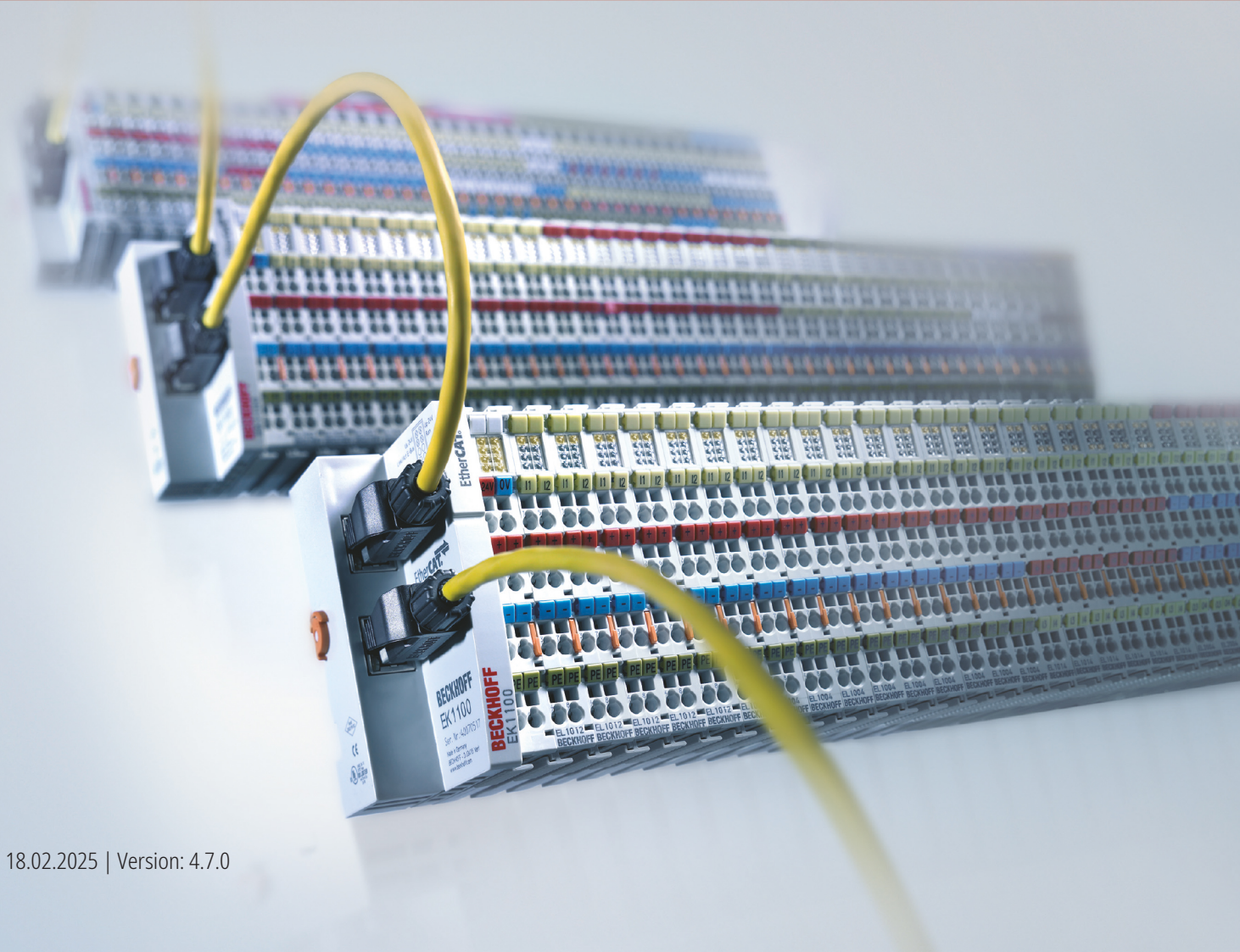


Dokumentation | DE

EK110x-00xx, EK15xx

EtherCAT-Buskoppler



Inhaltsverzeichnis

1	Vorwort.....	5
1.1	Übersicht EtherCAT Koppler EK110x-xxxx und EK15xx	5
1.2	Hinweise zur Dokumentation	6
1.3	Sicherheitshinweise	7
1.4	Wegweiser durch die Dokumentation	8
1.5	Ausgabestände der Dokumentation	9
1.6	Versionsidentifikation von EtherCAT-Geräten	10
1.6.1	Allgemeine Hinweise zur Kennzeichnung	10
1.6.2	Versionsidentifikation von EK-Kopplern	11
1.6.3	Beckhoff Identification Code (BIC)	12
1.6.4	Elektronischer Zugriff auf den BIC (eBIC)	14
2	Produktübersicht	16
2.1	Übersicht EtherCAT-Koppler	16
2.2	Koppler mit RJ45-Anschluss	20
2.2.1	EK1100	20
2.2.2	EK1101	22
2.2.3	EK1101-0010	24
2.2.4	EK1101-0080	28
2.3	Koppler mit M8-Anschluss	33
2.3.1	EK1100-0008	33
2.3.2	EK1101-0008	35
2.4	Koppler mit LWL-Anschluss	37
2.4.1	EK1501	37
2.4.2	EK1501-0010	39
2.5	Koppler, Medienkonverter, LWL-, RJ45 OUT-Anschluss	41
2.5.1	EK1501-0100	41
2.6	Koppler mit POF-Anschluss	44
2.6.1	EK1541	44
3	Grundlagen der Kommunikation	46
3.1	EtherCAT-Grundlagen	46
3.2	Port-Zuordnung EtherCAT-Koppler	46
3.3	EtherCAT State Machine	48
3.4	CoE-Interface: Hinweis	49
3.5	EKxxxx - Optionale Distributed Clocks Unterstützung	49
4	Montage und Verdrahtung.....	52
4.1	Hinweise zum ESD-Schutz	52
4.2	Explosionsschutz	53
4.2.1	ATEX - Besondere Bedingungen (erweiterter Temperaturbereich)	53
