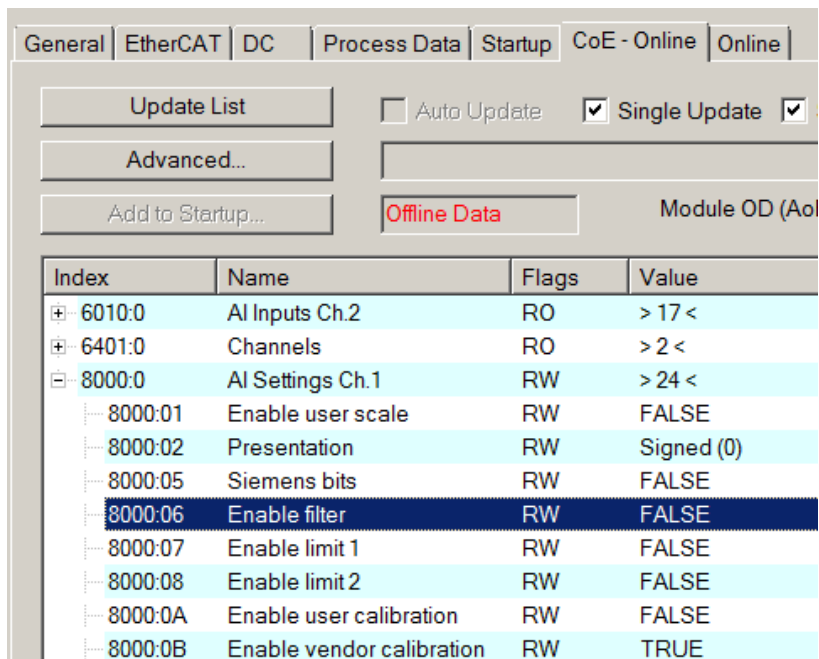


Abb. 151: EL3102, CoE-Verzeichnis

### **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.

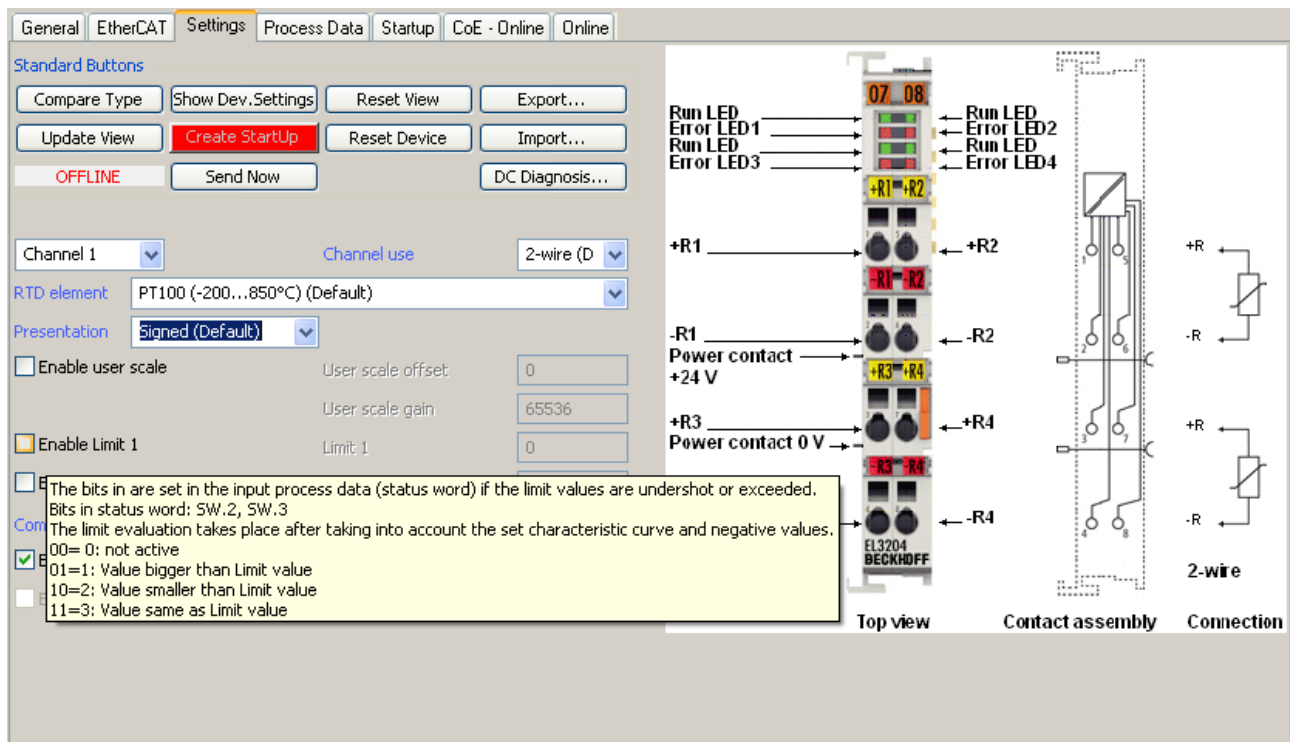


Abb. 152: Beispiel Inbetriebnahmehilfe für eine EL3204

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 [► 215]. 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.

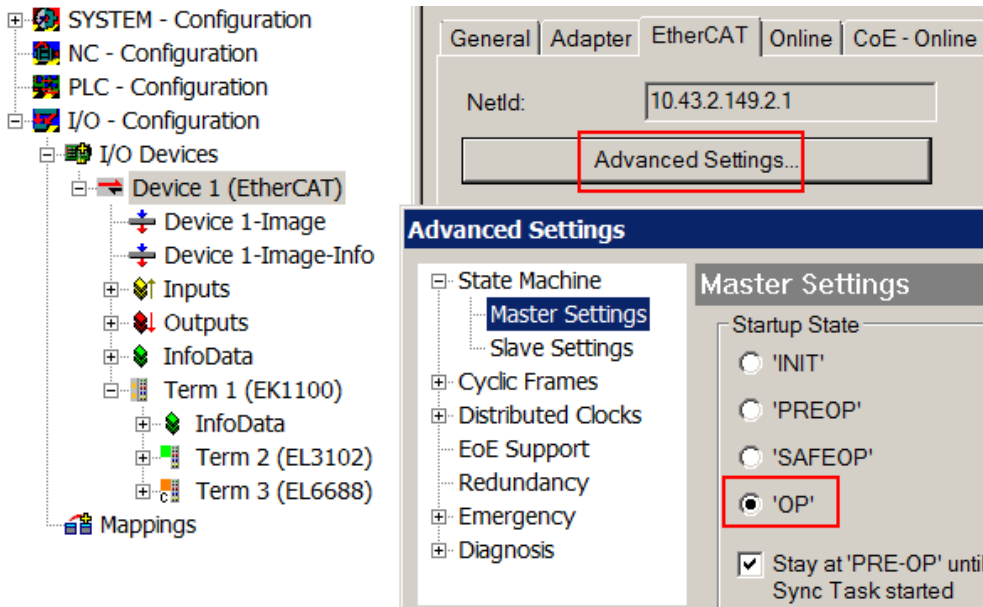


Abb. 153: Default Verhalten System Manager

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

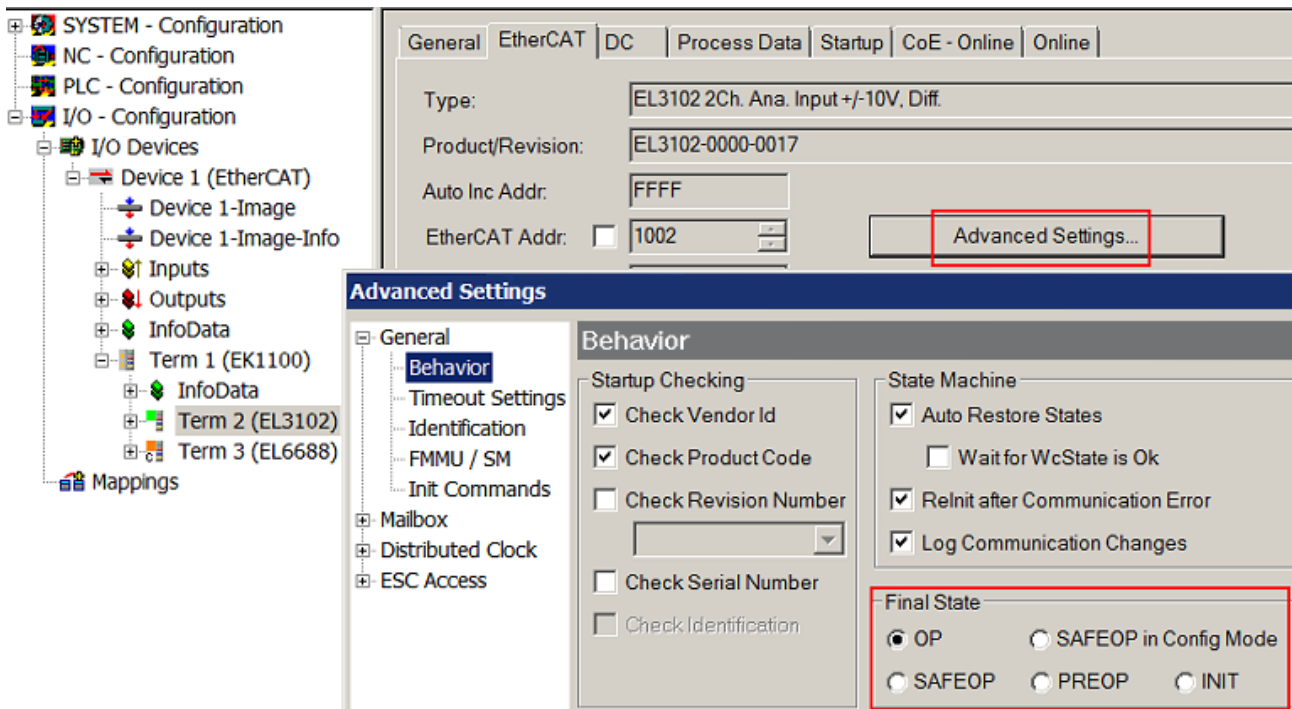


Abb. 154: Default Zielzustand im Slave

## 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.

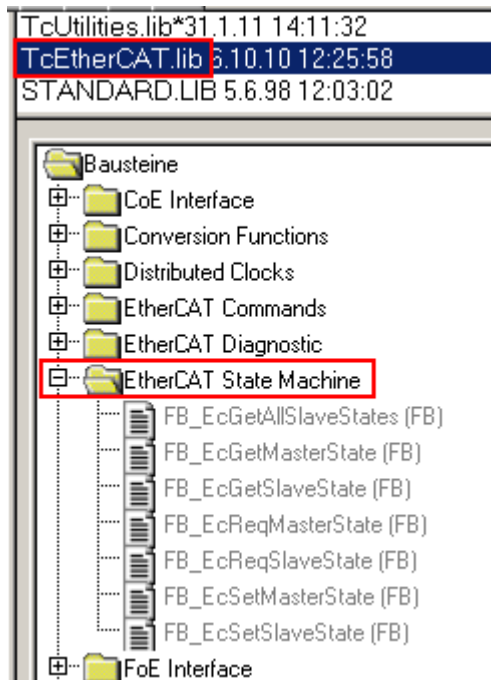


Abb. 155: PLC-Bausteine

## 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. 156: 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:

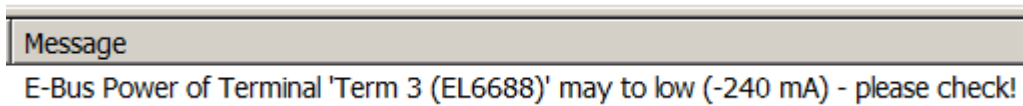


Abb. 157: Warnmeldung E-Bus-Überschreitung

**HINWEIS**

**Achtung! Fehlfunktion möglich!**

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



## 5.4 TwinSAFE SC

### 5.4.1 TwinSAFE SC - Funktionsprinzip

Mithilfe der TwinSAFE-SC-Technologie (TwinSAFE Single Channel) ist es möglich, in beliebigen Netzwerken bzw. Feldbussen Standardsignale für sicherheitstechnische Aufgaben nutzbar zu machen. Dazu werden EtherCAT-I/Os aus dem Bereich Analog-Eingang, Winkel-/Wegmessung oder Kommunikation (4...20 mA, Inkremental-Encoder, IO-Link usw.) um die TwinSAFE-SC-Funktion erweitert. Die signaltypischen Eigenschaften und Standard-Funktionalitäten der I/O-Komponenten bleiben dabei erhalten. TwinSAFE-SC-I/Os unterscheiden sich optisch von Standard-I/Os durch einen gelben Streifen auf der Gehäusefront.

Die TwinSAFE-SC-Technologie ermöglicht eine Kommunikation über ein TwinSAFE-Protokoll. Diese Verbindungen können von der üblichen sicheren Kommunikation über Safety-over-EtherCAT unterschieden werden.

Die Daten der TwinSAFE-SC-Komponenten werden über ein TwinSAFE-Protokoll zu der TwinSAFE-Logic geleitet und können dort im Kontext sicherheitsrelevanter Applikationen verwendet werden. Detaillierte und durch den TÜV SÜD bestätigte/berechnete Beispiele zur korrekten Anwendung der TwinSAFE-SC-Komponenten und der jeweiligen normativen Klassifizierung können dem [TwinSAFE-Applikationshandbuch](#) entnommen werden.

### 5.4.2 TwinSAFE SC - Konfiguration

Die TwinSAFE-SC-Technologie ermöglicht eine Kommunikation mit Standard-EtherCAT-Klemmen über das Safety-over-EtherCAT-Protokoll. Diese Verbindungen verwenden eine andere Prüfsumme, um TwinSAFE SC von TwinSAFE unterscheiden zu können. Es sind acht feste CRCs auswählbar, oder es kann auch eine freie CRC durch den Anwender eingegeben werden.

Per default ist der TwinSAFE-SC-Kommunikationskanal der jeweiligen TwinSAFE-SC-Komponente nicht aktiviert. Um die Datenübertragung nutzen zu können, muss zunächst unter dem Reiter *Slots* das entsprechende TwinSAFE-SC-Modul hinzugefügt werden. Erst danach ist eine Verlinkung auf ein entsprechendes Alias-Device möglich.

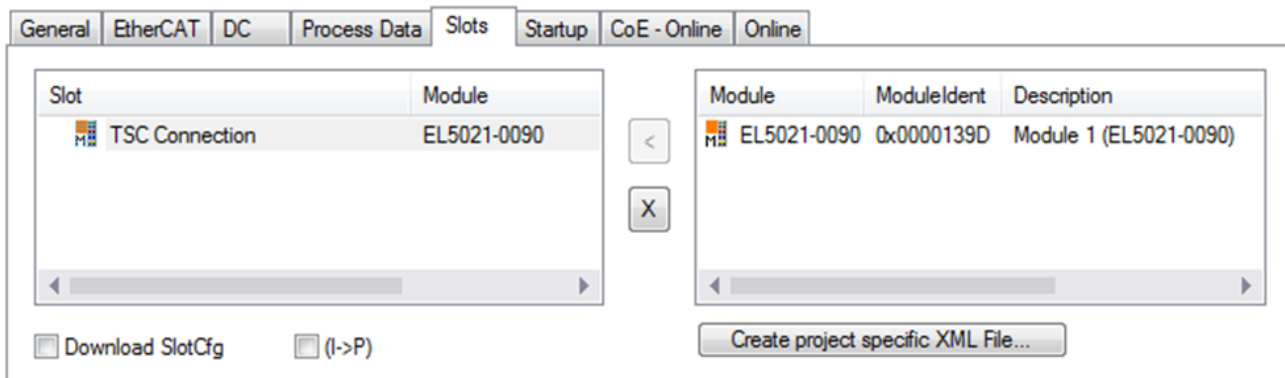


Abb. 158: Hinzufügen der TwinSAFE-SC-Prozessdaten unterhalb der Komponente z.B. EL5021-0090

Es werden zusätzliche Prozessdaten mit der Kennzeichnung TSC Inputs, TSC Outputs generiert (TSC - TwinSAFE Single Channel).

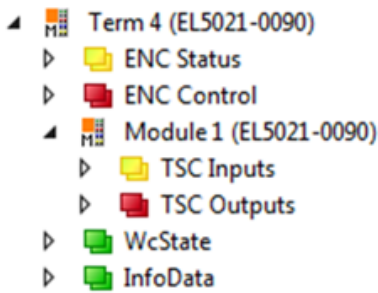


Abb. 159: Prozessdaten TwinSAFE SC Komponente, Beispiel EL5021-0090

Durch Hinzufügen eines Alias Devices in dem Safety-Projekt und Auswahl von *TSC (TwinSAFE Single Channel)* wird eine TwinSAFE-SC-Verbindung hinzugefügt.

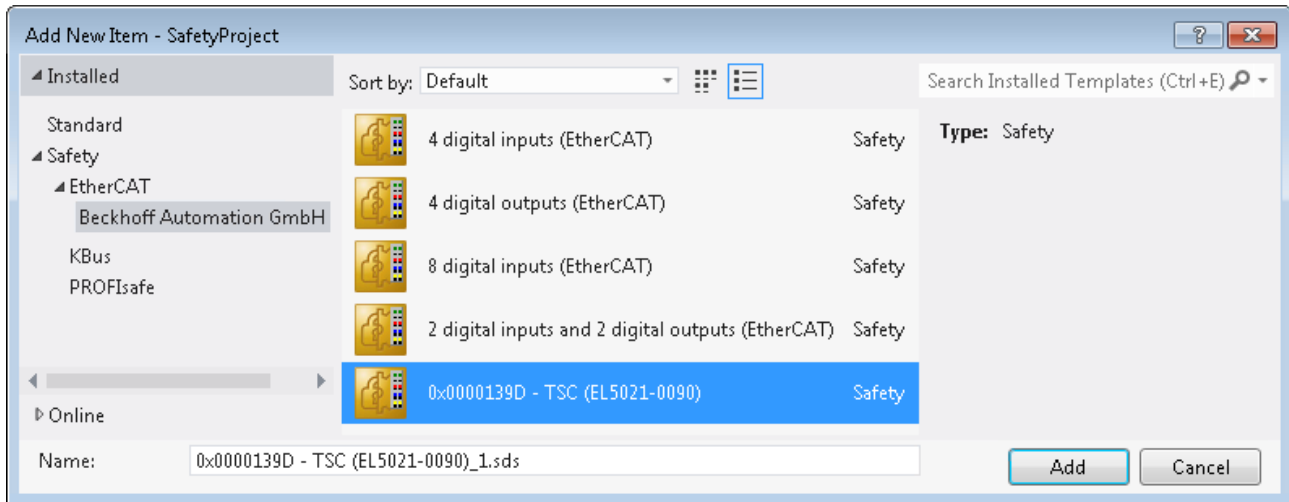



Abb. 160: Hinzufügen einer TwinSAFE-SC-Verbindung

Nach Öffnen des Alias Devices durch Doppelklick kann durch Auswahl des Link Buttons  neben *Physical Device*: die Verknüpfung zu einer TwinSAFE-SC-Klemme erstellt werden. In dem Auswahldialog werden nur passende TwinSAFE-SC-Klemmen angeboten.

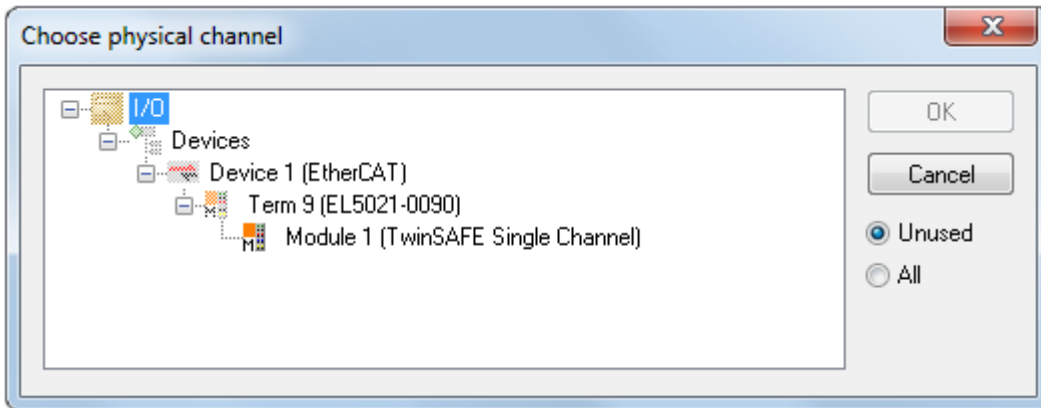


Abb. 161: Erstellen einer Verknüpfung zu einer TwinSAFE-SC-Klemme

Unter dem Reiter Connection des Alias Devices wird die zu verwendende CRC ausgewählt bzw. eine freie CRC eingetragen.

Eintrag Mode	Verwendete CRCs
TwinSAFE SC CRC 1 master	0x17B0F
TwinSAFE SC CRC 2 master	0x1571F
TwinSAFE SC CRC 3 master	0x11F95
TwinSAFE SC CRC 4 master	0x153F1
TwinSAFE SC CRC 5 master	0x1F1D5
TwinSAFE SC CRC 6 master	0x1663B
TwinSAFE SC CRC 7 master	0x1B8CD
TwinSAFE SC CRC 8 master	0x1E1BD

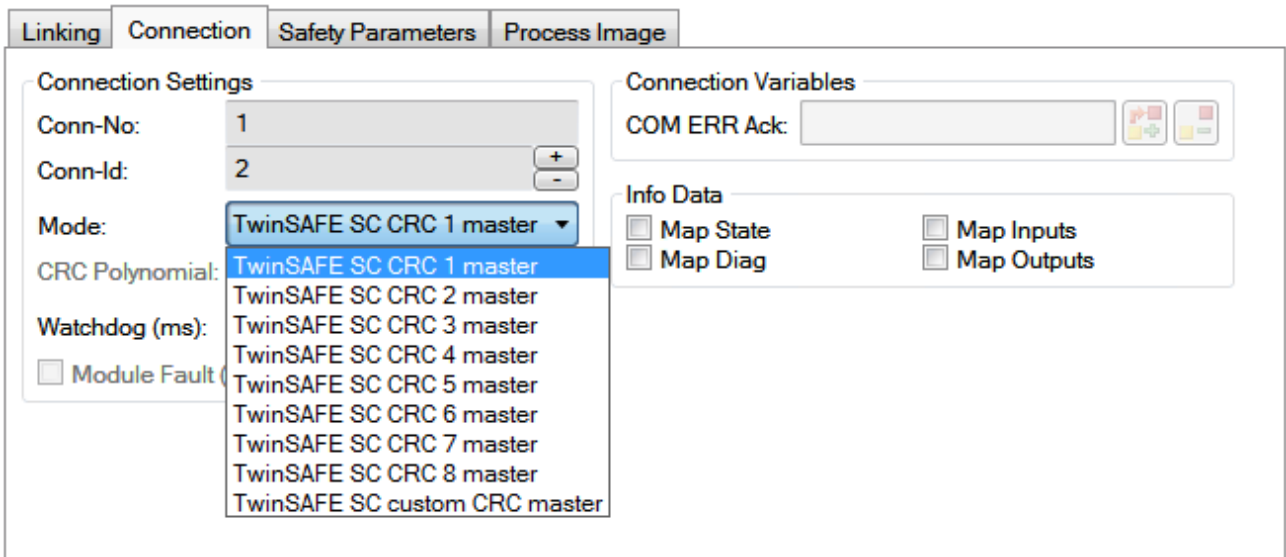


Abb. 162: Auswahl einer freien CRC

Diese Einstellungen müssen zu den Einstellungen passen, die in den CoE-Objekten der TwinSAFE-SC-Komponente eingestellt sind.

Die TwinSAFE-SC-Komponente stellt zunächst alle zur Verfügung stehenden Prozessdaten bereit. Der Reiter *Safety Parameters* enthält typischerweise keine Parameter. Unter dem Reiter *Process Image* kann die Prozessdatengröße bzw. die Prozessdaten selbst ausgewählt werden.

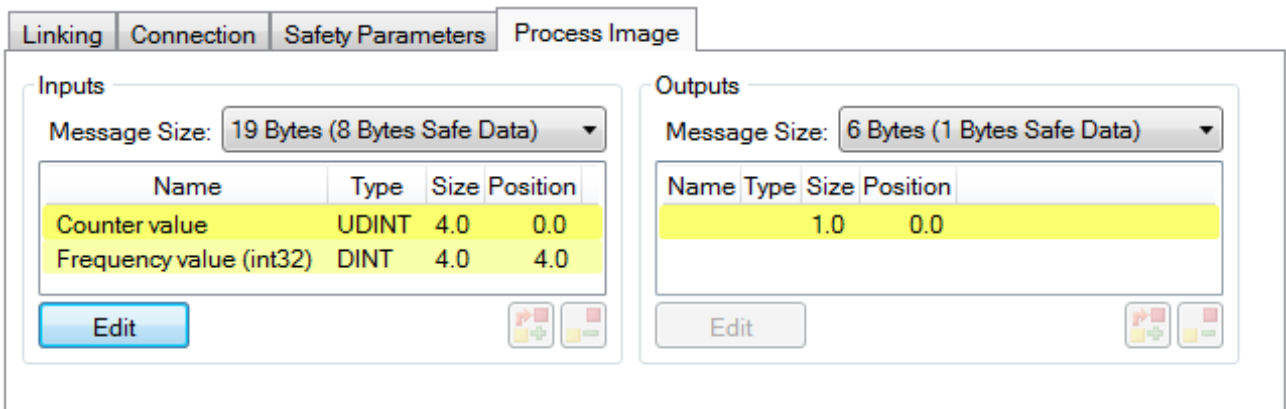


Abb. 163: Auswahl der Prozessdatengröße bzw. der Prozessdaten

Die Prozessdaten (definiert in der ESI-Datei) können durch Auswahl des Buttons *Edit* entsprechend den Anwenderanforderungen im Dialog *Configure I/O element(s)* eingestellt werden.

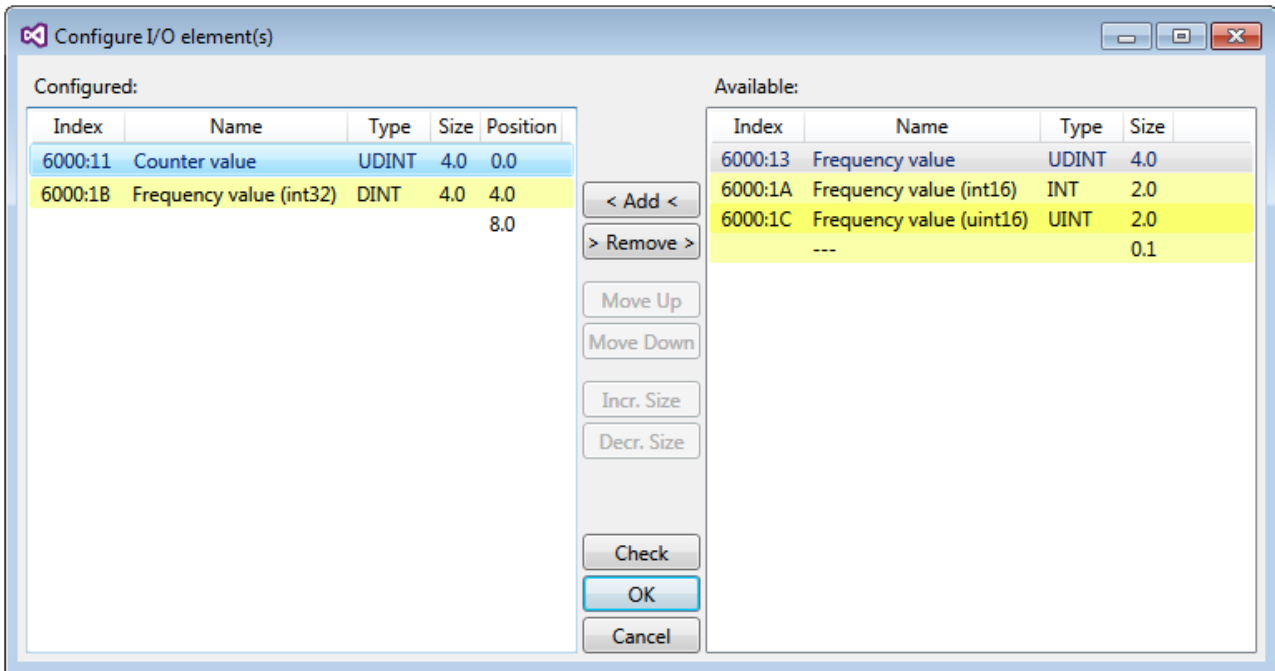


Abb. 164: Auswahl der Prozessdaten

Auf der TwinSAFE-SC-Slave-Seite muss die Safety-Adresse zusammen mit der CRC eingetragen werden. Dies geschieht über die CoE Objekte unterhalb von *TSC Settings* der entsprechenden TwinSAFE-SC-Komponente (hier bei der EL5021-0090 z.B. 0x8010:01 und 0x8010:02). Die hier eingestellte Adresse muss auch im *Alias Device* unter dem Reiter *Linking* als *FSoE Adresse* eingestellt werden.

Unter dem Objekt 0x80n0:02 Connection Mode wird die zu verwendende CRC ausgewählt bzw. eine freie CRC eingetragen. Es stehen insgesamt 8 CRCs zur Verfügung. Eine freie CRC muss im High Word mit 0x00ff beginnen.

8010:0	TSC Settings	RW	> 2 <
8010:01	Address	RW	0x0000 (0)
8010:02	Connection Mode	RW	TwinSAFE SC CRC1 master (97039)

Abb. 165: CoE Objekte 0x8010:01 und 0x8010:02 bei der EL5021-0090

### ● Objekt *TSC Settings*

**i** Die Index-Bezeichnung des Konfigurationsobjekts *TSC Settings* kann je nach Klemme unterschiedlich sein.

Beispiel:

- EL3214-0090 und EL3314-0090, TSC Settings, Index 8040
- EL5021-0090, TSC Settings, Index 8010
- EL6224-0090, TSC Settings, Index 800F

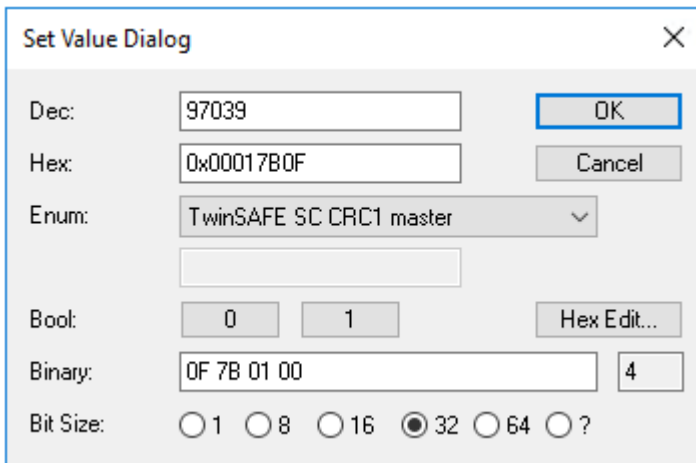


Abb. 166: Eintragen der Safety-Adresse und der CRC

**i TwinSAFE-SC-Verbindungen**

Werden mehrere TwinSAFE-SC-Verbindungen innerhalb einer Konfiguration verwendet, muss für jede TwinSAFE-SC-Verbindung eine unterschiedliche CRC ausgewählt werden.

## 5.5 Prozessdaten

### 5.5.1 Sync Manager

PDO-Zuordnung (für Kanal 1 - 8,  $0 \leq n \leq 7$ )

SM2, PDO-Zuordnung 0x1C12				
Index	Index ausge-schlossener PDOs	Größe (Byte.Bit)	Name	PDO Inhalt
0x160n	-	2.0	TC Outputs Channel n	Index 0x70n0:11 - CJCompensation

SM3, PDO-Zuordnung 0x1C13				
Index	Index ausge-schlossener PDOs	Größe (Byte.Bit)	Name	PDO Inhalt
0x1A0n (default)	-	4.0	TC Inputs Channel n	Index 0x60n0:01 - Underrange Index 0x60n0:02 - Overrange Index 0x60n0:03 - Limit 1 (nicht EL3318) Index 0x60n0:05 - Limit 2 (nicht EL3318) Index 0x60n0:07 - Error  Index 0x60n0:0F - TxPDO Status Index 0x180n:09- TxPDO Toggle Index 0x60n0:11 - Value

Tab. 1: PDO-Zuordnung der SyncManager

### 5.5.2 Prozessdatenvorauswahl (Predefined PDOs)

Ein EtherCAT-Gerät bietet üblicherweise mehrere verschiedene Prozessdatenobjekte (PDO) für Input- und Outputdaten an, die im System Manager konfiguriert d. h. zur zyklischen Übertragung aktiviert oder deaktiviert werden können.

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

Die EL33xx verfügen im Tab "Process Data" über folgende "Predefined PDO" Sätze (hier am Beispiel der EL3318):

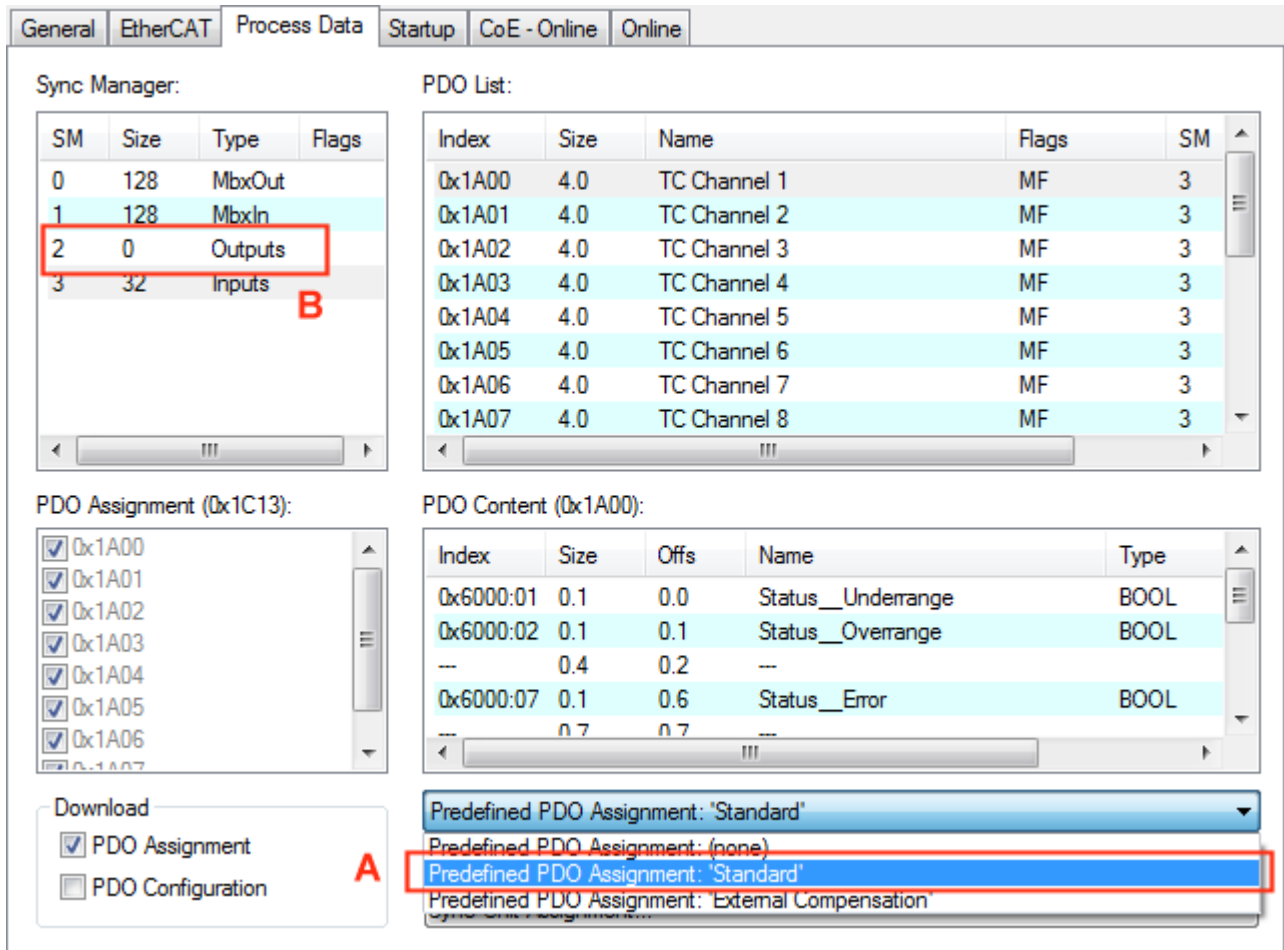


Abb. 167: TwinCAT Systemmanager mit der vordefinierten PDO-Auswahl "Standard"

Bei der Auswahl "Standard" [A] (bzw. "inputs only", EL3311, EL3312, EL3314) werden die Eingangs-PDOs 0x1A0n für die entsprechenden Eingangskanäle aktiviert. Die Ausgangs-PDOs 0x160n des Sync Managers 2 [B] sind deaktiviert.

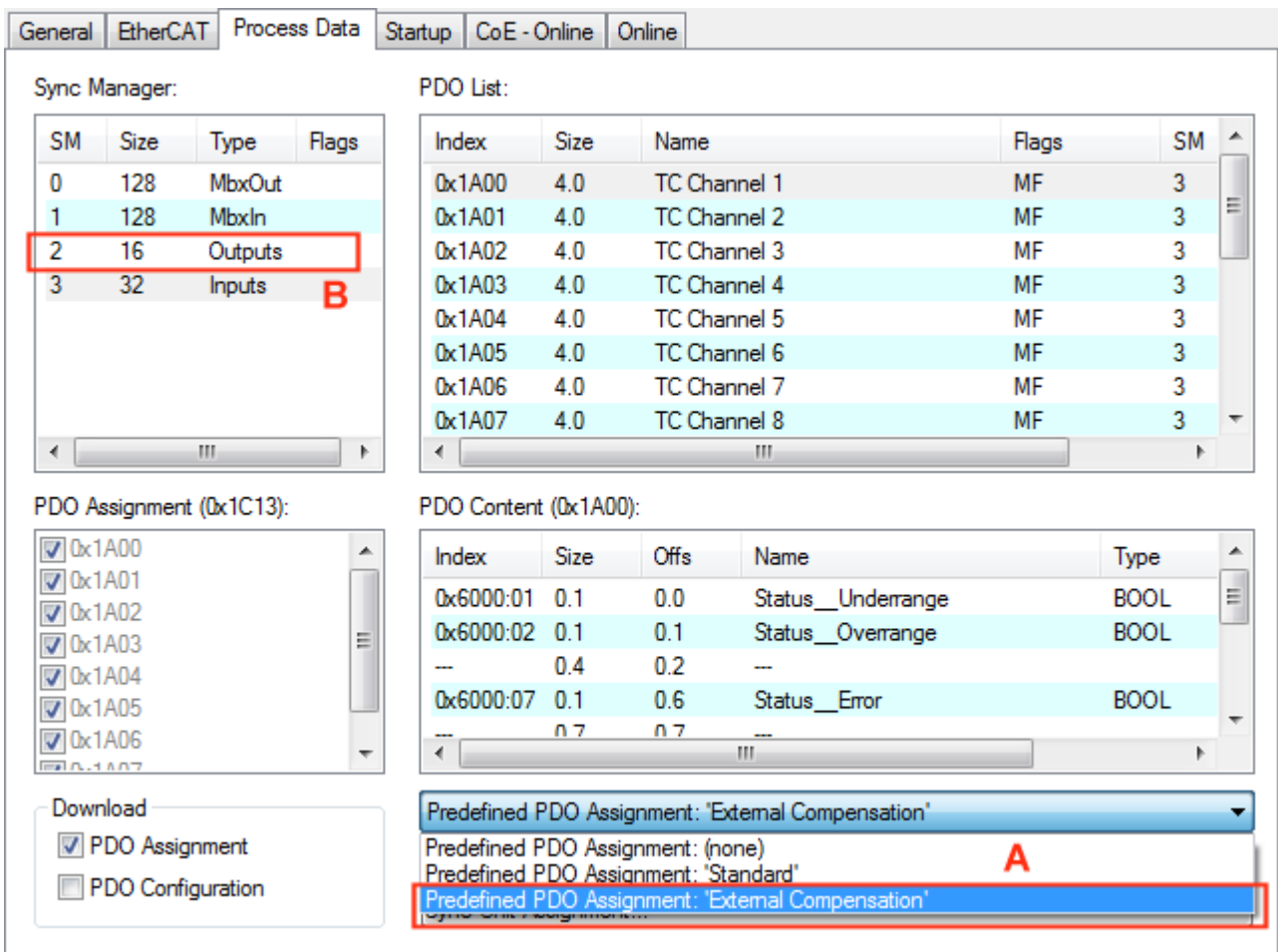


Abb. 168: TwinCAT Systemmanager mit der vordefinierten PDO-Auswahl "External Compensation"

Bei der Auswahl "External Compensation" [A] (bzw. "with ColdJunction Compensation", EL3311, EL3312, EL3314) werden die Eingangs- und Ausgangs-PDOs 0x1A0n bzw. 0x160n der entsprechenden Kanäle aktiviert.