4.2.2	IECEX - Besondere Bedingungen	55
4.2.3	Weiterführende Dokumentation zu ATEX und IECEX	56
4.2.4	cFMus - Besondere Bedingungen	57
4.2.5	Weiterführende Dokumentation zu cFMus	58
4.3	UL-Hinweise	59

4.4	Tragschienenmontage	60
4.5	Montagevorschriften für erhöhte mechanische Belastbarkeit	63
4.6	Einbaulagen	64
4.7	Anschluss technik	66
4.8	Verdrahtung	68
4.9	EtherCAT-Verkabelung - Drahtgebunden	70
4.10	M8-Anschluss - Verkabelung	72
4.11	Anzugsdrehmoment für die Steckverbinder	73
4.12	Hinweis zur Spannungsversorgung	74
4.13	Speisung, Potenzialgruppen	74
4.14	Positionierung von passiven Klemmen	77
4.15	Entsorgung	78
5	Inbetriebnahme/Anwendungshinweise.....	79
5.1	Übersicht Konfiguration	79
5.2	Hinweise für Koppler mit LWL-Anschluss	80
5.2.1	Grundlagen der LWL-Technologie	80
5.2.2	Hinweise zum verwendbaren LWL-Kabel	85
5.2.3	Einsatz mit dem EK1501-xxxx	86
5.3	Hinweise für Koppler mit POF-Anschluss	88
5.3.1	Hinweise zum verwendbaren POF-Kabel	88
5.3.2	Einsatz mit dem EK1541	88
5.3.3	Hinweise zur Konfektionierung von POF-Kabeln mit dem Steckerset ZS1090-0008	90
6	Diagnose-LEDs.....	94
6.1	EK1100, EK1100-0008	94
6.2	EK1101-xxxx	95
6.3	EK1501, EK1501-0010, EK1541	96
6.4	EK1501-0100	97
7	Anhang.....	98
7.1	Volatilität.....	98
7.2	Sicherheitshinweis und Verhaltensregeln zur Laser-Klasse 1	99
7.3	ESI/Hardware-Stand	100
7.4	Support und Service	102