### 5.5.3 Datenverarbeitung

#### EL33xx TC temperature

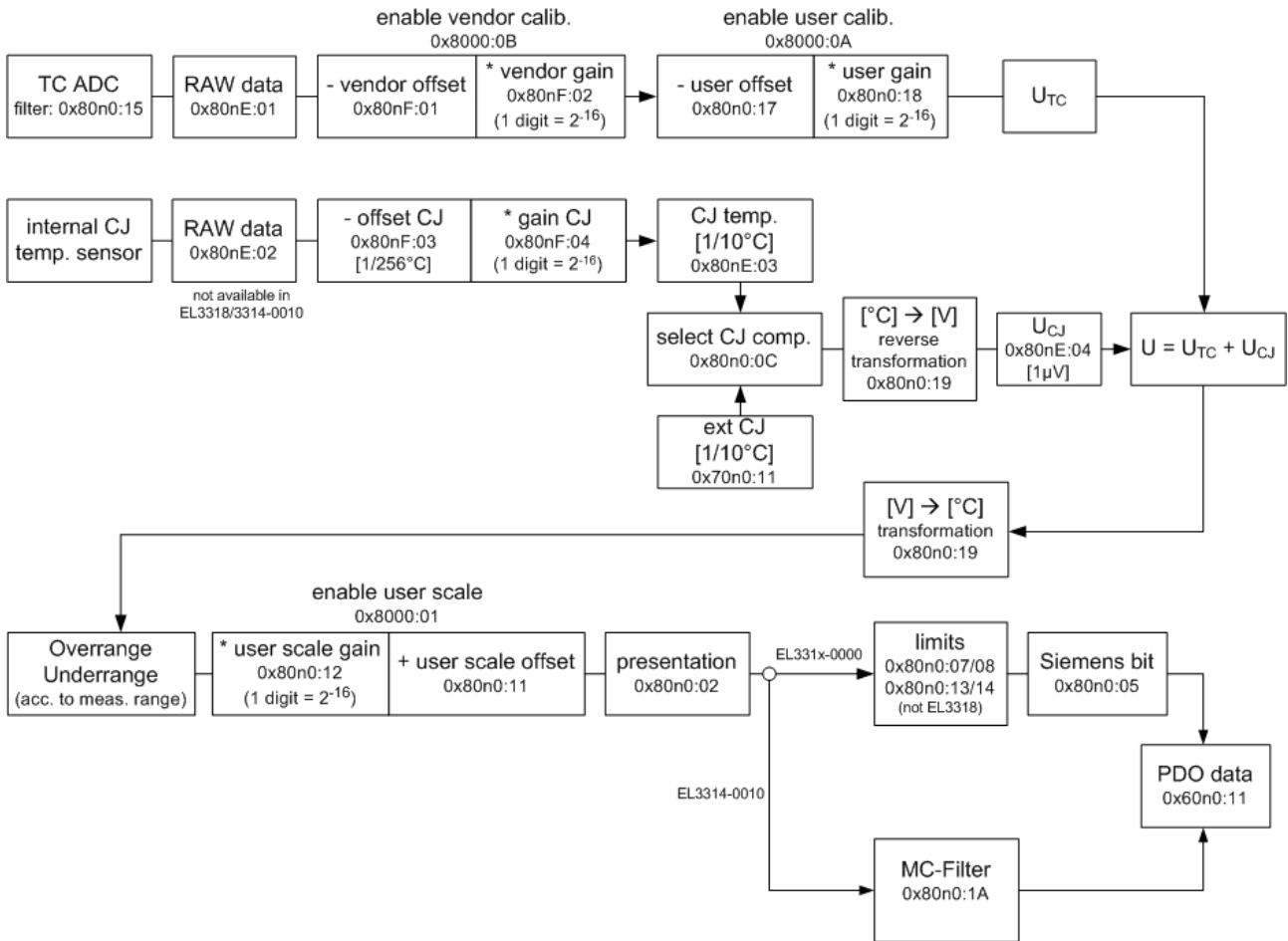


Abb. 169: EL33xx Dataflow

### 5.5.4 TwinSAFE SC Prozessdaten EL3314-0090

Die EL3314-0090 überträgt folgende Prozessdaten an die TwinSAFE Logik:

Index	Name	Type	Größe
6000:11	AI Module 1.Value	INT	2.0
6010:11	AI Module 2.Value	INT	2.0
6020:11	AI Module 3.Value	INT	2.0
6030:11	AI Module 4.Value	INT	2.0

Dabei werden zunächst die Prozessdaten aller vier Kanäle übertragen. Über den Reiter „Process Image“ können im Safety Editor einzelne Kanäle ganz abgewählt werden.

Abhängig von der TwinCAT 3.1 Version können Prozessdaten bei der Verlinkung zum Safety Editor automatisch umbenannt werden.



## 5.6 Kurzanleitung zur Inbetriebnahme / Schnellstart

### 5.6.1 Hinweise für die Inbetriebnahme

- Beim Betrieb der analogen EtherCAT-Klemmen EL33xx können hochfrequente, überlagernde Signale von störenden Geräten (z. B. Proportionalventile, Schrittmotor- oder DC-Motor-Endstufen) von der Klemme erfasst werden. Um einen störungsfreien Betrieb zu gewährleisten, empfehlen wir den Einsatz getrennter Netzteile für die Klemmen und die Störungen verursachenden Geräte.
- Die Leitungslänge von der EtherCAT Klemme bis zum Thermoelement darf ohne weitere Schutzmaßnahmen max. 30 m betragen. Bei größeren Kabellängen ist ein geeigneter Überspannungsschutz (Surge-Protection) vorzusehen.
- Eine Veränderung des Sensorkreises durch zusätzliche Elemente wie z. B. Umschalter oder Multiplexer beeinträchtigt die Messgenauigkeit. Von entsprechenden Modifikationen wird dringend abgeraten.
- Bei dem Einsatz der hochpräzisen Thermoelementklemmen EL3314-0002, EL3314-0010 und EL3314-0030 wird empfohlen Thermoelemente einer entsprechend hohen Genauigkeitsklasse einzusetzen. Von der Verwendung von Ausgleichsleitungen wird bei dem Einsatz der hochpräzisen Thermoelementklemmen abgeraten.

### 5.6.2 Inbetriebnahme der Temperatur- oder Spannungsmessung

Für eine einfache Inbetriebnahme der EL331x-xxxx muss zunächst das Thermoelement oder die zu messende Spannung im 2-Leiter Anschluss an die Klemme angeschlossen werden. Die Anschlussbelegung der Klemmen ist im spezifischen Kapitel „Anschlussbelegung“ unter dem ausgewählten Produkt in der Produktbeschreibung zu finden.

Beispielhaft wird an dieser Stelle die Grundeinstellung für einen Kanal der EL3314 gezeigt. Das Vorgehen ist bei allen EL331x-xxxx dasselbe. Es unterscheidet sich nur in den auswählbaren Messbereichen und der Anzahl der Kanäle, bei denen diese Einstellungen vorgenommen werden müssen.

Im CoE-Objekt `0x80n0` [[▶ 333](#)], wobei  $n+1$  die Nummer des zu parametrierenden Kanals angibt, befinden sich alle kanalspezifischen Einstellungen.

Für eine einfache Inbetriebnahme ist es lediglich nötig den Thermoelementtyp bzw. den Messbereich vorzugeben. Bei der einfachen Inbetriebnahme mit Verwendung der internen Kaltstellenmessung ist darauf zu achten, dass im Objekt `0x80n0:0C` [[▶ 332](#)] Coldjunction compensation der Wert „intern (0)“ ausgewählt ist (s. Abb. „Einstellen des Messbereichs“, A). Zur Vorgabe des Thermoelementtyps oder des Spannungsmessbereichs muss das Objekt `0x80n0:19` [[▶ 332](#)] TC Element mit einem Doppelklick geöffnet werden (s. Abb. „Einstellen des Messbereichs“, B). Dort kann dann in der Dropdown-Liste (s. Abb. „Einstellen des Messbereichs“, C) zwischen allen möglichen Bereichen gewählt werden. Diese Einstellung muss dann spezifisch für jeden verdrahteten Kanal vorgenommen werden. Anschließend kann die Messung gestartet werden und der Messwert wird in den Prozessdaten in der voreingestellten Darstellung angezeigt.

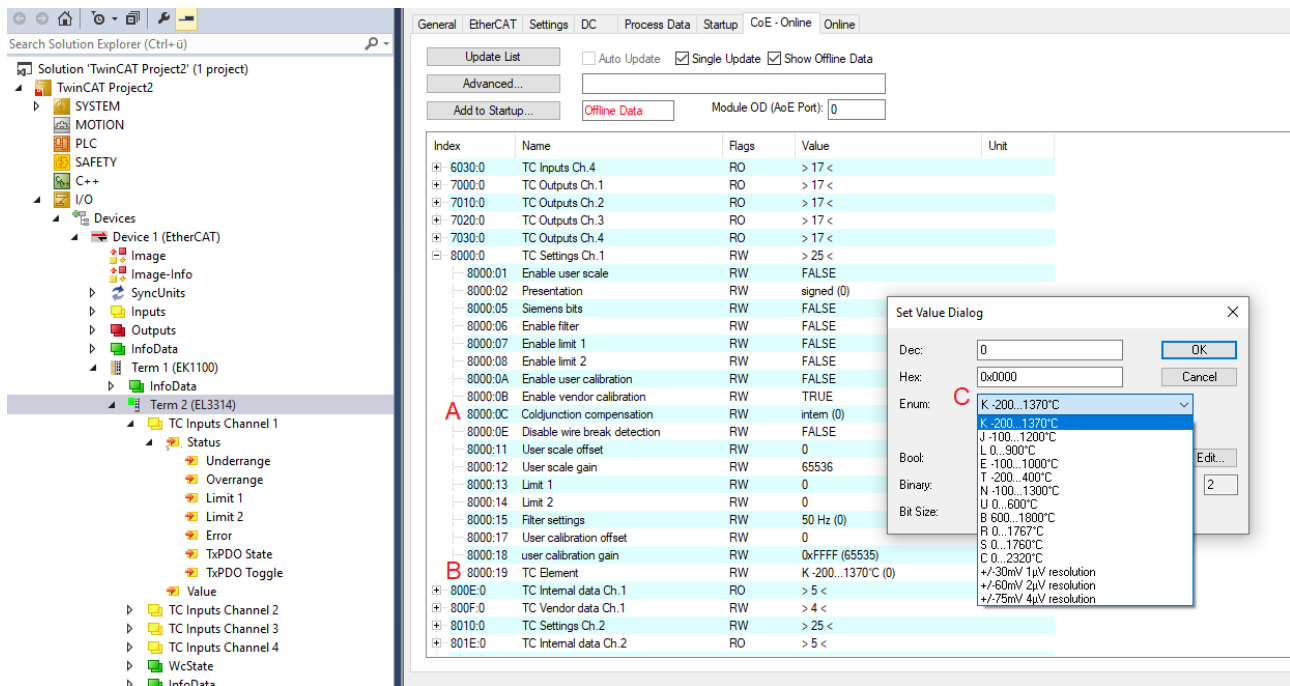


Abb. 170: Einstellen des Messbereichs

Weitere Parametrierungsmöglichkeiten für die einzelnen Kanäle sind im Kapitel Einstellungen der Konfigurationsdaten im CoE beschrieben.

## 5.7 Einstellungen

### 5.7.1 Darstellung (Presentation), Index 0x80n0:02

Die Ausgabe des Messwertes erfolgt im Auslieferungszustand in 1/10° C Schritten in Zweierkomplement-Darstellung (Signed Integer).

Index 0x80n0:02 bietet die Möglichkeit zur Veränderung der Darstellungsweise des Messwertes.

Messwert	Ausgabe (hexadezimal)	Ausgabe (Signed Integer, dezimal)
-200,0 °C	0nF830	-2000
-100,0 °C	0nFC18	-1000
-0,1 °C	0nFFFF	-1
0,0 °C	0n0000	0
0,1 °C	0n0001	1
100,0 °C	0n03E8	1000
200,0 °C	0n07D0	2000
500,0 °C	0x1388	5000
850,0 °C	0x2134	8500
1000,0 °C	0x2170	10000

Tab. 2: Messwert und Prozessdatenausgabe

- **Signed Integer:**

Der Messwert wird im Zweierkomplement dargestellt.

Maximaler Darstellungsbereich bei 16 Bit = -32768 .. +32767

- Beispiel:

- $1000\ 0000\ 0000\ 0000_{bin} = 0x8000_{hex} = -32768_{dez}$

- $1111\ 1111\ 1111\ 1110_{bin} = 0nFFFE_{hex} = -2_{dez}$

- $1111\ 1111\ 1111\ 1111_{bin} = 0nFFFF_{hex} = -1_{dez}$

- $0000\ 0000\ 0000\ 0001_{bin} = 0n0001_{hex} = +1_{dez}$

- $0000\ 0000\ 0000\ 0010_{bin} = 0n0002_{hex} = +2_{dez}$

- $0111\ 1111\ 1111\ 1111_{bin} = 0x7FFF_{hex} = +32767_{dez}$

- **Absolute value with MSB as sign:**

Der Messwert wird in der Betrag-Vorzeichendarstellung ausgegeben.

Maximaler Darstellungsbereich bei 16 Bit = -32767 .. +32767

- Beispiel:

- $1111\ 1111\ 1111\ 1111_{bin} = 0nFFFF_{hex} = -32767_{dez}$

- $1000\ 0000\ 0000\ 0010_{bin} = 0x8002_{hex} = -2_{dez}$

- $1000\ 0000\ 0000\ 0001_{bin} = 0x8001_{hex} = -1_{dez}$

- $0000\ 0000\ 0000\ 0001_{bin} = 0n0001_{hex} = +1_{dez}$

- $0000\ 0000\ 0000\ 0010_{bin} = 0n0002_{hex} = +2_{dez}$

- $0111\ 1111\ 1111\ 1111_{bin} = 0x7FFF_{hex} = +32767_{dez}$

- **High resolution (1/100 C°):**

Der Messwert wird in 1/100 °C Schritten ausgegeben.

### 5.7.2 Siemens Bits, Index 0x80n0:05

Mit Setzen des Bits in Index 0x80n0:05 werden auf den niedrigsten 3 Bits Statusanzeigen eingeblendet. Im Fehlerfall "Overrange" bzw. "Underrange" wird Bit 0 gesetzt.

## 5.7.3 Underrange, Overrange

### Unterschreitung und Überschreitung des Messbereiches (Underrange, Overrange), Index 0x60n0:02, 0x60n0:03

- $U_k > U_{k_{\max}}$ : Index 0x60n0:02 und Index 0x60n0:07 (Overrange- und Error-Bit) werden gesetzt. Die Linearisierung der Kennlinie wird mit den Koeffizienten der oberen Bereichsgrenze bis zum Endanschlag des A/D-Wandlers bzw. bis zum Maximalwert 0x7FFF fortgesetzt.
- $U_k < U_{k_{\min}}$ : Index 0x60n0:01 und Index 0x60n0:07 (Underrange- und Error-Bit) werden gesetzt. Die Linearisierung der Kennlinie wird mit den Koeffizienten der unteren Bereichsgrenze bis zum Endanschlag des A/D-Wandlers bzw. bis minimal 0x8000 fortgesetzt.

Bei Overrange bzw. Underrange wird die rote Error-LED eingeschaltet.

## 5.7.4 Notch- Filter (Wandlungszeiten)

### Notch- Filter, Index 0x80n0:06

Die Klemmen EL33xx sind mit einem digitalen Filter ausgestattet. Das Filter arbeitet als Notch-Filter (Kerbfiler) und bestimmt die Wandlungszeit der Klemme. Es wird über die Indizes 0x80n0:15 parametrieren. Je höher die Filterfrequenz, desto schneller ist die Wandlungszeit.

#### ● Index 0x80n0:06



Die Filterfunktion ist auch bei nicht gesetztem Bit immer aktiv, da dies für den Messprozess obligatorisch ist!

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



Die Filterfrequenzen werden für alle Kanäle der Klemmen EL33xx zentral über den Index 0x8000:15 (Kanal 1) eingestellt. Die entsprechenden Indizes 0x8010:15 der EL3312 bzw. 0x8010:15, 0x8020:15, 0x8030:15 der EL3314 haben keine Parametrierungsfunktion.

#### ● Wandlungszeit



Die Wandlungszeit steht in folgender Abhängigkeit:  
 Aktive Kanäle \* Anzahl Messungen \* Periode Filter + Rechenzeit = Wandlungszeit

**Beispiel: EL3311 (1 Kanal), 3 Messungen (Thermoelement, Drahtbruch, Vergleichsstelle), Filter 50 Hz**

1 Kanal \* 3 Messungen \* (1/50 Hz) + 3 ms  $\approx$  63 ms

**Beispiel: EL3314 (2 Kanäle), 3 Messungen (Thermoelement, Drahtbruch, Vergleichsstelle), Filter 50 Hz**

2 Kanäle \* 3 Messungen \* (1/50 Hz) + 6 ms  $\approx$  126 ms

**Beispiel: EL3314 (4 Kanäle), 3 Messungen (Thermoelement, Drahtbruch, Vergleichsstelle), Filter 50 Hz**

4 Kanäle \* 3 Messungen \* (1/50 Hz) + 12 ms  $\approx$  252 ms

Tab. 1: Typische Wandlungszeiten mit 3 Messungen (Thermoelement, Drahtbruch, Vergleichsstelle)

Filterfrequenz	Wandlungszeit (Updatezeit)				
	EL3311	EL3312	EL3314	EL3314-0010	EL3318
5 Hz	0,6 s	1,2 s	2,4 s	1,6 s	3,5 s
10 Hz	0,3 s	0,6 s	1,2 s	800 ms	1,75 s
50 Hz	63 ms	126 ms	250 ms	165 ms	380 ms
60 Hz	53 ms	106 ms	210 ms	145 ms	320 ms
100 Hz	33 ms	66 ms	130 ms	86 ms	200 ms
500 Hz	9 ms	18 ms	33 ms	26 ms	70 ms
1000 Hz	6 ms	12 ms	24 ms	18 ms	50 ms
2000 Hz	5 ms	10 ms	20 ms	14 ms	40 ms
3750 Hz	4 ms	8 ms	19 ms	12 ms	35 ms
7500 Hz	4 ms	7 ms	19 ms	12 ms	30 ms
15000 Hz	3 ms	7 ms	19 ms	12 ms	30 ms
30000 Hz	3 ms	7 ms	19 ms	12 ms	30 ms
mV-Bereich	3 ms	6 ms	12 ms	12 ms	25 ms

Tab. 3: Wandlungszeiten in Abhängigkeit der Filterfrequenzen

## 5.7.5 Limit 1 und Limit 2

### Limit 1 und Limit 2, Index 0x80n0:13, Index 0x80n0:14 (nicht für EL3318)

Es kann ein Temperaturbereich eingestellt werden, der von den Werten in den Indizes 0x80n0:13 und 0x80n0:14 begrenzt wird. Beim Überschreiten der Grenzwerte werden die Bits in den Indizes 0x80n0:07 und 0x80n0:08 gesetzt.

Der Temperaturwert wird um in 0,1 °C Auflösung eingegeben.

#### Beispiel:

Limit 1= 30 °C  
Wert Index 0x80n0:13 = 300

## 5.7.6 Kalibrierung

### Hersteller-Kalibrierung , Index 0x80n0:0B

Die Freigabe des Hersteller-Abgleichs erfolgt über den Index 0x80n0:0B. Die Parametrierung erfolgt über die Indizes

- 0x80nF:01  
Offset Thermoelement (Herstellerabgleich)
- 0x80nF:02  
Gain Thermoelement (Herstellerabgleich)
- 0x80nF:03  
Offset Vergleichsstelle [Pt1000] (Herstellerabgleich)
- 0x80nF:04  
Gain Vergleichsstelle [Pt1000] (Herstellerabgleich)

## **i** Hersteller- und Anwender-Kalibrierung

Die Aktivierung der Anwender-Kalibrierung (Index 0x80n0:0A) sollte nur anstatt der Herstellerkalibrierung (Index 0x80n0:0B) durchgeführt werden und ist in der Regel nur in Ausnahmefällen notwendig!

### Anwender-Kalibrierung , Index 0x80n0:0A

Die Freigabe der Anwender-Kalibrierung erfolgt über den Index 0x80n0:0A. Die Parametrierung erfolgt über die Indizes

- 0x80n0:17  
Offset Thermoelement (Index 0x80nF:01, Anwenderabgleich)
- 0x80n0:18  
Gain Thermoelement (Index 0x80nF:02, Anwenderabgleich)

### Anwender Skalierung, Index 0x80n0:01

Die Freigabe der Anwender-Skalierung erfolgt über den Index 0x80n0:01. Die Parametrierung erfolgt über die Indizes

- 0x80n0:11  
Offset Anwender Skalierung

Der Offset beschreibt eine vertikale Verschiebung der Kennlinie um einen linearen Betrag.  
Bei einer Auslösung von  $0,1^\circ$  entspricht 1 Digit<sub>(dez)</sub> einer Messwerterhöhung von  $0,1^\circ$   
Bei einer Auflösung von  $0,01^\circ$  entspricht 1 Digit<sub>(dez)</sub> einer Messwerterhöhung von  $0,01$

- 0x80n0:12  
Gain Anwender Skalierung

Der Default-Wert  $65536_{(dez)}$  entspricht Gain = 1.  
Bestimmung des neuen Gain-Wertes für 2-Punkt-Abgleich durch Anwender, nach erfolgtem Offset-Abgleich:

$$\text{Gain\_neu} = \text{Referenztemperatur} / \text{Messwert} \times 65536_{(dez)}$$

### Berechnung der Prozessdaten

Der bei Beckhoff historisch begründete Begriff „Kalibrierung“ wird hier verwendet, auch wenn er nichts mit Abweichungsaussagen eines Kalibrierungszertifikates zu tun hat. Es werden hier faktisch die hersteller- oder kundenseitigen Abgleichdaten/Justagedaten beschrieben die das Gerät im laufenden Betrieb verwendet um die zugesicherte Messgenauigkeit einzuhalten.

Die Klemme nimmt permanent Messwerte auf und legt die Rohwerte ihres A/D-Wandlers ins ADC raw value-Objekten 0x80nE:01, 0x80nE:02. Nach jeder Erfassung des Analogsignals erfolgt die Korrekturberechnung mit den Hersteller- und Anwender Abgleichdaten sowie der Anwenderskalierung wenn diese aktiviert sind (s. folgendes Bild).

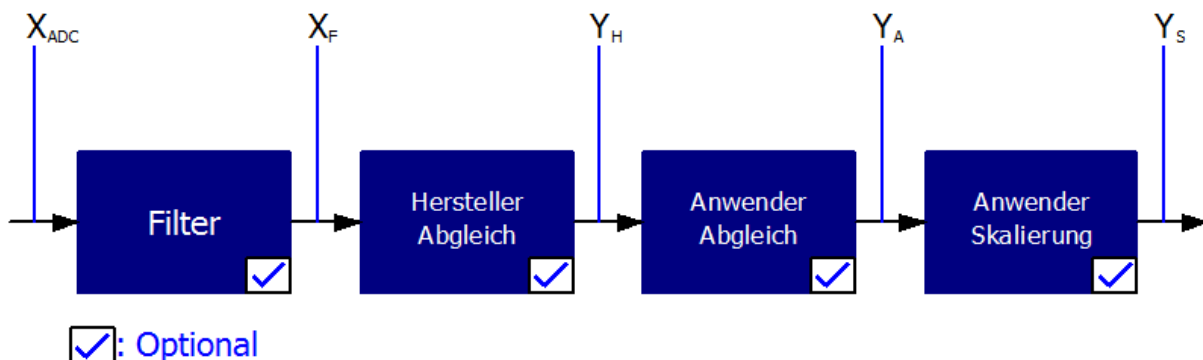


Abb. 171: Berechnung der Prozessdaten

Berechnung	Bezeichnung
$X_{ADC}$	Ausgabe des A/D Wandlers
$X_F$	Ausgabe Wert nach dem Filter
$Y_H = (X_{ADC} - B_H) \times A_H \times 2^{-14}$	Messwert nach Hersteller-Abgleich,
$Y_A = (Y_H - B_A) \times A_A \times 2^{-14}$	Messwert nach Hersteller- und Anwender -Abgleich
$Y_S = Y_A \times A_S \times 2^{-16} + B_S$	Messwert nach Anwender-Skalierung

Tab. 2: Legende

Name	Bezeichnung	Index
$X_{ADC}$	Ausgabe Wert des A/D Wandlers	0x80nE:01
$X_F$	Ausgabe Wert nach dem Filter	-
$B_H$	Offset der Hersteller-Abgleich (nicht veränderbar)	0x80nF:01
$A_H$	Gain der Hersteller-Abgleich (nicht veränderbar)	0x80nF:02
$B_A$	Offset der Anwender-Abgleich (aktivierbar über Index 0x80n0:0A)	0x80n0:17
$A_A$	Gain der Anwender-Abgleich (aktivierbar über Index 0x80n0:0A)	0x80n0:18
$B_S$	Offset der Anwender-Skalierung (aktivierbar über Index 0x80n0:01)	0x80n0:11
$A_S$	Gain der Anwender-Skalierung (aktivierbar über Index 0x80n0:01)	0x80n0:12
$Y_S$	Prozessdaten zur Steuerung	-

**● Messergebnis**

**i** Die Genauigkeit des Ergebnisses kann sich verringern, wenn durch eine oder mehrere Multiplikationen der Messwert kleiner als 32767 / 4 beträgt.

**5.7.7 Producer Codeword**

**● Producer Codeword**

**i** Der Hersteller behält sich die Grundkalibrierung der Klemmen vor. Das Producer codeword ist daher z. Zt. reserviert.

## 5.8 Betrieb mit externer Vergleichsstelle

Die EL331x unterstützen standardmäßig den Betrieb mit interner Kaltstelle. Das bedeutet, das Thermoelement wird vorne im Klemmgehäuse an den Klemmstellen befestigt, der Materialübergang und die Kaltstelle liegen somit vorne im Klemmgehäuse. Die Klemme misst mit einem eigenen innenliegenden Temperatursensor die Kaltstellentemperatur und errechnet den gewünschten Messstellentemperaturwert.

In besonderen Anwendungen wird der Betrieb mit externer, also aussenliegender Kaltstelle gefordert. Dabei wird mit die externe Kaltstelle mit normaler Cu-Anschlussleitung mit der EL331x verbunden, der Materialübergang findet dann in der externen Anschlussstelle statt. Dies unterstützen die EL331x-xxxx.

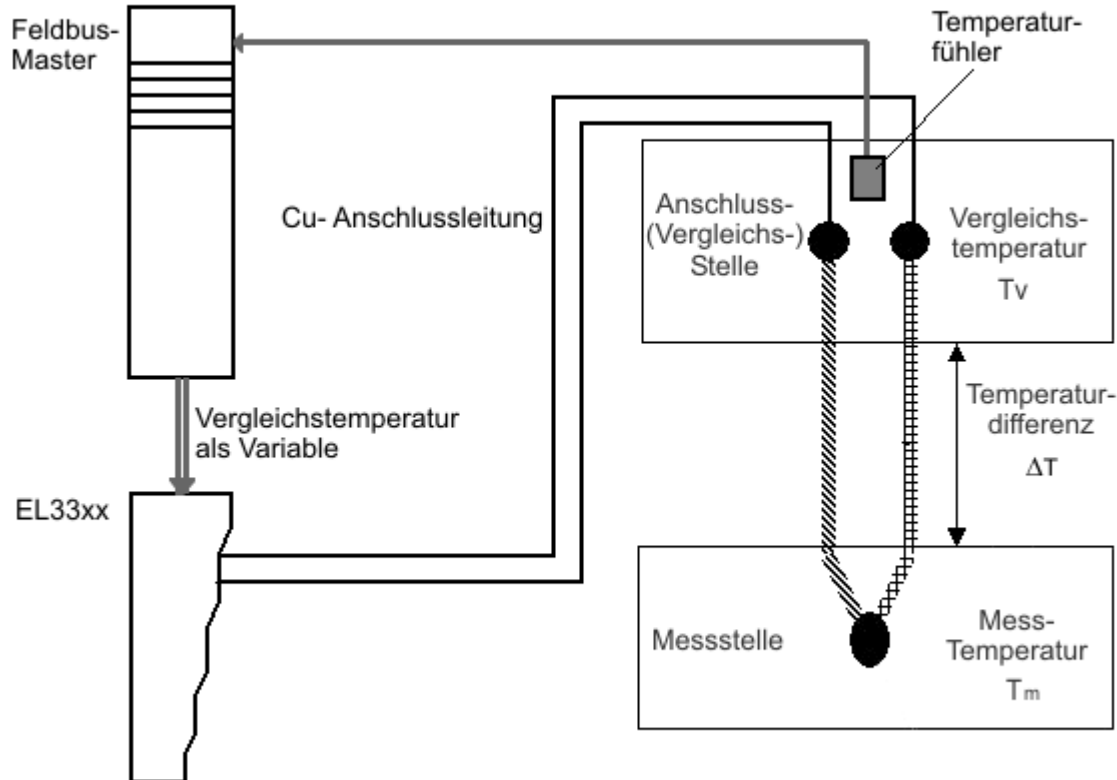


Abb. 172: Externe Vergleichsstelle

Für diesen Betrieb sind einzustellen

- alle CJCompensation PDO der Klemme sind zu aktivieren, auch wenn nur auf vereinzelt Kanälen die Funktion „externe Kaltstelle“ genutzt wird



General EtherCAT Settings DC Process Data Plc Startup CoE - Online Online

Sync Manager:

SM	Size	Type	Fla...
0	128	Mbx...	
1	128	MbxIn	
2	8	Outp...	
3	16	Inputs	

PDO List

Index	Size	Name	Flags	SM	SU
0x1A00	4.0	TC Inputs Channel 1	MF	3	0
0x1A01	4.0	TC Inputs Channel 2	MF	3	0
0x1A02	4.0	TC Inputs Channel 3	MF	3	0
0x1A03	4.0	TC Inputs Channel 4	MF	3	0
0x1600	2.0	TC Outputs Channel 1	F	2	0
0x1601	2.0	TC Outputs Channel 2	F	2	0
0x1602	2.0	TC Outputs Channel 3	F	2	0
0x1603	2.0	TC Outputs Channel 4	F	2	0

PDO Assignment (0x1C12):

- 0x1600
- 0x1601
- 0x1602
- 0x1603

PDO Content (0x1A00):

Index	Size	Offs	Name	Type	Defau
0x6000...	0.1	0.0	Status__Underrange	BIT	
0x6000...	0.1	0.1	Status__Overrange	BIT	
0x6000...	0.2	0.2	Status__Limit 1	BIT2	
0x6000...	0.2	0.4	Status__Limit 2	BIT2	
0x6000...	0.1	0.6	Status__Error	BIT	
---	0.7	0.7	---		
0x6000...	0.1	1.6	Status__ToPDO State	BIT	

Download

- PDO Assignment
- PDO Configuration

Predefined PDO Assignment: 'with ColdJunction Compensation'

Predefined PDO Assignment: (none)

Predefined PDO Assignment: 'Inputs only'

Predefined PDO Assignment: 'with ColdJunction Compensation'

Sync Unit Assignment...

Name	Online	Type	Size	>Ad...	In/O...	User...	Lin
Status		Status_B...	2.0	135.0	Input	0	
Value		INT	2.0	137.0	Input	0	
Status		Status_B...	2.0	139.0	Input	0	
Value		INT	2.0	141.0	Input	0	
Status		Status_B...	2.0	143.0	Input	0	
Value		INT	2.0	145.0	Input	0	
Status		Status_B...	2.0	147.0	Input	0	
Value		INT	2.0	149.0	Input	0	
WcState		BIT	0.1	1522.3	Input	0	
InputToggle		BIT	0.1	1524.3	Input	0	
State		UINT	2.0	1568.0	Input	0	
AdsAddr		AMSAD...	8.0	1570.0	Input	0	
CJCompensation		INT	2.0	135.0	Out...	0	
CJCompensation		INT	2.0	137.0	Out...	0	
CJCompensation		INT	2.0	139.0	Out...	0	
CJCompensation		INT	2.0	141.0	Out...	0	

Abb. 173: Aktivieren aller CJ-PDO über Predefined PDO

- Im CoE 0x80n0:0C des gewünschten Kanals ist durch den Wert "2" (external process data) die externe Kaltstellenverrechnung zu aktivieren

8000:0	TC Settings Ch.1	RW	> 25 <
8000:01	Enable user scale	RW	FALSE
8000:02	Presentation	RW	signed (0)
8000:05	Siemens bits	RW	FALSE
8000:06	Enable filter	RW	FALSE
8000:07	Enable limit 1	RW	FALSE
8000:08	Enable limit 2	RW	FALSE
8000:0A	Enable user calibration	RW	FALSE
8000:0B	Enable vendor calibration	RW	TRUE
8000:0C	Coldjunction compensation	RW	extern processdata (1/10°C) (2)
8000:11	User scale offset	RW	0

Abb. 174: Einstellen der Kaltstellenverrechnung im CoE

Die Kaltstellentemperatur  $T_v$  ist nun von einem separaten Temperaturfühler an der Vergleichsstelle aufzunehmen und der Klemme über den Feldbusmaster und den Feldbus als verlinkte Variable ("extern") zuzuführen (siehe Abb. *Externe Vergleichsstelle*).

Die separate Messung kann technisch erfolgen über wieder ein Thermoelement das an eine EL331x angeschlossen ist, oder ein RTD-Element an einer EL32xx, oder jede andere Temperaturmessung deren Wert der Steuerung bekannt ist.

Die EL331x liefert dann unter Berücksichtigung des mit *CJCompensation* gelieferten Temperaturwerts den Messwert *Value*:

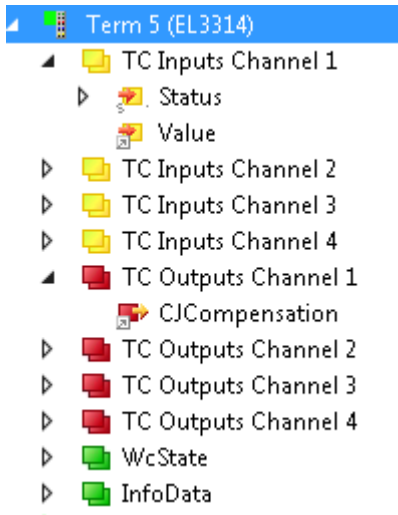


Abb. 175: Darstellung des Messwertes „Value“ im TwinCAT-Baum

Die Vergleichsdaten werden nach CoE 0x70n0:11 geschrieben.

**Alternative zur Vergleichsstellenmessung**

**i** Als Alternative zum oben dargestellten Verfahren kann die Vergleichsstelle auch z. B. durch Eiswasser (0° C) auf einer definierten Temperatur gehalten werden. In diesem Fall ist ohne eine Messung der Vergleichsstellentemperatur (Abb. *Externe Vergleichsstelle*) die Temperatur bekannt und kann der EL33xx über die Prozessdaten mitgeteilt werden.

**EL3314-0002, EL3314-0010**

**i** Die EL3314-0002 ab FW01 und die EL3314-0010 ab FW03 unterstützen ebenfalls die externe Vergleichsstellenmessung. Es ist anwenderseitig sicherzustellen dass die Verwendung der externen Kaltstellenmessung keine negative Auswirkung auf die Messgenauigkeit hat.

## 5.9 Beeinflussung durch störende Geräte

Beim Betrieb der analogen EtherCAT-Klemmen EL33xx können hochfrequente, überlagernde Signale von störenden Geräten (z. B. Proportionalventile, Schrittmotor- oder DC-Motor-Endstufen) von der Klemme erfasst werden. Um einen störungsfreien Betrieb zu gewährleisten, empfehlen wir den Einsatz getrennter Netzteile für die Klemmen und die Störungen verursachenden Geräte.

## 5.10 Drahtbruchererkennung

Die EL33xx-xxxx Klemmen verfügen über eine Drahtbruchererkennung des angeschlossenen Thermoelements. Zur Erkennung wird periodisch ein Prüfstrom von einigen  $\mu\text{A}$  durch das Thermoelement geschickt. Während der Prüfung findet keine Spannungsmessung statt.

In Einzelfällen kann dieser Prüfstrom störend wirken, deshalb ist die Drahtbruchererkennung ab folgenden Firmware-Ständen im CoE (Objekt 0x80n0:0E, „Disable wire break detection“) abschaltbar:

	EL3311	EL3312	EL3314	EL3314-0002	EL3314-0010 EL3314-0020	EL3314-0090	EL3318
Firmware	Abschaltung nicht möglich		04	01	04	02	03
ESI/ Revision			0024	0016	0021	0017	0021

## 5.11 Objektbeschreibung und Parameterisierung

### ● EtherCAT XML Device Description

**i** 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)

**i** Die Parametrierung des EtherCAT Gerätes wird über den CoE-Online Reiter [► 292] (mit Doppelklick auf das entsprechende Objekt) bzw. über den Prozessdatenreiter [► 289] (Zuordnung der PDOs) vorgenommen. Beachten Sie bei Verwendung/Manipulation der CoE-Parameter die allgemeinen CoE-Hinweise [► 217]:

- 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 [► 332] Index 0x1011
  - Konfigurationsdaten [► 333] Index 0x80n0 (näher beschrieben in Einstellungen der Konfigurationsdaten im CoE)
- Profilspezifische Objekte:
  - Konfigurationsdaten (herstellerspezifisch) [► 335] Index 0x80nF
  - Eingangsdaten Index 0x60n0
  - Ausgangsdaten Index 0x70n0
  - 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.

### 5.11.1 Restore Objekt

#### Index 1011 Restore default parameters

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
1011:0	<u>Restore default parameters</u> [► 423]	Herstellen der Defaulteinstellungen	UINT8	RO	0x01 (1 <sub>dez</sub> )
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> )

## 5.11.2 EL3311 - Objektbeschreibung und Parametrierung

### 5.11.2.1 EL3311 - Konfigurationsdaten

Index 8000 TC Settings

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
8000:0	TC Settings	Maximaler Subindex	UINT8	RO	0x19 (25 <sub>dez</sub> )
8000:01	Enable user scale	Die Anwender Skalierung ist aktiv.	BOOLEAN	RW	0x00 (0 <sub>dez</sub> )
8000:02	Presentation	0: Signed presentation, 0,1°C/digit (default) 1: Absolute value with MSB as sign (Betragsvorzeichendarstellung), 0,1°C/digit 2: High resolution, 0,01°C/digit	BIT3	RW	0x00 (0 <sub>dez</sub> )
8000:05	Siemens bits	Die S5 Bits werden in den drei niederwertigen Bits als Statusanzeige eingeblendet	BOOLEAN	RW	0x00 (0 <sub>dez</sub> )
8000:06	Enable filter	Diese Einstellung aktiviert im Allgemeinen die Basis-Filter im Objekt 0x80n0:15. In der EL33xx sind diese technisch im ADC realisiert und deshalb nicht abschaltbar, auch wenn in diesem Objekt als "deaktiviert" eingestellt wird.	BOOLEAN	RW	0x00 (0 <sub>dez</sub> )
8000:07	Enable limit 1	Limit 1 aktiviert	BOOLEAN	RW	0x00 (0 <sub>dez</sub> )
8000:08	Enable limit 2	Limit 2 aktiviert	BOOLEAN	RW	0x00 (0 <sub>dez</sub> )
8000:0A	Enable user calibration	Freigabe des Anwender Abgleichs	BOOLEAN	RW	0x00 (0 <sub>dez</sub> )
8000:0B	Enable vendor calibration	Freigabe des Hersteller Abgleichs	BOOLEAN	RW	0x01 (1 <sub>dez</sub> )
8000:0C	Coldjunction compensation	0: intern (default) 1: no Die Vergleichsstellenkompensation ist nicht aktiv 2: Extern process data [1/10 °C] Die Kaltstellenkompensation erfolgt über die Prozessdaten	BIT2	RW	0x00 (0 <sub>dez</sub> )
8000:11	User scale offset	Offset der Anwenderskalierung Einstellbare Werte: -32768...32767	INT16	RW	0x0000 (0 <sub>dez</sub> )
8000:12	User scale gain	Gain der Anwenderskalierung Der Gain besitzt eine Festkommadarstellung mit dem Faktor 2 <sup>-16</sup> . Der Wert 65536 (0x00010000) entspricht einem Gain-Wert von 1 Einstellbare Werte: -2147483648...2147483647	INT32	RW	0x00010000 (65536 <sub>dez</sub> )
8000:13	Limit 1	Erster Grenzwert zum Setzen der Statusbits (Auflösung 0,1 °C) Einstellbare Werte: -32768...32767	INT16	RW	0x0000 (0 <sub>dez</sub> )
8000:14	Limit 2	Zweiter Grenzwert zum Setzen der Statusbits (Auflösung 0,1 °C) Einstellbare Werte: -32768...32767	INT16	RW	0x0000 (0 <sub>dez</sub> )
8000:15	Filter settings	Dieses Objekt bestimmt die digitalen Basis-Filtereinstellungen. 0: 50 Hz 1: 60 Hz 2: 100 Hz 3: 500 Hz 4: 1 kHz 5: 2 kHz 6: 3,75 kHz 7: 7,5 kHz 8: 15 kHz 9: 30 kHz 10: 5 Hz 11:10 Hz	UINT16	RW	0x0000 (0 <sub>dez</sub> )
8000:17	User calibration offset	Anwender Offset Abgleich	INT16	RW	0x0000 (0 <sub>dez</sub> )
8000:18	User calibration gain	Anwender Gain Abgleich	UINT16	RW	0xFFFF (65535 <sub>dez</sub> )

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
8000:19	TC Element	Thermoelement (Implementierter Temperaturbereich) bzw. Messgröße  0: Typ: K -200°C bis 1370°C 1: Typ: J -100°C bis 1200°C 2: Typ: L 0°C bis 900°C 3: Typ: E -100°C bis 1000°C 4: Typ: T -200°C bis 400°C 5: Typ: N -100°C bis 1300°C 6: Typ: U 0°C bis 600°C 7: Typ: B 600°C bis 1800°C 8: Typ: R 0°C bis 1767°C 9: Typ: S 0°C bis 1760°C 10: Typ: C 0°C bis 2320°C  100: ± 30 mV (1 µV Auflösung) 101: ± 60 mV (2 µV Auflösung) 102: ± 75 mV (4 µV Auflösung)	UINT16	RW	0x0000 (0 <sub>dez</sub> )

### 5.11.2.2 Profilspezifische Objekte (0x6000-0xFFFF)

Die profilspezifischen Objekte haben für alle EtherCAT Slaves, die das Profil 5001 unterstützen, die gleiche Bedeutung.