1 Vorwort

1.1 Übersicht EtherCAT Koppler EK110x-xxxx und EK15xx

Anschluss RJ45

[EK1100 \[► 20\]](#) - EtherCAT-Koppler

[EK1101 \[► 22\]](#) - EtherCAT-Koppler mit ID-Switch, Hot-Connect

[EK1101-0010 \[► 24\]](#) - EtherCAT-Koppler mit ID-Switch, Extended Distance

[EK1101-0080 \[► 28\]](#) - EtherCAT-Koppler mit ID-Switch, Fast-Hot-Connect

Anschluss M8

[EK1100-0008 \[► 33\]](#) - EtherCAT-Koppler

[EK1101-0008 \[► 35\]](#) - EtherCAT-Koppler mit ID-Switch

Anschluss LWL

[EK1501 \[► 37\]](#) - EtherCAT-Koppler mit ID-Switch (LWL-Multimode)

[EK1501-0010 \[► 39\]](#) - EtherCAT-Koppler mit ID-Switch (LWL-Singlemode)

Anschluss LWL, RJ45 OUT

[EK1501-0100 \[► 41\]](#) – EtherCAT-Koppler, Medienkonverter (Multimode-LWL, RJ45 OUT) mit ID-Switch

Anschluss POF

[EK1541 \[► 44\]](#) - EtherCAT-Koppler mit ID-Switch, POF-Anschluss

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, stets die aktuell gültige Dokumentation zu verwenden.

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

Disclaimer

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

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

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

Marken

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



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

Copyright

© Beckhoff Automation GmbH & Co. KG, Deutschland.

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

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

Fremdmarken

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

1.3 Sicherheitshinweise

Sicherheitsbestimmungen

Beachten Sie die folgenden Sicherheitshinweise und Erklärungen!

Produktspezifische Sicherheitshinweise finden Sie auf den folgenden Seiten oder in den Bereichen Montage, Verdrahtung, Inbetriebnahme usw.

Haftungsausschluss

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

Qualifikation des Personals

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

Signalwörter

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

Warnungen vor Personenschäden

GEFAHR

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

WARNUNG

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

VORSICHT

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

Warnung vor Umwelt- oder Sachschäden

HINWEIS

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

Information zum Umgang mit dem Produkt



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

1.4 Wegweiser durch die Dokumentation

HINWEIS



Weitere Bestandteile der Dokumentation

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

Titel	Beschreibung
EtherCAT System-Dokumentation (PDF)	• Systemübersicht • EtherCAT-Grundlagen • Kabel-Redundanz • Hot Connect • Konfiguration von EtherCAT-Geräten
Explosionsschutz für Klemmensysteme (PDF)	Hinweise zum Einsatz der Beckhoff Klemmensysteme in explosionsgefährdeten Bereichen gemäß ATEX und IECEx
Control Drawing I/O, CX, CPX (PDF)	Anschlussbilder und Ex-Kennzeichnungen (gemäß cFMus)
EtherCAT-Klemmen im Schiffsbereich (PDF)	Hinweise zum Einsatz des Beckhoff EtherCAT-Klemmensystems im Schiffsbereich (DNV GL)
Infrastruktur für EtherCAT/Ethernet (PDF)	Technische Empfehlungen und Hinweise zur Auslegung, Ausfertigung und Prüfung
Software-Deklarationen I/O (PDF)	Open-Source-Software-Deklarationen für Beckhoff-I/O-Komponenten

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

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

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

1.5 Ausgabestände der Dokumentation

Version	Änderungen
4.7.0	• Update Kapitel „Technische Daten“ • Update Struktur
4.6.0	• Update Kapitel „Technische Daten“ • Update Kapitel „Grundlagen der LWL-Technologie“ • Update Struktur
4.5.1	• Update Struktur
4.5	• EK1501-0100 hinzugefügt • Update Kapitel „Übersicht EtherCAT-Koppler“ • Update Kapitel „Technische Daten“ • ESI/Hardwarestand ergänzt • Update Struktur
4.4	• Update Kapitel „Technische Daten“ • Update Struktur
4.3	• Update Kapitel „Technische Daten“ • Kapitel „Hinweis Spannungsversorgung“ hinzugefügt • Update Struktur
4.2	• Update Kapitel „Anhang“ • Update Struktur
4.1	• Update Kapitel „Versionsidentifikation von EtherCAT-Geräten“ • Update Kapitel „Übersicht EtherCAT-Koppler“ • Update Kapitel „Technische Daten“ • Kapitel „cFMus - Besondere Bedingungen“ und „Weiterführende Dokumentation zu cFMus“ eingefügt • Kapitel „Entsorgung“ hinzugefügt • Update Struktur
4.0	• Update Kapitel „EtherCAT-Verkabelung - Drahtgebunden“ • Update Struktur
3.9	• Titelseite neu • Ergänzung EK1101-0010 • Update Struktur
3.8	• Ergänzung EK1101-0008 • Update Kapitel „Versionsidentifikation von EtherCAT-Geräten“ • Update Kapitel „Technische Daten“ • Ergänzung Kapitel „Grundlagen der LWL-Technologie“ • Update Struktur
3.7	• Update Struktur • Update Kapitel „Technische Daten“
3.6	• Update Struktur • Update Kapitel „Technische Daten“ • Update Kapitel „Firmware Update EL/ES/EM/EPxxxx“
3.5	• Korrektur LED Beschreibung • Update Struktur
3.4	• Update Kapitel „Montage und Verdrahtung“
3.3	• Update Kapitel „Technische Daten“
3.2	• Update Kapitel „Hinweise zur Dokumentation“ • Update Kapitel „Technische Daten“ • Hinweis zum ESD-Schutz eingefügt • Kapitel „ATEX - Besondere Bedingungen“ ausgetauscht gegen Kapitel „ATEX - Besondere Bedingungen (erweiterter Temperaturbereich)“ • Kapitel „ATEX - Dokumentation“ eingefügt
0.1 -3.1	*archiviert*

1.6 Versionsidentifikation von EtherCAT-Geräten

1.6.1 Allgemeine Hinweise zur Kennzeichnung

Bezeichnung

Ein Beckhoff EtherCAT-Gerät hat eine 14-stellige technische Bezeichnung, die sich zusammen setzt aus

- Familienschlüssel
- Typ
- Version
- Revision

Beispiel	Familie	Typ	Version	Revision
EL3314-0000-0016	EL-Klemme 12 mm, nicht steckbare Anschlussebene	3314 4-kanalige Thermoelementklemme	0000 Grundtyp	0016
ES3602-0010-0017	ES-Klemme 12 mm, steckbare Anschlussebene	3602 2-kanalige Spannungsmessung	0010 hochpräzise Version	0017
CU2008-0000-0000	CU-Gerät	2008 8 Port FastEthernet Switch	0000 Grundtyp	0000

Hinweise

- Die oben genannten Elemente ergeben die **technische Bezeichnung**, im Folgenden wird das Beispiel EL3314-0000-0016 verwendet.
- Davon ist EL3314-0000 die Bestellbezeichnung, umgangssprachlich bei „-0000“ dann oft nur EL3314 genannt. „-0016“ ist die EtherCAT-Revision.
- Die **Bestellbezeichnung** setzt sich zusammen aus
 - Familienschlüssel (EL, EP, CU, ES, KL, CX, ...)
 - Typ (3314)
 - Version (-0000)
- Die **Revision** -0016 gibt den technischen Fortschritt wie z. B. Feature-Erweiterung in Bezug auf die EtherCAT Kommunikation wieder und wird von Beckhoff verwaltet.
Prinzipiell kann ein Gerät mit höherer Revision ein Gerät mit niedrigerer Revision ersetzen, wenn nicht anders - z. B. in der Dokumentation - angegeben.
Jeder Revision zugehörig und gleichbedeutend ist üblicherweise eine Beschreibung (ESI, EtherCAT Slave Information) in Form einer XML-Datei, die zum Download auf der Beckhoff Webseite bereitsteht. Die Revision wird seit Januar 2014 außen auf den IP20-Klemmen aufgebracht, siehe Abb. „EL2872 mit Revision 0022 und Seriennummer 01200815“.
- Typ, Version und Revision werden als dezimale Zahlen gelesen, auch wenn sie technisch hexadezimal gespeichert werden.