### 5.11.2.3 EL3311 - Konfigurationsdaten (herstellerspezifisch)

#### Index 800F TC Vendor data

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
800F:0	TC Vendor data	Maximaler Subindex	UINT8	RO	0x04 (4 <sub>dez</sub> )
800F:01	Calibration offset TC	Offset Thermoelement (Herstellerabgleich)	INT166	RW	0x002D (45 <sub>dez</sub> )
800F:02	Calibration gain TC	Gain Thermoelement (Herstellerabgleich)	UINT16	RW	0x5B9A (23450 <sub>dez</sub> )
800F:03	Calibration offset CJ	Offset Vergleichsstelle [PT1000] (Herstellerabgleich)	INT16	RW	0x01B8 (440 <sub>dez</sub> )
800F:04	Calibration gain CJ	Gain Vergleichsstelle [PT1000] (Herstellerabgleich)	UINT16	RW	0x39B2 (14770 <sub>dez</sub> )

### 5.11.2.4 EL3311 - Eingangsdaten

#### Index 6000 TC Inputs

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
6000:0	TC Inputs	Maximaler Subindex	UINT8	RO	0x11 (17 <sub>dez</sub> )
6000:01	Underrange	Messbereich unterschritten.	BOOLEAN	RO	0x00 (0 <sub>dez</sub> )
6000:02	Overrange	Messbereich überschritten. ("Leitungsbruch" zusammen mit "Error" [Index 0x6000:07])	BOOLEAN	RO	0x00 (0 <sub>dez</sub> )
6000:03	Limit 1	Grenzwertüberwachung  0: nicht aktiviert 1: Grenzbereich überschritten 2: Grenzbereich unterschritten	BIT2	RO	0x00 (0 <sub>dez</sub> )
6000:05	Limit 2	Grenzwertüberwachung  0: nicht aktiviert 1: Grenzbereich überschritten 2: Grenzbereich unterschritten	BIT2	RO	0x00 (0 <sub>dez</sub> )
6000:07	Error	Das Fehlerbit wird gesetzt, wenn das Datum ungültig ist (Leitungsbruch, Overrange, Underrange).	BOOLEAN	RO	0x00 (0 <sub>dez</sub> )
6000:0F	TxPDO State	Gültigkeit der Daten der zugehörigen TxPDO (0=valid, 1=invalid).	BOOLEAN	RO	0x00 (0 <sub>dez</sub> )
6000:10	TxPDO Toggle	Der TxPDO Toggle wird vom Slave getoggelt, wenn die Daten der zugehörigen TxPDO aktualisiert wurden.	BOOLEAN	RO	0x00 (0 <sub>dez</sub> )
6000:11	Value	Analoges Eingangsdatum (Auflösung: siehe Konfigurationsdaten Index 0x8000:02)	INT16	RO	0x0000 (0 <sub>dez</sub> )

### 5.11.2.5 EL3311 - Ausgangsdaten

#### Index 7000 TC Outputs

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
7000:0	TC Outputs	Maximaler Subindex	UINT8	RO	0x11 (17 <sub>dez</sub> )
7000:11	CJCompensation	Temperatur der Vergleichsstelle (Auflösung in 1/10 °C) (Index 0x8000:0C  ▸ 333  , Vergleich erfolgt über die Prozessdaten)	INT16	RO	0x0000 (0 <sub>dez</sub> )

### 5.11.2.6 EL3311 - Informations- und Diagnostikdaten

#### Index 800E TC Internal data

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
800E:0	TC Internal data	Maximaler Subindex	UINT8	RO	0x05 (5 <sub>dez</sub> )
800E:01	ADC raw value TC	ADC Rohwert Thermoelement	UINT32	RO	0x00000000 (0 <sub>dez</sub> )
800E:02	ADC raw value PT1000	ADC Rohwert PT1000	UINT32	RO	0x00000000 (0 <sub>dez</sub> )
800E:03	CJ temperature	Vergleichsstellen-Temperatur (Auflösung [1/10]°C)	INT16	RO	0x0000 (0 <sub>dez</sub> )
800E:04	CJ voltage	Vergleichsstellen-Spannung (Auflösung 1 µV)	INT16	RO	0x0000 (0 <sub>dez</sub> )
800E:05	CJ resistor	Vergleichsstellen-Widerstand (PT1000 Temperatursensor) (Auflösung 1/10 Ohm)	UINT16	RO	0x0000 (0 <sub>dez</sub> )

#### Index F000 Modular device profile

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
F000:0	Modular device profile	Allgemeine Informationen des Modular Device Profiles	UINT8	RO	0x02 (2 <sub>dez</sub> )
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	0x0001 (1 <sub>dez</sub> )



**Index F008 Code word**

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

**5.11.2.7 EL3311 - Standardobjekte (0x1000-0x1FFF)**

Die Standardobjekte haben für alle EtherCAT-Slaves die gleiche Bedeutung.

**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	[ ]

**Index 1008 Device name**

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

**Index 1009 Hardware version**

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

**Index 100A Software version**

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

**Index 1018 Identity**

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
1018:0	Identity	Informationen, um den Slave zu identifizieren	UINT8	RO	0x04 (4 <sub>dez</sub> )
1018:01	Vendor ID	Hersteller-ID des EtherCAT-Slaves	UINT32	RO	0x00000002 (2 <sub>dez</sub> )
1018:02	Product code	Produkt-Code des EtherCAT-Slaves	UINT32	RO	[ ]
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 (0 <sub>dez</sub> )

**Index 10F0 Backup parameter handling**

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
10F0:0	Backup parameter handling	Informationen zum standardisierten Laden und Speichern der Backup Entries	UINT8	RO	0x01 (1 <sub>dez</sub> )
10F0:01	Checksum	Checksumme über alle Backup-Entries des EtherCAT-Slaves	UINT32	RO	0x00000000 (0 <sub>dez</sub> )

**Index 1600 RxPDO-Map**

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
1600:0	RxPDO-Map	PDO Mapping RxPDO	UINT8	RW	0x01 (1 <sub>dez</sub> )
1600:01	SubIndex 001	1. PDO Mapping entry (object 0x7000 (TC Outputs), entry 0x11 (CJCompensation))	UINT32	RW	0x7000:11, 16

**Index 1A00 TxPDO-Map**

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
1A00:0	TxPDO-MapCh.1	PDO Mapping TxPDO 1	UINT8	RW	0x09 (9 <sub>dez</sub> )
1A00:01	SubIndex 001	1. PDO Mapping entry (object 0x6000 (TC Inputs Ch.1), entry 0x01 (Underrange))	UINT32	RW	0x6000:01, 1
1A00:02	SubIndex 002	2. PDO Mapping entry (object 0x6000 (TC Inputs Ch.1), entry 0x02 (Overrange))	UINT32	RW	0x6000:02, 1
1A00:03	SubIndex 003	3. PDO Mapping entry (object 0x6000 (TC Inputs Ch.1), entry 0x03 (Limit 1))	UINT32	RW	0x6000:03, 2
1A00:04	SubIndex 004	4. PDO Mapping entry (object 0x6000 (TC Inputs Ch.1), entry 0x05 (Limit 2))	UINT32	RW	0x6000:05, 2
1A00:05	SubIndex 005	5. PDO Mapping entry (object 0x6000 (TC Inputs Ch.1), entry 0x07 (Error))	UINT32	RW	0x6000:07, 1
1A00:06	SubIndex 006	6. PDO Mapping entry (7 bits align)	UINT32	RW	0x0000:00, 7
1A00:07	SubIndex 007	7. PDO Mapping entry (object 0x6000 (TC Inputs Ch.1), entry 0x0F (TxPDO State))	UINT32	RW	0x6000:0F, 1
1A00:08	SubIndex 008	8. PDO Mapping entry (object 0x6000 (TxPDO-ParCh.1), entry 0x10 (TxPDO-Toggle))	UINT32	RW	0x6000:10, 1
1A00:09	SubIndex 009	9. PDO Mapping entry (object 0x6000 (TC Inputs Ch.1), entry 0x11 (Value))	UINT32	RW	0x6000:11, 16

**Index 1C00 Sync manager type**

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
1C00:0	Sync manager type	Benutzung der Sync Manager	UINT8	RO	0x04 (4 <sub>dez</sub> )
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	0x01 (1 <sub>dez</sub> )
1C12:01	Subindex 001	1. zugeordnete RxPDO (enthält den Index des zugehörigen RxPDO Mapping Objekts)	UINT16	RW	0x1601

**Index 1C13 TxPDO assign**

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
1C13:0	TxPDO assign	PDO Assign Inputs	UINT8	RW	0x01 (1 <sub>dez</sub> )
1C13:01	Subindex 001	1. zugeordnete TxPDO (enthält den Index des zugehörigen TxPDO Mapping Objekts)	UINT16	RW	0x1A01

**Index 1C32 SM output parameter**

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
1C32:0	SM output parameter	Synchronisierungsparameter der Outputs	UINT8	RO	0x20 (32 <sub>dez</sub> )
1C32:01	Sync mode	Aktuelle Synchronisierungsbetriebsart: <ul style="list-style-type: none"> <li>• 0: Free Run</li> <li>• 1: Synchron with SM 2 Event</li> <li>• 2: DC-Mode - Synchron with SYNC0 Event</li> <li>• 3: DC-Mode - Synchron with SYNC1 Event</li> </ul>	UINT16	RW	0x0000 (0 <sub>dez</sub> )
1C32:02	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	0x00000000 (0 <sub>dez</sub> )
1C32:03	Shift time	Zeit zwischen SYNC0 Event und Ausgabe der Outputs (in ns, nur DC-Mode)	UINT32	RW	0x00000000 (0 <sub>dez</sub> )
1C32:04	Sync modes supported	Unterstützte Synchronisierungsbetriebsarten: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bit 0 = 1: Free Run wird unterstützt</li> <li>• Bit 1 = 1: Synchron with SM 2 Event wird unterstützt</li> <li>• Bit 3:2 = 10: DC-Mode wird unterstützt</li> <li>• Bit 5:4 = 01: Output Shift mit SYNC1 Event (nur DC-Mode)</li> <li>• Bit 14 = 1: dynamische Zeiten (Messen durch Beschreiben von 0x1C32:08)</li> </ul>	UINT16	RO	0x8007 (32775 <sub>dez</sub> )
1C32:05	Minimum cycle time	Minimale Zykluszeit (in ns)	UINT32	RO	0x00000000 (0 <sub>dez</sub> )
1C32:06	Calc and copy time	Minimale Zeit zwischen SYNC0 und SYNC1 Event (in ns, nur DC-Mode)	UINT32	RO	0x00000000 (0 <sub>dez</sub> )
1C32:08	Command	<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> <p>Die Entries 0x1C32:03, 0x1C32:05, 0x1C32:06, 0x1C32:09, 0x1C33:03, 0x1C33:06 [▶ 340], 0x1C33:09 werden mit den maximal gemessenen Werten aktualisiert. Wenn erneut gemessen wird, werden die Messwerte zurückgesetzt</p>	UINT16	RW	0x0000 (0 <sub>dez</sub> )
1C32:09	Delay time	Zeit zwischen SYNC1 Event und Ausgabe der Outputs (in ns, nur DC-Mode)	UINT32	RO	0x00000000 (0 <sub>dez</sub> )
1C32:0B	SM event missed counter	Anzahl der ausgefallenen SM-Events im OPERATIONAL (nur im DC Mode)	UINT16	RO	0x0000 (0 <sub>dez</sub> )
1C32:0C	Cycle exceeded counter	Anzahl der Zykluszeitverletzungen im OPERATIONAL (Zyklus wurde nicht rechtzeitig fertig bzw. der nächste Zyklus kam zu früh)	UINT16	RO	0x0000 (0 <sub>dez</sub> )
1C32:0D	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> )
1C32:20	Sync error	Im letzten Zyklus war die Synchronisierung nicht korrekt (Ausgänge wurden zu spät ausgegeben, nur im DC Mode)	BOOLEAN	RO	0x00 (0 <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	0x20 (32 <sub>dez</sub> )
1C33:01	Sync mode	Aktuelle Synchronisierungsbetriebsart: <ul style="list-style-type: none"> <li>• 0: Free Run</li> <li>• 1: Synchron with SM 3 Event (keine Outputs vorhanden)</li> <li>• 2: DC - Synchron with SYNC0 Event</li> <li>• 3: DC - Synchron with SYNC1 Event</li> <li>• 34: Synchron with SM 2 Event (Outputs vorhanden)</li> </ul>	UINT16	RW	0x0000 (0 <sub>dez</sub> )
1C33:02	Cycle time	wie <a href="#">0x1C32:02</a> [ <a href="#">▶ 340</a> ]	UINT32	RW	0x00000000 (0 <sub>dez</sub> )
1C33:03	Shift time	Zeit zwischen SYNC0-Event und Einlesen der Inputs (in ns, nur DC-Mode)	UINT32	RW	0x00000000 (0 <sub>dez</sub> )
1C33:04	Sync modes supported	Unterstützte Synchronisierungsbetriebsarten: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bit 0: Free Run wird unterstützt</li> <li>• Bit 1: Synchron with SM 2 Event wird unterstützt (Outputs vorhanden)</li> <li>• Bit 1: Synchron with SM 3 Event wird unterstützt (keine Outputs vorhanden)</li> <li>• Bit 3:2 = 10: DC-Mode wird unterstützt</li> <li>• Bit 5:4 = 10: Input Shift durch lokales Ereignis (Outputs vorhanden)</li> <li>• Bit 5:4 = 101: Input Shift mit SYNC1 Event (keine Outputs vorhanden)</li> <li>• Bit 14 = 1: dynamische Zeiten (Messen durch Beschreiben von <a href="#">0x1C32:08</a> [<a href="#">▶ 340</a>] oder <a href="#">0x1C33:08</a>)</li> </ul>	UINT16	RO	0x8007 (32775 <sub>dez</sub> )
1C33:05	Minimum cycle time	wie <a href="#">0x1C32:05</a> [ <a href="#">▶ 340</a> ]	UINT32	RO	0x00000000 (0 <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	wie <a href="#">0x1C32:08</a> [ <a href="#">▶ 340</a> ]	UINT16	RW	0x0000 (0 <sub>dez</sub> )
1C33:09	Delay time	Zeit <a href="#">0x1</a> 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	wie <a href="#">0x1C32:11</a> [ <a href="#">▶ 340</a> ]	UINT16	RO	0x0000 (0 <sub>dez</sub> )
1C33:0C	Cycle exceeded counter	wie <a href="#">0x1C32:12</a> [ <a href="#">▶ 340</a> ]	UINT16	RO	0x0000 (0 <sub>dez</sub> )
1C33:0D	Shift too short counter	wie <a href="#">0x1C32:13</a> [ <a href="#">▶ 340</a> ]	UINT16	RO	0x0000 (0 <sub>dez</sub> )
1C33:20	Sync error	wie <a href="#">0x1C32:32</a> [ <a href="#">▶ 340</a> ]	BOOLEAN	RO	0x00 (0 <sub>dez</sub> )

## **5.11.3 EL3312 - Objektbeschreibung und Parametrierung**

### **5.11.3.1 EL3312 - Konfigurationsdaten**

**Index 80n0 TC Settings (für Ch. 1 - 2 ( $0 \leq n \leq 1$ ))**

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
80n0:0	TC Settings	Maximaler Subindex	UINT8	RO	0x19 (25 <sub>dez</sub> )
80n0:01	Enable user scale	Die Anwender Skalierung ist aktiv.	BOOLEAN	RW	0x00 (0 <sub>dez</sub> )
80n0:02	Presentation	0: Signed presentation, 0,1°C/digit (default) 1: Absolute value with MSB as sign (Betragsvorzeichendarstellung), 0,1°C/digit 2: High resolution, 0,01°C/digit	BIT3	RW	0x00 (0 <sub>dez</sub> )
80n0:05	Siemens bits	Die S5 Bits werden in den drei niederwertigen Bits als Statusanzeige eingeblendet	BOOLEAN	RW	0x00 (0 <sub>dez</sub> )
80n0:06	Enable filter	Diese Einstellung aktiviert im Allgemeinen die Basis-Filter im Objekt 0x80n0:15. In der EL33xx sind diese technisch im ADC realisiert und deshalb nicht abschaltbar, auch wenn in diesem Objekt als "deaktiviert" eingestellt wird.	BOOLEAN	RW	0x00 (0 <sub>dez</sub> )
80n0:07	Enable limit 1	Limit 1 aktiviert	BOOLEAN	RW	0x00 (0 <sub>dez</sub> )
80n0:08	Enable limit 2	Limit 2 aktiviert	BOOLEAN	RW	0x00 (0 <sub>dez</sub> )
80n0:0A	Enable user calibration	Freigabe des Anwender Abgleichs	BOOLEAN	RW	0x00 (0 <sub>dez</sub> )
80n0:0B	Enable vendor calibration	Freigabe des Hersteller Abgleichs	BOOLEAN	RW	0x01 (1 <sub>dez</sub> )
80n0:0C	Coldjunction compensation	0: intern (default) 1: no Die Vergleichsstellenkompensation ist nicht aktiv 2: Extern process data [1/10 °C] Die Kaltstellenkompensation erfolgt über die Prozessdaten	BIT2	RW	0x00 (0 <sub>dez</sub> )
80n0:11	User scale offset	Offset der Anwenderskalierung Einstellbare Werte: -32768...32767	INT16	RW	0x0000 (0 <sub>dez</sub> )
80n0:12	User scale gain	Gain der Anwenderskalierung Der Gain besitzt eine Festkommadarstellung mit dem Faktor 2 <sup>-16</sup> . Der Wert 65536 (0x00010000) entspricht einem Gain-Wert von 1 Einstellbare Werte: -2147483648...2147483647	INT32	RW	0x00010000 (65536 <sub>dez</sub> )
80n0:13	Limit 1	Erster Grenzwert zum Setzen der Statusbits (Auflösung 0,1 °C) Einstellbare Werte: -32768...32767	INT16	RW	0x0000 (0 <sub>dez</sub> )
80n0:14	Limit 2	Zweiter Grenzwert zum Setzen der Statusbits (Auflösung 0,1 °C) Einstellbare Werte: -32768...32767	INT16	RW	0x0000 (0 <sub>dez</sub> )
80n0:15	Filter settings	Dieses Objekt bestimmt die digitalen Basis-Filtereinstellungen. 0: 50 Hz 1: 60 Hz 2: 100 Hz 3: 500 Hz 4: 1 kHz 5: 2 kHz 6: 3,75 kHz 7: 7,5 kHz 8: 15 kHz 9: 30 kHz 10: 5 Hz 11:10 Hz	UINT16	RW	0x0000 (0 <sub>dez</sub> )
80n0:17	User calibration offset	Anwender Offset Abgleich	INT16	RW	0x0000 (0 <sub>dez</sub> )
80n0:18	User calibration gain	Anwender Gain Abgleich	UINT16	RW	0xFFFF (65535 <sub>dez</sub> )

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
80n0:19	TC Element	Thermoelement (Implementierter Temperaturbereich) bzw. Messgröße  0: Typ: K -200°C bis 1370°C 1: Typ: J -100°C bis 1200°C 2: Typ: L 0°C bis 900°C 3: Typ: E -100°C bis 1000°C 4: Typ: T -200°C bis 400°C 5: Typ: N -100°C bis 1300°C 6: Typ: U 0°C bis 600°C 7: Typ: B 600°C bis 1800°C 8: Typ: R 0°C bis 1767°C 9: Typ: S 0°C bis 1760°C 10: Typ: C 0°C bis 2320°C  100: ± 30 mV (1 µV Auflösung) 101: ± 60 mV (2 µV Auflösung) 102: ± 75 mV (4 µV Auflösung)	UINT16	RW	0x0000 (0 <sub>dez</sub> )

### 5.11.3.2 Profilspezifische Objekte (0x6000-0xFFFF)

Die profilspezifischen Objekte haben für alle EtherCAT Slaves, die das Profil 5001 unterstützen, die gleiche Bedeutung.

### 5.11.3.3 EL3312 - Konfigurationsdaten (herstellerspezifisch)

#### Index 80nF TC Vendor data (für Ch. 1 - 2 (0 ≤ n ≤ 1))

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
80nF:0	TC Vendor data	Maximaler Subindex	UINT8	RO	0x04 (4 <sub>dez</sub> )
80nF:01	Calibration offset TC	Offset Thermoelement (Herstellerabgleich)	INT166	RW	0x002D (45 <sub>dez</sub> )
80nF:02	Calibration gain TC	Gain Thermoelement (Herstellerabgleich)	UINT16	RW	0x5B9A (23450 <sub>dez</sub> )
80nF:03	Calibration offset CJ	Offset Vergleichsstelle [PT1000] (Herstellerabgleich)	INT16	RW	0x01B8 (440 <sub>dez</sub> )
80nF:04	Calibration gain CJ	Gain Vergleichsstelle [PT1000] (Herstellerabgleich)	UINT16	RW	0x39B2 (14770 <sub>dez</sub> )

### 5.11.3.4 EL3312 - Eingangsdaten

#### Index 60n0 TC Inputs (für Ch. 1 - 2 ( $0 \leq n \leq 1$ ))

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
60n0:0	TC Inputs	Maximaler Subindex	UINT8	RO	0x11 (17 <sub>dez</sub> )
60n0:01	Underrange	Messbereich unterschritten.	BOOLEAN	RO	0x00 (0 <sub>dez</sub> )
60n0:02	Overrange	Messbereich überschritten. ("Leitungsbruch" zusammen mit "Error" [Index 0x60n0:07])	BOOLEAN	RO	0x00 (0 <sub>dez</sub> )
60n0:03	Limit 1	Grenzwertüberwachung  0: nicht aktiviert 1: Grenzbereich überschritten 2: Grenzbereich unterschritten	BIT2	RO	0x00 (0 <sub>dez</sub> )
60n0:05	Limit 2	Grenzwertüberwachung  0: nicht aktiviert 1: Grenzbereich überschritten 2: Grenzbereich unterschritten	BIT2	RO	0x00 (0 <sub>dez</sub> )
60n0:07	Error	Das Fehlerbit wird gesetzt, wenn das Datum ungültig ist (Leitungsbruch, Overrange, Underrange).	BOOLEAN	RO	0x00 (0 <sub>dez</sub> )
60n0:0F	TxPDO State	Gültigkeit der Daten der zugehörigen TxPDO (0=valid, 1=invalid).	BOOLEAN	RO	0x00 (0 <sub>dez</sub> )
60n0:10	TxPDO Toggle	Der TxPDO Toggle wird vom Slave getoggelt, wenn die Daten der zugehörigen TxPDO aktualisiert wurden.	BOOLEAN	RO	0x00 (0 <sub>dez</sub> )
60n0:11	Value	Analoges Eingangsdatum (Auflösung: siehe Konfigurationsdaten Index 0x80n0:02)	INT16	RO	0x0000 (0 <sub>dez</sub> )

### 5.11.3.5 EL3312 - Ausgangsdaten

#### Index 70n0 TC Outputs (für Ch. 1 - 2 ( $0 \leq n \leq 1$ ))

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
70n0:0	TC Outputs	Maximaler Subindex	UINT8	RO	0x11 (17 <sub>dez</sub> )
70n0:11	CJCompensation	Temperatur der Vergleichsstelle (Auflösung in 1/10 °C) (Index 0x80n0:0C   341], Vergleich erfolgt über die Prozessdaten)	INT16	RO	0x0000 (0 <sub>dez</sub> )

### 5.11.3.6 EL3312 - Informations- und Diagnostikdaten

#### Index 80nE TC Internal data (für Ch. 1 - 2 ( $0 \leq n \leq 1$ ))

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
80nE:0	TC Internal data	Maximaler Subindex	UINT8	RO	0x05 (5 <sub>dez</sub> )
80nE:01	ADC raw value TC	ADC Rohwert Thermoelement	UINT32	RO	0x00000000 (0 <sub>dez</sub> )
80nE:02	ADC raw value PT1000	ADC Rohwert PT1000	UINT32	RO	0x00000000 (0 <sub>dez</sub> )
80nE:03	CJ temperature	Vergleichsstellen-Temperatur (Auflösung [1/10]°C)	INT16	RO	0x0000 (0 <sub>dez</sub> )
80nE:04	CJ voltage	Vergleichsstellen-Spannung (Auflösung 1 µV)	INT16	RO	0x0000 (0 <sub>dez</sub> )
80nE:05	CJ resistor	Vergleichsstellen-Widerstand (PT1000 Temperatursensor) (Auflösung 1/10 Ohm)	UINT16	RO	0x0000 (0 <sub>dez</sub> )

#### Index F000 Modular device profile

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
F000:0	Modular device profile	Allgemeine Informationen des Modular Device Profils	UINT8	RO	0x02 (2 <sub>dez</sub> )
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	0x0002 (2 <sub>dez</sub> )



**Index F008 Code word**

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

**5.11.3.7 EL3312 - Standardobjekte (0x1000-0x1FFF)**

Die Standardobjekte haben für alle EtherCAT-Slaves die gleiche Bedeutung.

**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	[ ]

**Index 1008 Device name**

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

**Index 1009 Hardware version**

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

**Index 100A Software version**

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

**Index 1018 Identity**

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
1018:0	Identity	Informationen, um den Slave zu identifizieren	UINT8	RO	0x04 (4 <sub>dez</sub> )
1018:01	Vendor ID	Hersteller-ID des EtherCAT-Slaves	UINT32	RO	0x00000002 (2 <sub>dez</sub> )
1018:02	Product code	Produkt-Code des EtherCAT-Slaves	UINT32	RO	[ ]
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 (0 <sub>dez</sub> )

**Index 10F0 Backup parameter handling**

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
10F0:0	Backup parameter handling	Informationen zum standardisierten Laden und Speichern der Backup Entries	UINT8	RO	0x01 (1 <sub>dez</sub> )
10F0:01	Checksum	Checksumme über alle Backup-Entries des EtherCAT-Slaves	UINT32	RO	0x00000000 (0 <sub>dez</sub> )

**Index 160n RxPDO-Map (für Ch. 1 - 2 (0 ≤ n ≤ 1))**

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
160n:0	RxPDO-Map Ch. n+1	PDO Mapping RxPDO	UINT8	RW	0x01 (1 <sub>dez</sub> )
160n:01	SubIndex 001	n. PDO Mapping entry (object 0x70n0 (TC Outputs Ch. n+1), entry 0x11 (CJCompensation))	UINT32	RW	0x70n0:11, 16

**Index 1A0n TxPDO-Map (für Ch. 1 - 2 ( $0 \leq n \leq 1$ ))**

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
1A0n:0	TxPDO-Map Ch.n+1	PDO Mapping TxPDO	UINT8	RW	0x09 (9 <sub>dez</sub> )
1A0n:01	SubIndex 001	1. PDO Mapping entry (object 0x60n0 (TC Inputs Ch.n+1), entry 0x01 (Underrange))	UINT32	RW	0x60n0:01, 1
1A0n:02	SubIndex 002	2. PDO Mapping entry (object 0x60n0 (TC Inputs Ch.n+1), entry 0x02 (Overrange))	UINT32	RW	0x60n0:02, 1
1A0n:03	SubIndex 003	3. PDO Mapping entry (object 0x60n0 (TC Inputs Ch.n+1), entry 0x03 (Limit 1))	UINT32	RW	0x60n0:03, 2
1A0n:04	SubIndex 004	4. PDO Mapping entry (object 0x60n0 (TC Inputs Ch.n+1), entry 0x05 (Limit 2))	UINT32	RW	0x60n0:05, 2
1A0n:05	SubIndex 005	5. PDO Mapping entry (object 0x60n0 (TC Inputs Ch.n+1), entry 0x07 (Error))	UINT32	RW	0x60n0:07, 1
1A0n:06	SubIndex 006	6. PDO Mapping entry (7 bits align)	UINT32	RW	0x0000:00, 7
1A0n:07	SubIndex 007	7. PDO Mapping entry (object 0x60n0 (TC Inputs Ch.n+1), entry 0x0F (TxPDO State))	UINT32	RW	0x60n0:0F, 1
1A0n:08	SubIndex 008	8. PDO Mapping entry (object 0x60n0 (TxPDO-ParCh.n+1), entry 0x10 (TxPDO-Toggle))	UINT32	RW	0x60n0:10, 1
1A0n:09	SubIndex 009	9. PDO Mapping entry (object 0x60n0 (TC Inputs Ch.n+1), entry 0x11 (Value))	UINT32	RW	0x60n0:11, 16

**Index 1C00 Sync manager type**

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
1C00:0	Sync manager type	Benutzung der Sync Manager	UINT8	RO	0x04 (4 <sub>dez</sub> )
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 (für Ch. 1 - 2 ( $1 \leq n \leq 2$ ))**

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
1C12:0	RxPDO assign	PDO Assign Outputs	UINT8	RW	0x0n (n <sub>dez</sub> )
1C12:0n	Subindex 00n	n. zugeordnete RxPDO (enthält den Index des zugehörigen RxPDO Mapping Objekts)	UINT16	RW	0x160n

**Index 1C13 TxPDO assign (für Ch. 1 - 2 ( $1 \leq n \leq 2$ ))**

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
1C13:0	TxPDO assign	PDO Assign Inputs	UINT8	RW	0x0n (n <sub>dez</sub> )
1C13:0n	Subindex 00n	n. zugeordnete TxPDO (enthält den Index des zugehörigen TxPDO Mapping Objekts)	UINT16	RW	0x1A0n

**Index 1C32 SM output parameter**

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
1C32:0	SM output parameter	Synchronisierungsparameter der Outputs	UINT8	RO	0x20 (32 <sub>dez</sub> )
1C32:01	Sync mode	Aktuelle Synchronisierungsbetriebsart: <ul style="list-style-type: none"> <li>• 0: Free Run</li> <li>• 1: Synchron with SM 2 Event</li> <li>• 2: DC-Mode - Synchron with SYNC0 Event</li> <li>• 3: DC-Mode - Synchron with SYNC1 Event</li> </ul>	UINT16	RW	0x0000 (0 <sub>dez</sub> )
1C32:02	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	0x00000000 (0 <sub>dez</sub> )
1C32:03	Shift time	Zeit zwischen SYNC0 Event und Ausgabe der Outputs (in ns, nur DC-Mode)	UINT32	RW	0x00000000 (0 <sub>dez</sub> )
1C32:04	Sync modes supported	Unterstützte Synchronisierungsbetriebsarten: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bit 0 = 1: Free Run wird unterstützt</li> <li>• Bit 1 = 1: Synchron with SM 2 Event wird unterstützt</li> <li>• Bit 3:2 = 10: DC-Mode wird unterstützt</li> <li>• Bit 5:4 = 01: Output Shift mit SYNC1 Event (nur DC-Mode)</li> <li>• Bit 14 = 1: dynamische Zeiten (Messen durch Beschreiben von 0x1C32:08)</li> </ul>	UINT16	RO	0x8007 (32775 <sub>dez</sub> )
1C32:05	Minimum cycle time	Minimale Zykluszeit (in ns)	UINT32	RO	0x00000000 (0 <sub>dez</sub> )
1C32:06	Calc and copy time	Minimale Zeit zwischen SYNC0 und SYNC1 Event (in ns, nur DC-Mode)	UINT32	RO	0x00000000 (0 <sub>dez</sub> )
1C32:08	Command	<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> <p>Die Entries 0x1C32:03, 0x1C32:05, 0x1C32:06, 0x1C32:09, 0x1C33:03, 0x1C33:06 [▶ 348], 0x1C33:09 werden mit den maximal gemessenen Werten aktualisiert. Wenn erneut gemessen wird, werden die Messwerte zurückgesetzt</p>	UINT16	RW	0x0000 (0 <sub>dez</sub> )
1C32:09	Delay time	Zeit zwischen SYNC1 Event und Ausgabe der Outputs (in ns, nur DC-Mode)	UINT32	RO	0x00000000 (0 <sub>dez</sub> )
1C32:0B	SM event missed counter	Anzahl der ausgefallenen SM-Events im OPERATIONAL (nur im DC Mode)	UINT16	RO	0x0000 (0 <sub>dez</sub> )
1C32:0C	Cycle exceeded counter	Anzahl der Zykluszeitverletzungen im OPERATIONAL (Zyklus wurde nicht rechtzeitig fertig bzw. der nächste Zyklus kam zu früh)	UINT16	RO	0x0000 (0 <sub>dez</sub> )
1C32:0D	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> )
1C32:20	Sync error	Im letzten Zyklus war die Synchronisierung nicht korrekt (Ausgänge wurden zu spät ausgegeben, nur im DC Mode)	BOOLEAN	RO	0x00 (0 <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	0x07 (7 <sub>dez</sub> )
1C33:01	Sync mode	Aktuelle Synchronisierungsbetriebsart: <ul style="list-style-type: none"> <li>• 0: Free Run</li> <li>• 1: Synchron with SM 3 Event (keine Outputs vorhanden)</li> <li>• 2: DC - Synchron with SYNC0 Event</li> <li>• 3: DC - Synchron with SYNC1 Event</li> <li>• 34: Synchron with SM 2 Event (Outputs vorhanden)</li> </ul>	UINT16	RW	0x0000 (0 <sub>dez</sub> )
1C33:02	Cycle time	wie <a href="#">0x1C32:02</a> [ <a href="#">▶ 348</a> ]	UINT32	RW	0x00000000 (0 <sub>dez</sub> )
1C33:03	Shift time	Zeit zwischen SYNC0-Event und Einlesen der Inputs (in ns, nur DC-Mode)	UINT32	RW	0x00000000 (0 <sub>dez</sub> )
1C33:04	Sync modes supported	Unterstützte Synchronisierungsbetriebsarten: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bit 0: Free Run wird unterstützt</li> <li>• Bit 1: Synchron with SM 2 Event wird unterstützt (Outputs vorhanden)</li> <li>• Bit 1: Synchron with SM 3 Event wird unterstützt (keine Outputs vorhanden)</li> <li>• Bit 3:2 = 10: DC-Mode wird unterstützt</li> <li>• Bit 5:4 = 10: Input Shift durch lokales Ereignis (Outputs vorhanden)</li> <li>• Bit 5:4 = 101: Input Shift mit SYNC1 Event (keine Outputs vorhanden)</li> <li>• Bit 14 = 1: dynamische Zeiten (Messen durch Beschreiben von <a href="#">0x1C32:08</a> [<a href="#">▶ 348</a>] oder <a href="#">0x1C33:08</a>)</li> </ul>	UINT16	RO	0x8007 (32775 <sub>dez</sub> )
1C33:05	Minimum cycle time	wie <a href="#">0x1C32:05</a> [ <a href="#">▶ 348</a> ]	UINT32	RO	0x00000000 (0 <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	wie <a href="#">0x1C32:08</a> [ <a href="#">▶ 348</a> ]	UINT16	RW	0x0000 (0 <sub>dez</sub> )
1C33:09	Delay time	Zeit <a href="#">0x1</a> 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	wie <a href="#">0x1C32:11</a> [ <a href="#">▶ 348</a> ]	UINT16	RO	0x0000 (0 <sub>dez</sub> )
1C33:0C	Cycle exceeded counter	wie <a href="#">0x1C32:12</a> [ <a href="#">▶ 348</a> ]	UINT16	RO	0x0000 (0 <sub>dez</sub> )
1C33:0D	Shift too short counter	wie <a href="#">0x1C32:13</a> [ <a href="#">▶ 348</a> ]	UINT16	RO	0x0000 (0 <sub>dez</sub> )
1C33:20	Sync error	wie <a href="#">0x1C32:32</a> [ <a href="#">▶ 348</a> ]	BOOLEAN	RO	0x00 (0 <sub>dez</sub> )

## **5.11.4 EL3314 - Objektbeschreibung und Parametrierung**

### **5.11.4.1 EL3314 - Konfigurationsdaten**

**Index 80n0 TC Settings (für Ch. 1 - 4 ( $0 \leq n \leq 3$ ))**

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
80n0:0	TC Settings	Maximaler Subindex	UINT8	RO	0x19 (25 <sub>dez</sub> )
80n0:01	Enable user scale	Die Anwender Skalierung ist aktiv.	BOOLEAN	RW	0x00 (0 <sub>dez</sub> )
80n0:02	Presentation	0: Signed presentation, 0,1°C/digit (default) 1: Absolute value with MSB as sign (Betragsvorzeichendarstellung), 0,1°C/digit 2: High resolution, 0,01°C/digit	BIT3	RW	0x00 (0 <sub>dez</sub> )
80n0:05	Siemens bits	Die S5 Bits werden in den drei niederwertigen Bits als Statusanzeige eingeblendet	BOOLEAN	RW	0x00 (0 <sub>dez</sub> )
80n0:06	Enable filter	Diese Einstellung aktiviert im Allgemeinen die Basis-Filter im Objekt 0x80n0:15. In der EL33xx sind diese technisch im ADC realisiert und deshalb nicht abschaltbar, auch wenn in diesem Objekt als "deaktiviert" eingestellt wird.	BOOLEAN	RW	0x00 (0 <sub>dez</sub> )
80n0:07	Enable limit 1	Limit 1 aktiviert	BOOLEAN	RW	0x00 (0 <sub>dez</sub> )
80n0:08	Enable limit 2	Limit 2 aktiviert	BOOLEAN	RW	0x00 (0 <sub>dez</sub> )
80n0:0A	Enable user calibration	Freigabe des Anwender Abgleichs	BOOLEAN	RW	0x00 (0 <sub>dez</sub> )
80n0:0B	Enable vendor calibration	Freigabe des Hersteller Abgleichs	BOOLEAN	RW	0x01 (1 <sub>dez</sub> )
80n0:0C	Coldjunction compensation	0: intern (default) 1: no Die Vergleichsstellenkompensation ist nicht aktiv 2: Extern process data [1/10 °C] Die Kaltstellenkompensation erfolgt über die Prozessdaten	BIT2	RW	0x00 (0 <sub>dez</sub> )
80n0:0E	Disable wire break detection	0: Drahtbruchererkennung ist aktiv 1: Drahtbruchererkennung ist nicht aktiv	BOOLEAN	RW	0x00 (0 <sub>dez</sub> )
80n0:11	User scale offset	Offset der Anwenderskalierung Einstellbare Werte: -32768...32767	INT16	RW	0x0000 (0 <sub>dez</sub> )
80n0:12	User scale gain	Gain der Anwenderskalierung Der Gain besitzt eine Festkommadarstellung mit dem Faktor 2 <sup>-16</sup> . Der Wert 65536 (0x00010000) entspricht einem Gain-Wert von 1 Einstellbare Werte: -2147483648...2147483647	INT32	RW	0x00010000 (65536 <sub>dez</sub> )
80n0:13	Limit 1	Erster Grenzwert zum Setzen der Statusbits (Auflösung 0,1 °C) Einstellbare Werte: -32768...32767	INT16	RW	0x0000 (0 <sub>dez</sub> )
80n0:14	Limit 2	Zweiter Grenzwert zum Setzen der Statusbits (Auflösung 0,1 °C) Einstellbare Werte: -32768...32767	INT16	RW	0x0000 (0 <sub>dez</sub> )
80n0:15	Filter settings	Dieses Objekt bestimmt die digitalen Basis-Filtereinstellungen. 0: 50 Hz 1: 60 Hz 2: 100 Hz 3: 500 Hz 4: 1 kHz 5: 2 kHz 6: 3,75 kHz 7: 7,5 kHz 8: 15 kHz 9: 30 kHz 10: 5 Hz 11: 10 Hz	UINT16	RW	0x0000 (0 <sub>dez</sub> )
80n0:17	User calibration offset	Anwender Offset Abgleich	INT16	RW	0x0000 (0 <sub>dez</sub> )
80n0:18	User calibration gain	Anwender Gain Abgleich	UINT16	RW	0xFFFF (65535 <sub>dez</sub> )

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
80n0:19	TC Element	Thermoelement (Implementierter Temperaturbereich) bzw. Messgröße  0: Typ: K -200°C bis 1370°C 1: Typ: J -100°C bis 1200°C 2: Typ: L 0°C bis 900°C 3: Typ: E -100°C bis 1000°C 4: Typ: T -200°C bis 400°C 5: Typ: N -100°C bis 1300°C 6: Typ: U 0°C bis 600°C 7: Typ: B 600°C bis 1800°C 8: Typ: R 0°C bis 1767°C 9: Typ: S 0°C bis 1760°C 10: Typ: C 0°C bis 2320°C  100: ± 30 mV (1 µV Auflösung) 101: ± 60 mV (2 µV Auflösung) 102: ± 75 mV (4 µV Auflösung)	UINT16	RW	0x0000 (0 <sub>dez</sub> )

### 5.11.4.2 Profilspezifische Objekte (0x6000-0xFFFF)

Die profilspezifischen Objekte haben für alle EtherCAT Slaves, die das Profil 5001 unterstützen, die gleiche Bedeutung.

### 5.11.4.3 EL3314 - Konfigurationsdaten (herstellerspezifisch)

#### Index 80nF TC Vendor data (für Ch. 1 - 4 (0 ≤ n ≤ 3))

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
80nF:0	TC Vendor data	Maximaler Subindex	UINT8	RO	0x04 (4 <sub>dez</sub> )
80nF:01	Calibration offset TC	Offset Thermoelement (Herstellerabgleich)	INT166	RW	0x002D (45 <sub>dez</sub> )
80nF:02	Calibration gain TC	Gain Thermoelement (Herstellerabgleich)	UINT16	RW	0x5B9A (23450 <sub>dez</sub> )
80nF:03	Calibration offset CJ	Offset Vergleichsstelle [PT1000] (Herstellerabgleich)	INT16	RW	0x01B8 (440 <sub>dez</sub> )
80nF:04	Calibration gain CJ	Gain Vergleichsstelle [PT1000] (Herstellerabgleich)	UINT16	RW	0x39B2 (14770 <sub>dez</sub> )

### 5.11.4.4 EL3314 - Eingangsdaten

#### Index 60n0 TC Inputs (für Ch. 1 - 4 ( $0 \leq n \leq 3$ ))

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
60n0:0	TC Inputs	Maximaler Subindex	UINT8	RO	0x11 (17 <sub>dez</sub> )
60n0:01	Underrange	Messbereich unterschritten.	BOOLEAN	RO	0x00 (0 <sub>dez</sub> )
60n0:02	Overrange	Messbereich überschritten. ("Leitungsbruch" zusammen mit "Error" [Index 0x60n0:07])	BOOLEAN	RO	0x00 (0 <sub>dez</sub> )
60n0:03	Limit 1	Grenzwertüberwachung  0: nicht aktiviert 1: Grenzbereich überschritten 2: Grenzbereich unterschritten	BIT2	RO	0x00 (0 <sub>dez</sub> )
60n0:05	Limit 2	Grenzwertüberwachung  0: nicht aktiviert 1: Grenzbereich überschritten 2: Grenzbereich unterschritten	BIT2	RO	0x00 (0 <sub>dez</sub> )
60n0:07	Error	Das Fehlerbit wird gesetzt, wenn das Datum ungültig ist (Leitungsbruch, Overrange, Underrange).	BOOLEAN	RO	0x00 (0 <sub>dez</sub> )
60n0:0F	TxPDO State	Gültigkeit der Daten der zugehörigen TxPDO (0=valid, 1=invalid).	BOOLEAN	RO	0x00 (0 <sub>dez</sub> )
60n0:10	TxPDO Toggle	Der TxPDO Toggle wird vom Slave getoggelt, wenn die Daten der zugehörigen TxPDO aktualisiert wurden.	BOOLEAN	RO	0x00 (0 <sub>dez</sub> )
60n0:11	Value	Analoges Eingangsdatum (Auflösung: siehe Konfigurationsdaten Index 0x80n0:02)	INT16	RO	0x0000 (0 <sub>dez</sub> )

### 5.11.4.5 EL3314 - Ausgangsdaten

#### Index 70n0 TC Outputs (für Ch. 1 - 4 ( $0 \leq n \leq 3$ ))

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
70n0:0	TC Outputs	Maximaler Subindex	UINT8	RO	0x11 (17 <sub>dez</sub> )
70n0:11	CJCompensation	Temperatur der Vergleichsstelle (Auflösung in 1/10 °C) (Index 0x80n0:0C   <a href="#">349</a> ], Vergleich erfolgt über die Prozessdaten)	INT16	RO	0x0000 (0 <sub>dez</sub> )

### 5.11.4.6 EL3314 - Informations- und Diagnostikdaten

#### Index 80nE TC Internal data (für Ch. 1 - 4 ( $0 \leq n \leq 3$ ))

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
80nE:0	TC Internal data	Maximaler Subindex	UINT8	RO	0x05 (5 <sub>dez</sub> )
80nE:01	ADC raw value TC	ADC Rohwert Thermoelement	UINT32	RO	0x00000000 (0 <sub>dez</sub> )
80nE:02	ADC raw value PT1000	ADC Rohwert PT1000	UINT32	RO	0x00000000 (0 <sub>dez</sub> )
80nE:03	CJ temperature	Vergleichsstellen-Temperatur (Auflösung [1/10]°C)	INT16	RO	0x0000 (0 <sub>dez</sub> )
80nE:04	CJ voltage	Vergleichsstellen-Spannung (Auflösung 1 µV)	INT16	RO	0x0000 (0 <sub>dez</sub> )
80nE:05	CJ resistor	Vergleichsstellen-Widerstand (PT1000 Temperatursensor) (Auflösung 1/10 Ohm)	UINT16	RO	0x0000 (0 <sub>dez</sub> )

#### Index F000 Modular device profile

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
F000:0	Modular device profile	Allgemeine Informationen des Modular Device Profils	UINT8	RO	0x02 (2 <sub>dez</sub> )
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	0x0004 (4 <sub>dez</sub> )



**Index F008 Code word**

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

**5.11.4.7 EL3314 - Standardobjekte (0x1000-0x1FFF)**

Die Standardobjekte haben für alle EtherCAT-Slaves die gleiche Bedeutung.