1.6.2 Versionsidentifikation von EK-Kopplern

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

Aufbau der Seriennummer: **KK YY FF HH**

KK - Produktionswoche (Kalenderwoche)

YY - Produktionsjahr

FF - Firmware-Stand

HH - Hardware-Stand

Beispiel mit Seriennummer 12 06 3A 02:

12 - Produktionswoche 12

06 - Produktionsjahr 2006

3A - Firmware-Stand 3A

02 - Hardware-Stand 02



Abb. 1: EK1101 EtherCAT Koppler mit Revision 0815 und Seriennummer 41130206

1.6.3 Beckhoff Identification Code (BIC)

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

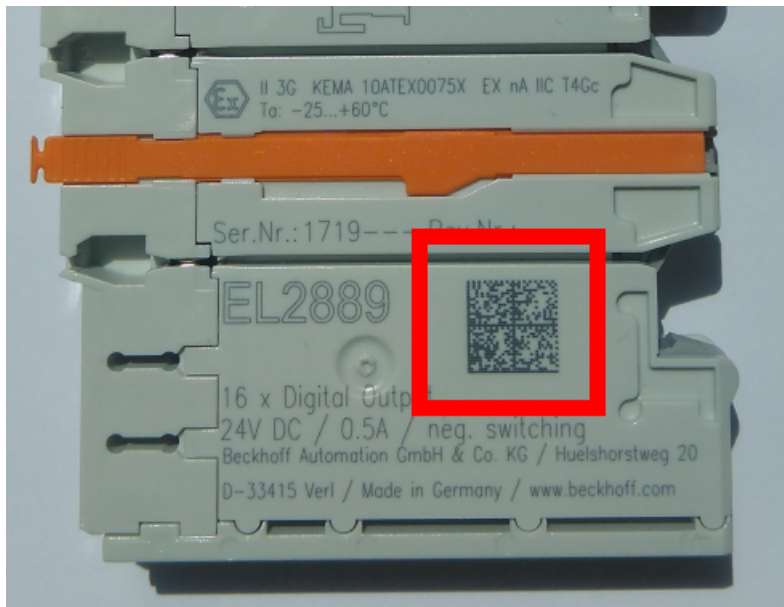


Abb. 2: BIC als Data Matrix Code (DMC, Code-Schema ECC200)

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

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

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

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

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

Pos-Nr.	Art der Information	Erklärung	Datenidentifikator	Anzahl Stellen inkl. Datenidentifikator	Beispiel
1	Beckhoff-Artikelnummer	Beckhoff - Artikelnummer	1P	8	1P 072222
2	Beckhoff Traceability Number (BTN)	Eindeutige Seriennummer, Hinweis s. u.	SBTN	12	SBTN k4p562d7
3	Artikelbezeichnung	Beckhoff Artikelbezeichnung, z. B. EL1008	1K	32	1KEL 1809
4	Menge	Menge in Verpackungseinheit, z. B. 1, 10...	Q	6	Q1
5	Chargennummer	Optional: Produktionsjahr und -woche	2P	14	2P 401503180016
6	ID-/Seriennummer	Optional: vorheriges Seriennummer-System, z. B. bei Safety-Produkten oder kalibrierten Klemmen	51S	12	51S 678294
7	Variante	Optional: Produktvarianten-Nummer auf Basis von Standardprodukten	30P	12	30P F971, 2*K183
...					