**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	[ ]

**Index 1008 Device name**

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

**Index 1009 Hardware version**

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

**Index 100A Software version**

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

**Index 1018 Identity**

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
1018:0	Identity	Informationen, um den Slave zu identifizieren	UINT8	RO	0x04 (4 <sub>dez</sub> )
1018:01	Vendor ID	Hersteller-ID des EtherCAT-Slaves	UINT32	RO	0x00000002 (2 <sub>dez</sub> )
1018:02	Product code	Produkt-Code des EtherCAT-Slaves	UINT32	RO	[ ]
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 (0 <sub>dez</sub> )

**Index 10F0 Backup parameter handling**

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
10F0:0	Backup parameter handling	Informationen zum standardisierten Laden und Speichern der Backup Entries	UINT8	RO	0x01 (1 <sub>dez</sub> )
10F0:01	Checksum	Checksumme über alle Backup-Entries des EtherCAT-Slaves	UINT32	RO	0x00000000 (0 <sub>dez</sub> )

**Index 160n RxPDO-Map (für Ch. 1 - 4 (0 ≤ n ≤ 3))**

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
160n:0	RxPDO-Map Ch. n+1	PDO Mapping RxPDO	UINT8	RW	0x01 (1 <sub>dez</sub> )
160n:01	SubIndex 001	n. PDO Mapping entry (object 0x70n0 (TC Outputs Ch. n+1), entry 0x11 (CJCompensation))	UINT32	RW	0x70n0:11, 16

**Index 1A0n TxPDO-Map (für Ch. 1 - 4 ( $0 \leq n \leq 3$ ))**

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
1A0n:0	TxPDO-Map Ch. n+1	PDO Mapping TxPDO	UINT8	RW	0x09 (9 <sub>dez</sub> )
1A0n:01	SubIndex 001	1. PDO Mapping entry (object 0x60n0 (TC Inputs Ch.n+1), entry 0x01 (Underrange))	UINT32	RW	0x60n0:01, 1
1A0n:02	SubIndex 002	2. PDO Mapping entry (object 0x60n0 (TC Inputs Ch.n+1), entry 0x02 (Overrange))	UINT32	RW	0x60n0:02, 1
1A0n:03	SubIndex 003	3. PDO Mapping entry (object 0x60n0 (TC Inputs Ch.n+1), entry 0x03 (Limit 1))	UINT32	RW	0x60n0:03, 2
1A0n:04	SubIndex 004	4. PDO Mapping entry (object 0x60n0 (TC Inputs Ch.n+1), entry 0x05 (Limit 2))	UINT32	RW	0x60n0:05, 2
1A0n:05	SubIndex 005	5. PDO Mapping entry (object 0x60n0 (TC Inputs Ch.n+1), entry 0x07 (Error))	UINT32	RW	0x60n0:07, 1
1A0n:06	SubIndex 006	6. PDO Mapping entry (7 bits align)	UINT32	RW	0x0000:00, 7
1A0n:07	SubIndex 007	7. PDO Mapping entry (object 0x60n0 (TC Inputs Ch.n+1), entry 0x0F (TxPDO State))	UINT32	RW	0x60n0:0F, 1
1A0n:08	SubIndex 008	8. PDO Mapping entry (object 0x60n0 (TxPDO-Par Ch.n+1), entry 0x10 (TxPDO-Toggle))	UINT32	RW	0x60n0:10, 1
1A0n:09	SubIndex 009	9. PDO Mapping entry (object 0x60n0 (TC Inputs Ch.n+1), entry 0x11 (Value))	UINT32	RW	0x60n0:11, 16

**Index 1C00 Sync manager type**

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
1C00:0	Sync manager type	Benutzung der Sync Manager	UINT8	RO	0x04 (4 <sub>dez</sub> )
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 (für Ch. 1 - 4 ( $1 \leq n \leq 4$ ))**

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
1C12:0	RxPDO assign	PDO Assign Outputs	UINT8	RW	0x0n (n <sub>dez</sub> )
1C12:0n	Subindex 00n	n. zugeordnete RxPDO (enthält den Index des zugehörigen RxPDO Mapping Objekts)	UINT16	RW	0x160n

**Index 1C13 TxPDO assign (für Ch. 1 - 4 ( $1 \leq n \leq 4$ ))**

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
1C13:0	TxPDO assign	PDO Assign Inputs	UINT8	RW	0x0n (n <sub>dez</sub> )
1C13:0n	Subindex 00n	n. zugeordnete TxPDO (enthält den Index des zugehörigen TxPDO Mapping Objekts)	UINT16	RW	0x1A0n

**Index 1C32 SM output parameter**

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
1C32:0	SM output parameter	Synchronisierungsparameter der Outputs	UINT8	RO	0x20 (32 <sub>dez</sub> )
1C32:01	Sync mode	Aktuelle Synchronisierungsbetriebsart: <ul style="list-style-type: none"> <li>• 0: Free Run</li> <li>• 1: Synchron with SM 2 Event</li> <li>• 2: DC-Mode - Synchron with SYNC0 Event</li> <li>• 3: DC-Mode - Synchron with SYNC1 Event</li> </ul>	UINT16	RW	0x0000 (0 <sub>dez</sub> )
1C32:02	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	0x00000000 (0 <sub>dez</sub> )
1C32:03	Shift time	Zeit zwischen SYNC0 Event und Ausgabe der Outputs (in ns, nur DC-Mode)	UINT32	RW	0x00000000 (0 <sub>dez</sub> )
1C32:04	Sync modes supported	Unterstützte Synchronisierungsbetriebsarten: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bit 0 = 1: Free Run wird unterstützt</li> <li>• Bit 1 = 1: Synchron with SM 2 Event wird unterstützt</li> <li>• Bit 3:2 = 10: DC-Mode wird unterstützt</li> <li>• Bit 5:4 = 01: Output Shift mit SYNC1 Event (nur DC-Mode)</li> <li>• Bit 14 = 1: dynamische Zeiten (Messen durch Beschreiben von 0x1C32:08)</li> </ul>	UINT16	RO	0x8007 (32775 <sub>dez</sub> )
1C32:05	Minimum cycle time	Minimale Zykluszeit (in ns)	UINT32	RO	0x00000000 (0 <sub>dez</sub> )
1C32:06	Calc and copy time	Minimale Zeit zwischen SYNC0 und SYNC1 Event (in ns, nur DC-Mode)	UINT32	RO	0x00000000 (0 <sub>dez</sub> )
1C32:08	Command	<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> <p>Die Entries 0x1C32:03, 0x1C32:05, 0x1C32:06, 0x1C32:09, 0x1C33:03, 0x1C33:06 [▶ 356], 0x1C33:09 werden mit den maximal gemessenen Werten aktualisiert. Wenn erneut gemessen wird, werden die Messwerte zurückgesetzt</p>	UINT16	RW	0x0000 (0 <sub>dez</sub> )
1C32:09	Delay time	Zeit zwischen SYNC1 Event und Ausgabe der Outputs (in ns, nur DC-Mode)	UINT32	RO	0x00000000 (0 <sub>dez</sub> )
1C32:0B	SM event missed counter	Anzahl der ausgefallenen SM-Events im OPERATIONAL (nur im DC Mode)	UINT16	RO	0x0000 (0 <sub>dez</sub> )
1C32:0C	Cycle exceeded counter	Anzahl der Zykluszeitverletzungen im OPERATIONAL (Zyklus wurde nicht rechtzeitig fertig bzw. der nächste Zyklus kam zu früh)	UINT16	RO	0x0000 (0 <sub>dez</sub> )
1C32:0D	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> )
1C32:20	Sync error	Im letzten Zyklus war die Synchronisierung nicht korrekt (Ausgänge wurden zu spät ausgegeben, nur im DC Mode)	BOOLEAN	RO	0x00 (0 <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	0x07 (7 <sub>dez</sub> )
1C33:01	Sync mode	Aktuelle Synchronisierungsbetriebsart: <ul style="list-style-type: none"> <li>• 0: Free Run</li> <li>• 1: Synchron with SM 3 Event (keine Outputs vorhanden)</li> <li>• 2: DC - Synchron with SYNC0 Event</li> <li>• 3: DC - Synchron with SYNC1 Event</li> <li>• 34: Synchron with SM 2 Event (Outputs vorhanden)</li> </ul>	UINT16	RW	0x0000 (0 <sub>dez</sub> )
1C33:02	Cycle time	wie <a href="#">0x1C32:02</a> [ <a href="#">▶ 356</a> ]	UINT32	RW	0x00000000 (0 <sub>dez</sub> )
1C33:03	Shift time	Zeit zwischen SYNC0-Event und Einlesen der Inputs (in ns, nur DC-Mode)	UINT32	RW	0x00000000 (0 <sub>dez</sub> )
1C33:04	Sync modes supported	Unterstützte Synchronisierungsbetriebsarten: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bit 0: Free Run wird unterstützt</li> <li>• Bit 1: Synchron with SM 2 Event wird unterstützt (Outputs vorhanden)</li> <li>• Bit 1: Synchron with SM 3 Event wird unterstützt (keine Outputs vorhanden)</li> <li>• Bit 3:2 = 10: DC-Mode wird unterstützt</li> <li>• Bit 5:4 = 10: Input Shift durch lokales Ereignis (Outputs vorhanden)</li> <li>• Bit 5:4 = 101: Input Shift mit SYNC1 Event (keine Outputs vorhanden)</li> <li>• Bit 14 = 1: dynamische Zeiten (Messen durch Beschreiben von <a href="#">0x1C32:08</a> [<a href="#">▶ 356</a>] oder <a href="#">0x1C33:08</a>)</li> </ul>	UINT16	RO	0x8007 (32775 <sub>dez</sub> )
1C33:05	Minimum cycle time	wie <a href="#">0x1C32:05</a> [ <a href="#">▶ 356</a> ]	UINT32	RO	0x00000000 (0 <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	wie <a href="#">0x1C32:08</a> [ <a href="#">▶ 356</a> ]	UINT16	RW	0x0000 (0 <sub>dez</sub> )
1C33:09	Delay time	Zeit <a href="#">0x1</a> 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	wie <a href="#">0x1C32:11</a> [ <a href="#">▶ 356</a> ]	UINT16	RO	0x0000 (0 <sub>dez</sub> )
1C33:0C	Cycle exceeded counter	wie <a href="#">0x1C32:12</a> [ <a href="#">▶ 356</a> ]	UINT16	RO	0x0000 (0 <sub>dez</sub> )
1C33:0D	Shift too short counter	wie <a href="#">0x1C32:13</a> [ <a href="#">▶ 356</a> ]	UINT16	RO	0x0000 (0 <sub>dez</sub> )
1C33:20	Sync error	wie <a href="#">0x1C32:32</a> [ <a href="#">▶ 356</a> ]	BOOLEAN	RO	0x00 (0 <sub>dez</sub> )

## **5.11.5 EL3314-0002 - Objektbeschreibung und Parametrierung**

### **5.11.5.1 EL3314-0002 - Konfigurationsdaten**

**Index 80n0 TC Settings (für Ch. 1 - 4 ( $0 \leq n \leq 3$ ))**

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
80n0:0	TC Settings	Maximaler Subindex	UINT8	RO	0x1A (26 <sub>dez</sub> )
80n0:01	Enable user scale	Die Anwender Skalierung ist aktiv.	BOOLEAN	RW	0x00 (0 <sub>dez</sub> )
80n0:02	Presentation	0: 0,1°C/digit 2: 0,01°C/digit (default) 3: 0,001°C/digit	BIT3	RW	0x02 (2 <sub>dez</sub> )
80n0:05	Siemens bits	Die S5 Bits werden in den drei niederwertigen Bits als Statusanzeige eingeblendet	BOOLEAN	RW	0x00 (0 <sub>dez</sub> )
80n0:06	Enable filter	Diese Einstellung aktiviert im Allgemeinen die Basis-Filter im Objekt 0x80n0:15. In der EL33xx sind diese technisch im ADC realisiert und deshalb nicht abschaltbar, auch wenn in diesem Objekt als "deaktiviert" eingestellt wird.	BOOLEAN	RW	0x01 (1 <sub>dez</sub> )
80n0:07	Enable limit 1	Limit 1 aktiviert	BOOLEAN	RW	0x00 (0 <sub>dez</sub> )
80n0:08	Enable limit 2	Limit 2 aktiviert	BOOLEAN	RW	0x00 (0 <sub>dez</sub> )
80n0:0A	Enable user calibration	Freigabe des Anwender Abgleichs	BOOLEAN	RW	0x00 (0 <sub>dez</sub> )
80n0:0B	Enable vendor calibration	Freigabe des Hersteller Abgleichs	BOOLEAN	RW	0x01 (1 <sub>dez</sub> )
80n0:0C	Coldjunction compensation	0: intern (default) 1: no Die Vergleichsstellenkompensation ist nicht aktiv 2: Extern process data Die Kaltstellenkompensation erfolgt über die Prozessdaten (Auflösung [1/10]°C)	BIT2	RW	0x00 (0 <sub>dez</sub> )
80n0:0E	Disable wire break detection	0: Drahtbruchererkennung ist aktiv 1: Drahtbruchererkennung ist nicht aktiv	BOOLEAN	RW	0x00 (0 <sub>dez</sub> )
80n0:11	User scale offset	Offset der Anwenderskalierung Einstellbare Werte: -32768...32767	INT16	RW	0x0000 (0 <sub>dez</sub> )
8000:12	User scale gain	Gain der Anwenderskalierung. Der Gain besitzt eine Festkommadarstellung mit dem Faktor $2^{-16}$ . Der Wert 1 entspricht 65536 (0x00010000) Einstellbare Werte: -2147483648...2147483647	INT32	RW	0x00010000 (65536 <sub>dez</sub> )
80n0:13	Limit 1	Erster Grenzwert zum Setzen der Statusbits (Auflösung 0,1 °C) Einstellbare Werte: -32768...32767	INT16	RW	0x0000 (0 <sub>dez</sub> )
80n0:14	Limit 2	Zweiter Grenzwert zum Setzen der Statusbits (Auflösung 0,1 °C) Einstellbare Werte: -32768...32767	INT16	RW	0x0000 (0 <sub>dez</sub> )
80n0:15	Filter settings	Dieses Objekt bestimmt die digitalen Basis-Filtereinstellungen. 0: 2,5 Hz 1: 5 Hz 2: 10 Hz 3: 16,6 Hz 4: 20 Hz 5: 50 Hz 6: 60 Hz 7: 100 Hz 8: 200 Hz 9: 400 Hz 10: 800 Hz 11: 1000 Hz 12: 2000 Hz 13: 4000 Hz 20: 50/60 Hz	UINT16	RW	0x0014 (20 <sub>dez</sub> )
80n0:17	User calibration offset	Anwender Offset Abgleich	INT16	RW	0x0000 (0 <sub>dez</sub> )
80n0:18	User calibration gain	Anwender Gain Abgleich	UINT16	RW	0xFFFF (65535 <sub>dez</sub> )

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
80n0:19	TC Element	Thermoelement (Implementierter Temperaturbereich) bzw. Messgröße  0: Typ: K -270°C bis 1372°C 1: Typ: J -210°C bis 1200°C 2: Typ: L -50°C bis 900°C 3: Typ: E -270°C bis 1000°C 4: Typ: T -270°C bis 400°C 5: Typ: N -270°C bis 1300°C 6: Typ: U -50°C bis 600°C 7: Typ: B 200°C bis 1820°C 8: Typ: R -50°C bis 1768°C 9: Typ: S -50°C bis 1768°C 10: Typ: C 0°C bis 2329°C  100: ± 78 mV 1 µV Auflösung) 103: ± 2,5 V 1 µV Auflösung)	UINT16	RW	0x0000 (0 <sub>dez</sub> )
80n0:1A	MC Filter	Die EL3314-0002, EL3314-0010 verfügt über einen zusätzlichen optionalen Software-Filter im Microcontroller (MC), der über diese Einstellung parametrisiert werden kann  0: Inaktiv 1: IIR 1 2: IIR 2 3: IIR 3 4: IIR 4 5: FIR 4 6: FIR 8 7: FIR 16 8: FIR 32	UINT16	RW	0x0000 (0 <sub>dez</sub> )

### 5.11.5.2 Profilspezifische Objekte (0x6000-0xFFFF)

Die profilspezifischen Objekte haben für alle EtherCAT Slaves, die das Profil 5001 unterstützen, die gleiche Bedeutung.

### 5.11.5.3 EL3314-0002 - Konfigurationsdaten (herstellerspezifisch)

#### Index 80nF TC Vendor data (für Ch. 1 - 4 (0 ≤ n ≤ 3))

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
80nF:0	TC Vendor data	Maximaler Subindex	UINT8	RO	0x05 (5 <sub>dez</sub> )
80nF:01	Calibration offset TC	Offset Thermoelement (Herstellerabgleich)	INT32	RW	0x00000000 (0 <sub>dez</sub> )
80nF:02	Calibration gain TC	Gain Thermoelement (Herstellerabgleich)	UINT32	RW	0x003BB400 (3912704 <sub>dez</sub> )
80nF:03	Calibration offset 2,5 V	Offset 2,5 V-Messung (Herstellerabgleich)	INT32	RW	0x00000000 (0 <sub>dez</sub> )
80nF:04	Calibration gain 2,5 V	Gain 2,5 V-Messung (Herstellerabgleich)	UINT32	RW	0x001312D0 (1250000 <sub>dez</sub> )
80nF:05	CJ Offset 1/256 °C	Offset Vergleichsstelle (Herstellerabgleich)	INT32	RW	0x00000000 (0 <sub>dez</sub> )

### 5.11.5.4 EL3314-0002 - Eingangsdaten

#### Index 60n0 TC Inputs (für Ch. 1 - 4 ( $0 \leq n \leq 3$ ))

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
60n0:0	TC Inputs	Maximaler Subindex	UINT8	RO	0x11 (17 <sub>dez</sub> )
60n0:01	Underrange	Messbereich unterschritten.	BOOLEAN	RO	0x00 (0 <sub>dez</sub> )
60n0:02	Overrange	Messbereich überschritten. ("Leitungsbruch" zusammen mit "Error" [Index 0x60n0:07])	BOOLEAN	RO	0x00 (0 <sub>dez</sub> )
60n0:03	Limit 1	Grenzwertüberwachung  0: nicht aktiviert 1: Grenzbereich überschritten 2: Grenzbereich unterschritten	BIT2	RO	0x00 (0 <sub>dez</sub> )
60n0:05	Limit 2	Grenzwertüberwachung  0: nicht aktiviert 1: Grenzbereich überschritten 2: Grenzbereich unterschritten	BIT2	RO	0x00 (0 <sub>dez</sub> )
60n0:07	Error	Das Fehlerbit wird gesetzt, wenn das Datum ungültig ist (Leitungsbruch, Overrange, Underrange).	BOOLEAN	RO	0x00 (0 <sub>dez</sub> )
60n0:0F	TxPDO State	Gültigkeit der Daten der zugehörigen TxPDO (0=valid, 1=invalid).	BOOLEAN	RO	0x00 (0 <sub>dez</sub> )
60n0:10	TxPDO Toggle	Der TxPDO Toggle wird vom Slave getoggelt, wenn die Daten der zugehörigen TxPDO aktualisiert wurden.	BOOLEAN	RO	0x00 (0 <sub>dez</sub> )
60n0:11	Value	Analoges Eingangsdatum (Auflösung: siehe Konfigurationsdaten Index 0x80n0:02)	INT16	RO	0x0000 (0 <sub>dez</sub> )

### 5.11.5.5 EL3314-0002 - Ausgangsdaten

#### Index 70n0 TC Outputs (für Ch. 1 - 4 ( $0 \leq n \leq 3$ ))

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
70n0:0	TC Outputs	Maximaler Subindex	UINT8	RO	0x11 (17 <sub>dez</sub> )
70n0:11	CJCompensation	Temperatur der Vergleichsstelle (Auflösung in 1/10 °C) (Index 0x80n0:0C  > 357  , Vergleich erfolgt über die Prozessdaten)	INT16	RO	0x0000 (0 <sub>dez</sub> )

### 5.11.5.6 EL3314-0002 - Informations- und Diagnostikdaten

#### Index 80nE TC Internal data (für Ch. 1 - 4 ( $0 \leq n \leq 3$ ))

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
80nE:0	TC Internal data	Maximaler Subindex	UINT8	RO	0x04 (4 <sub>dez</sub> )
80nE:01	ADC raw value TC	ADC Rohwert Thermoelement	UINT32	RO	0x00000000 (0 <sub>dez</sub> )
80nE:03	CJ temperature 1/100 °C	Vergleichsstellen-Temperatur (Auflösung [1/100]°C)	INT16	RO	0x0000 (0 <sub>dez</sub> )
80nE:04	CJ voltage 10nV	Vergleichsstellen-Spannung (Auflösung 10 nV)	INT16	RO	0x0000 (0 <sub>dez</sub> )

#### Index F000 Modular device profile

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
F000:0	Modular device profile	Allgemeine Informationen des Modular Device Profils	UINT8	RO	0x02 (2 <sub>dez</sub> )
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	0x0004 (4 <sub>dez</sub> )



**Index F008 Code word**

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

**5.11.5.7 EL3314-0002 - Standardobjekte (0x1000-0x1FFF)**

Die Standardobjekte haben für alle EtherCAT-Slaves die gleiche Bedeutung.

**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	[ ]

**Index 1008 Device name**

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

**Index 1009 Hardware version**

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

**Index 100A Software version**

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

**Index 1018 Identity**

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
1018:0	Identity	Informationen, um den Slave zu identifizieren	UINT8	RO	0x04 (4 <sub>dez</sub> )
1018:01	Vendor ID	Hersteller-ID des EtherCAT-Slaves	UINT32	RO	0x00000002 (2 <sub>dez</sub> )
1018:02	Product code	Produkt-Code des EtherCAT-Slaves	UINT32	RO	[ ]
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 (0 <sub>dez</sub> )

**Index 10F0 Backup parameter handling**

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
10F0:0	Backup parameter handling	Informationen zum standardisierten Laden und Speichern der Backup Entries	UINT8	RO	0x01 (1 <sub>dez</sub> )
10F0:01	Checksum	Checksumme über alle Backup-Entries des EtherCAT-Slaves	UINT32	RO	0x00000000 (0 <sub>dez</sub> )

**Index 160n RxPDO-Map (für Ch. 1 - 4 (0 ≤ n ≤ 3))**

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
160n:0	RxPDO-Map Ch. n+1	PDO Mapping RxPDO	UINT8	RW	0x01 (1 <sub>dez</sub> )
160n:01	SubIndex 001	n. PDO Mapping entry (object 0x70n0 (TC Outputs), entry 0x11 (CJCompensation))	UINT32	RW	0x70n0:11, 16

**Index 1A0n TxPDO-Map (für Ch. 1 - 4 ( $0 \leq n \leq 3$ ))**

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
1A0n:0	TxPDO-Map Ch.n+1	PDO Mapping TxPDO	UINT8	RW	0x09 (9 <sub>dez</sub> )
1A0n:01	SubIndex 001	1. PDO Mapping entry (object 0x60n0 (TC Inputs Ch.n+1), entry 0x01 (Underrange))	UINT32	RW	0x60n0:01, 1
1A0n:02	SubIndex 002	2. PDO Mapping entry (object 0x60n0 (TC Inputs Ch.n+1), entry 0x02 (Overrange))	UINT32	RW	0x60n0:02, 1
1A0n:03	SubIndex 003	3. PDO Mapping entry (4 bits align)	UINT32	RW	0x0000:00, 4
1A0n:04	SubIndex 004	4. PDO Mapping entry (object 0x60n0 (TC Inputs Ch.n+1), entry 0x07 (Error))	UINT32	RW	0x60n0:07, 1
1A0n:05	SubIndex 005	5. PDO Mapping entry (7 bits align)	UINT32	RW	0x0000:00, 7
1A0n:06	SubIndex 006	6. PDO Mapping entry (object 0x60n0 (TC Inputs Ch.n+1), entry 0x0F (TxPDO State))	UINT32	RW	0x60n0:0F, 1
1A0n:07	SubIndex 007	7. PDO Mapping entry (object 0x60n0 (TxPDO-Par Ch.n+1), entry 0x10 (TxPDO-Toggle))	UINT32	RW	0x60n0:10, 1
1A0n:08	SubIndex 008	8. PDO Mapping entry (object 0x60n0 (TC Inputs Ch.n+1), entry 0x11 (Value))	UINT32	RW	0x60n0:11, 16

**Index 1C00 Sync manager type**

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
1C00:0	Sync manager type	Benutzung der Sync Manager	UINT8	RO	0x04 (4 <sub>dez</sub> )
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 (für Ch. 1 - 4 ( $1 \leq n \leq 4$ ))**

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
1C12:0	RxPDO assign	PDO Assign Outputs	UINT8	RW	0x0n (n <sub>dez</sub> )
1C12:0n	Subindex 00n	n. zugeordnete RxPDO (enthält den Index des zugehörigen RxPDO Mapping Objekts)	UINT16	RW	0x160n

**Index 1C13 TxPDO assign (für Ch. 1 - 4 ( $1 \leq n \leq 4$ ))**

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
1C13:0	TxPDO assign	PDO Assign Inputs	UINT8	RW	0x0n (n <sub>dez</sub> )
1C13:0n	Subindex 00n	n. zugeordnete TxPDO (enthält den Index des zugehörigen TxPDO Mapping Objekts)	UINT16	RW	0x1A0n

**Index 1C32 SM output parameter**

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
1C32:0	SM output parameter	Synchronisierungsparameter der Outputs	UINT8	RO	0x20 (32 <sub>dez</sub> )
1C32:01	Sync mode	Aktuelle Synchronisierungsbetriebsart: <ul style="list-style-type: none"> <li>• 0: Free Run</li> <li>• 1: Synchron with SM 2 Event</li> <li>• 2: DC-Mode - Synchron with SYNC0 Event</li> <li>• 3: DC-Mode - Synchron with SYNC1 Event</li> </ul>	UINT16	RW	0x0000 (0 <sub>dez</sub> )
1C32:02	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	0x00000000 (0 <sub>dez</sub> )
1C32:03	Shift time	Zeit zwischen SYNC0 Event und Ausgabe der Outputs (in ns, nur DC-Mode)	UINT32	RW	0x00000000 (0 <sub>dez</sub> )
1C32:04	Sync modes supported	Unterstützte Synchronisierungsbetriebsarten: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bit 0 = 1: Free Run wird unterstützt</li> <li>• Bit 1 = 1: Synchron with SM 2 Event wird unterstützt</li> <li>• Bit 3:2 = 10: DC-Mode wird unterstützt</li> <li>• Bit 5:4 = 01: Output Shift mit SYNC1 Event (nur DC-Mode)</li> <li>• Bit 14 = 1: dynamische Zeiten (Messen durch Beschreiben von 0x1C32:08)</li> </ul>	UINT16	RO	0xC001 (49153 <sub>dez</sub> )
1C32:05	Minimum cycle time	Minimale Zykluszeit (in ns)	UINT32	RO	0x00000000 (0 <sub>dez</sub> )
1C32:06	Calc and copy time	Minimale Zeit zwischen SYNC0 und SYNC1 Event (in ns, nur DC-Mode)	UINT32	RO	0x00000000 (0 <sub>dez</sub> )
1C32:08	Command	<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> <p>Die Entries 0x1C32:03, 0x1C32:05, 0x1C32:06, 0x1C32:09, 0x1C33:03, 0x1C33:06 [▶ 364], 0x1C33:09 werden mit den maximal gemessenen Werten aktualisiert. Wenn erneut gemessen wird, werden die Messwerte zurückgesetzt</p>	UINT16	RW	0x0000 (0 <sub>dez</sub> )
1C32:09	Delay time	Zeit zwischen SYNC1 Event und Ausgabe der Outputs (in ns, nur DC-Mode)	UINT32	RO	0x00000000 (0 <sub>dez</sub> )
1C32:0B	SM event missed counter	Anzahl der ausgefallenen SM-Events im OPERATIONAL (nur im DC Mode)	UINT16	RO	0x0000 (0 <sub>dez</sub> )
1C32:0C	Cycle exceeded counter	Anzahl der Zykluszeitverletzungen im OPERATIONAL (Zyklus wurde nicht rechtzeitig fertig bzw. der nächste Zyklus kam zu früh)	UINT16	RO	0x0000 (0 <sub>dez</sub> )
1C32:0D	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> )
1C32:20	Sync error	Im letzten Zyklus war die Synchronisierung nicht korrekt (Ausgänge wurden zu spät ausgegeben, nur im DC Mode)	BOOLEAN	RO	0x00 (0 <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	0x20 (32 <sub>dez</sub> )
1C33:01	Sync mode	Aktuelle Synchronisierungsbetriebsart: <ul style="list-style-type: none"> <li>• 0: Free Run</li> <li>• 1: Synchron with SM 3 Event (keine Outputs vorhanden)</li> <li>• 2: DC - Synchron with SYNC0 Event</li> <li>• 3: DC - Synchron with SYNC1 Event</li> <li>• 34: Synchron with SM 2 Event (Outputs vorhanden)</li> </ul>	UINT16	RW	0x0000 (0 <sub>dez</sub> )
1C33:02	Cycle time	wie <a href="#">0x1C32:02</a> [ <a href="#">▶ 364</a> ]	UINT32	RW	0x00000000 (0 <sub>dez</sub> )
1C33:03	Shift time	Zeit zwischen SYNC0-Event und Einlesen der Inputs (in ns, nur DC-Mode)	UINT32	RW	0x00000000 (0 <sub>dez</sub> )
1C33:04	Sync modes supported	Unterstützte Synchronisierungsbetriebsarten: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bit 0: Free Run wird unterstützt</li> <li>• Bit 1: Synchron with SM 2 Event wird unterstützt (Outputs vorhanden)</li> <li>• Bit 1: Synchron with SM 3 Event wird unterstützt (keine Outputs vorhanden)</li> <li>• Bit 3:2 = 10: DC-Mode wird unterstützt</li> <li>• Bit 5:4 = 10: Input Shift durch lokales Ereignis (Outputs vorhanden)</li> <li>• Bit 5:4 = 101: Input Shift mit SYNC1 Event (keine Outputs vorhanden)</li> <li>• Bit 14 = 1: dynamische Zeiten (Messen durch Beschreiben von <a href="#">0x1C32:08</a> [<a href="#">▶ 364</a>] oder <a href="#">0x1C33:08</a>)</li> </ul>	UINT16	RO	0xC001 (49153 <sub>dez</sub> )
1C33:05	Minimum cycle time	wie <a href="#">0x1C32:05</a> [ <a href="#">▶ 364</a> ]	UINT32	RO	0x00000000 (0 <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	wie <a href="#">0x1C32:08</a> [ <a href="#">▶ 364</a> ]	UINT16	RW	0x0000 (0 <sub>dez</sub> )
1C33:09	Delay time	Zeit <a href="#">0x1</a> wischen SYNC1-Event und Einlesen der Eingänge (in ns, nur DC-Mode)	UINT32	RO	0x00000000 (0 <sub>dez</sub> )
1C33:0B	SM event missed counter	wie <a href="#">0x1C32:11</a> [ <a href="#">▶ 364</a> ]	UINT16	RO	0x0000 (0 <sub>dez</sub> )
1C33:0C	Cycle exceeded counter	wie <a href="#">0x1C32:12</a> [ <a href="#">▶ 364</a> ]	UINT16	RO	0x0000 (0 <sub>dez</sub> )
1C33:0D	Shift too short counter	wie <a href="#">0x1C32:13</a> [ <a href="#">▶ 364</a> ]	UINT16	RO	0x0000 (0 <sub>dez</sub> )
1C33:20	Sync error	wie <a href="#">0x1C32:32</a> [ <a href="#">▶ 364</a> ]	BOOLEAN	RO	0x00 (0 <sub>dez</sub> )

## **5.11.6 EL3314-0010, EL3314-0020, EL3314-0030 - Objektbeschreibung und Parametrierung**

### **5.11.6.1 EL3314-0010 - Konfigurationsdaten**

**Index 80n0 TC Settings (für Ch. 1 - 4 ( $0 \leq n \leq 3$ ))**

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
80n0:0	TC Settings	Maximaler Subindex	UINT8	RO	0x1A (26 <sub>dez</sub> )
80n0:01	Enable user scale	Die Anwender Skalierung ist aktiv.	BOOLEAN	RW	0x00 (0 <sub>dez</sub> )
80n0:02	Presentation	0: 0,1°C/digit 2: 0,01°C/digit (default) 3: 0,001°C/digit	BIT3	RW	0x02 (2 <sub>dez</sub> )
80n0:06	Enable filter	Diese Einstellung aktiviert im Allgemeinen die Basis-Filter im Objekt 0x80n0:15. In der EL33xx sind diese technisch im ADC realisiert und deshalb nicht abschaltbar, auch wenn in diesem Objekt als "deaktiviert" eingestellt wird.	BOOLEAN	RW	0x01 (1 <sub>dez</sub> )
80n0:0A	Enable user calibration	Freigabe des Anwender Abgleichs	BOOLEAN	RW	0x00 (0 <sub>dez</sub> )
80n0:0B	Enable vendor calibration	Freigabe des Hersteller Abgleichs	BOOLEAN	RW	0x01 (1 <sub>dez</sub> )
80n0:0C	Coldjunction compensation	0: intern (default) 1: no Die Vergleichsstellenkompensation ist nicht aktiv 2: Extern process data Die Kaltstellenkompensation erfolgt über die Prozessdaten (Auflösung [1/10]°C)	BIT2	RW	0x00 (0 <sub>dez</sub> )
80n0:0E	Disable wire break detection	0: Drahtbruchererkennung ist aktiv 1: Drahtbruchererkennung ist nicht aktiv	BOOLEAN	RW	0x00 (0 <sub>dez</sub> )
80n0:11	User scale offset	Offset der Anwenderskalierung Einstellbare Werte: -32768...32767	INT16	RW	0x0000 (0 <sub>dez</sub> )
8000:12	User scale gain	Gain der Anwenderskalierung. Der Gain besitzt eine Festkommadarstellung mit dem Faktor 2 <sup>-16</sup> . Der Wert 1 entspricht 65536 (0x00010000) Einstellbare Werte: -2147483648...2147483647	INT32	RW	0x00010000 (65536 <sub>dez</sub> )
80n0:15	Filter settings	Dieses Objekt bestimmt die digitalen Basis-Filtereinstellungen. 0: 50 Hz 1: 60 Hz 2: 100 Hz 3: 500 Hz 4: 1 kHz 5: 2 kHz 6: 3,75 kHz 7: 7,5 kHz 8: 15 kHz 9: 30 kHz 10: 5 Hz 11: 10 Hz	UINT16	RW	0x0000 (0 <sub>dez</sub> )
80n0:17	User calibration offset	Anwender Offset Abgleich	INT16	RW	0x0000 (0 <sub>dez</sub> )
80n0:18	User calibration gain	Anwender Gain Abgleich	UINT16	RW	0xFFFF (65535 <sub>dez</sub> )
80n0:19	TC Element	Thermoelement (Implementierter Temperaturbereich) bzw. Messgröße 0: Typ: K -270°C bis 1372°C 1: Typ: J -210°C bis 1200°C 2: Typ: L -50°C bis 900°C 3: Typ: E -270°C bis 1000°C 4: Typ: T -270°C bis 400°C 5: Typ: N -270°C bis 1300°C 6: Typ: U -50°C bis 600°C 7: Typ: B 200°C bis 1820°C 8: Typ: R -50°C bis 1768°C 9: Typ: S -50°C bis 1768°C 10: Typ: C 0°C bis 2329°C  104: ± 78 mV 10 nV Auflösung)	UINT16	RW	0x0000 (0 <sub>dez</sub> )

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
80n0:1A	MC Filter	Die EL3314-0002, EL3314-0010 verfügt über einen zusätzlichen optionalen Software-Filter im Microcontroller (MC), der über diese Einstellung parametrisiert werden kann 0: Inaktiv 1: IIR 1 2: IIR 2 3: IIR 3 4: IIR 4 5: FIR 4 6: FIR 8 7: FIR 16 8: FIR 32	UINT16	RW	0x0000 (0 <sub>dez</sub> )

### 5.11.6.2 Profilspezifische Objekte (0x6000-0xFFFF)

Die profilspezifischen Objekte haben für alle EtherCAT Slaves, die das Profil 5001 unterstützen, die gleiche Bedeutung.

### 5.11.6.3 EL3314-0010 - Konfigurationsdaten (herstellerspezifisch)

#### Index 80nF TC Vendor data (für Ch. 1 - 4 (0 ≤ n ≤ 3))

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
80nF:0	TC Vendor data	Maximaler Subindex	UINT8	RO	0x03 (3 <sub>dez</sub> )
80nF:01	Calibration offset TC	Offset Thermoelement (Herstellerabgleich)	INT32	RW	0x00000000 (0 <sub>dez</sub> )
80nF:02	Calibration gain TC	Gain Thermoelement (Herstellerabgleich)	UINT32	RW	0x00EE6B28 (15625000 <sub>dez</sub> )
80nF:03	CJ Offset 1/256 °C	Offset Vergleichsstelle (Herstellerabgleich)	INT32	RW	0x00000000 (0 <sub>dez</sub> )

### 5.11.6.4 EL3314-0010 - Eingangsdaten

#### Index 60n0 TC Inputs (für Ch. 1 - 4 (0 ≤ n ≤ 3))

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
60n0:0	TC Inputs	Maximaler Subindex	UINT8	RO	0x11 (17 <sub>dez</sub> )
60n0:01	Underrange	Messbereich unterschritten.	BOOLEAN	RO	0x00 (0 <sub>dez</sub> )
60n0:02	Ovrange	Messbereich überschritten. ("Leitungsbruch" zusammen mit "Error" [Index 0x60n0:07])	BOOLEAN	RO	0x00 (0 <sub>dez</sub> )
60n0:07	Error	Das Fehlerbit wird gesetzt, wenn das Datum ungültig ist (Leitungsbruch, Ovrange, Underrange).	BOOLEAN	RO	0x00 (0 <sub>dez</sub> )
60n0:0F	TxPDO State	Gültigkeit der Daten der zugehörigen TxPDO (0=valid, 1=invalid).	BOOLEAN	RO	0x00 (0 <sub>dez</sub> )
60n0:10	TxPDO Toggle	Der TxPDO Toggle wird vom Slave getoggelt, wenn die Daten der zugehörigen TxPDO aktualisiert wurden.	BOOLEAN	RO	0x00 (0 <sub>dez</sub> )
60n0:11	Value	Analoges Eingangsdatum (Auflösung: siehe Konfigurationsdaten Index 0x80n0:02)	INT16	RO	0x0000 (0 <sub>dez</sub> )

### 5.11.6.5 EL3314-0010 - Ausgangsdaten

#### Index 70n0 TC Outputs (für Ch. 1 - 4 ( $0 \leq n \leq 3$ ))

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
70n0:0	TC Outputs	Maximaler Subindex	UINT8	RO	0x11 (17 <sub>dez</sub> )
70n0:11	CJCompensation	Temperatur der Vergleichsstelle (Auflösung in 1/10 °C) (Index 0x80n0:0C <a href="#">▶ 365</a> ), Vergleich erfolgt über die Prozessdaten)	INT16	RO	0x0000 (0 <sub>dez</sub> )

### 5.11.6.6 EL3314-0010 - Informations- und Diagnostikdaten

#### Index 80nE TC Internal data (für Ch. 1 - 4 ( $0 \leq n \leq 3$ ))

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
80nE:0	TC Internal data	Maximaler Subindex	UINT8	RO	0x04 (4 <sub>dez</sub> )
80nE:01	ADC raw value TC	ADC Rohwert Thermoelement	UINT32	RO	0x00000000 (0 <sub>dez</sub> )
80nE:03	CJ temperature 1/100 °C	Vergleichsstellen-Temperatur (Auflösung [1/100]°C)	INT16	RO	0x0000 (0 <sub>dez</sub> )
80nE:04	CJ voltage 10nV	Vergleichsstellen-Spannung (Auflösung 10 nV)	INT16	RO	0x0000 (0 <sub>dez</sub> )

#### Index F000 Modular device profile

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
F000:0	Modular device profile	Allgemeine Informationen des Modular Device Profils	UINT8	RO	0x02 (2 <sub>dez</sub> )
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	0x0004 (4 <sub>dez</sub> )

#### Index F008 Code word

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

### 5.11.6.7 EL3314-0010 - Standardobjekte (0x1000-0x1FFF)

Die Standardobjekte haben für alle EtherCAT-Slaves die gleiche Bedeutung.

#### 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	[ ]

#### Index 1008 Device name

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

#### Index 1009 Hardware version

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



**Index 100A Software version**

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

**Index 1018 Identity**

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
1018:0	Identity	Informationen, um den Slave zu identifizieren	UINT8	RO	0x04 (4 <sub>dez</sub> )
1018:01	Vendor ID	Hersteller-ID des EtherCAT-Slaves	UINT32	RO	0x00000002 (2 <sub>dez</sub> )
1018:02	Product code	Produkt-Code des EtherCAT-Slaves	UINT32	RO	[ ]
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 (0 <sub>dez</sub> )

**Index 10F0 Backup parameter handling**

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
10F0:0	Backup parameter handling	Informationen zum standardisierten Laden und Speichern der Backup Entries	UINT8	RO	0x01 (1 <sub>dez</sub> )
10F0:01	Checksum	Checksumme über alle Backup-Entries des EtherCAT-Slaves	UINT32	RO	0x00000000 (0 <sub>dez</sub> )

**Index 160n RxPDO-Map (für Ch. 1 - 4 (0 ≤ n ≤ 3))**

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
160n:0	RxPDO-Map Ch. n+1	PDO Mapping RxPDO	UINT8	RW	0x01 (1 <sub>dez</sub> )
160n:01	SubIndex 001	n. PDO Mapping entry (object 0x70n0 (TC Outputs), entry 0x11 (CJCompensation))	UINT32	RW	0x70n0:11, 16

**Index 1A0n TxPDO-Map (für Ch. 1 - 4 (0 ≤ n ≤ 3))**

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
1A0n:0	TxPDO-Map Ch.n+1	PDO Mapping TxPDO	UINT8	RW	0x09 (9 <sub>dez</sub> )
1A0n:01	SubIndex 001	1. PDO Mapping entry (object 0x60n0 (TC Inputs Ch.n+1), entry 0x01 (Underrange))	UINT32	RW	0x60n0:01, 1
1A0n:02	SubIndex 002	2. PDO Mapping entry (object 0x60n0 (TC Inputs Ch.n+1), entry 0x02 (Overrange))	UINT32	RW	0x60n0:02, 1
1A0n:03	SubIndex 003	3. PDO Mapping entry (4 bits align)	UINT32	RW	0x0000:00, 4
1A0n:04	SubIndex 004	4. PDO Mapping entry (object 0x60n0 (TC Inputs Ch.n+1), entry 0x07 (Error))	UINT32	RW	0x60n0:07, 1
1A0n:05	SubIndex 005	5. PDO Mapping entry (7 bits align)	UINT32	RW	0x0000:00, 7
1A0n:06	SubIndex 006	6. PDO Mapping entry (object 0x60n0 (TC Inputs Ch.n+1), entry 0x0F (TxPDO State))	UINT32	RW	0x60n0:0F, 1
1A0n:07	SubIndex 007	7. PDO Mapping entry (object 0x60n0 (TxPDO-Par Ch.n+1), entry 0x10 (TxPDO-Toggle))	UINT32	RW	0x60n0:10, 1
1A0n:08	SubIndex 008	8. PDO Mapping entry (object 0x60n0 (TC Inputs Ch.n+1), entry 0x11 (Value))	UINT32	RW	0x60n0:11, 16

**Index 1C00 Sync manager type**

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
1C00:0	Sync manager type	Benutzung der Sync Manager	UINT8	RO	0x04 (4 <sub>dez</sub> )
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 (für Ch. 1 - 4 ( $1 \leq n \leq 4$ ))**

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
1C12:0	RxPDO assign	PDO Assign Outputs	UINT8	RW	0x0n ( $n_{dez}$ )
1C12:0n	Subindex 00n	n. zugeordnete RxPDO (enthält den Index des zugehörigen RxPDO Mapping Objekts)	UINT16	RW	0x160n

**Index 1C13 TxPDO assign (für Ch. 1 - 4 ( $1 \leq n \leq 4$ ))**

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
1C13:0	TxPDO assign	PDO Assign Inputs	UINT8	RW	0x0n ( $n_{dez}$ )
1C13:0n	Subindex 00n	n. zugeordnete TxPDO (enthält den Index des zugehörigen TxPDO Mapping Objekts)	UINT16	RW	0x1A0n

**Index 1C32 SM output parameter**

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
1C32:0	SM output parameter	Synchronisierungsparameter der Outputs	UINT8	RO	0x20 (32 <sub>dez</sub> )
1C32:01	Sync mode	Aktuelle Synchronisierungsbetriebsart: <ul style="list-style-type: none"> <li>• 0: Free Run</li> <li>• 1: Synchron with SM 2 Event</li> <li>• 2: DC-Mode - Synchron with SYNC0 Event</li> <li>• 3: DC-Mode - Synchron with SYNC1 Event</li> </ul>	UINT16	RW	0x0000 (0 <sub>dez</sub> )
1C32:02	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	0x00000000 (0 <sub>dez</sub> )
1C32:03	Shift time	Zeit zwischen SYNC0 Event und Ausgabe der Outputs (in ns, nur DC-Mode)	UINT32	RW	0x00000000 (0 <sub>dez</sub> )
1C32:04	Sync modes supported	Unterstützte Synchronisierungsbetriebsarten: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bit 0 = 1: Free Run wird unterstützt</li> <li>• Bit 1 = 1: Synchron with SM 2 Event wird unterstützt</li> <li>• Bit 3:2 = 10: DC-Mode wird unterstützt</li> <li>• Bit 5:4 = 01: Output Shift mit SYNC1 Event (nur DC-Mode)</li> <li>• Bit 14 = 1: dynamische Zeiten (Messen durch Beschreiben von 0x1C32:08)</li> </ul>	UINT16	RO	0xC001 (49153 <sub>dez</sub> )
1C32:05	Minimum cycle time	Minimale Zykluszeit (in ns)	UINT32	RO	0x00000000 (0 <sub>dez</sub> )
1C32:06	Calc and copy time	Minimale Zeit zwischen SYNC0 und SYNC1 Event (in ns, nur DC-Mode)	UINT32	RO	0x00000000 (0 <sub>dez</sub> )
1C32:08	Command	<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> <p>Die Entries 0x1C32:03, 0x1C32:05, 0x1C32:06, 0x1C32:09, 0x1C33:03, 0x1C33:06 [▶ 372], 0x1C33:09 werden mit den maximal gemessenen Werten aktualisiert. Wenn erneut gemessen wird, werden die Messwerte zurückgesetzt</p>	UINT16	RW	0x0000 (0 <sub>dez</sub> )
1C32:09	Delay time	Zeit zwischen SYNC1 Event und Ausgabe der Outputs (in ns, nur DC-Mode)	UINT32	RO	0x00000000 (0 <sub>dez</sub> )
1C32:0B	SM event missed counter	Anzahl der ausgefallenen SM-Events im OPERATIONAL (nur im DC Mode)	UINT16	RO	0x0000 (0 <sub>dez</sub> )
1C32:0C	Cycle exceeded counter	Anzahl der Zykluszeitverletzungen im OPERATIONAL (Zyklus wurde nicht rechtzeitig fertig bzw. der nächste Zyklus kam zu früh)	UINT16	RO	0x0000 (0 <sub>dez</sub> )
1C32:0D	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> )
1C32:20	Sync error	Im letzten Zyklus war die Synchronisierung nicht korrekt (Ausgänge wurden zu spät ausgegeben, nur im DC Mode)	BOOLEAN	RO	0x00 (0 <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	0x20 (32 <sub>dez</sub> )
1C33:01	Sync mode	Aktuelle Synchronisierungsbetriebsart: <ul style="list-style-type: none"> <li>• 0: Free Run</li> <li>• 1: Synchron with SM 3 Event (keine Outputs vorhanden)</li> <li>• 2: DC - Synchron with SYNC0 Event</li> <li>• 3: DC - Synchron with SYNC1 Event</li> <li>• 34: Synchron with SM 2 Event (Outputs vorhanden)</li> </ul>	UINT16	RW	0x0000 (0 <sub>dez</sub> )
1C33:02	Cycle time	wie <a href="#">0x1C32:02</a> [ <a href="#">▶ 372</a> ]	UINT32	RW	0x00000000 (0 <sub>dez</sub> )
1C33:03	Shift time	Zeit zwischen SYNC0-Event und Einlesen der Inputs (in ns, nur DC-Mode)	UINT32	RW	0x00000000 (0 <sub>dez</sub> )
1C33:04	Sync modes supported	Unterstützte Synchronisierungsbetriebsarten: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bit 0: Free Run wird unterstützt</li> <li>• Bit 1: Synchron with SM 2 Event wird unterstützt (Outputs vorhanden)</li> <li>• Bit 1: Synchron with SM 3 Event wird unterstützt (keine Outputs vorhanden)</li> <li>• Bit 3:2 = 10: DC-Mode wird unterstützt</li> <li>• Bit 5:4 = 10: Input Shift durch lokales Ereignis (Outputs vorhanden)</li> <li>• Bit 5:4 = 101: Input Shift mit SYNC1 Event (keine Outputs vorhanden)</li> <li>• Bit 14 = 1: dynamische Zeiten (Messen durch Beschreiben von <a href="#">0x1C32:08</a> [<a href="#">▶ 372</a>] oder <a href="#">0x1C33:08</a>)</li> </ul>	UINT16	RO	0xC001 (49153 <sub>dez</sub> )
1C33:05	Minimum cycle time	wie <a href="#">0x1C32:05</a> [ <a href="#">▶ 372</a> ]	UINT32	RO	0x00000000 (0 <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	wie <a href="#">0x1C32:08</a> [ <a href="#">▶ 372</a> ]	UINT16	RW	0x0000 (0 <sub>dez</sub> )
1C33:09	Delay time	Zeit <a href="#">0x1</a> wischen SYNC1-Event und Einlesen der Eingänge (in ns, nur DC-Mode)	UINT32	RO	0x00000000 (0 <sub>dez</sub> )
1C33:0B	SM event missed counter	wie <a href="#">0x1C32:11</a> [ <a href="#">▶ 372</a> ]	UINT16	RO	0x0000 (0 <sub>dez</sub> )
1C33:0C	Cycle exceeded counter	wie <a href="#">0x1C32:12</a> [ <a href="#">▶ 372</a> ]	UINT16	RO	0x0000 (0 <sub>dez</sub> )
1C33:0D	Shift too short counter	wie <a href="#">0x1C32:13</a> [ <a href="#">▶ 372</a> ]	UINT16	RO	0x0000 (0 <sub>dez</sub> )
1C33:20	Sync error	wie <a href="#">0x1C32:32</a> [ <a href="#">▶ 372</a> ]	BOOLEAN	RO	0x00 (0 <sub>dez</sub> )

## **5.11.7 EL3314-0090 - Objektbeschreibung und Parametrierung**

### **5.11.7.1 EL3314-0090 - Konfigurationsdaten**

**Index 80n0 TC Settings (für Ch. 1 - 4 ( $0 \leq n \leq 3$ ))**

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
80n0:0	TC Settings	Maximaler Subindex	UINT8	RO	0x19 (25 <sub>dez</sub> )
80n0:01	Enable user scale	Die Anwender Skalierung ist aktiv.	BOOLEAN	RW	0x00 (0 <sub>dez</sub> )
80n0:02	Presentation	0: Signed presentation, 0,1°C/digit (default) 1: Absolute value with MSB as sign (Betragsvorzeichendarstellung), 0,1°C/digit 2: High resolution, 0,01°C/digit	BIT3	RW	0x00 (0 <sub>dez</sub> )
80n0:05	Siemens bits	Die S5 Bits werden in den drei niederwertigen Bits als Statusanzeige eingeblendet	BOOLEAN	RW	0x00 (0 <sub>dez</sub> )
80n0:06	Enable filter	Diese Einstellung aktiviert im Allgemeinen die Basis-Filter im Objekt 0x80n0:15. In der EL33xx sind diese technisch im ADC realisiert und deshalb nicht abschaltbar, auch wenn in diesem Objekt als "deaktiviert" eingestellt wird.	BOOLEAN	RW	0x00 (0 <sub>dez</sub> )
80n0:07	Enable limit 1	Limit 1 aktiviert	BOOLEAN	RW	0x00 (0 <sub>dez</sub> )
80n0:08	Enable limit 2	Limit 2 aktiviert	BOOLEAN	RW	0x00 (0 <sub>dez</sub> )
80n0:0A	Enable user calibration	Freigabe des Anwender Abgleichs	BOOLEAN	RW	0x00 (0 <sub>dez</sub> )
80n0:0B	Enable vendor calibration	Freigabe des Hersteller Abgleichs	BOOLEAN	RW	0x01 (1 <sub>dez</sub> )
80n0:0C	Coldjunction compensation	0: intern (default) 1: no Die Vergleichsstellenkompensation ist nicht aktiv 2: Extern process data [1/10 °C] Die Kaltstellenkompensation erfolgt über die Prozessdaten	BIT2	RW	0x00 (0 <sub>dez</sub> )
80n0:0E	Disable wire break detection	0: Drahtbruchererkennung ist aktiv 1: Drahtbruchererkennung ist nicht aktiv	BOOLEAN	RW	0x00 (0 <sub>dez</sub> )
80n0:11	User scale offset	Offset der Anwenderskalierung Einstellbare Werte: -32768...32767	INT16	RW	0x0000 (0 <sub>dez</sub> )
80n0:12	User scale gain	Gain der Anwenderskalierung Der Gain besitzt eine Festkommadarstellung mit dem Faktor $2^{-16}$ . Der Wert 65536 (0x00010000) entspricht einem Gain-Wert von 1 Einstellbare Werte: -2147483648...2147483647	INT32	RW	0x00010000 (65536 <sub>dez</sub> )
80n0:13	Limit 1	Erster Grenzwert zum Setzen der Statusbits (Auflösung 0,1 °C) Einstellbare Werte: -32768...32767	INT16	RW	0x0000 (0 <sub>dez</sub> )
80n0:14	Limit 2	Zweiter Grenzwert zum Setzen der Statusbits (Auflösung 0,1 °C) Einstellbare Werte: -32768...32767	INT16	RW	0x0000 (0 <sub>dez</sub> )
80n0:15	Filter settings	Dieses Objekt bestimmt die digitalen Basis-Filtereinstellungen. 0: 50 Hz 1: 60 Hz 2: 100 Hz 3: 500 Hz 4: 1 kHz 5: 2 kHz 6: 3,75 kHz 7: 7,5 kHz 8: 15 kHz 9: 30 kHz 10: 5 Hz 11: 10 Hz	UINT16	RW	0x0000 (0 <sub>dez</sub> )
80n0:17	User calibration offset	Anwender Offset Abgleich	INT16	RW	0x0000 (0 <sub>dez</sub> )
80n0:18	User calibration gain	Anwender Gain Abgleich	UINT16	RW	0xFFFF (65535 <sub>dez</sub> )

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
80n0:19	TC Element	Thermoelement (Implementierter Temperaturbereich) bzw. Messgröße 0: Typ: K -200°C bis 1370°C 1: Typ: J -100°C bis 1200°C 2: Typ: L 0°C bis 900°C 3: Typ: E -100°C bis 1000°C 4: Typ: T -200°C bis 400°C 5: Typ: N -100°C bis 1300°C 6: Typ: U 0°C bis 600°C 7: Typ: B 600°C bis 1800°C 8: Typ: R 0°C bis 1767°C 9: Typ: S 0°C bis 1760°C 10: Typ: C 0°C bis 2320°C  100: ± 30 mV (1 µV Auflösung) 101: ± 60 mV (2 µV Auflösung) 102: ± 75 mV (4 µV Auflösung)	UINT16	RW	0x0000 (0 <sub>dez</sub> )

**Index 8040 TSC Settings**

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
8040:0	TSC Settings  ▶_313	Maximaler Subindex	UINT8	RO	0x02 (2 <sub>dez</sub> )
8040:01	Address	TwinSAFE SC Adresse	UINT16	RW	0x0000 (0 <sub>dez</sub> )
8040:02	Connection Mode	Auswahl der TwinSAFE SC CRC	UINT32	RO	0x00000000 (0 <sub>dez</sub> )

**5.11.7.2 Profilspezifische Objekte (0x6000-0xFFFF)**

Die profilspezifischen Objekte haben für alle EtherCAT Slaves, die das Profil 5001 unterstützen, die gleiche Bedeutung.

**5.11.7.3 EL3314-0090 - Konfigurationsdaten (herstellerspezifisch)**

**Index 80nF TC Vendor data (für Ch. 1 - 4 (0 ≤ n ≤ 3))**

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
80nF:0	TC Vendor data	Maximaler Subindex	UINT8	RO	0x04 (4 <sub>dez</sub> )
80nF:01	Calibration offset TC	Offset Thermoelement (Herstellerabgleich)	INT166	RW	0x002D (45 <sub>dez</sub> )
80nF:02	Calibration gain TC	Gain Thermoelement (Herstellerabgleich)	UINT16	RW	0x5B9A (23450 <sub>dez</sub> )
80nF:03	Calibration offset CJ	Offset Vergleichsstelle [PT1000] (Herstellerabgleich)	INT16	RW	0x01B8 (440 <sub>dez</sub> )
80nF:04	Calibration gain CJ	Gain Vergleichsstelle [PT1000] (Herstellerabgleich)	UINT16	RW	0x39B2 (14770 <sub>dez</sub> )

### 5.11.7.4 EL3314-0090 - Eingangsdaten

#### Index 60n0 TC Inputs (für Ch. 1 - 4 ( $0 \leq n \leq 3$ ))

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
60n0:0	TC Inputs	Maximaler Subindex	UINT8	RO	0x11 (17 <sub>dez</sub> )
60n0:01	Underrange	Messbereich unterschritten.	BOOLEAN	RO	0x00 (0 <sub>dez</sub> )
60n0:02	Overrange	Messbereich überschritten. ("Leitungsbruch" zusammen mit "Error" [Index 0x60n0:07])	BOOLEAN	RO	0x00 (0 <sub>dez</sub> )
60n0:03	Limit 1	Grenzwertüberwachung  0: nicht aktiviert 1: Grenzbereich überschritten 2: Grenzbereich unterschritten	BIT2	RO	0x00 (0 <sub>dez</sub> )
60n0:05	Limit 2	Grenzwertüberwachung  0: nicht aktiviert 1: Grenzbereich überschritten 2: Grenzbereich unterschritten	BIT2	RO	0x00 (0 <sub>dez</sub> )
60n0:07	Error	Das Fehlerbit wird gesetzt, wenn das Datum ungültig ist (Leitungsbruch, Overrange, Underrange).	BOOLEAN	RO	0x00 (0 <sub>dez</sub> )
60n0:0F	TxPDO State	Gültigkeit der Daten der zugehörigen TxPDO (0=valid, 1=invalid).	BOOLEAN	RO	0x00 (0 <sub>dez</sub> )
60n0:10	TxPDO Toggle	Der TxPDO Toggle wird vom Slave getoggelt, wenn die Daten der zugehörigen TxPDO aktualisiert wurden.	BOOLEAN	RO	0x00 (0 <sub>dez</sub> )
60n0:11	Value	Analoges Eingangsdatum (Auflösung: siehe Konfigurationsdaten Index 0x80n0:02)	INT16	RO	0x0000 (0 <sub>dez</sub> )

#### Index 6040 TSC Slave Frame Elements (nur EL3314-0090)

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
6040:0	TSC Slave Frame Elements <a href="#">▶ 313</a>	Maximaler Subindex	UINT8	RO	0x06 (6 <sub>dez</sub> )
6040:01	TSC__Slave Cmd	reserviert	UINT8	RO	0x00 (0 <sub>dez</sub> )
6040:02	TSC__Slave ConnID	reserviert	UINT16	RO	0x0000 (0 <sub>dez</sub> )
6040:03	TSC__Slave CRC_0	reserviert	UINT16	RO	0x0000 (0 <sub>dez</sub> )
6040:04	TSC__Slave CRC_1	reserviert	UINT16	RO	0x0000 (0 <sub>dez</sub> )
6040:05	TSC__Slave CRC_2	reserviert	UINT16	RO	0x0000 (0 <sub>dez</sub> )
6040:06	TSC__Slave CRC_3	reserviert	UINT16	RO	0x0000 (0 <sub>dez</sub> )

### 5.11.7.5 EL3314-0090 - Ausgangsdaten

#### Index 70n0 TC Outputs (für Ch. 1 - 4 ( $0 \leq n \leq 3$ ))

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
70n0:0	TC Outputs	Maximaler Subindex	UINT8	RO	0x11 (17 <sub>dez</sub> )
70n0:11	CJCompensation	Temperatur der Vergleichsstelle (Auflösung in 1/10 °C) (Index 0x80n0:0C <a href="#">▶ 373</a> , Vergleich erfolgt über die Prozessdaten)	INT16	RO	0x0000 (0 <sub>dez</sub> )

#### Index 7040 TSC Master Frame Elements

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
7040:0	TSC Master Frame Elements	Maximaler Subindex	UINT8	RO	0x03 (3 <sub>dez</sub> )
7040:01	TSC__Master Cmd	reserviert	UINT8	RO	0x00 (0 <sub>dez</sub> )
7040:02	TSC__Master ConnID	reserviert	UINT16	RO	0x0000 (0 <sub>dez</sub> )
7040:03	TSC__Master CRC_0	reserviert	UINT16	RO	0x0000 (0 <sub>dez</sub> )



### 5.11.7.6 EL3314-0090 - Informations- und Diagnostikdaten

#### Index 80nE TC Internal data (für Ch. 1 - 4 (0 ≤ n ≤ 3))

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
80nE:0	TC Internal data	Maximaler Subindex	UINT8	RO	0x05 (5 <sub>dez</sub> )
80nE:01	ADC raw value TC	ADC Rohwert Thermoelement	UINT32	RO	0x00000000 (0 <sub>dez</sub> )
80nE:02	ADC raw value PT1000	ADC Rohwert PT1000	UINT32	RO	0x00000000 (0 <sub>dez</sub> )
80nE:03	CJ temperature	Vergleichsstellen-Temperatur (Auflösung [1/10]°C)	INT16	RO	0x0000 (0 <sub>dez</sub> )
80nE:04	CJ voltage	Vergleichsstellen-Spannung (Auflösung 1 µV)	INT16	RO	0x0000 (0 <sub>dez</sub> )
80nE:05	CJ resistor	Vergleichsstellen-Widerstand (PT1000 Temperatursensor) (Auflösung 1/10 Ohm)	UINT16	RO	0x0000 (0 <sub>dez</sub> )

#### Index F000 Modular device profile

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
F000:0	Modular device profile	Allgemeine Informationen des Modular Device Profils	UINT8	RO	0x02 (2 <sub>dez</sub> )
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	0x0004 (4 <sub>dez</sub> )

#### Index F008 Code word

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

### 5.11.7.7 EL3314-0090 - Standardobjekte (0x1000-0x1FFF)

Die Standardobjekte haben für alle EtherCAT-Slaves die gleiche Bedeutung.

#### 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	[ ]

#### Index 1008 Device name

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

#### Index 1009 Hardware version

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

#### Index 100A Software version

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

**Index 1018 Identity**

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
1018:0	Identity	Informationen, um den Slave zu identifizieren	UINT8	RO	0x04 (4 <sub>dez</sub> )
1018:01	Vendor ID	Hersteller-ID des EtherCAT-Slaves	UINT32	RO	0x00000002 (2 <sub>dez</sub> )
1018:02	Product code	Produkt-Code des EtherCAT-Slaves	UINT32	RO	[ ]
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 (0 <sub>dez</sub> )

**Index 10F0 Backup parameter handling**

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
10F0:0	Backup parameter handling	Informationen zum standardisierten Laden und Speichern der Backup-Entries	UINT8	RO	0x01 (1 <sub>dez</sub> )
10F0:01	Checksum	Checksumme über alle Backup-Entries des EtherCAT-Slaves	UINT32	RO	0x00000000 (0 <sub>dez</sub> )

**Index 160n RxPDO-Map (für Ch. 1 - 4 (0 ≤ n ≤ 3))**

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
160n:0	RxPDO-Map Ch. n+1	PDO Mapping RxPDO	UINT8	RW	0x01 (1 <sub>dez</sub> )
160n:01	SubIndex 001	n. PDO Mapping entry (object 0x70n0 (TC Outputs Ch. n+1), entry 0x11 (CJCompensation))	UINT32	RW	0x70n0:11, 16

**Index 1604 TSC RxPDO-Map Master Message**

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
1604:0	TSC RxPDO-Map Master Message	PDO Mapping RxPDO	UINT8	RO	0x04 (4 <sub>dez</sub> )
1604:01	SubIndex 001	1. PDO Mapping entry (object 0x7040 (TSC Master Frame Elements), entry 0x01 (TSC_Master Cmd))	UINT32	RO	0x7040:01, 8
1604:02	SubIndex 002	2. PDO Mapping entry (8 bits align)	UINT32	RO	0x0000:00, 8
1604:03	SubIndex 003	3. PDO Mapping entry (object 0x7040 (TSC Master Frame Elements), entry 0x03 (TSC_Master CRC_0))	UINT32	RO	0x7040:03, 16
1604:04	SubIndex 004	4. PDO Mapping entry (object 0x7040 (TSC Master Frame Elements), entry 0x02 (TSC_Master ConnID))	UINT32	RO	0x7040:02, 16

**Index 1A0n TxPDO-Map (für Ch. 1 - 4 (0 ≤ n ≤ 3))**

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
1A0n:0	TxPDO-Map Ch. n+1	PDO Mapping TxPDO	UINT8	RW	0x09 (9 <sub>dez</sub> )
1A0n:01	SubIndex 001	1. PDO Mapping entry (object 0x60n0 (TC Inputs Ch.n+1), entry 0x01 (Underrange))	UINT32	RW	0x60n0:01, 1
1A0n:02	SubIndex 002	2. PDO Mapping entry (object 0x60n0 (TC Inputs Ch.n+1), entry 0x02 (Overrange))	UINT32	RW	0x60n0:02, 1
1A0n:03	SubIndex 003	3. PDO Mapping entry (object 0x60n0 (TC Inputs Ch.n+1), entry 0x03 (Limit 1))	UINT32	RW	0x60n0:03, 2
1A0n:04	SubIndex 004	4. PDO Mapping entry (object 0x60n0 (TC Inputs Ch.n+1), entry 0x05 (Limit 2))	UINT32	RW	0x60n0:05, 2
1A0n:05	SubIndex 005	5. PDO Mapping entry (object 0x60n0 (TC Inputs Ch.n+1), entry 0x07 (Error))	UINT32	RW	0x60n0:07, 1
1A0n:06	SubIndex 006	6. PDO Mapping entry (7 bits align)	UINT32	RW	0x0000:00, 7
1A0n:07	SubIndex 007	7. PDO Mapping entry (object 0x60n0 (TC Inputs Ch.n+1), entry 0x0F (TxPDO State))	UINT32	RW	0x60n0:0F, 1
1A0n:08	SubIndex 008	8. PDO Mapping entry (object 0x60n0 (TxPDO-Par Ch.n+1), entry 0x10 (TxPDO-Toggle))	UINT32	RW	0x60n0:10, 1
1A0n:09	SubIndex 009	9. PDO Mapping entry (object 0x60n0 (TC Inputs Ch.n+1), entry 0x11 (Value))	UINT32	RW	0x60n0:11, 16

**Index 1A04 TSC TxPDO-Map Slave Message**

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
1A04:0	TSC TxPDO-Map Slave Message	PDO Mapping TxPDO	UINT8	RW	0x0A (10 <sub>dez</sub> )
1A04:01	SubIndex 001	1. PDO Mapping entry (object 0x6040 (TSC Slave Frame Elements), entry 0x01 (TSC__Slave Cmd))	USINT8	RW	0x6040:01, 8
1A04:02	SubIndex 002	2. PDO Mapping entry (object 0x6000 (ENC Inputs), entry 0x11 (Counter value))	INT16	RW	0x6000:11, 16
1A04:03	SubIndex 003	3. PDO Mapping entry (object 0x6040 (TSC Slave Frame Elements), entry 0x03 (TSC__Slave CRC_0))	UINT16	RW	0x6040:03, 16
1A04:04	SubIndex 004	4. PDO Mapping entry (object 0x6010 (ENC Inputs), entry 0x11 (Counter value))	INT16	RW	0x6010:11, 16
1A04:05	SubIndex 005	5. PDO Mapping entry (object 0x6040 (TSC Slave Frame Elements), entry 0x04 (TSC__Slave CRC_1))	UINT16	RW	0x6040:04, 16
1A04:06	SubIndex 006	6. PDO Mapping entry (object 0x6020 (ENC Inputs), entry 0x11 (Counter value))	INT16	RW	0x6020:11, 16
1A04:07	SubIndex 007	7. PDO Mapping entry (object 0x6040 (TSC Slave Frame Elements), entry 0x05 (TSC__Slave CRC_2))	UINT16	RW	0x6040:05, 16
1A04:08	SubIndex 008	8. PDO Mapping entry (object 0x6030 (ENC Inputs), entry 0x11 (Counter value))	INT16	RW	0x6030:11, 16
1A04:09	SubIndex 009	9. PDO Mapping entry (object 0x6040 (TSC Slave Frame Elements), entry 0x06 (TSC__Slave CRC_3))	UINT16	RW	0x6040:06, 16
1A04:0A	SubIndex 010	10. PDO Mapping entry (object 0x6040 (TSC Slave Frame Elements), entry 0x02 (TSC__Slave ConnID))	UINT16	RW	0x6040:02, 16

**Index 1C00 Sync manager type**

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
1C00:0	Sync manager type	Benutzung der Sync Manager	UINT8	RO	0x04 (4 <sub>dez</sub> )
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 (für Ch. 1 - 4 (1 ≤ n ≤ 4))**

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
1C12:0	RxPDO assign	PDO Assign Outputs	UINT8	RW	0x0n (n <sub>dez</sub> )
1C12:0n	Subindex 00n	n. zugeordnete RxPDO (enthält den Index des zugehörigen RxPDO Mapping Objekts)	UINT16	RW	0x160n

**Index 1C13 TxPDO assign (für Ch. 1 - 4 (1 ≤ n ≤ 4))**

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
1C13:0	TxPDO assign	PDO Assign Inputs	UINT8	RW	0x0n (n <sub>dez</sub> )
1C13:0n	Subindex 00n	n. zugeordnete TxPDO (enthält den Index des zugehörigen TxPDO Mapping Objekts)	UINT16	RW	0x1A0n

## Index 1C32 SM output parameter

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
1C32:0	SM output parameter	Synchronisierungsparameter der Outputs	UINT8	RO	0x20 (32 <sub>dez</sub> )
1C32:01	Sync mode	Aktuelle Synchronisierungsbetriebsart: <ul style="list-style-type: none"> <li>• 0: Free Run</li> <li>• 1: Synchron with SM 2 Event</li> <li>• 2: DC-Mode - Synchron with SYNC0 Event</li> <li>• 3: DC-Mode - Synchron with SYNC1 Event</li> </ul>	UINT16	RW	0x0000 (0 <sub>dez</sub> )
1C32:02	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	0x00000000 (0 <sub>dez</sub> )
1C32:03	Shift time	Zeit zwischen SYNC0 Event und Ausgabe der Outputs (in ns, nur DC-Mode)	UINT32	RW	0x00000000 (0 <sub>dez</sub> )
1C32:04	Sync modes supported	Unterstützte Synchronisierungsbetriebsarten: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bit 0 = 1: Free Run wird unterstützt</li> <li>• Bit 1 = 1: Synchron with SM 2 Event wird unterstützt</li> <li>• Bit 3:2 = 10: DC-Mode wird unterstützt</li> <li>• Bit 5:4 = 01: Output Shift mit SYNC1 Event (nur DC-Mode)</li> <li>• Bit 14 = 1: dynamische Zeiten (Messen durch Beschreiben von 0x1C32:08)</li> </ul>	UINT16	RO	0x8007 (32775 <sub>dez</sub> )
1C32:05	Minimum cycle time	Minimale Zykluszeit (in ns)	UINT32	RO	0x00000000 (0 <sub>dez</sub> )
1C32:06	Calc and copy time	Minimale Zeit zwischen SYNC0 und SYNC1 Event (in ns, nur DC-Mode)	UINT32	RO	0x00000000 (0 <sub>dez</sub> )
1C32:08	Command	<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> <p>Die Entries 0x1C32:03, 0x1C32:05, 0x1C32:06, 0x1C32:09, 0x1C33:03, 0x1C33:06 [▶ 381], 0x1C33:09 werden mit den maximal gemessenen Werten aktualisiert. Wenn erneut gemessen wird, werden die Messwerte zurückgesetzt</p>	UINT16	RW	0x0000 (0 <sub>dez</sub> )
1C32:09	Delay time	Zeit zwischen SYNC1 Event und Ausgabe der Outputs (in ns, nur DC-Mode)	UINT32	RO	0x00000000 (0 <sub>dez</sub> )
1C32:0B	SM event missed counter	Anzahl der ausgefallenen SM-Events im OPERATIONAL (nur im DC Mode)	UINT16	RO	0x0000 (0 <sub>dez</sub> )
1C32:0C	Cycle exceeded counter	Anzahl der Zykluszeitverletzungen im OPERATIONAL (Zyklus wurde nicht rechtzeitig fertig bzw. der nächste Zyklus kam zu früh)	UINT16	RO	0x0000 (0 <sub>dez</sub> )
1C32:0D	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> )
1C32:20	Sync error	Im letzten Zyklus war die Synchronisierung nicht korrekt (Ausgänge wurden zu spät ausgegeben, nur im DC Mode)	BOOLEAN	RO	0x00 (0 <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	0x07 (7 <sub>dez</sub> )
1C33:01	Sync mode	Aktuelle Synchronisierungsbetriebsart: <ul style="list-style-type: none"> <li>• 0: Free Run</li> <li>• 1: Synchron with SM 3 Event (keine Outputs vorhanden)</li> <li>• 2: DC - Synchron with SYNC0 Event</li> <li>• 3: DC - Synchron with SYNC1 Event</li> <li>• 34: Synchron with SM 2 Event (Outputs vorhanden)</li> </ul>	UINT16	RW	0x0000 (0 <sub>dez</sub> )
1C33:02	Cycle time	wie <a href="#">0x1C32:02</a> [ <a href="#">▶ 381</a> ]	UINT32	RW	0x00000000 (0 <sub>dez</sub> )
1C33:03	Shift time	Zeit zwischen SYNC0-Event und Einlesen der Inputs (in ns, nur DC-Mode)	UINT32	RW	0x00000000 (0 <sub>dez</sub> )
1C33:04	Sync modes supported	Unterstützte Synchronisierungsbetriebsarten: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bit 0: Free Run wird unterstützt</li> <li>• Bit 1: Synchron with SM 2 Event wird unterstützt (Outputs vorhanden)</li> <li>• Bit 1: Synchron with SM 3 Event wird unterstützt (keine Outputs vorhanden)</li> <li>• Bit 3:2 = 10: DC-Mode wird unterstützt</li> <li>• Bit 5:4 = 10: Input Shift durch lokales Ereignis (Outputs vorhanden)</li> <li>• Bit 5:4 = 101: Input Shift mit SYNC1 Event (keine Outputs vorhanden)</li> <li>• Bit 14 = 1: dynamische Zeiten (Messen durch Beschreiben von <a href="#">0x1C32:08</a> [<a href="#">▶ 381</a>] oder <a href="#">0x1C33:08</a>)</li> </ul>	UINT16	RO	0x8007 (32775 <sub>dez</sub> )
1C33:05	Minimum cycle time	wie <a href="#">0x1C32:05</a> [ <a href="#">▶ 381</a> ]	UINT32	RO	0x00000000 (0 <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	wie <a href="#">0x1C32:08</a> [ <a href="#">▶ 381</a> ]	UINT16	RW	0x0000 (0 <sub>dez</sub> )
1C33:09	Delay time	Zeit <a href="#">0x1</a> wischen SYNC1-Event und Einlesen der Eingänge (in ns, nur DC-Mode)	UINT32	RO	0x00000000 (0 <sub>dez</sub> )
1C33:0B	SM event missed counter	wie <a href="#">0x1C32:11</a> [ <a href="#">▶ 381</a> ]	UINT16	RO	0x0000 (0 <sub>dez</sub> )
1C33:0C	Cycle exceeded counter	wie <a href="#">0x1C32:12</a> [ <a href="#">▶ 381</a> ]	UINT16	RO	0x0000 (0 <sub>dez</sub> )
1C33:0D	Shift too short counter	wie <a href="#">0x1C32:13</a> [ <a href="#">▶ 381</a> ]	UINT16	RO	0x0000 (0 <sub>dez</sub> )
1C33:20	Sync error	wie <a href="#">0x1C32:32</a> [ <a href="#">▶ 381</a> ]	BOOLEAN	RO	0x00 (0 <sub>dez</sub> )

## **5.11.8 EL3318 - Objektbeschreibung und Parametrierung**

### **5.11.8.1 EL3318 - Konfigurationsdaten**

**Index 80n0 TC Settings (für Ch. 1 - 8 ( $0 \leq n \leq 7$ ))**

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
80n0:0	TC Settings	Maximaler Subindex	UINT8	RO	0x19 (25 <sub>dez</sub> )
80n0:01	Enable user scale	Die Anwender Skalierung ist aktiv.	BOOLEAN	RW	0x00 (0 <sub>dez</sub> )
80n0:02	Presentation	0: Signed presentation, 0,1°C/digit (default) 1: Absolute value with MSB as sign (Betragsvorzeichendarstellung), 0,1°C/digit 2: High resolution, 0,01°C/digit	BIT3	RW	0x00 (0 <sub>dez</sub> )
80n0:05	Siemens bits	Die S5 Bits werden in den drei niederwertigen Bits als Statusanzeige eingeblendet	BOOLEAN	RW	0x00 (0 <sub>dez</sub> )
80n0:06	Enable filter	Diese Einstellung aktiviert im Allgemeinen die Basis-Filter im Objekt 0x80n0:15. In der EL33xx sind diese technisch im ADC realisiert und deshalb nicht abschaltbar, auch wenn in diesem Objekt als "deaktiviert" eingestellt wird.	BOOLEAN	RW	0x00 (0 <sub>dez</sub> )
80n0:0A	Enable user calibration	Freigabe des Anwender Abgleichs	BOOLEAN	RW	0x00 (0 <sub>dez</sub> )
80n0:0B	Enable vendor calibration	Freigabe des Hersteller Abgleichs	BOOLEAN	RW	0x01 (1 <sub>dez</sub> )
80n0:0C	Coldjunction compensation	0: intern (default) 1: no Die Vergleichsstellenkompensation ist nicht aktiv 2: Extern process data [1/10 °C] Die Kaltstellenkompensation erfolgt über die Prozessdaten	BIT2	RW	0x00 (0 <sub>dez</sub> )
80n0:0E	Disable wire break detection	0: Drahtbruchererkennung ist aktiv 1: Drahtbruchererkennung ist nicht aktiv	BOOLEAN	RW	0x00 (0 <sub>dez</sub> )
80n0:11	User scale offset	Offset der Anwenderskalierung Einstellbare Werte: -32768...32767	INT16	RW	0x0000 (0 <sub>dez</sub> )
80n0:12	User scale gain	Gain der Anwenderskalierung Der Gain besitzt eine Festkommadarstellung mit dem Faktor 2 <sup>-16</sup> . Der Wert 65536 (0x00010000) entspricht einem Gain-Wert von 1 Einstellbare Werte: -2147483648...2147483647	INT32	RW	0x00010000 (65536 <sub>dez</sub> )
80n0:15	Filter settings	Dieses Objekt bestimmt die digitalen Basis-Filtereinstellungen. 0: 50 Hz 1: 60 Hz 2: 100 Hz 3: 500 Hz 4: 1 kHz 5: 2 kHz 6: 3,75 kHz 7: 7,5 kHz 8: 15 kHz 9: 30 kHz 10: 5 Hz 11:10 Hz	UINT16	RW	0x0000 (0 <sub>dez</sub> )
80n0:17	User calibration offset	Anwender Offset Abgleich	INT16	RW	0x0000 (0 <sub>dez</sub> )
80n0:18	User calibration gain	Anwender Gain Abgleich	UINT16	RW	0xFFFF (65535 <sub>dez</sub> )
80n0:19	TC Element	Thermoelement (Implementierter Temperaturbereich) bzw. Messgröße 0: Typ: K -200°C bis 1370°C 1: Typ: J -100°C bis 1200°C 2: Typ: L 0°C bis 900°C 3: Typ: E -100°C bis 1000°C 4: Typ: T -200°C bis 400°C 5: Typ: N -100°C bis 1300°C 6: Typ: U 0°C bis 600°C 7: Typ: B 600°C bis 1800°C 8: Typ: R 0°C bis 1767°C 9: Typ: S 0°C bis 1760°C 10: Typ: C 0°C bis 2320°C  100: ± 30 mV (1 µV Auflösung) 101: ± 60 mV (2 µV Auflösung) 102: ± 75 mV (4 µV Auflösung)	UINT16	RW	0x0000 (0 <sub>dez</sub> )

### 5.11.8.2 Profilspezifische Objekte (0x6000-0xFFFF)

Die profilspezifischen Objekte haben für alle EtherCAT Slaves, die das Profil 5001 unterstützen, die gleiche Bedeutung.

### 5.11.8.3 EL3318 - Konfigurationsdaten (herstellerspezifisch)

#### Index 80nF TC Vendor data (für Ch. 1 - 8 ( $0 \leq n \leq 7$ ))

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
80nF:0	TC Vendor data	Maximaler Subindex	UINT8	RO	0x03 (3 <sub>dez</sub> )
80nF:01	Calibration offset TC	Offset Thermoelement (Herstellerabgleich)	INT166	RW	0x002D (45 <sub>dez</sub> )
80nF:02	Calibration gain TC	Gain Thermoelement (Herstellerabgleich)	UINT16	RW	0x5B9A (23450 <sub>dez</sub> )
80nF:03	CJOffset	Offset Vergleichsstelle [PT1000] (Herstellerabgleich)	INT16	RW	0x0000 (0 <sub>dez</sub> )

### 5.11.8.4 EL3318 - Eingangsdaten

#### Index 60n0 TC Inputs (für Ch. 1 - 8 ( $0 \leq n \leq 7$ ))

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
60n0:0	TC Inputs	Maximaler Subindex	UINT8	RO	0x11 (17 <sub>dez</sub> )
60n0:01	Underrange	Messbereich unterschritten.	BOOLEAN	RO	0x00 (0 <sub>dez</sub> )
60n0:02	Overrange	Messbereich überschritten. ("Leitungsbruch" zusammen mit "Error" [Index 0x60n0:07])	BOOLEAN	RO	0x00 (0 <sub>dez</sub> )
60n0:07	Error	Das Fehlerbit wird gesetzt, wenn das Datum ungültig ist (Leitungsbruch, Overrange, Underrange).	BOOLEAN	RO	0x00 (0 <sub>dez</sub> )
60n0:0F	TxPDO State	Gültigkeit der Daten der zugehörigen TxPDO (0=valid, 1=invalid).	BOOLEAN	RO	0x00 (0 <sub>dez</sub> )
60n0:10	TxPDO Toggle	Der TxPDO Toggle wird vom Slave getoggelt, wenn die Daten der zugehörigen TxPDO aktualisiert wurden.	BOOLEAN	RO	0x00 (0 <sub>dez</sub> )
60n0:11	Value	Analoges Eingangsdatum (Auflösung: siehe Konfigurationsdaten Index 0x80n0:02)	INT16	RO	0x0000 (0 <sub>dez</sub> )

### 5.11.8.5 EL3318 - Ausgangsdaten

#### Index 70n0 TC Outputs (für Ch. 1 - 8 ( $0 \leq n \leq 7$ ))

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
70n0:0	TC Outputs	Maximaler Subindex	UINT8	RO	0x11 (17 <sub>dez</sub> )
70n0:11	CJCompensation	Temperatur der Vergleichsstelle (Auflösung in 1/10 °C) (Index 0x80n0:0C [▶ 382], Vergleich erfolgt über die Prozessdaten)	INT16	RO	0x0000 (0 <sub>dez</sub> )

### 5.11.8.6 EL3318 - Informations- und Diagnostikdaten

#### Index 80nE TC Internal data (für Ch. 1 - 8 ( $0 \leq n \leq 7$ ))

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
80nE:0	TC Internal data	Maximaler Subindex	UINT8	RO	0x03 (3 <sub>dez</sub> )
80nE:01	ADC raw value TC	ADC Rohwert Thermoelement	UINT32	RO	0x00000000 (0 <sub>dez</sub> )
80nE:03	CJ temperature	Vergleichsstellen-Temperatur (Auflösung [1/10]°C)	INT16	RO	0x0000 (0 <sub>dez</sub> )



**Index F000 Modular device profile**

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
F000:0	Modular device profile	Allgemeine Informationen des Modular Device Profils	UINT8	RO	0x02 (2 <sub>dez</sub> )
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	0x0004 (4 <sub>dez</sub> )

**Index F008 Code word**

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

**Index F010 Module list (für Ch. 1 - 8 (1 ≤ n ≤ 8))**

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
F010:0	Module list	Maximaler Subindex	UINT32	RW	0x0n (n <sub>dez</sub> )
F010:0n	SubIndex 00n	TC Profil	UINT32	RW	0x0000014A (330 <sub>dez</sub> )

**5.11.8.7 EL3318 - Standardobjekte (0x1000-0x1FFF)**

Die Standardobjekte haben für alle EtherCAT-Slaves die gleiche Bedeutung.