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

Aufbau des BIC

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

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

Entsprechend als DMC:



Abb. 3: Beispiel-DMC **1P**072222**SBTN**k4p562d7**1KEL**1809 **Q1** **51S**678294

BTN

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

HINWEIS

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

1.6.4 Elektronischer Zugriff auf den BIC (eBIC)

Elektronischer BIC (eBIC)

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

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

K-Bus Geräte (IP20, IP67)

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

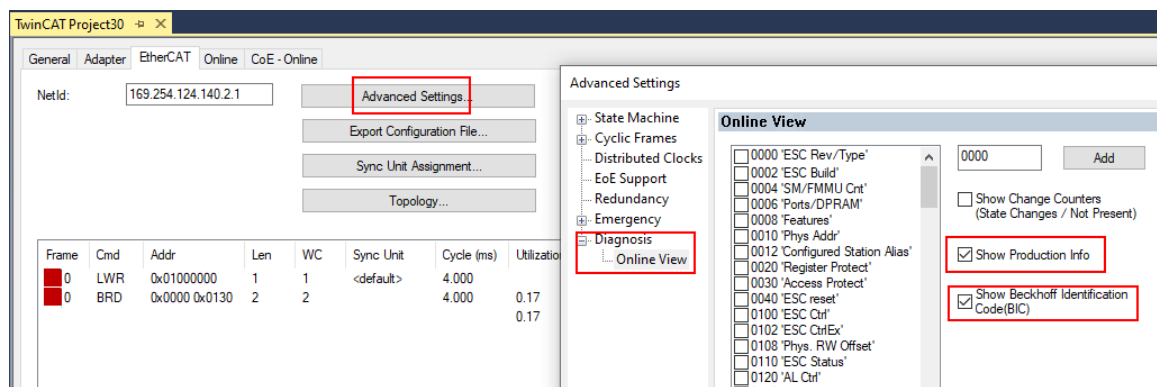
EtherCAT-Geräte (IP20, IP67)

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

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

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

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



- Die BTN und Inhalte daraus werden dann angezeigt:

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

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

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

Index	Name	Flags	Value
1000	Device type	RO	0x015E1389 (22942601)
1008	Device name	RO	ELM3704-0000
1009	Hardware version	RO	00
100A	Software version	RO	01
100B	Bootloader version	RO	J0.1.27.0
1011:0	Restore default parameters	RO	> 1 <
1018:0	Identity	RO	> 4 <
10E2:0	Manufacturer-specific Identification C...	RO	> 1 <
10E2:01	SubIndex 001	RO	1P158442SBTN0008jekp1KELM3704 Q1 2P482001000016
10F0:0	Backup parameter handling	RO	> 1 <
10F3:0	Diagnosis History	RO	> 21 <
10F8	Actual Time Stamp	RO	0x170bfb277e

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

PROFIBUS-, PROFINET-, DeviceNet-Geräte usw.

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

2 Produktübersicht

2.1 Übersicht EtherCAT-Koppler

Um EtherCAT-Klemmen mit E-Bus-Kommunikation (Serien ELxxxx, ESxxxx, EMxxxx) an ein EtherCAT-Netzwerk anzuschließen, wird ein EtherCAT-Koppler benötigt. Dieser Koppler leitet vom übergeordneten EtherCAT-Netzwerk die Kommunikation an die Klemmen weiter oder arbeitet selbst als Master und erzeugt Telegramme. Für verschiedene Einsatzszenarien bietet Beckhoff unterschiedliche Komponenten an.

Die Auswahl des richtigen Kopplers richtet sich nach folgenden Kriterien:

- wird eine lokale Kleinststeuerung benötigt?
- wird der Koppler über Kupfer-Kabel oder Lichtwellenleiter angeschlossen?
- soll der Koppler über IP adressiert werden oder befindet er sich im ungeswitchten Netzwerk?
- wird der Koppler über EAP (EtherCAT Automation Protokoll) oder EtherCAT Device Protokoll angesteuert?
- benötigte Schutzart, IP20 oder höher?
- soll der Koppler über das HotConnect-Verfahren an verschiedenen Stellen am Netzwerk angesteckt werden?