**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	[ ]

**Index 1008 Device name**

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

**Index 1009 Hardware version**

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

**Index 100A Software version**

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

**Index 1018 Identity**

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
1018:0	Identity	Informationen, um den Slave zu identifizieren	UINT8	RO	0x04 (4 <sub>dez</sub> )
1018:01	Vendor ID	Hersteller-ID des EtherCAT-Slaves	UINT32	RO	0x00000002 (2 <sub>dez</sub> )
1018:02	Product code	Produkt-Code des EtherCAT-Slaves	UINT32	RO	[ ]
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 (0 <sub>dez</sub> )

**Index 10F0 Backup parameter handling**

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
10F0:0	Backup parameter handling	Informationen zum standardisierten Laden und Speichern der Backup Entries	UINT8	RO	0x01 (1 <sub>dez</sub> )
10F0:01	Checksum	Checksumme über alle Backup-Entries des EtherCAT-Slaves	UINT32	RO	0x00000000 (0 <sub>dez</sub> )

**Index 160n RxPDO-Map (für Ch. 1 - 8 (0 ≤ n ≤ 7))**

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
160n:0	RxPDO-Map Ch. n+1	PDO Mapping RxPDO	UINT8	RW	0x01 (1 <sub>dez</sub> )
160n:01	SubIndex 001	n. PDO Mapping entry (object 0x70n0 (TC Outputs Ch. n+1), entry 0x11 (CJCompensation))	UINT32	RW	0x70n0:11, 16

**Index 1A0n TxPDO-Map (für Ch. 1 - 8 (0 ≤ n ≤ 7))**

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
1A0n:0	TxPDO-Map Ch.n+1	PDO Mapping TxPDO	UINT8	RW	0x08 (8 <sub>dez</sub> )
1A0n:01	SubIndex 001	1. PDO Mapping entry (object 0x60n0 (TC Inputs Ch.n+1), entry 0x01 (Underrange))	UINT32	RW	0x60n0:01, 1
1A0n:02	SubIndex 002	2. PDO Mapping entry (object 0x60n0 (TC Inputs Ch.n+1), entry 0x02 (Overrange))	UINT32	RW	0x60n0:02, 1
1A0n:03	SubIndex 003	3. PDO Mapping entry (4 bits align)	UINT32	RW	0x0000:00, 4
1A0n:04	SubIndex 004	4. PDO Mapping entry (object 0x60n0 (TC Inputs Ch.n+1), entry 0x07 (Error))	UINT32	RW	0x60n0:07, 1
1A0n:05	SubIndex 005	5. PDO Mapping entry (7 bits align)	UINT32	RW	0x0000:00, 7
1A0n:06	SubIndex 006	6. PDO Mapping entry (object 0x60n0 (TC Inputs Ch.n+1), entry 0x0F (TxPDO State))	UINT32	RW	0x60n0:0F, 1
1A0n:07	SubIndex 007	7. PDO Mapping entry (object 0x60n0 (TxPDO-ParCh.n+1), entry 0x10 (TxPDO-Toggle))	UINT32	RW	0x60n0:10, 1
1A0n:08	SubIndex 008	8. PDO Mapping entry (object 0x60n0 (TC Inputs Ch.n+1), entry 0x11 (Value))	UINT32	RW	0x60n0:11, 16

**Index 1C00 Sync manager type**

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
1C00:0	Sync manager type	Benutzung der Sync Manager	UINT8	RO	0x04 (4 <sub>dez</sub> )
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 (für Ch. 1 - 8 (1 ≤ n ≤ 8))**

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
1C12:0	RxPDO assign	PDO Assign Outputs	UINT8	RW	0x0n (n <sub>dez</sub> )
1C12:0n	Subindex 00n	n. zugeordnete RxPDO (enthält den Index des zugehörigen RxPDO Mapping Objekts)	UINT16	RW	0x160n

**Index 1C13 TxPDO assign (für Ch. 1 - 8 (1 ≤ n ≤ 8))**

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
1C13:0	TxPDO assign	PDO Assign Inputs	UINT8	RW	0x0n (n <sub>dez</sub> )
1C13:0n	Subindex 00n	n. zugeordnete TxPDO (enthält den Index des zugehörigen TxPDO Mapping Objekts)	UINT16	RW	0x1A0n

**Index 1C32 SM output parameter**

Index (hex)	Name	Bedeutung	Datentyp	Flags	Default
1C32:0	SM output parameter	Synchronisierungsparameter der Outputs	UINT8	RO	0x20 (32 <sub>dez</sub> )
1C32:01	Sync mode	Aktuelle Synchronisierungsbetriebsart: <ul style="list-style-type: none"> <li>• 0: Free Run</li> <li>• 1: Synchron with SM 2 Event</li> <li>• 2: DC-Mode - Synchron with SYNC0 Event</li> <li>• 3: DC-Mode - Synchron with SYNC1 Event</li> </ul>	UINT16	RW	0x0000 (0 <sub>dez</sub> )
1C32:02	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	0x00000000 (0 <sub>dez</sub> )
1C32:03	Shift time	Zeit zwischen SYNC0 Event und Ausgabe der Outputs (in ns, nur DC-Mode)	UINT32	RW	0x00000000 (0 <sub>dez</sub> )
1C32:04	Sync modes supported	Unterstützte Synchronisierungsbetriebsarten: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bit 0 = 1: Free Run wird unterstützt</li> <li>• Bit 1 = 1: Synchron with SM 2 Event wird unterstützt</li> <li>• Bit 3:2 = 10: DC-Mode wird unterstützt</li> <li>• Bit 5:4 = 01: Output Shift mit SYNC1 Event (nur DC-Mode)</li> <li>• Bit 14 = 1: dynamische Zeiten (Messen durch Beschreiben von 0x1C32:08)</li> </ul>	UINT16	RO	0xC007 (49159 <sub>dez</sub> )
1C32:05	Minimum cycle time	Minimale Zykluszeit (in ns)	UINT32	RO	0x00000000 (0 <sub>dez</sub> )
1C32:06	Calc and copy time	Minimale Zeit zwischen SYNC0 und SYNC1 Event (in ns, nur DC-Mode)	UINT32	RO	0x00000000 (0 <sub>dez</sub> )
1C32:08	Command	<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> <p>Die Entries 0x1C32:03, 0x1C32:05, 0x1C32:06, 0x1C32:09, 0x1C33:03, 0x1C33:06 [▶ 388], 0x1C33:09 werden mit den maximal gemessenen Werten aktualisiert. Wenn erneut gemessen wird, werden die Messwerte zurückgesetzt</p>	UINT16	RW	0x0000 (0 <sub>dez</sub> )
1C32:09	Delay time	Zeit zwischen SYNC1 Event und Ausgabe der Outputs (in ns, nur DC-Mode)	UINT32	RO	0x00000000 (0 <sub>dez</sub> )
1C32:0B	SM event missed counter	Anzahl der ausgefallenen SM-Events im OPERATIONAL (nur im DC Mode)	UINT16	RO	0x0000 (0 <sub>dez</sub> )
1C32:0C	Cycle exceeded counter	Anzahl der Zykluszeitverletzungen im OPERATIONAL (Zyklus wurde nicht rechtzeitig fertig bzw. der nächste Zyklus kam zu früh)	UINT16	RO	0x0000 (0 <sub>dez</sub> )
1C32:0D	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> )
1C32:20	Sync error	Im letzten Zyklus war die Synchronisierung nicht korrekt (Ausgänge wurden zu spät ausgegeben, nur im DC Mode)	BOOLEAN	RO	0x00 (0 <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	0x20 (32 <sub>dez</sub> )
1C33:01	Sync mode	Aktuelle Synchronisierungsbetriebsart: <ul style="list-style-type: none"> <li>• 0: Free Run</li> <li>• 1: Synchron with SM 3 Event (keine Outputs vorhanden)</li> <li>• 2: DC - Synchron with SYNC0 Event</li> <li>• 3: DC - Synchron with SYNC1 Event</li> <li>• 34: Synchron with SM 2 Event (Outputs vorhanden)</li> </ul>	UINT16	RW	0x0000 (0 <sub>dez</sub> )
1C33:02	Cycle time	wie <a href="#">0x1C32:02</a> [ <a href="#">▶ 388</a> ]	UINT32	RW	0x00000000 (0 <sub>dez</sub> )
1C33:03	Shift time	Zeit zwischen SYNC0-Event und Einlesen der Inputs (in ns, nur DC-Mode)	UINT32	RW	0x00000000 (0 <sub>dez</sub> )
1C33:04	Sync modes supported	Unterstützte Synchronisierungsbetriebsarten: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bit 0: Free Run wird unterstützt</li> <li>• Bit 1: Synchron with SM 2 Event wird unterstützt (Outputs vorhanden)</li> <li>• Bit 1: Synchron with SM 3 Event wird unterstützt (keine Outputs vorhanden)</li> <li>• Bit 3:2 = 10: DC-Mode wird unterstützt</li> <li>• Bit 5:4 = 10: Input Shift durch lokales Ereignis (Outputs vorhanden)</li> <li>• Bit 5:4 = 101: Input Shift mit SYNC1 Event (keine Outputs vorhanden)</li> <li>• Bit 14 = 1: dynamische Zeiten (Messen durch Beschreiben von <a href="#">0x1C32:08</a> [<a href="#">▶ 388</a>] oder <a href="#">0x1C33:08</a>)</li> </ul>	UINT16	RO	0xC007 (49159 <sub>dez</sub> )
1C33:05	Minimum cycle time	wie <a href="#">0x1C32:05</a> [ <a href="#">▶ 388</a> ]	UINT32	RO	0x00000000 (0 <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	wie <a href="#">0x1C32:08</a> [ <a href="#">▶ 388</a> ]	UINT16	RW	0x0000 (0 <sub>dez</sub> )
1C33:09	Delay time	Zeit <a href="#">0x1</a> 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	wie <a href="#">0x1C32:11</a> [ <a href="#">▶ 388</a> ]	UINT16	RO	0x0000 (0 <sub>dez</sub> )
1C33:0C	Cycle exceeded counter	wie <a href="#">0x1C32:12</a> [ <a href="#">▶ 388</a> ]	UINT16	RO	0x0000 (0 <sub>dez</sub> )
1C33:0D	Shift too short counter	wie <a href="#">0x1C32:13</a> [ <a href="#">▶ 388</a> ]	UINT16	RO	0x0000 (0 <sub>dez</sub> )
1C33:20	Sync error	wie <a href="#">0x1C32:32</a> [ <a href="#">▶ 388</a> ]	BOOLEAN	RO	0x00 (0 <sub>dez</sub> )

## 5.12 Status-Wort

Die Statusinformationen für jeden Kanal der EL32xx und EL33xx werden als Prozessdaten (PDO) zyklisch von der Klemme zum EtherCAT Master übertragen. Für die EL32xx und EL33xx sind 2 Gerätebeschreibungsversionen verfügbar, die das Prozessdatenabbild in einzelner und erweiterter Form darstellen.

Anhand der Revisionsnummer EL3xxx-xxxx-**XXXX** ist die Unterscheidung sichtbar.

Als Prozessdaten überträgt die EL32xx bzw. EL33xx:

- **Underrange:** Messbereich unterschritten
- **Overrange:** Messbereich überschritten ("Leistungsbruch" zusammen mit "Error")
- **Limit 1:** Grenzwertüberwachung 0: ok, 1: Grenzbereich überschritten, 2: Grenzbereich unterschritten
- **Limit 2:** Grenzwertüberwachung 0: ok, 1: Grenzbereich überschritten, 2: Grenzbereich unterschritten
- **Error:** Das Fehlerbit wird gesetzt, wenn das Prozessdatum ungültig ist (Leistungsbruch, Overrange, Underrange)
- **TxPDO State:** Gültigkeit der Daten der zugehörigen TxPDO (0=valid, 1=invalid).
- **TxPDO Toggle:** Der TxPDO Toggle wird vom Slave getoggelt, wenn die Daten der zugehörigen TxPDO aktualisiert wurden. Dies lässt einen Rückschluss auf die aktuell benötigte Wandlungszeit zu.

Die Einstellung der Limit-Auswertung wird im CoE-Verzeichnis in den 8000er Objekten vorgenommen.

### **i** Unterschiede in den Revisionen der EL32xx- und EL33xx-Serien

Nachfolgend werden an der EL32xx-Serie exemplarisch die Revisions-Unterschiede dargestellt. Sinngemäß gilt die Beschreibung auch für die EL33xx-Serie.

#### Revision -0016 (EL32xx-xxxx-0016)

Diese Klemmenrevisionen verfügen über das **Einzel-Prozessabbild**, s. Abb. *EL32xx-0000-0016 Prozessabbild in der Darstellung TwinCAT 2.11.*

Jede Statusinformation wird als einzelnes, verlinkbares Prozessdatum übertragen.

Term 2 (EL3202-0000-0016)	Name	Type	Size
RTD Inputs Channel 1	Underrange	BOOL	0.1
Underrange	Overrange	BOOL	0.1
Overrange	Limit 1	BIT2	0.2
Limit 1	Limit 2	BIT2	0.2
Limit 2	Error	BOOL	0.1
Error	TxPDO State	BOOL	0.1
TxPDO State	TxPDO Toggle	BOOL	0.1
TxPDO Toggle	Value	INT	2.0
Value	Underrange	BOOL	0.1
RTD Inputs Channel 2	Overrange	BOOL	0.1
WcState	Limit 1	BIT2	0.2
WcState	Limit 2	BIT2	0.2
InfoData	Error	BOOL	0.1
State	TxPDO State	BOOL	0.1
TxPDO State	TxPDO Toggle	BOOL	0.1
TxPDO Toggle	Value	INT	2.0
Value	WcState	BOOL	0.1
WcState	State	UINT	2.0
State	AdsAddr	AMSADD...	8.0
AdsAddr			

Abb. 176: EL32xx-0000-0016 Prozessabbild in der Darstellung TwinCAT 2.11

**Revision -0017 (EL32xx-xxxx-0017) und höher**

Diese Klemmenrevisionen verfügen auch über das **zusammengefasste Prozessabbild**, s. Abb. *EL32xx-0000-0017 Prozessabbild in der Darstellung TwinCAT 2.11*. Die Einzelinformationen sind hier in der Beckhoff üblichen Darstellung als 16-Bit-Status-Wort zusammengefasst und können so in die Steuerung verlinkt werden.

Tab. 3: Status-Wort

Bit	SW.15	SW.14	SW.13 - SW.7	SW.6	SW.5	SW.4	SW.3	SW.2	SW.1	SW.0
Name	TxPDO Toggle	TxPDO State	-	Error	Limit 2	Limit 1	Overrange	Underrange		

Darüber hinaus kann der zusammengefasste "Status" über das "+" -Symbol aufgeklappt und die Prozessdaten einzeln verlinkt werden.

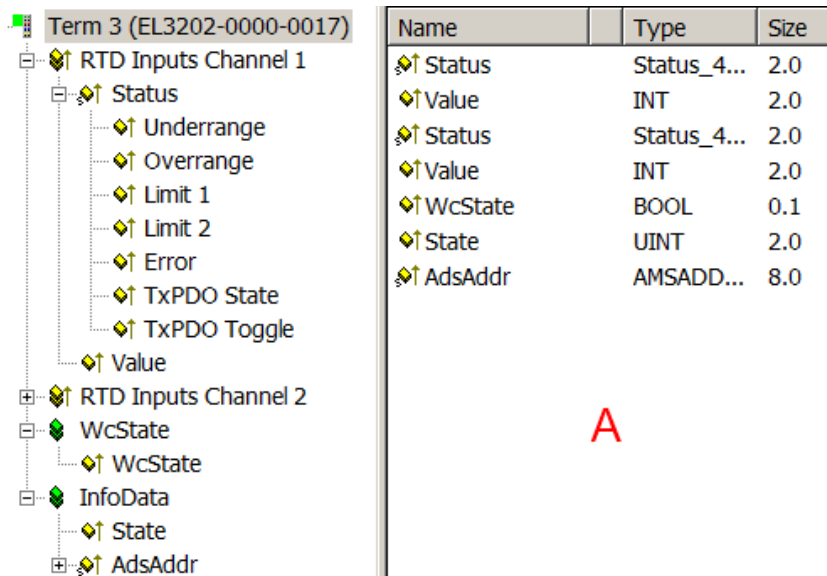


Abb. 177: EL32xx-0000-0017 Prozessabbild in der Darstellung TwinCAT 2.11

Die Anzeige der Einzelinformationen ist auch im rechten Übersichtsfenster (A) möglich. Durch den Button

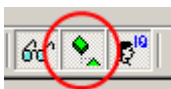


Abb. 178: Button show subvariables

in der Menüleiste werden die Informationen auch dort angezeigt.

Term 3 (EL3202-0000-0017)		Name	Type	Size
RTD Inputs Channel 1	Status	Status	Status_4096	2.0
	Underrange	Underrange	BOOL	0.1
	Overrange	Overrange	BOOL	0.1
	Limit 1	Limit 1	BIT2	0.2
	Limit 2	Limit 2	BIT2	0.2
	Error	Error	BOOL	0.1
	TxPDO State	TxPDO State	BOOL	0.1
	TxPDO Toggle	TxPDO To...	BOOL	0.1
	Value	Value	INT	2.0
RTD Inputs Channel 2	Status	Status	Status_4096	2.0
	Underrange	Underrange	BOOL	0.1
	Overrange	Overrange	BOOL	0.1
	Limit 1	Limit 1	BIT2	0.2
	Limit 2	Limit 2	BIT2	0.2
	Error	Error	BOOL	0.1
	TxPDO State	TxPDO State	BOOL	0.1
	TxPDO To...	TxPDO To...	BOOL	0.1
	Value	Value	INT	2.0
	WcState	WcState	BOOL	0.1
	State	State	UINT	2.0
InfoData	State	State	UINT	2.0
AdsAddr	AdsAddr	AdsAddr	AMSADDRESS	8.0
	netId	netId	ARRAY [0..5] OF USINT	6.0
	netId[0]	netId[0]	USINT	1.0
	netId[1]	netId[1]	USINT	1.0
	netId[2]	netId[2]	USINT	1.0
	netId[3]	netId[3]	USINT	1.0
	netId[4]	netId[4]	USINT	1.0
	netId[5]	netId[5]	USINT	1.0
	port	port	UINT	2.0

Abb. 179: Zusammengefasstes Prozessabbild in erweiterter Darstellung unter TwinCAT 2.11

**Hinweise**

- Die **zusammengefasste Darstellung** ist nur ab TwinCAT 2.11 sichtbar. Wird eine EL32xx-xxxx-0017 (und später) in früheren TwinCAT Konfigurationen betrieben, wird aus Kompatibilitätsgründen das Einzelprozessabbild mit vorangestelltem Kennzeichner "Status\_\_" angezeigt.

	Name	Type	Size
Term 2 (EL3202)	Status__Underrange	BOOL	0.1
	Status__Overrange	BOOL	0.1
	Status__Limit 1	BIT2	0.2
	Status__Limit 2	BIT2	0.2
	Status__Error	BOOL	0.1
	Status__TxPDO State	BOOL	0.1
	Status__TxPDO Toggle	BOOL	0.1
	Value	INT	2.0
	Status__Underrange	BOOL	0.1
	Status__Overrange	BOOL	0.1
RTD Inputs Channel 2	Status__Limit 1	BIT2	0.2
	Status__Limit 2	BIT2	0.2
WcState	Status__Error	BOOL	0.1
	Status__TxPDO State	BOOL	0.1
InfoData	Status__TxPDO Toggle	BOOL	0.1
	Value	INT	2.0
State	WcState	BOOL	0.1
	State	UINT	2.0
AdsAddr	AdsAddr	AMSADD...	8.0

Abb. 180: Zusammengefasstes Prozessabbild in Darstellung unter TwinCAT 2.10

- Eine Abhängigkeit der Revision vom in der Klemme vorliegenden Firmware-Stand ist für die Revisionen -0016 und -0017 nicht gegeben. Das bedeutet, auch Klemmen die als EL32xx-xxxx-0016 ausgeliefert wurden, können mit einer -0017 und somit "neueren" Konfiguration und damit dem zusammengefassten Prozessabbild angesprochen werden. Dieser "Aufwärtskompatibilität" genannte Fall ist für die EL32xx-xxxx-0016 und -0017 erlaubt.
- Die in der Klemme vorliegende Revision kann am einfachsten durch Scannen des EtherCAT-Systems ermittelt werden. Der Vergleichsbericht zeigt die Unterschiede.

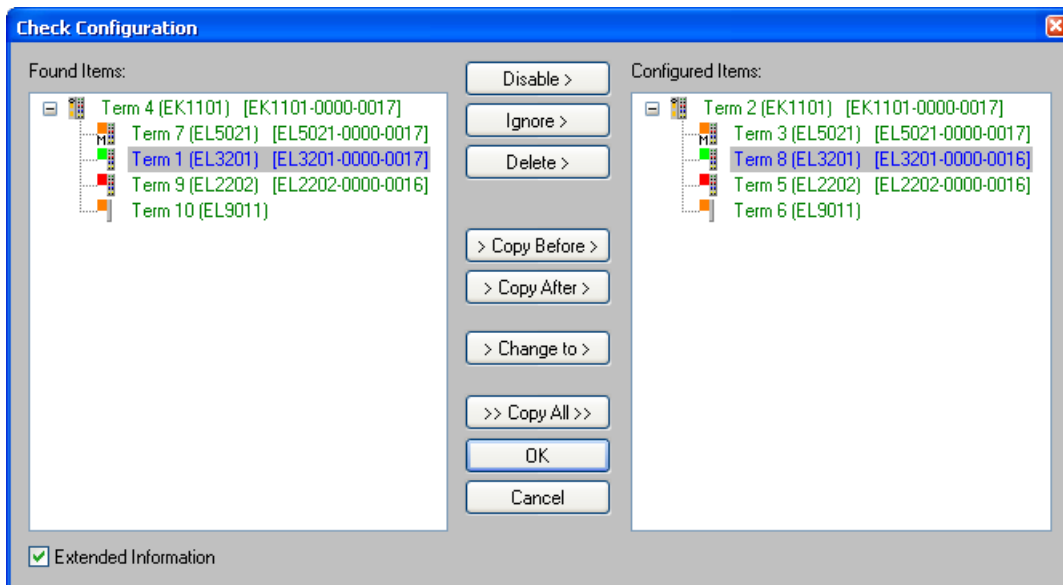


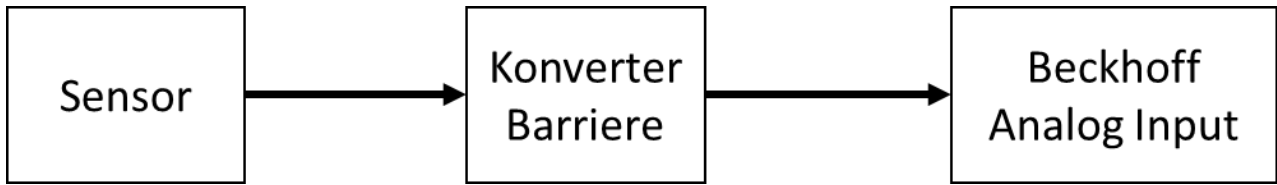
Abb. 181: Beispielhaftes Ergebnis nach dem Scannen eines EtherCAT-Systems

Erläuterung zu Abb. *Beispielhaftes Ergebnis nach dem Scannen eines EtherCAT-Systems*: Laut rechter Übersicht befindet sich eine EL3201-0000-0016 in der Konfiguration (\*.tsm-Datei), gefunden wurde aber laut linker Übersicht eine Revision -0017. Die generelle Abwärtskompatibilität von EL-Klemmen stellt sicher, dass dieser Einsatzfall möglich ist.



### 5.13 Grundlagen zu Signaltrennern, Barrieren

Gelegentlich können analoge Signale nicht direkt vom Sensor zur Beckhoff Analog-Eingangsklemme geführt werden, sondern es muss ein besonderes Gerät dazwischengeschaltet werden.

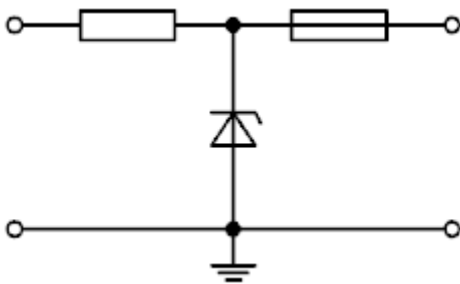


Gründe dafür können sein

- Der Sensor ist im Ex-Bereich installiert und nach der Zündschutzart Eigensicherheit (Ex i) geschützt, wobei für die gewünschte Anwendung noch keine Beckhoff ELX3xxx-Klemme verfügbar ist
- Es wird eine separate galvanische Trennung zwischen Sensor und Beckhoff Klemme gewünscht
- Der Sensor hat ein elektrisches Ausgangssignal, für das Beckhoff noch keine passende Eingangsklemme anbietet.

Die Art des zwischengeschalteten Geräts ist von den folgenden Kriterien abhängig

- Welches elektrische Signal liefert der Sensor: Spannung 10 V oder  $\mu$ V, AC oder DC, 20 mA oder 1 A, Widerstand, ...
- muss der Sensor irgendwie gespeist werden, z.B.
  - ein IEPE Sensor benötigt 2..8 mA Konstantstrom
  - ein Widerstand benötigt einen Messstrom
  - ein elektronischer Sensor benötigt ggf. 24V Versorgung, oder er wird 20 mA-Schleifengespeist
- welche dynamische Übertragungsqualität für AC Signale muss der Sensor über das Zwischengerät liefern? Jedes Zwischengerät beeinflusst das Analogsignal z.B. in frequenzabhängiger Dämpfung, Übersprechen, Leitungswiderstand, Bandbreite – dies gilt es zu beachten wenn in einer messtechnischen Applikation ein Zwischengerät eingesetzt wird.
- Wird das Gerät zur Energiebegrenzung nach der Zündschutzart Eigensicherheit (Ex i) eingesetzt? In diesem Fall ist eine Barriere mit entsprechender Zulassung zu wählen. Häufig werden Zenerbarrieren eingesetzt, die aus Widerständen, Sicherungen und Zenerdioden aufgebaut sind



Wie o.a. können diese die analoge Signalqualität in Bezug auf die o. g. Merkmale beeinflussen, z. B. durch temperaturabhängige Änderung des Innenwiderstands.

Begriffe dafür: Zenerbarriere

- Muss es eine galvanische Trennung des Analogsignals sicherstellen?



Soll eine galvanische Trennung des analogen Signals hergestellt werden? Geräte, die das übertragene Signal galvanisch trennen, bauen dieses elektrisch vollständig neu auf, sodass in diesem Fall besonderes Augenmerk auf die Signalbeeinflussung gelegt werden muss. Faktisch verketteten sich dann die analogen Eigenschaften von Trenner und Beckhoff Analogklemme, gerade beim Einsatz von Beckhoff ELM-Messtechnik-Klemmen oder anderen hochwertigen Analogklemmen sind die

Eigenschaften des Trenners dann dominant. Ausgangsseitig liefern sie typischerweise Normsignale, wie z. B. 10 V oder 20 mA. Gegenüber dem Einsatz externer Geräte für die galvanische Trennung ist die Verwendung von Beckhoff-Eingangsklemmen mit kanalweiser galvanischer Trennung vorteilhaft. Begriffe dafür: Signaltrenner, Signalkonverter, Signalwandler, Trennverstärker, Messverstärker, Pegelwandler

- Sind sowohl Explosionsschutz nach Zündschutzart Ex i als auch eine galvanische Trennung notwendig? In diesem Fall kommen sogenannte Trennbarrieren zum Einsatz, die zum einen die Energiebegrenzung für die Eigensicherheit und zum anderen die galvanische Trennung des Signals gewährleisten. Es gelten dann bzgl. der analogen Signalbeeinflussung die gleichen Punkte wie im Punkt zuvor.

Aus messtechnischer Sicht sollte wenn möglich auf signalbeeinflussende Zwischengeräte verzichtet werden.

## 5.14 Hinweise zu analogen Spezifikationen

Beckhoff IO-Geräte (Klemmen, Boxen, Module) mit analogen Eingängen sind durch eine Reihe technischer Kenndaten charakterisiert, siehe dazu die Technischen Daten in den jeweiligen Dokumentationen.

Zur korrekten Interpretation dieser Kenndaten werden im Folgenden einige Erläuterungen gegeben.

### 5.14.1 Messbereichsendwert (MBE)

Ein IO-Gerät mit analogem Eingang misst über einen nominellen Messbereich, der durch eine obere und eine untere Schranke (Anfangswert und Endwert) begrenzt wird die meist schon der Gerätebezeichnung entnommen werden kann.

Der Bereich zwischen beiden Schranken wird Messspanne genannt und entspricht der Formel (Endwert - Anfangswert). Entsprechend zu Zeigergeräten ist dies die Messskala (vgl. IEC 61131) oder auch der Dynamikumfang.

Für analoge IO-Geräte von Beckhoff gilt, dass als Messbereichsendwert (MBE) des jeweiligen Produkts (auch: Bezugswert) die betragsmäßig größte Schranke gewählt und mit positivem Vorzeichen versehen wird. Dies gilt für symmetrische und asymmetrische Messspannen.

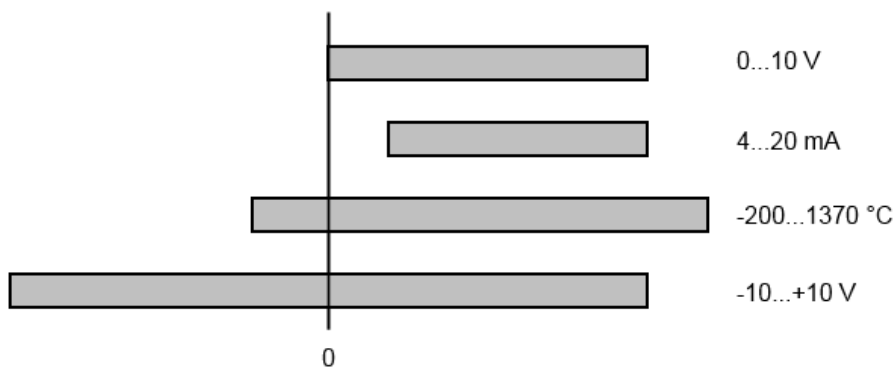


Abb. 182: Messbereichsendwert, Messspanne

Für die obigen **Beispiele** bedeutet dies:

- Messbereich 0...10 V: asymmetrisch unipolar, MBE = 10 V, Messspanne = 10 V
- Messbereich 4...20 mA: asymmetrisch unipolar, MBE = 20 mA, Messspanne = 16 mA
- Messbereich -200...1370°C: asymmetrisch bipolar, MBE = 1370°C, Messspanne = 1570°C
- Messbereich -10...+10 V: symmetrisch bipolar, MBE = 10 V, Messspanne = 20 V

Dies gilt entsprechend für analoge Ausgangsklemmen/ -boxen (bzw. verwandten Beckhoff-Produktgruppen).

### 5.14.2 Messfehler/ Messabweichung

Der relative Messfehler (% vom MBE) bezieht sich auf den MBE und wird berechnet als Quotient aus der zahlenmäßig größten Abweichung vom wahren Wert („Messfehler“) in Bezug auf den MBE.

$$\text{Messfehler} = \frac{|\text{max. Abweichung}|}{\text{MBE}}$$

Der Messfehler hat im Allgemeinen Gültigkeit für den gesamten zulässigen Betriebstemperaturbereich, auch „Gebrauchsfehlergrenze“ genannt und enthält zufällige und systematische Anteile auf das bezogene Gerät (also „alle“ Einflüsse wie Temperatur, Eigenrauschen, Alterung usw.).

Er ist immer als positiv/negativ-Spanne mit  $\pm$  zu verstehen, auch wenn fallweise ohne  $\pm$  angegeben.

Die maximale Abweichung kann auch direkt angegeben werden.

**Beispiel:** Messbereich 0...10 V und Messfehler  $< \pm 0,3\%$  MBE  $\rightarrow$  maximale Abweichung  $\pm 30$  mV im zulässigen Betriebstemperaturbereich.

### ● Geringerer Messfehler

**i** Da diese Angabe auch die Temperaturdrift beinhaltet, kann bei Sicherstellung einer konstanten Umgebungstemperatur des Geräts und thermischer Stabilisierung in der Regel nach einem Anwenderabgleich von einem signifikant geringeren Messfehler ausgegangen werden.

Dies gilt entsprechend für analoge Ausgangsgeräte.

## 5.14.3 Temperaturkoeffizient tK [ppm/K]

Eine elektronische Schaltung ist in der Regel mehr oder weniger temperaturabhängig. Im Bereich der analogen Messtechnik bedeutet dies, dass der mittels einer elektronischen Schaltung ermittelte Messwert reproduzierbar in seiner Abweichung vom „wahren“ Wert von der Umgebungs/Betriebstemperatur abhängig ist.

Lindern kann ein Hersteller dies durch Verwendung höherwertiger Bauteile oder Software-Maßnahmen.

Der von Beckhoff ggf. angegebene Temperaturkoeffizient erlaubt es dem Anwender den zu erwartenden Messfehler außerhalb der Grundgenauigkeit bei 23°C zu berechnen.

Aufgrund der umfangreichen Unsicherheitsbetrachtungen, die in die Bestimmungen der Grundgenauigkeit (bei 23°C) eingehen, empfiehlt Beckhoff eine quadratische Summierung.

**Beispiel:** Grundgenauigkeit bei 23°C sei  $\pm 0,01\%$  typ. (MBE), tK = 20 ppm/K typ., gesucht ist die Genauigkeit G35 bei 35°C, somit  $\Delta T = 12$ K

$$G35 = \sqrt{(0,01\%)^2 + (12\text{K} \cdot 20 \frac{\text{ppm}}{\text{K}})^2} = 0,026\% \text{ MBE, typ}$$

Anmerkungen: ppm  $\triangleq 10^{-6}$       %  $\triangleq 10^{-2}$

### 5.14.4 Langzeiteinsatz

Analoge Baugruppen (Eingänge, Ausgänge) unterliegen im Betrieb beständiger Umwelteinwirkung (Temperatur, Temperaturwechsel, Schock/Vibration, Einstrahlung etc.). Dies kann Einfluss auf die Funktion, insbesondere die analoge Genauigkeit (auch: Mess- bzw. Ausgabeunsicherheit) haben.

Als Industrieprodukte sind Beckhoff Analoggeräte für den 24h/7d Dauereinsatz ausgelegt. Die Geräte zeigen, dass sie insbesondere die Genauigkeitsspezifikation in der Regel auch im Langzeiteinsatz einhalten. Eine zeitlich unbeschränkte Funktionszusicherung (betrifft auch die Genauigkeit) kann wie üblich für technischen Geräte allerdings nicht gegeben werden.

Beckhoff empfiehlt die Verwendungsfähigkeit in Bezug auf das Einsatzziel im Rahmen üblicher Anlagenwartung z.B. alle 12-24 Monate zu prüfen.

### 5.14.5 Typisierung SingleEnded / Differentiell

Beckhoff unterscheidet analoge Eingänge grundsätzlich in den zwei Typen *Single-Ended* (SE) und *differentiell* (DIFF) und steht hier für den unterschiedlichen elektrischen Anschluss bezüglich der Potenzialdifferenz.

In dieser Abbildung sind ein SE und ein DIFF-Modul als 2-kanalige Variante aufgezeigt, exemplarisch für alle mehrkanaligen Ausführungen.

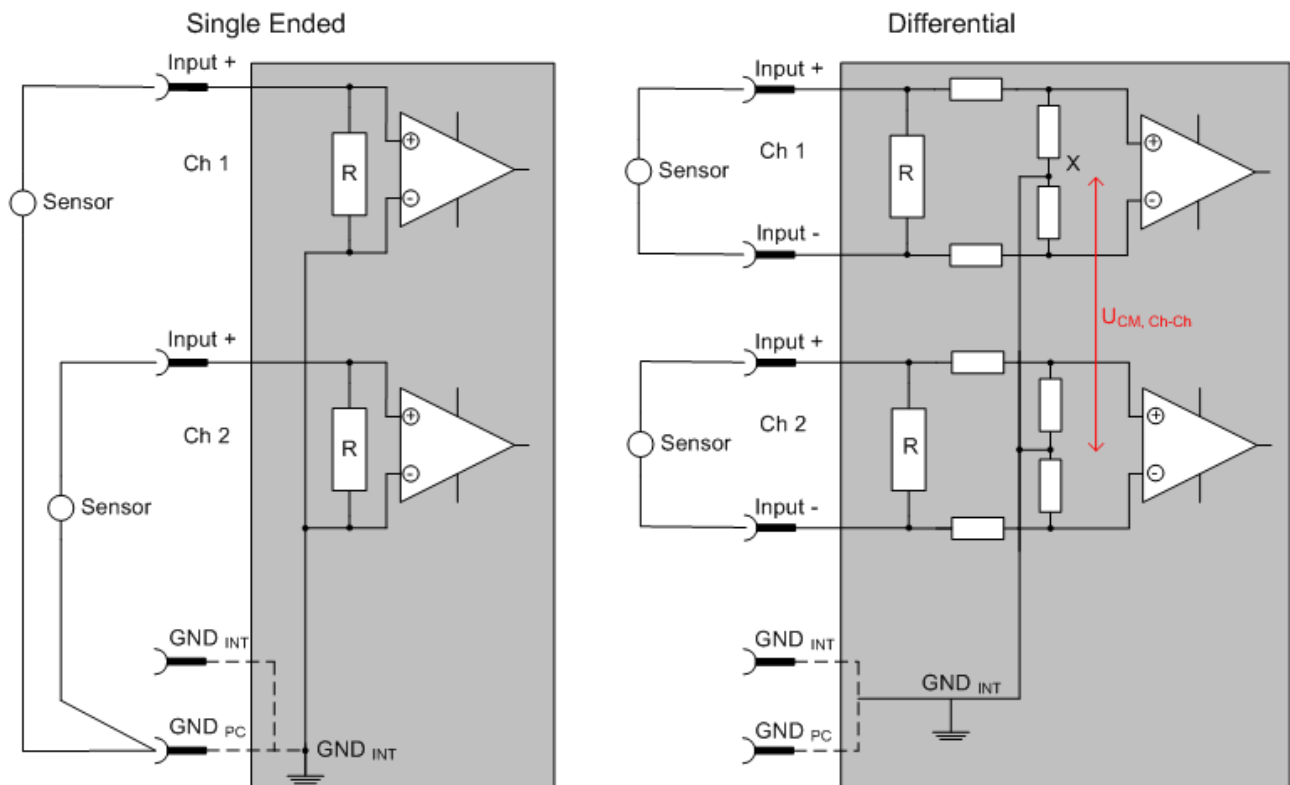


Abb. 183: SE und DIFF-Modul als 2-kanalige Variante

Hinweis: gestrichelte Linien bedeuten, dass diese Verbindung nicht unbedingt in jedem SE- oder DIFF-Modul vorhanden sein muss. Galvanisch getrennte Kanäle arbeiten grundsätzlich in differentieller Art, nur dass überhaupt kein direkter (galvanischer) Massebezug im Modul hergestellt ist. Spezifikationsangaben zu empfohlenen und maximalen Spannungen sind jeweils allerdings zu beachten.

**Grundsätzlich gilt:**

- Die analoge Messung erfolgt immer als Spannungsmessung zwischen zwei Potenzialpunkten. Bei einer Spannungsmessung ist R groß gewählt, um eine hohe Impedanz zu gewährleisten, bei einer Strommessung ist R als Shunt niedrig gewählt. Ist der Messzweck eine Widerstandsbestimmung, erfolgt die Betrachtung entsprechend.

- Dabei sind diese beiden Punkte bei Beckhoff üblicherweise als Input+/SignalPotenzial und Input-/BezugsPotenzial gekennzeichnet.
- Für die Messung zwischen zwei Potenzialpunkten sind auch zwei Potenziale heranzuführen.
- Bei den Begrifflichkeiten „1-Leiter-Anschluss“ oder „3-Leiter-Anschluss“ ist bezüglich der reinen Analog-Messung zu beachten: 3- oder 4-Leiter können zur Sensorversorgung dienen, haben aber mit der eigentlichen Analog-Messung nichts zu tun, diese findet immer zwischen zwei Potenzialen/Leitungen statt.  
Dies gilt insbesondere auch für SE, auch wenn hier die Benennung suggeriert, dass nur eine Leitung benötigt wird.
- Es ist im Vorfeld der Begriff der "galvanischen Trennung" klarzustellen.  
Beckhoff IO-Module verfügen über 1..8 oder mehr analoge Kanäle; bei Betrachtungen bezüglich des Kanalanschluss ist zu unterscheiden
  - wie sich die Kanäle INNERHALB eines Module zueinander stellen oder
  - wie sich die Kanäle MEHRERER Module zueinander stellen.  
Ob die Kanäle zueinander direkt in Verbindung stehen wird u. a. mit der Eigenschaft der galvanischen Trennung spezifiziert.
  - Beckhoff Klemmen/ Boxen (bzw. verwandte Produktgruppen) sind immer mit einer galvanischen Trennung von Feld/Analog-Seite zu Bus/EtherCAT-Seite ausgerüstet. Wenn zwei analoge Klemmen/ Boxen also nicht über die Powerkontakte/ Powerleitung miteinander galvanisch verbunden sind, besteht faktisch eine galvanische Trennung zwischen den Modulen.
  - Falls Kanäle innerhalb eines Moduls galvanisch getrennt sind oder ein 1-Kanal-Modul keine Powerkontakte aufweist, handelt es sich faktisch immer um differentielle Kanäle, siehe dazu auch folgende Erläuterungen. Differentielle Kanäle sind nicht zwangsläufig galvanisch getrennt.
- Analoge Messkanäle unterliegen technischen Grenzen sowohl bezüglich des empfohlenen bestimmungsgemäßen Betriebsbereichs (Dauerbetrieb) als auch der Zerstörgrenze. Entsprechende Hinweise in den Dokumentationen zu den Klemmen/ Boxen sind zu beachten.

## Erläuterung

- **differentiell (DIFF)**
  - Die differentielle Messung ist das flexibelste Konzept. Beide Anschlusspunkte Input+/SignalPotenzial und Input-/BezugsPotenzial sind vom Anwender im Potenzial im Rahmen der technischen Spezifikation frei wählbar.
  - Ein differentieller Kanal kann auch als SE betrieben werden, wenn das BezugsPotenzial von mehreren Sensoren verbunden wird. Dieser Verbindungspunkt kann auch Anlagen-GND sein.
  - Da ein differentieller Kanal intern symmetrisch aufgebaut ist (vgl. Abb. SE und DIFF-Modul als 2-kanalige Variante) stellt sich in der Mitte zwischen den beiden zugeführten Potenzialen ein Mittel-Potenzial ein (X), das gleichbedeutend mit dem internen Ground/Bezugsmasse dieses Kanals ist. Wenn mehrere DIFF-Kanäle ohne galvanische Trennung in einem Modul verbaut sind, kennzeichnet die technische Eigenschaft „ $U_{CM}$  (common mode Spannung)“, wie weit die Kanäle in Ihrer Mittenspannung auseinander liegen dürfen.
  - Die interne Bezugsmasse kann ggf. als Anschlusspunkt an der Klemme/ Box zugänglich sein, um ein definiertes GND-Potenzial in der Klemme/ Box zu stabilisieren. Es ist allerdings dann besonders auf die Qualität dieses Potenzials (Rauschfreiheit, Spannungskonstanz) zu achten. An diesen GND-Punkt kann auch eine Leitung angeschlossen werden die dafür sorgt, dass bei der differentiellen Sensorleitung die  $U_{CM,max}$  nicht überschritten wird.  
Sind differentielle Kanäle nicht galvanisch getrennt, ist i. d. R nur eine  $U_{CM,max}$  zulässig. Bei galvanischer Trennung sollte dieses Limit nicht vorhanden sein und die Kanäle dürfen nur bis zur spezifizierten Trennungsgrenze auseinander liegen.
  - Differentielle Messung in Kombination mit korrekter Sensorleitungsverlegung hat den besonderen Vorteil, dass Störungen die auf das Sensorkabel wirken (idealerweise sind Hin- und Rückleitung nebeneinander verlegt, so dass beide Leitungen von Störsignalen gleich getroffen werden) sehr wenig effektive Auswirkung auf die Messung haben, weil beide Leitungen gemeinsam (= common) im Potenzial verschoben werden - umgangssprachlich: Gleichtaktstörungen wirken auf beide Leitungen gleichzeitig in Amplitude und Phasenlage.
  - Trotzdem unterliegt die Unterdrückung von Gleichtaktstörungen innerhalb eines Kanals oder zwischen Kanälen technischen Grenzen, die in den technischen Daten spezifiziert sind.

- Weitere hilfreiche Ergänzungen dazu sind der Dokumentationsseite *Beschaltung von 0/4..20 mA Differenzeingängen* (siehe z. B. Dokumentation zu den Klemmen EL30xx) zu entnehmen.
- **Single Ended (SE)**
  - Ist die Analog-Schaltung als SE konzipiert, ist die Input-/Bezugsleitung intern fest auf ein bestimmtes nicht änderbares Potenzial gelegt. Dieses Potenzial muss an mindestens einer Stelle der Klemme/ Box von außen zum Anschluss des Bezugspotenzials zugänglich sein, z. B. über die Powerkontakte/ Powerleitung.
  - SE bietet dem Anwender die Möglichkeit, bei mehreren Kanälen zumindest eine der beiden Sensorleitungen nicht bis zur Klemme/ Box zurückführen zu müssen wie bei DIFF, sondern die Bezugsleitung bereits an den Sensoren zusammenzufassen, z. B. im Anlagen-GND.
  - Nachteilig dabei ist, dass es über die getrennte Vor- und Rückleitung zu Spannungs/ Stromveränderungen kommen kann, die von einem SE-Kanal nicht mehr erfasst werden können, s. Gleichtaktstörung. Ein  $U_{CM}$ -Effekt kann nicht auftreten da die interne Schaltung der Kanäle eines Moduls ja immer durch Input-/Bezugspotenzial hart miteinander verbunden sind.

### Typisierung 2/3/4-Leiter-Anschluss von Stromsensoren

Stromgeber/Sensoren/Feldgeräte (im Folgenden nur „Sensor“ genannt) mit der industriellen 0/4-20mA-Schnittstelle haben typisch eine interne Wandlungselektronik von der physikalischen Messgröße (Temperatur, Strom...) auf den Stromregelausgang. Diese interne Elektronik muss mit Energie (Spannung, Strom) versorgt werden. Die Zuleitungsart dieser Versorgung trennt die Sensoren somit in *selbstversorgende* oder *extern versorgte* Sensoren:

#### Selbstversorgende Sensoren

- Die Energie für den Eigenbetrieb bezieht der Sensor über die Sensor/Signal-Leitung + und – selbst. Damit immer genug Energie für den Eigenbetrieb zur Verfügung steht und eine Drahtbruchererkennung möglich ist, wurde bei der 4-20mA-Schnittstelle als untere Grenze 4 mA festgelegt, d. h. minimal lässt der Sensor 4 mA, maximal 20 mA Strom passieren.
- 2-Leiter-Anschluss siehe Abb. *2-Leiter-Anschluss*, vgl. IEC60381-1
- Solche Stromgeber stellen i. d .R. eine Stromsenke dar, möchten also als „variable Last“ zwischen + und – sitzen. Vgl. dazu Angaben des Sensorherstellers.

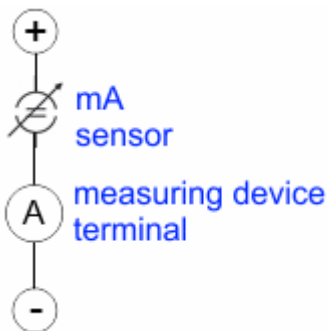


Abb. 184: 2-Leiter-Anschluss

Sie sind deshalb nach der Beckhoff-Terminologie wie folgt anzuschließen:

bevorzugt an „**single-ended**“ **Eingänge** wenn die +Supply-Anschlüsse der Klemme/ Box gleich mitgenutzt werden sollen - anzuschließen an +Supply und Signal

sie können aber auch an „**differentielle**“ **Eingänge** angeschlossen werden, wenn der Schluss nach GND dann applikationsseitig selbst hergestellt wird – polrichtig anzuschließen an +Signal und –Signal  
Unbedingt die Hinweisseite *Beschaltung von 0/4..20 mA Differenzeingängen* (siehe z. B. Dokumentation zu den Klemmen EL30xx) beachten!

#### Extern versorgte Sensoren

- 3- und 4-Leiter-Anschluss siehe Abb. *Anschluss extern versorgte Sensoren*, vgl. IEC60381-1

- Die Energie/Betriebsspannung für den Eigenbetrieb bezieht der Sensor aus zwei eigenen Versorgungsleitungen. Für die Signalübertragung der Stromschleife werden ein oder zwei weitere Sensorleitungen verwendet:
  - 1 Sensorleitung: nach der Beckhoff-Terminologie sind solche Sensoren an „**single-ended**“ **Eingänge** anzuschließen in 3 Leitungen mit +/-Signal und ggf. FE/Schirm.
  - 2 Sensorleitungen: Bei Sensoren mit 4-Leiter-Anschluss nach +Supply/-Supply/+Signal/-Signal ist zu prüfen ob der +Signal mit +Supply oder der –Signal-Anschluss mit –Supply verbunden werden darf.  
 Ja:  
 Dann kann entsprechend an einen Beckhoff „**single-ended**“ **Eingang** angeschlossen werden.  
 Nein:  
 es ist der Beckhoff „**differenziell**“ **Eingang** für +Signal und –Signal zu wählen, +Supply und –Supply sind über extra Leitungen anzuschließen.  
 Unbedingt die Hinweisseite *Beschaltung von 0/4..20 mA Differenzeingängen* (siehe z. B. Dokumentation zu den Klemmen EL30xx) beachten!

Hinweis: fachspezifische Organisationen wie NAMUR fordern einen nutzbaren Messbereich <4 mA/>20 mA zur Fehlererkennung und Justage, vgl. NAMUR NE043.

Es ist in der Beckhoff Gerätedokumentation einzusehen, ob das jeweilige Gerät solch einen erweiterten Signalbereich unterstützt.

Bei unipolaren Klemmen/ Boxen (und verwandten Produktgruppen) ist üblicherweise eine interne Diode vorhanden, dann ist die Polarität/Stromrichtung zu beachten:

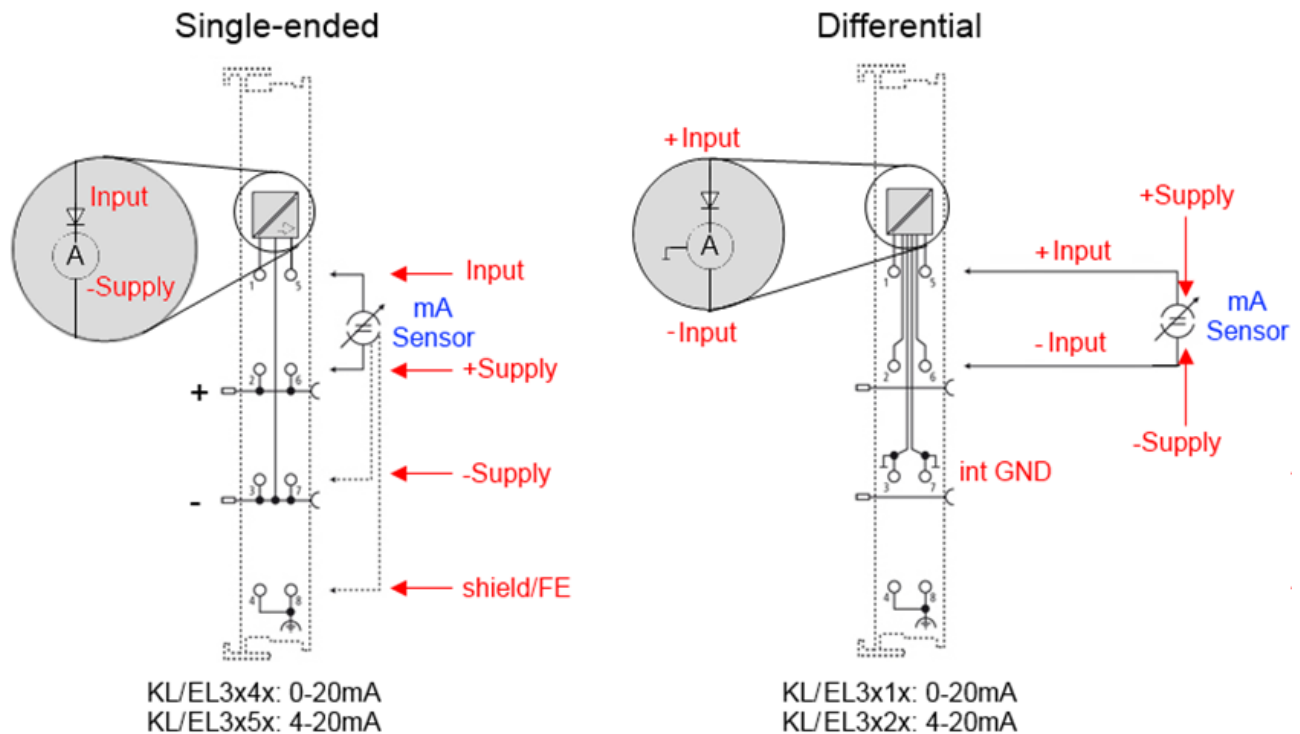


Abb. 185: Anschluss extern versorgte Sensoren

Einordnung der Beckhoff-Klemmen/ Boxen - Beckhoff 0/4-20mA Klemmen/ Boxen (und verwandten Produktgruppen) sind als **differenziell** und **single-ended** verfügbar:

**Single-ended**

EL3x4x: 0-20 mA, EL3x5x: 4-20 mA, genauso KL und verwandten Produktgruppen

Stromvorzugsrichtung da interne Diode

Sind für den Anschluss von extern versorgenden Sensoren im 3/4-Leiter-Anschluss konzipiert.

Sind für den Anschluss von selbstversorgenden Sensoren im 2-Leiter-Anschluss konzipiert

**differenziell**

EL3x1x: 0-20 mA, EL3x2x: 4-20 mA, genauso KL und verwandten Produktgruppen

Stromvorzugsrichtung da interne Diode

Die Klemme/ Box ist eine passive differentielle Strommessvorrichtung, „passiv“ bedeutet, dass keine Sensorspeisung erfolgt.



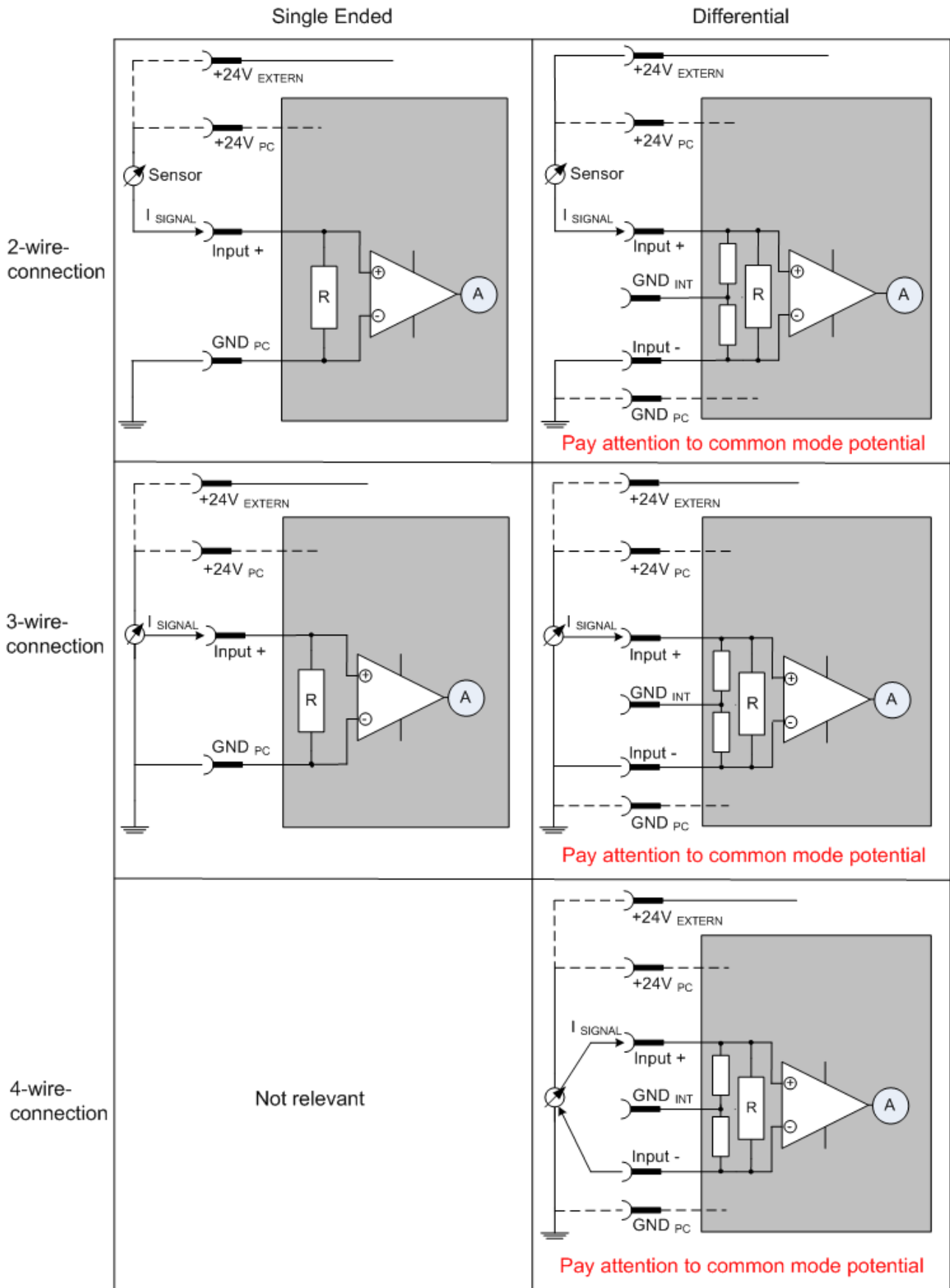


Abb. 186: 2-, 3- und 4-Leiter-Anschluss an Single Ended - und Differenz Eingänge

## 5.14.6 Gleichtaktspannung und Bezugsmasse (bezogen auf Differenzeingänge)

Gleichtaktspannung (CommonMode,  $U_{cm}$ ) wird als der Mittelwert der Spannungen an den einzelnen Anschlüssen/Eingängen definiert und wird gegen eine Bezugsmasse gemessen/angegeben.

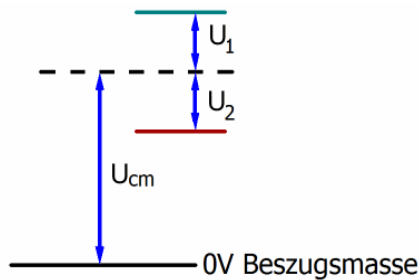


Abb. 187: Gleichtaktspannung ( $U_{cm}$ )

Bei der Definition des zulässigen Gleichtaktspannungsbereiches und bei der Messung der Gleichtaktunterdrückung (CMRR, common mode rejection ratio) bei differenziellen Eingängen ist die Definition der Bezugsmasse wichtig.

Die Bezugsmasse ist auch das Potential, gegen welches der Eingangswiderstand und die Eingangsimpedanz bei single-ended-Eingängen bzw. der Gleichtaktwiderstand und die Gleichtaktimpedanz bei differenziellen Eingängen gemessen werden.

Die Bezugsmasse ist an/bei der Klemme/ Box i.d.R. zugänglich. Orte dafür können Klemmkontakte, Powerkontakte/ Powerleitung oder auch nur eine Tragschiene sein. Zur Verortung siehe Dokumentation, die Bezugsmasse sollte beim betrachteten Gerät angegeben sein.

Bei mehrkanaligen Klemmen/ Boxen mit resistiver (=direkter, ohmscher, galvanischer) oder kapazitiver Verbindung zwischen den Kanälen ist die Bezugsmasse vorzugsweise der Symmetriepunkt aller Kanäle, unter Betrachtung der Verbindungswiderstände.

### Beispiele für Bezugsmassen bei Beckhoff IO Geräten:

1. internes AGND (analog GND) herausgeführt:
  - EL3102/EL3112, resistive Verbindung der Kanäle untereinander
2. 0V-Powerkontakt:
  - EL3104/EL3114, resistive Verbindung der Kanäle untereinander an AGND, AGND niederohmig verbunden mit 0V-Powerkontakt
3. Erde bzw. SGND (shield GND):
  - EL3174-0002: Kanäle haben keine resistive Verbindung untereinander, aber sind kapazitiv durch Ableitkondensatoren an SGND gekoppelt
  - EL3314: keine interne Masse auf die Klemmpunkte herausgeführt, aber kapazitive Kopplung an SGND

## 5.14.7 Spannungsfestigkeit

Es ist zu unterscheiden zwischen:

- Spannungsfestigkeit (Zerstörgrenze): eine Überschreitung kann irreversible Veränderungen an der Elektronik zur Folge haben, Wertbetrachtung dabei
  - gegen eine festgelegte Bezugsmasse oder
  - differentiell
- Empfohlener Einsatzspannungsbereich: Bei einer Überschreitung kann nicht mehr von einem spezifikationsgemäßem Betrieb ausgegangen werden, Wertbetrachtung dabei
  - gegen eine festgelegte Bezugsmasse oder
  - differentiell

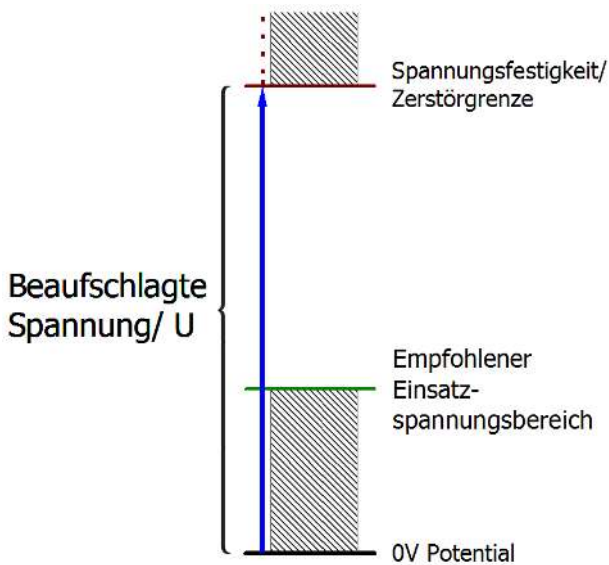


Abb. 188: Empfohlener Einsatzspannungsbereich

Es können in den Gerätedokumentationen besondere Spezifikationsangaben dazu und zur Zeitangabe gemacht werden, unter Berücksichtigung von:

- Eigenerwärmung
- Nennspannung
- Isolationsfestigkeit
- Flankensteilheit der Anlege-Spannung bzw. Haltedauern
- Normatives Umfeld (z. B. PELV)

### 5.14.8 Zeitliche Aspekte der analog/digital Wandlung

Die Umwandlung des stetigen analogen elektrischen Eingangssignals in eine wertdiskrete digitale und maschinenlesbare Form wird in den Beckhoff analogen Eingangsbaugruppen EL/KL/EP mit sog. ADC (analog digital converter) umgesetzt. Obgleich verschiedene ADC-Technologien gängig sind, haben sie alle aus Anwendersicht ein gemeinsames Merkmal: nach dem Ende der Umwandlung steht ein bestimmter digitaler Wert zur Weiterverarbeitung in der Steuerung bereit. Dieser Digitalwert, das sog. Analoge Prozessdatum, steht in einem festen zeitlichen Zusammenhang mit der „Ur-Größe“, dem elektrischen Eingangswert. Deshalb können für Beckhoff analoge Eingangsgeräte auch entsprechende zeitliche Kenndaten ermittelt und spezifiziert werden.

In diesen Prozess sind mehrere funktionale Komponenten involviert, die mehr oder weniger stark ausgeprägt in jeder AI (analog input) Baugruppe wirken:

- die elektrische Eingangsschaltung
- die Analog/Digital-Wandlung
- die digitale Weiterverarbeitung
- die finale Bereitstellung der Prozess- und Diagnosedaten zur Abholung an den Feldbus (EtherCAT, K-Bus etc.)

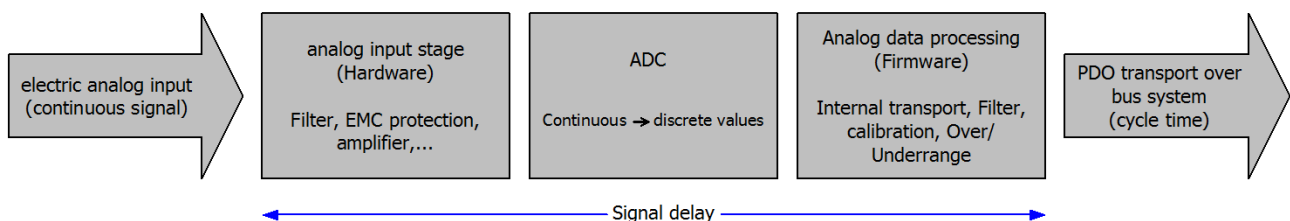


Abb. 189: Signalverarbeitung Analogeingang

Aus Anwendersicht sind dabei zwei Aspekte entscheidend:

- „Wie oft bekomme ich neue Werte?“, also eine Sampling-Rate im Sinne einer Schnelligkeit in Bezug auf das Gerät/den Kanal
- Wieviel Verzögerung verursacht die (gesamte) AD-Wandlung des Gerätes/des Kanals? Also Hard- und Firmware-Teile in toto. Aus technologischen Gründen muss zur Bestimmung dieser Angabe die Signalcharakteristik betrachtet werden: je nach Signalfrequenz kann es zu unterschiedlichen Laufzeiten durch das System kommen.

Dies ist die „äußere“ Betrachtung des Systems „Beckhoff AI Kanal“ – intern setzt sich insbesondere die Signalverzögerung aus den verschiedenen Anteilen Hardware, Verstärker, Wandlung selbst, Datentransport und Verarbeitung zusammen. Auch kann ggf. intern eine höhere Abtastrate verwendet werden (z.B. bei deltaSigma-Wandlern) als „außen“ aus Anwendersicht angeboten wird. Dies ist aber für ein nutzseitige Betrachtung der Komponente „Beckhoff AI Kanal“ normalerweise ohne Belang bzw. wird entsprechend spezifiziert, falls es doch für die Funktion relevant ist.

Damit können für Beckhoff AI Geräte folgende Spezifikationsangaben zum AI Kanal aus zeitlicher Sicht für den Anwender angegeben werden:

### 1. Minimale Wandlungszeit [ms, µs]

Dies ist der Kehrwert der maximalen **Sampling-Rate** [Sps, Samples per second]:

Gibt an, wie oft der analoge Kanal einen neu festgestellten Prozessdatenwert zur Abholung durch den Feldbus bereitstellt. Ob der Feldbus (EtherCAT, K-Bus) diesen dann auch genauso schnell (also im Gleichtakt), schneller (weil der AI Kanal im langsame FreeRun läuft) oder langsamer (z.B. bei Oversampling) abholt, ist dann eine Frage der Einstellung des Feldbusses und welche Betriebsmodi das AI Gerät unterstützt.

Bei EtherCAT Geräten zeigt das sog. ToggleBit bei den Diagnose-PDO an (indem es toggelt), dass ein neu ermittelter Analogwert vorliegt.

Entsprechend kann eine maximale Wandlungszeit, also eine minimal vom AI Gerät unterstützte Samplingrate spezifiziert werden.

Entspricht IEC 61131-2 Kap 7.10.2 2) „Abtast-Wiederholzeit“

### 2. Typ. Signalverzögerung

Entspricht IEC 61131-2 Kap 7.10.2 1) „Abtastdauer“. Sie inkludiert nach dieser Betrachtung alle geräteinternen Hard- und Firmware-Anteile, aber nicht „äußere“ Verzögerungsanteile aus dem Feldbus oder der Steuerung (TwinCAT).

Diese Verzögerung ist insbesondere relevant für absolute Zeitbetrachtungen, wenn AI Kanäle zum Amplitudenwert auch einen zugehörigen Zeitstempel (timestamp) mitliefern – von dem ja angenommen werden darf, dass er in seinem Zeitwert zu dem außen ehemals physikalisch anliegenden Amplitudenwert passt.

Aufgrund der frequenzabhängigen Laufzeit eines Signals, kann ein dezidierter Wert nur für ein gegebenes Signal spezifiziert werden. Der Wert ist auch abhängig von ggf. veränderlichen Filtereinstellungen des Kanals.

Eine typische Charakterisierung in der Gerätedokumentation kann sein:

#### 2.1 Signalverzögerung (Sprungantwort)

Stichworte: Einschwingzeit

Das Rechtecksignal kann extern mit einem Frequenzgenerator (Impedanz beachten!) erzeugt werden.

Als Erkennungsschwelle wird die 90% Grenze verwendet.

Die Signalverzögerung [ms, µs] ist dann der zeitliche Abstand zwischen dem (idealen) elektrischen Rechtecksignal und der Zeitpunkt wo der analoge Prozesswert die 90% Amplitude erreicht hat.

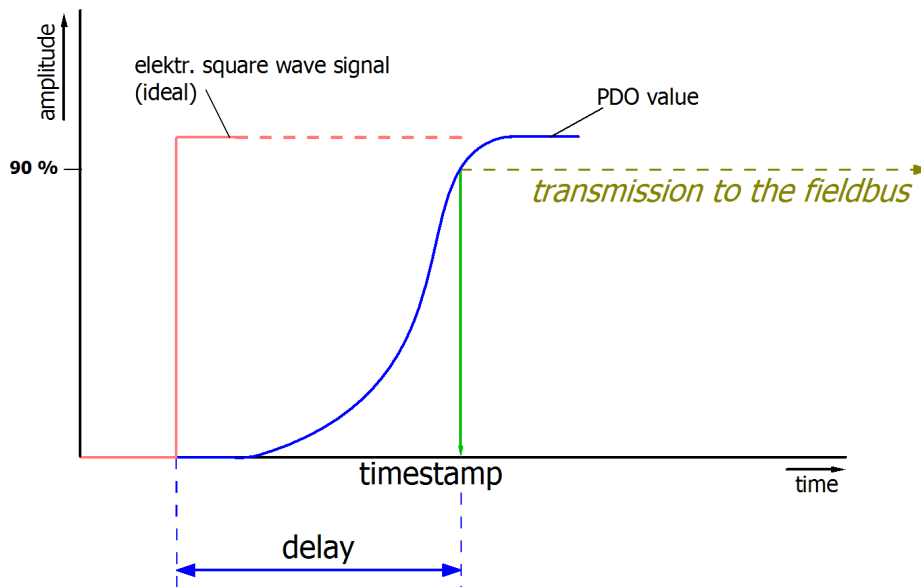


Abb. 190: Diagramm Signalverzögerung (Sprungantwort)

### 2.2 Signalverzögerung (linear)

Stichwort: Gruppenlaufzeit

Beschreibt die Verzögerung eines frequenzkonstanten Signals

Testsignal kann extern mit einem Frequenzgenerator erzeugt werden, z. B. als Sägezahn oder Sinus.

Referenz wäre dann ein zeitgleiches Rechtecksignal.

Die Signalverzögerung [ms,  $\mu$ s] ist dann der zeitliche Abstand zwischen dem eingespeisten elektrischen Signal einer bestimmten Amplitude und dem Moment wo der analoge Prozesswert denselben Wert erreicht. Dazu muss die Testfrequenz in einem sinnvollen Bereich gewählt werden; diese kann z. B. bei 1/20 der maximalen Sampling-Rate liegen.

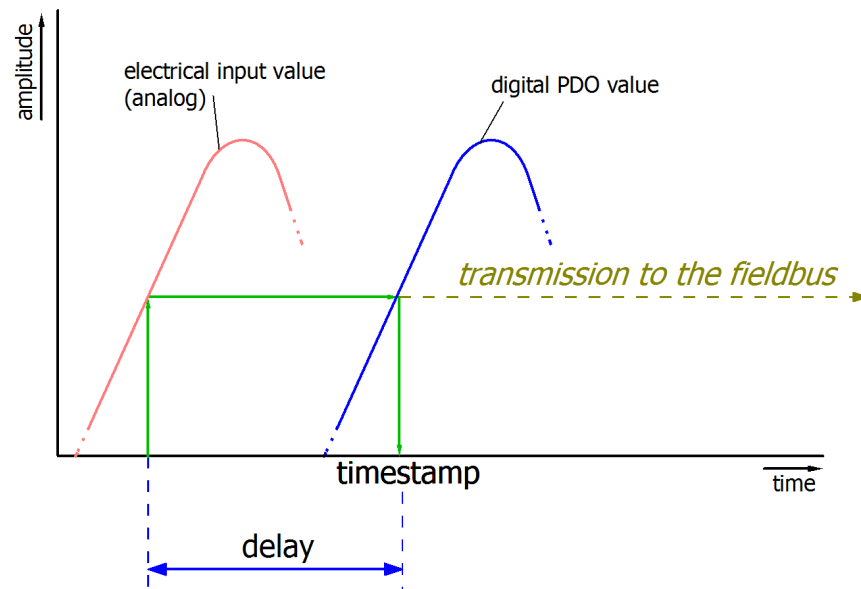


Abb. 191: Diagramm Signalverzögerung (linear)

### 3. Weitere Angaben

Weitere Angaben können in der Spezifikation optional angeführt sein, wie z. B.

- Tatsächliche Sampling-Rate des ADC (wenn unterschiedlich von der Kanal-Sampling-Rate)
- Zeit-Korrekturwerte für Laufzeiten bei unterschiedlichen Filtereinstellungen
- usw.

## 6 Anhang

### 6.1 Beispielprogramm zur individuellen Temperaturberechnung in der PLC

Die Klemmen der Serie EL331x-xxxx dienen zur bequemen Temperaturmessung mit Thermoelementen. Dazu haben sie diverse Umrechnungstabellen für verschiedene Thermoelement-Typen sowie auch eine interne Kaltstellenmessung implementiert. Ggf. soll aber ein besonderer Thermoelementtyp verwendet werden, der nicht in der Firmware hinterlegt ist. Dann bietet sich bei den EL331x der folgende Weg an:

- Erfassen der Thermoelement-Spannung an der Klemme im **Spannungsmodus** der EL331x
- Erfassen der klemmeninternen Kaltstellentemperatur (Cold Junction, CJ). Sie wird im CoE für jeden Kanal angeboten.
- Verrechnen der beiden Werte in der Steuerung/PLC in Ansehung der gewünschten Linearisierungskurve/Tabelle zur Temperatur am Messort.

Dieser Rechenweg der Kaltstellen-Kompensation (engl: CJC, Cold Junction Compensation) entspricht in etwa dem was für die implementierten Typen in der Klemme hinterlegt ist.

Das Beispielprogramm realisiert einen solchen Vorgang und liefert einen Temperaturwert unter Berücksichtigung der kanalweisen Kaltstellentemperatur aus dem CoE. Beispielhaft wird die Klemme zwischen Spannungsmessung und Temperaturmessung im Typ K kontinuierlich umgeschaltet, damit dadurch ein Vergleich beider Temperaturwerte ermöglicht wird. Im Folgenden ist eine Aufzeichnung der Messwerte von Kanal 1 der EL3314 an Typ K Thermoelement mit dem TwinCAT Scope dargestellt (Einheit in 0,1 °C):

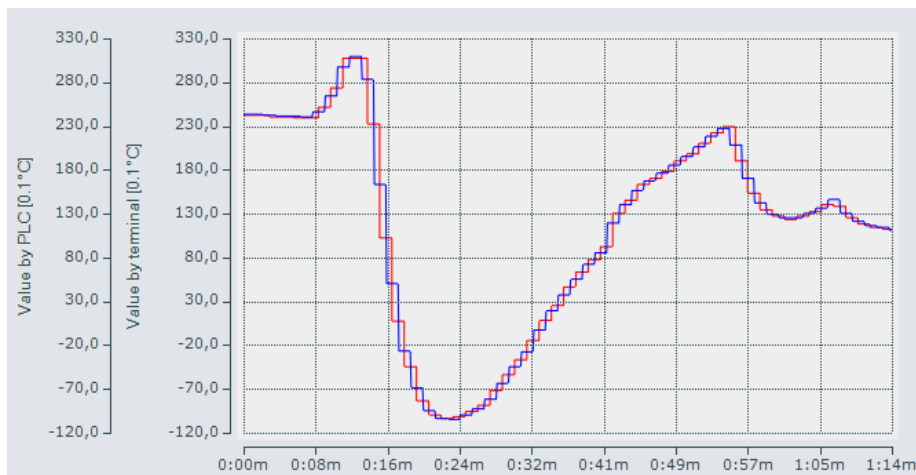


Abb. 192: Blau: Temperaturwerte aus der PLC-Berechnung; Rot: PDO-Werte im Temperaturmessbereich

Hinweise:

- die EL331x-xxxx bietet noch einen dritten Weg der Temperaturermittlung an, über eine extern gemessene Kaltstelle, siehe dazu das Kapitel „Betrieb mit externer Vergleichsstelle“ [▶ 328] in dieser Dokumentation.
- Das Beispielprogramm arbeitet mit einer Stützstellentabelle mit 10 Einträgen für ein Typ K Thermoelement. Wird ein anderes Thermoelement verwendet, sind die Werte dementsprechend anzupassen. Die Einträge in der Feldvariable „aTCElement“ sind in  $\mu\text{V}$ , den Temperaturwerten von  $-30^\circ\text{C}$  bis  $+60^\circ\text{C}$  in  $10^\circ$  Schritten zugeordnet, anzugeben. Die Zuweisung des Wertes für „nBuffer\_INT“ im nState=14 in MAIN ist ebenfalls anzupassen (z.B. 5 für Typ N Thermoelement).
- Das Beispielprogramm enthält eine Variable „stUserNetId“ in dem Funktionsblock „FB\_COE\_ACCESS“, in dem die AMS-Net-ID der zu verwendenden Konfiguration einzutragen ist. Er wird u.a. für das Auslesen der Kaltstellentemperaturen benötigt. Falls die Klemme nicht an erster Position nach dem Koppler positioniert ist, muss auch der Eintrag der Variable „nUserSlaveAddr“ angepasst werden.

- Nach dem Starten des Programms wird die Klemme in den „NoCoEStorage“ Zustand versetzt, damit es durch die fortlaufenden CoE Zugriffe für das Umschalten der Messungsarten Temperatur und Spannung nicht langfristig zu einer Beschädigung des internen EEPROMS der Klemme kommt. Wenn die EL331x im realen Einsatz immer nur im Spannungsmessmodus arbeitet, ist dieses Umschalten nicht nötig.
- Es ist zu beachten dass die EL331x-xxxx die Kennlinie über ein Polynom zweiten Grades approximiert und damit genauere Temperaturwerte liefert als die Berechnung durch das Beispielprogramm, das lediglich eine lineare Interpolation zwischen den Stützpunkten durchführt.

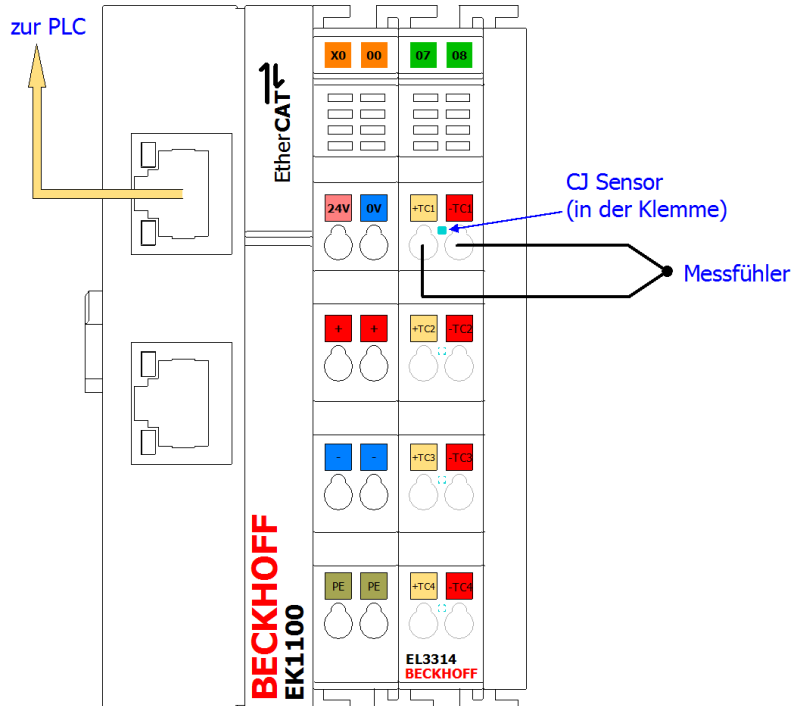


Abb. 193: Aufbau zum Beispielprogramm zur „separaten Temperaturberechnung mit CJC in der PLC“

Download: <https://infosys.beckhoff.com/content/1031/el33xx/Resources/zip/5273816971.zip>

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

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

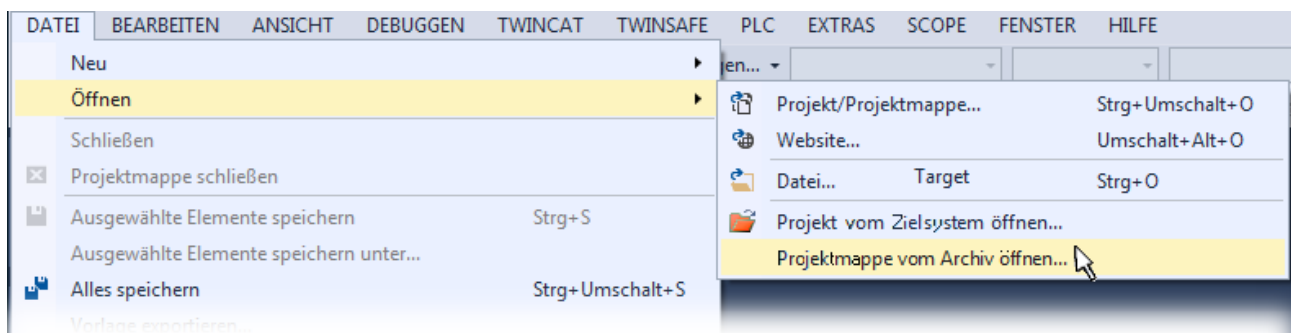


Abb. 194: Öffnen des \*.tnzip-Archives

- Wählen Sie die zuvor entpackte .tnzip-Datei (Beispielprogramm) aus.
- Ein weiteres Auswahlfenster öffnet sich: wählen nun Sie das Zielverzeichnis, wo das Projekt gespeichert werden soll.
- Die generelle Vorgehensweise für die Inbetriebnahme der PLC bzw. dem Start des Programms kann u. a. den Klemmen-Dokumentationen oder der EtherCAT-Systemdokumentation entnommen werden.