Ein Koppler bindet nach rechts die angefügten Klemmen an, nach links kann er mit dem übergeordneten Netzwerk verbunden werden. Koppler, die nach "links" das EtherCAT-Device-Protokoll unterstützen, müssen dort mit einem EtherCAT Master verbunden werden.

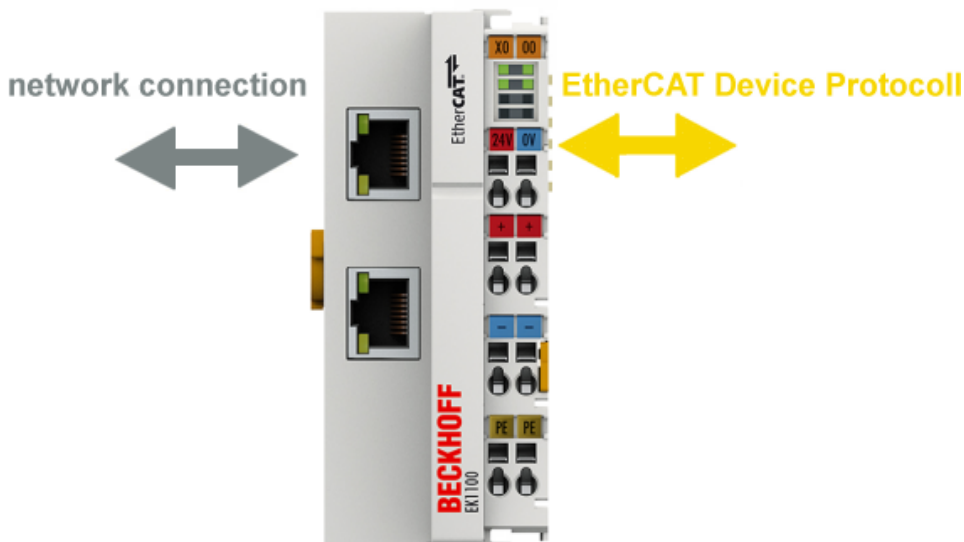


Abb. 4: Kommunikationsschema EtherCAT-Koppler

Vergleichende Übersicht über Beckhoff EtherCAT-Koppler

- [EK1100-xxxx | EtherCAT-Koppler, IP20 \[► 17\]](#),
 - RJ45- Anschluss
 - M8 Anschluss
- [EK1101-xxxx | EtherCAT-Koppler mit ID-Switch, IP20 \[► 18\]](#)
 - RJ45-Anschluss, Extended-Distance-Anschluss oder Fast-Hot-Connect,
 - M8-Anschluss
- [EK1300 | EtherCAT-P-Koppler, IP20 \[► 18\]](#),
 - M8-Anschluss, P-kodiert
- [EK1501-xxxx | LWL-EtherCAT-Koppler mit ID-Switch, IP20 \[► 18\]](#),
 - 2 x SC-Duplex-Anschluss, Multimode oder Singlemode,
 - 1 x SC-Duplex-Anschluss, Medienkonverter (Multimode), 1 x RJ45 OUT
- [EK1541 | POF-EtherCAT-Koppler mit ID-Switch, IP20 \[► 19\]](#), 2 x POF-Anschluss
- [Weitere EtherCAT-Koppler \[► 19\]](#):
 - EK18xx (EtherCAT-Koppler mit Digital-Ein-/Ausgängen, IP20)
 - EK9000 (EtherCAT-Koppler für Modbus TCP/UDP, IP20),
 - EKx000 (EtherCAT-Koppler, IP20),
 - CX8000 (Embedded-PC-Serie mit integriertem Feldbus- und I/O-Interface, IP20)
 - EPxxxx (EtherCAT-Box, EtherCAT-Koppler mit I/O-Funktionen, IP67)

Die folgenden Tabellen zeigen eine vergleichende Übersicht über Beckhoff EtherCAT-Koppler. Eine aktuelle, vollständige Produktübersicht finden Sie auf der [Beckhoff-Homepage](#).