Ausschnitt aus dem Beispielprogramm:

Deklarationsteil:

```
// THIS CODE IS ONLY AN EXAMPLE - YOU HAVE TO CHECK APTITUDE FOR YOUR APPLICATION
PROGRAM MAIN
VAR

  nBuffer_INT      : INT;          // Buffer for reading or writing values from/to CoE objects
  aTCElement      : ARRAY[0..9] OF REAL := // Type K  $\mu$ V entries in 10°C Steps:
    [-1156, -778, -392, 0, 397, 798, 1203, 1612, 2023, 2436];
  nTabIndex        : INT;          // Index of node in table

  nT_start         : INT := -300; // -30°C for 0.1°C resolution
  nT_ResTab        : REAL := 100; // 10°C resolution of table (for 0.1°C resolution of values)

  // Variables for calculation:
  // -----
  nDiff_U_node2node : REAL;       // Voltage difference of two nodes
  nDiff_U_node2U_TC : REAL;       // Voltage difference of node and U TC
  nSlope             : REAL;       // Slope for 1st interpolation (temperature to voltage)
  nResidual          : REAL;       // Residual value for interpolation
  nRelation          : REAL;       // Relation for 2nd interpolation (voltage to temperature)
  // =====
  nU_TC              : REAL;       // Voltage of temperature inkl. CJC
  nT_CJ              : REAL;       // Cold junction temperature
  nU_CJ              : REAL;       // Corresponding voltage of CJ
  nT_Result          : INT;        // Resulting Temperatur (resolution 0.1°C)
END_VAR
```

### Ausführungsteil (nState=100):

```
// Cold junction temperature by CoE:
nT_CJ := INT_TO_REAL(nBuffer_INT);
// 1. Convert temperature to voltage:
// =====
// Determinate index of table:
nTabIndex := TRUNC_INT((nT_CJ - nT_start)/nT_ResTab);

// Calculate difference of two values with real value between them:
nDiff_U_node2node := (aTCElement[nTabIndex+1]-aTCElement[nTabIndex]);

// Get residual value of real value with integer value:
nResidual := nT_CJ - (nTabIndex * nT_ResTab + nT_start);

// Calculate slope nSlope = DY / DX:
nSlope := nDiff_U_node2node/nT_ResTab;

// Calculate interpolated voltage of the cold junction (m*x+b):
nU_CJ := nSlope * nResidual + aTCElement[nTabIndex];
// =====

// 2. Add this value to the PDO value:
nU_TC := INT_TO_REAL(nTC_Inputs_Value) + nU_CJ;
// =====

// 3. Convert calculated voltage to temperature:
// =====
// Search index of higher target node:
nTabIndex := 0;
// Loop as long U TC is greater than a node:
WHILE nU_TC > aTCElement[nTabIndex] DO
  nTabIndex := nTabIndex + 1;
END_WHILE
// Loop ended with resulting nTabIndex

IF nTabIndex = 0 THEN
  // Temperature is below first table entry: end here
  nT_Result := nT_start;
ELSE
  // Voltage difference between U TC and lower target node
  nDiff_U_node2U_TC := nU_TC - aTCElement[nTabIndex-1];

  // Voltage difference between two target nodes with U_TC nested between them:
  nDiff_U_node2node := aTCElement[nTabIndex]-aTCElement[nTabIndex-1];

  // Relation of the two differencies:
  nRelation := nDiff_U_node2U_TC/nDiff_U_node2node;

  // Resulting temperature in 0.1°C resolution:
  nT_Result := REAL_TO_INT(nT_start + (nRelation+nTabIndex-1) * nT_ResTab);
END_IF
```



## 6.2 EtherCAT AL Status Codes

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

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

## 6.3.1 Gerätebeschreibung ESI-File/XML

### HINWEIS

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

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

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

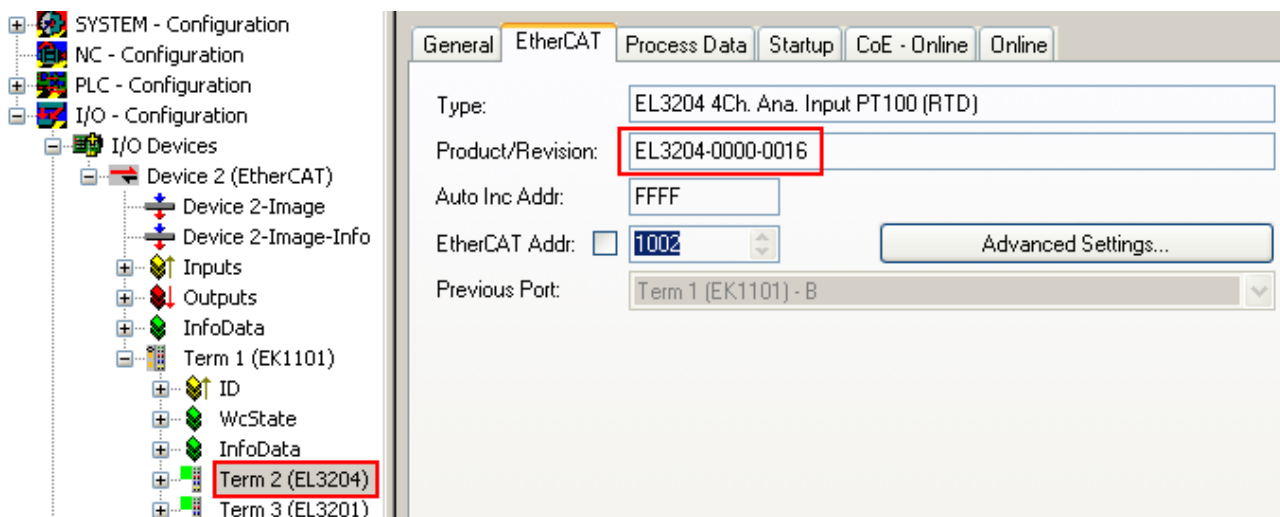


Abb. 195: Geräteerkennung aus Name EL3204-0000 und Revision -0016

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

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

**i Update von XML/ESI-Beschreibung**

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

**Anzeige der Slave-Kennung ESI**

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

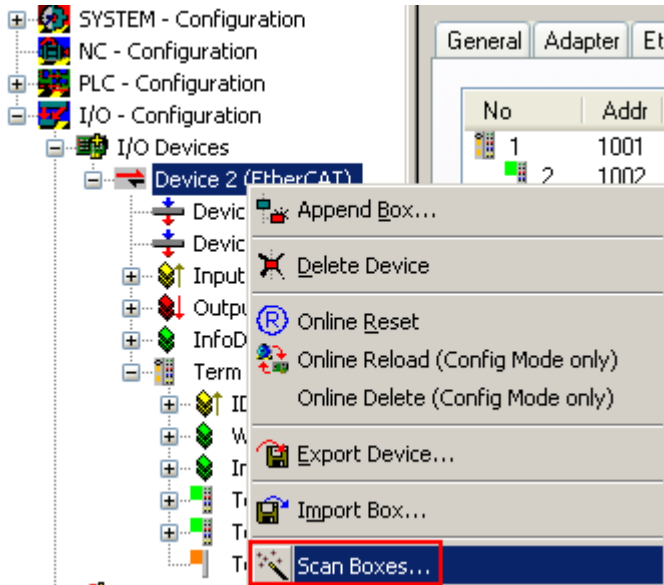


Abb. 196: Rechtsklick auf das EtherCAT Gerät bewirkt das Scannen des unterlagerten Feldes

Wenn das gefundene Feld mit dem konfigurierten übereinstimmt, erscheint



Abb. 197: Konfiguration identisch

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

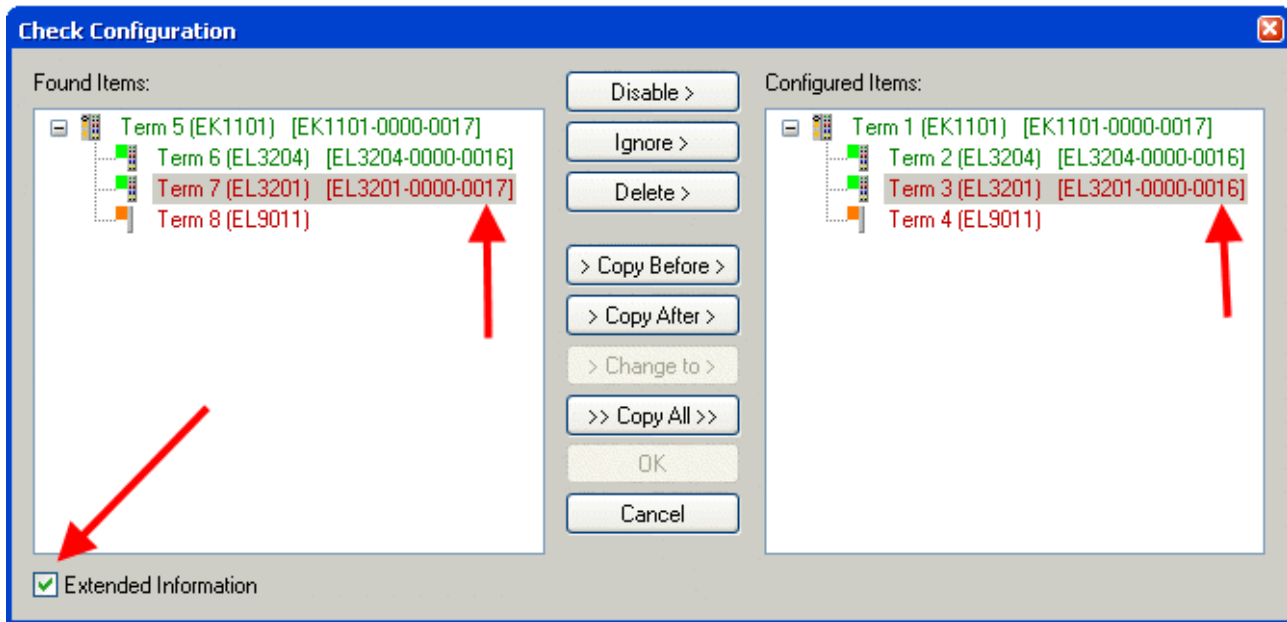


Abb. 198: Änderungsdialog

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*

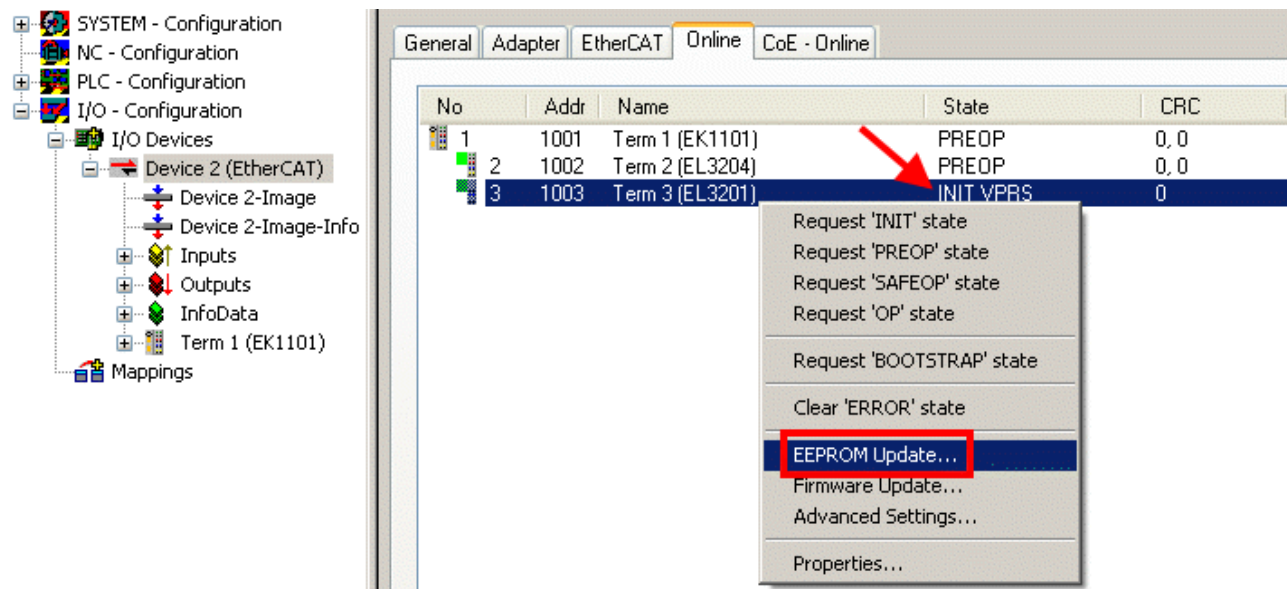


Abb. 199: EEPROM Update

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.

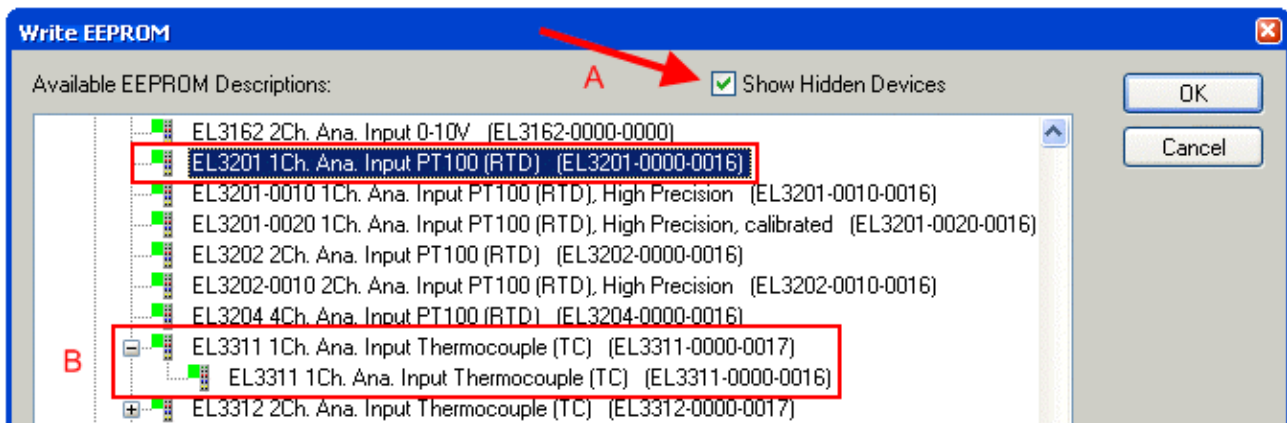


Abb. 200: Auswahl des neuen ESI

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

**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.

### 6.3.2 Erläuterungen zur Firmware

#### Versionsbestimmung der Firmware

#### Versionsbestimmung nach Laseraufdruck

Auf einem Beckhoff EtherCAT Slave ist eine Seriennummer aufgelasert. Der Aufbau der Seriennummer lautet: **KK YY FF HH**

- KK - Produktionswoche (Kalenderwoche)
- YY - Produktionsjahr
- FF - Firmware-Stand
- HH - Hardware-Stand

Beispiel mit Ser. Nr.: 12 10 03 02:

- 12 - Produktionswoche 12
- 10 - Produktionsjahr 2010
- 03 - Firmware-Stand 03
- 02 - Hardware-Stand 02

#### 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 EL5xx.xml“) enthalten ist.

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

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

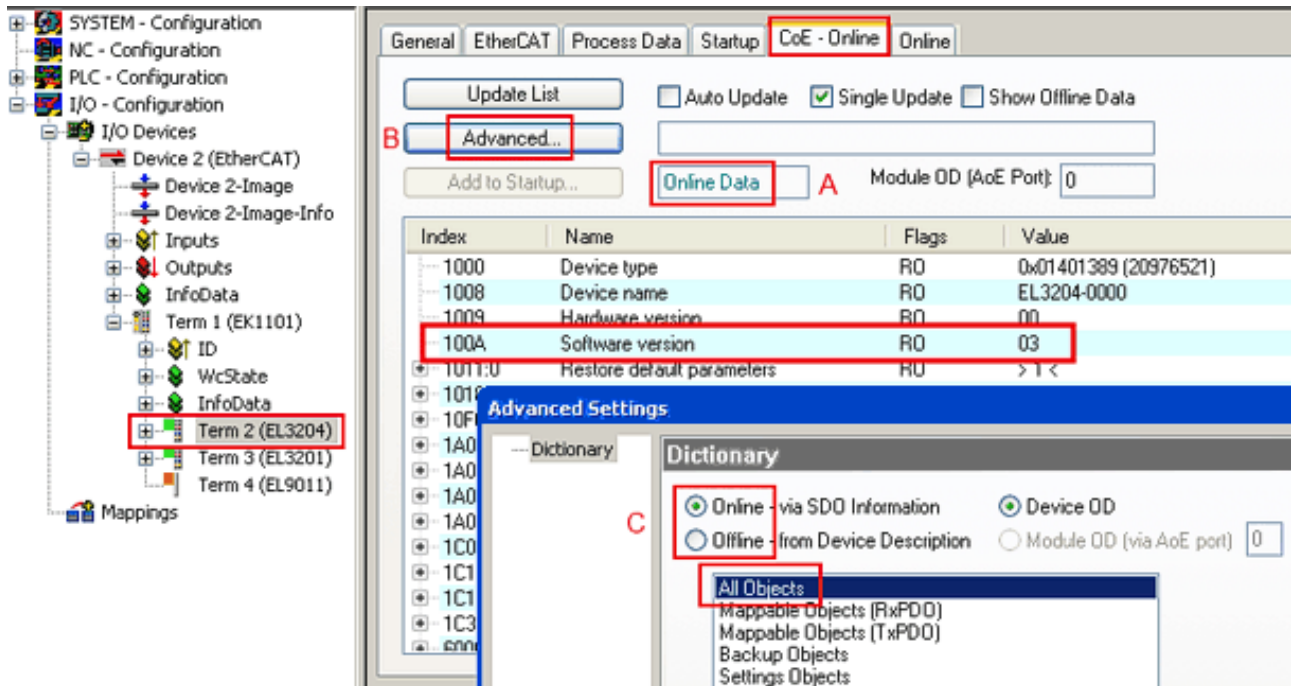


Abb. 201: Anzeige FW-Stand EL3204

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

### 6.3.3 Update Controller-Firmware \*.efw

#### ● CoE-Verzeichnis

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

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

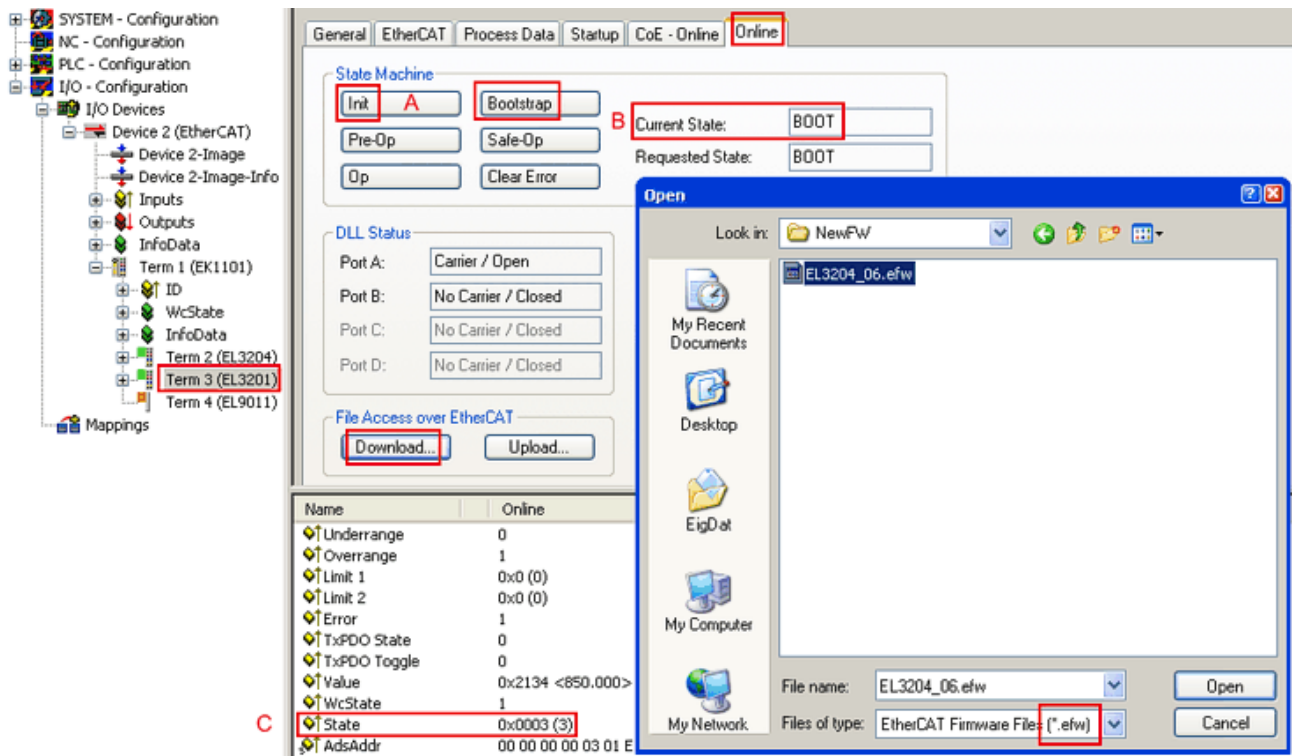
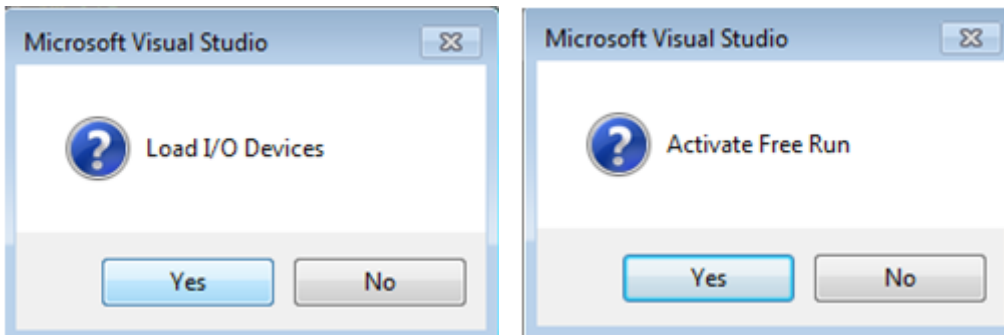


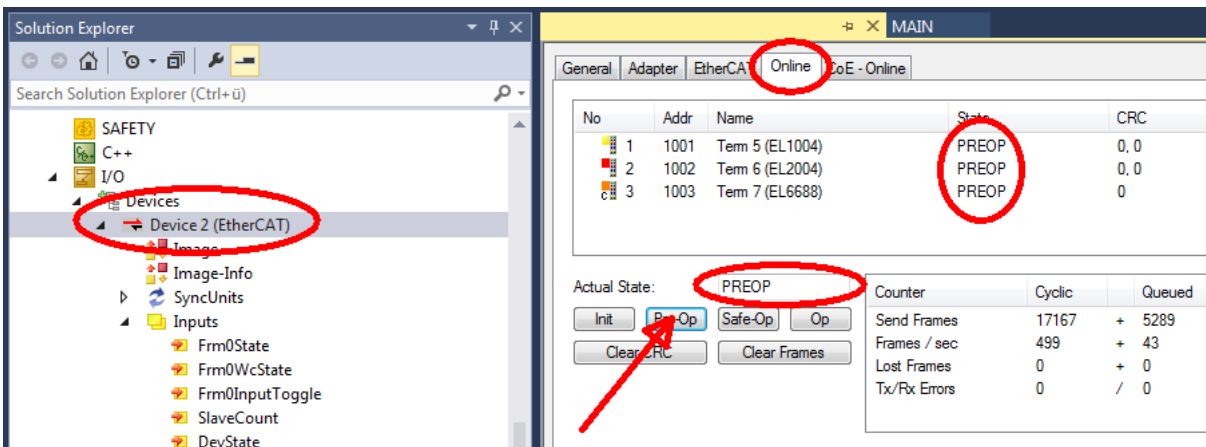
Abb. 202: Firmware Update

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.

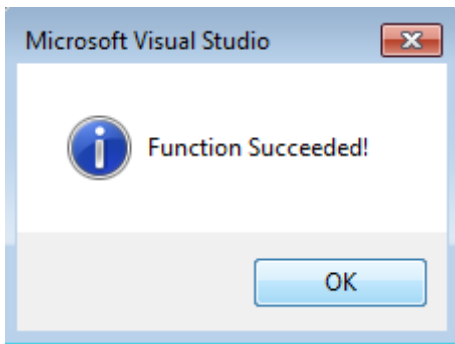


- EtherCAT Master in PreOP schalten



- 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.

### 6.3.4 FPGA-Firmware \*.rbf

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

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

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

#### Versionsbestimmung mit dem 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.



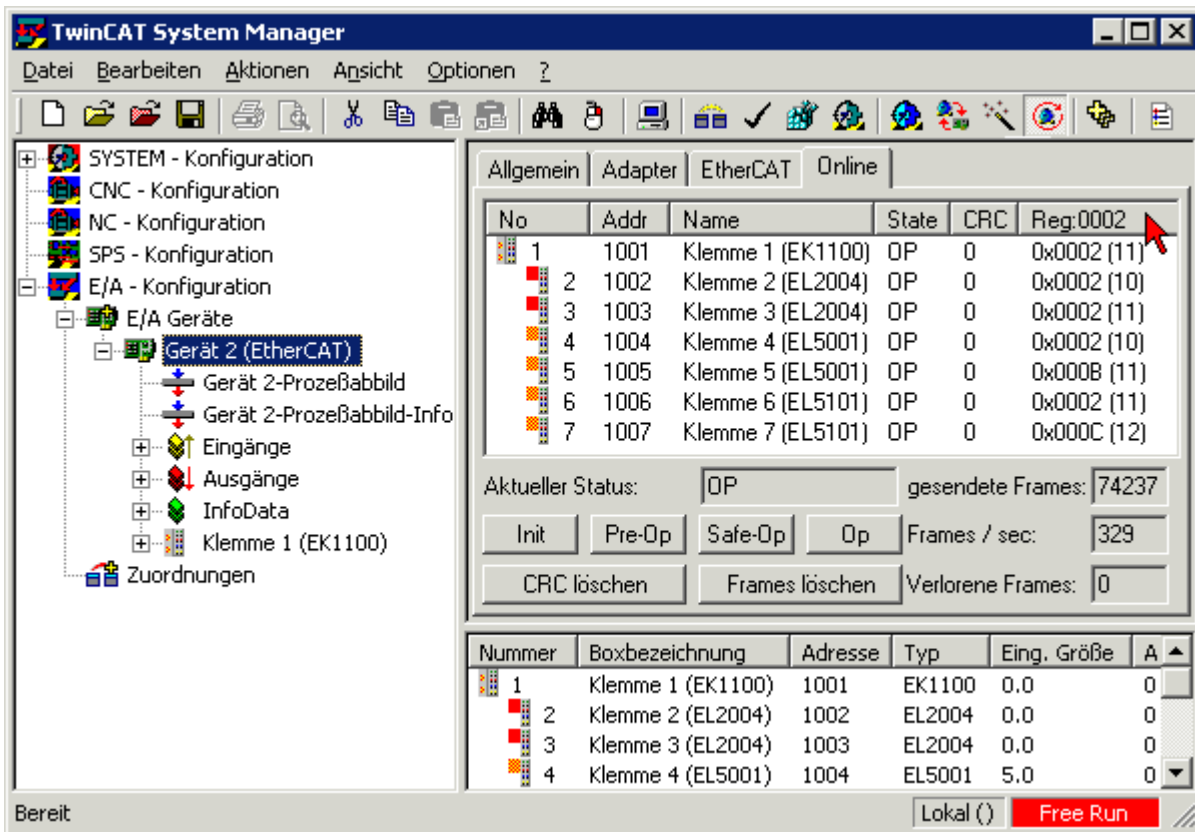


Abb. 203: Versionsbestimmung FPGA-Firmware

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*.

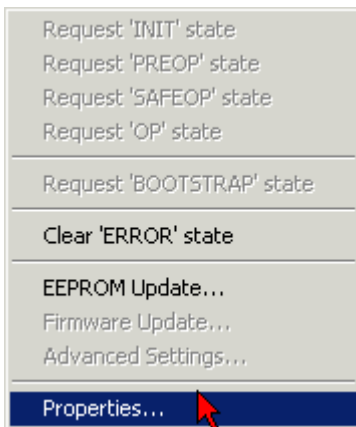
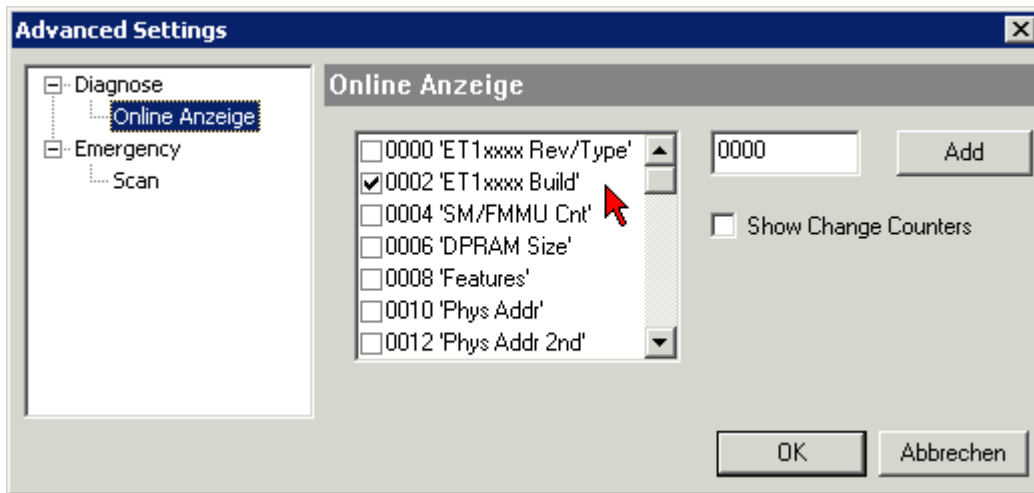


Abb. 204: Kontextmenu *Eigenschaften (Properties)*

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. 205: 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.

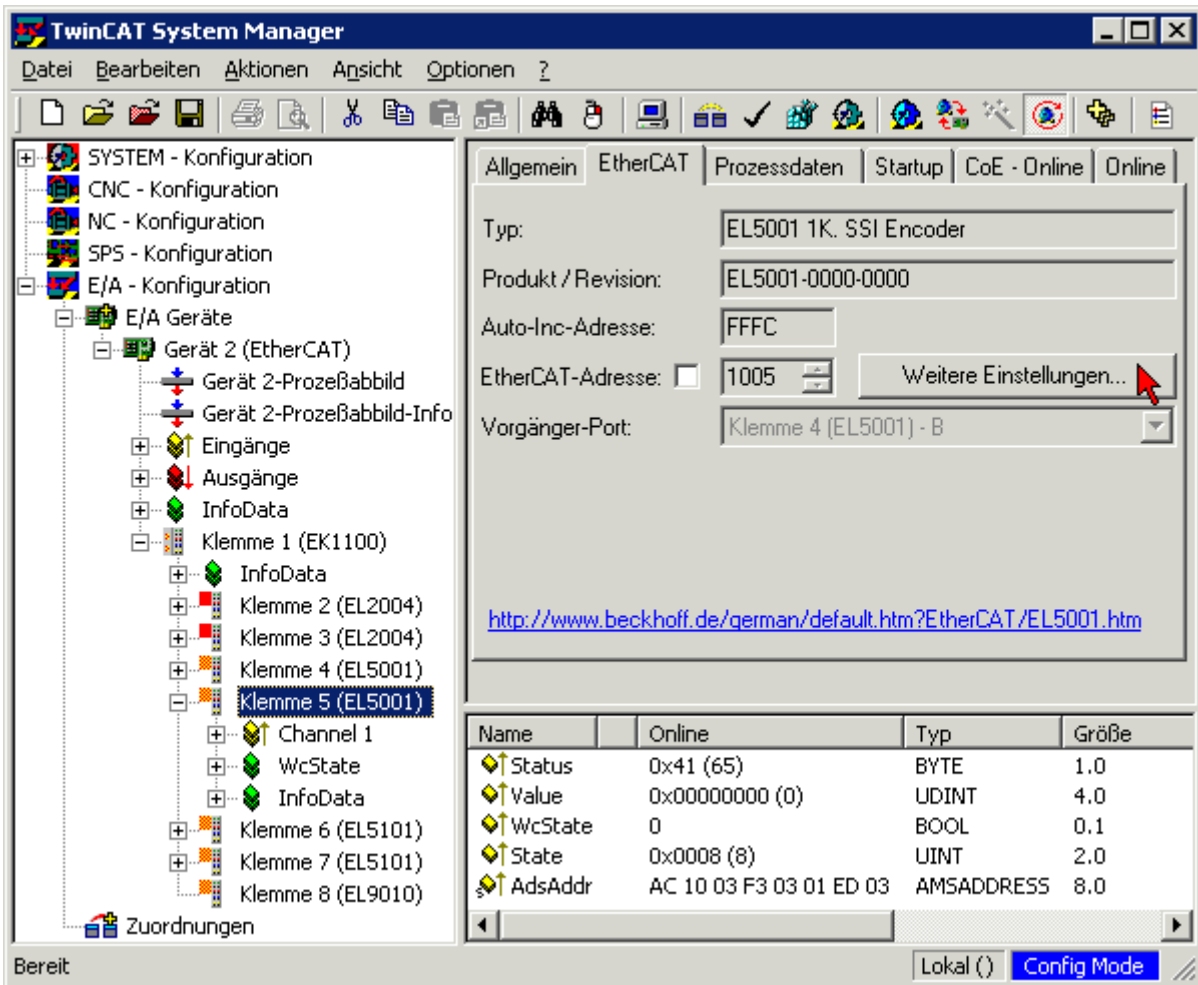
Ältere Firmware-Stände können nur vom Hersteller aktualisiert werden!

### Update eines EtherCAT-Geräts

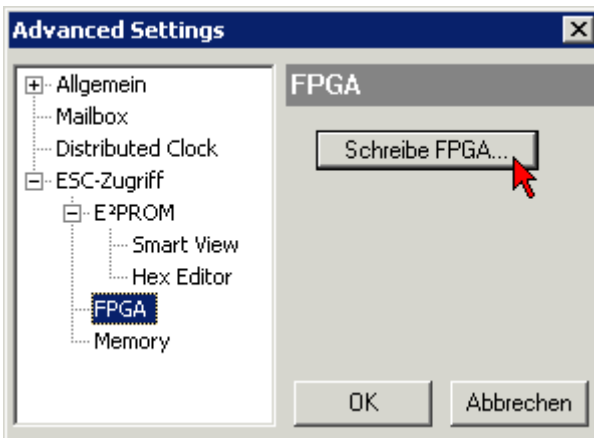
Es ist folgender Ablauf einzuhalten, wenn keine anderen Angaben z. B. durch den Beckhoff Support vorliegen:

- 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.

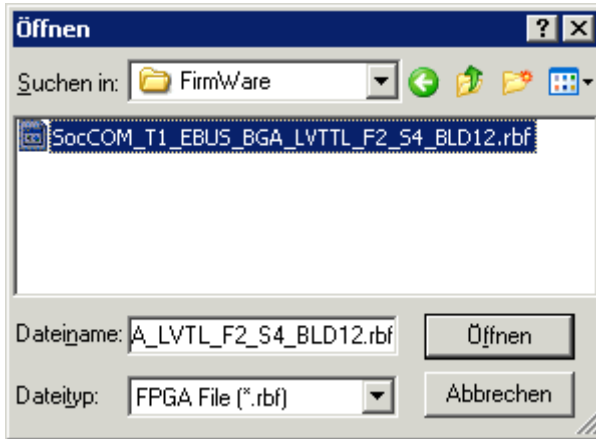
- Wählen Sie im TwinCAT System-Manager die Klemme an, deren FPGA-Firmware Sie aktualisieren möchten (im Beispiel: Klemme 5: EL5001) und klicken Sie auf dem Karteireiter *EtherCAT* auf die Schaltfläche *Weitere Einstellungen*:



- 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!

## 6.3.5 Gleichzeitiges Update mehrerer EtherCAT-Geräte

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

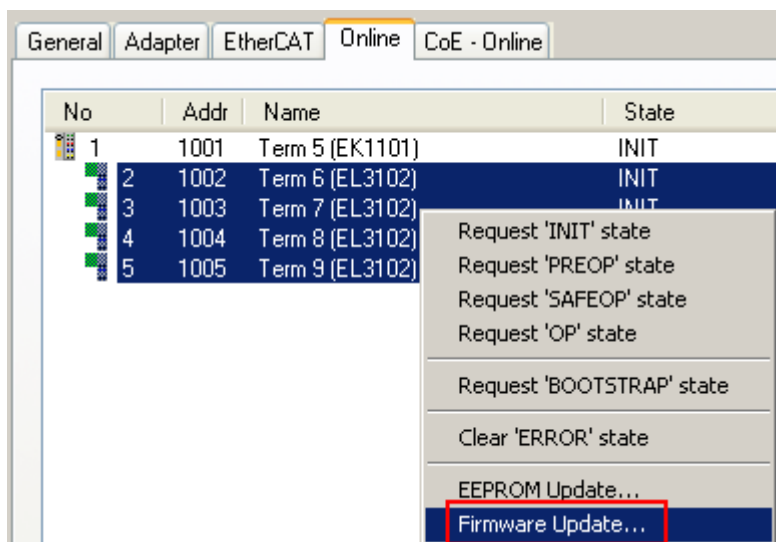


Abb. 206: Mehrfache Selektion und FW-Update

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

## 6.4 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 \[► 409\]](#).

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!

EL3311			
Hardware (HW)	Firmware	Revision-Nr.	Release-Datum
00	01	EL3311-0000-0016	2008/03
01 - 12*	02	EL3311-0000-0017	2010/01
	03	EL3311-0000-0018	2010/06
	04		2010/07
		EL3311-0000-0019	2012/09
	05		2013/06
	06*		2013/06
		EL3311-0000-0020	2014/07
		EL3311-0000-0021	2015/01
EL3311-0000-0022		2016/02	
	EL3311-0000-0023	2016/10	

EL3312			
Hardware (HW)	Firmware	Revision-Nr.	Release-Datum
00	01	EL3312-0000-0016	2008/03
01	02	EL3312-0000-0017	2010/01
	03	EL3314-0000-0018	2010/06
	04		2010/07
02 - 11*	05		2012/07
		EL3312-0000-0019	2012/08
	06*		2013/06
		EL3312-0000-0020	2014/07
		EL3312-0000-0021	2015/01
		EL3312-0000-0022	2016/01
		EL3312-0000-0023	2016/10

EL3314-0000				
Hardware (HW)	Firmware	Revision-Nr.	Release-Datum	
00 - 11*	01	EL3314-0000-0016	2009/08	
	02	EL3314-0000-0017	2010/01	
	03	EL3314-0000-0018	2010/06	
	04		2010/07	
	05	EL3314-0000-0019	2012/07	
	06			2013/06
			EL3314-0000-0020	2014/07
			EL3314-0000-0021	2015/01
			EL3314-0000-0022	2016/01
			EL3314-0000-0023	2016/10
	07*	EL3314-0000-0024	2018/09	

EL3314-0002			
Hardware (HW)	Firmware	Revision-Nr.	Release-Datum
00 - 04*	01	EL3314-0002-0016	2018/05
	02*		2019/03

EL3314-0010				
Hardware (HW)	Firmware	Revision-Nr.	Release-Datum	
00 - 07*	00	EL3314-0010-0016	2012/07	
	01	EL3314-0010-0017	2012/08	
	02		EL3314-0010-0018	2012/12
			EL3314-0010-0019	2014/07
	03*		EL3314-0010-0020	2016/09
			EL3314-0010-0021	2019/05

EL3314-0020			
Hardware (HW)	Firmware	Revision-Nr.	Release-Datum
05*	03	EL3314-0020-001x	2013/12

EL3314-0030			
Hardware (HW)	Firmware	Revision-Nr.	Release-Datum
00*	03	EL3314-0030-0021	2019/05

EL3314-0090			
Hardware (HW)	Firmware	Revision-Nr.	Release-Datum
10 - 11*	00	EL3314-0090-0016	2016/05
	01		2017/02
	02	EL3314-0090-0017	2017/12
	03*		2018/09

EL3318				
Hardware (HW)	Firmware	Revision-Nr.	Release-Datum	
00 - 11*	01	EL3318-0000-0016	2012/02	
		EL3318-0000-0017	2012/08	
	02			2013/06
			EL3318-0000-0018	2014/07
			EL3318-0000-0019	2015/01
			EL3318-0000-0020	2016/06
	03*		EL3318-0000-0021	2018/01
			EL3318-0000-0022	2020/02

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

## 6.5 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*)

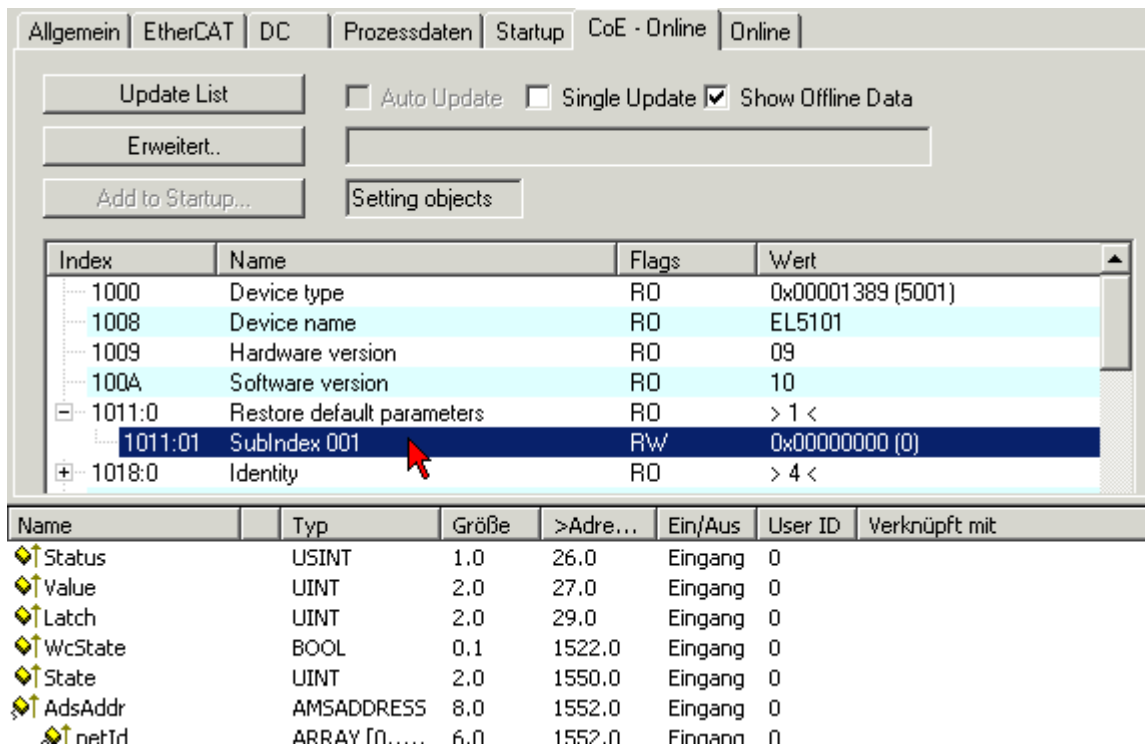


Abb. 207: Auswahl des PDO *Restore default parameters*

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.

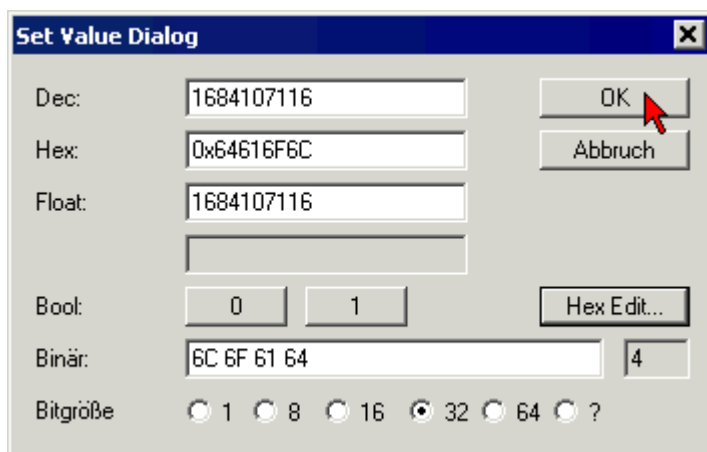


Abb. 208: Eingabe des Restore-Wertes im Set Value Dialog

### ● 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!

## 6.6 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: <https://www.beckhoff.de>

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(0)5246 963 157  
Fax: +49(0)5246 963 9157  
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(0)5246 963 460  
Fax: +49(0)5246 963 479  
E-Mail: [service@beckhoff.com](mailto:service@beckhoff.com)

### Beckhoff Firmenzentrale

Beckhoff Automation GmbH & Co. KG

Hülshorstweg 20  
33415 Verl  
Deutschland

Telefon: +49(0)5246 963 0  
Fax: +49(0)5246 963 198  
E-Mail: [info@beckhoff.com](mailto:info@beckhoff.com)  
Internet: <https://www.beckhoff.de>





Mehr Informationen:  
[www.beckhoff.de/EL3xxx](http://www.beckhoff.de/EL3xxx)

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