HINWEIS	
	Geräte-Dokumentation ist allein maßgebend Die Angaben sind ggf. verkürzte Auszüge aus der jeweiligen Dokumentation, welche maßgeblich und zur detaillierten Analyse empfohlen ist.

EtherCAT-Koppler		
Eigenschaft	EK1100	EK1100-0008
Schutzart	IP20	
Übergeordnete Netzwerk - Technologie	100 MBit FastEthernet (100BASE-TX)	
Übergeordnetes Netzwerk - max. Verbindungslänge	100 m	
Übergeordnete Netzwerk - Verbindungstechnik	RJ45	M8
Übergeordnetes Netzwerk - Protokoll	EtherCAT Device Protokoll (ehem. Direct Mode)	
integrierte SPS/PLC	-	
unterstützt HotConnect mit am Gerät einstellbarer Adresse	-	
Hinweis	"Standard"-Koppler für den Einsatz direkt am EtherCAT Master	

EtherCAT-Koppler mit ID-Switch				
Eigenschaft	EK1101	EK1101-0008	EK1101-0010	EK1101-0080
Schutzart	IP20			
Übergeordnete Netzwerk - Technologie	100 MBit FastEthernet (100BASE-TX)			
Übergeordnetes Netzwerk - max. Verbindungslänge	100 m	100 m	300 m zwischen zwei Kopplern mit Extended-Distance-Anschluss	100 m
Übergeordnete Netzwerk - Verbindungstechnik	RJ45	M8	RJ45	RJ45
Übergeordnetes Netzwerk - Protokoll	EtherCAT Device Protokoll (ehem. Direct Mode)			
integrierte SPS/PLC	-			
unterstützt HotConnect mit am Gerät einstellbarer Adresse	ja			ja, Fast-Hot-Connect ID 301
Hinweis			max. 300 m Länge zwischen den Stationen (Kupfer, Kat. 5, 4-adrig)	

EtherCAT-P-Koppler	
Eigenschaft	EK1300
Schutzart	IP20
Übergeordnete Netzwerk - Technologie	100 MBit FastEthernet (100BASE-TX)
Übergeordnetes Netzwerk - max. Verbindungslänge	100 m
Übergeordnete Netzwerk - Verbindungstechnik	2 x M8-Buchse, geschirmt, schraubbar, P-kodiert
Übergeordnetes Netzwerk - Protokoll	EtherCAT Device Protokoll (an 100BASE-TX-EtherCAT-P-Netze)
integrierte SPS/PLC	-
unterstützt HotConnect mit am Gerät einstellbarer Adresse	-
Hinweis	Ankopplung von EtherCAT-Klemmen (ELxxxx) an 100BASE-TX-EtherCAT-P-Netze

LWL-EtherCAT-Koppler mit ID-Switch			
Eigenschaft	EK1501	EK1501-0010	EK1501-0100
Schutzart	IP20		
Übergeordnete Netzwerk - Technologie	100 MBit FastEthernet (100BASE-FX)		100 Mbit FastEthernet (100BASE-FX), (100BASE-TX)
Übergeordnetes Netzwerk - max. Verbindungslänge	2 km	20 km	100BASE-FX: 2 km 100BASE-TX: 100 m
Übergeordnete Netzwerk - Verbindungstechnik	SC-Duplex Multimode LWL	SC-Duplex Singlemode LWL	SC-Duplex Multimode LWL, RJ45 OUT
Übergeordnetes Netzwerk - Protokoll	EtherCAT Device Protokoll (ehem. Direct Mode)		
integrierte SPS/PLC	-		
unterstützt HotConnect mit am Gerät einstellbarer Adresse	ja		

POF-EtherCAT-Koppler mit ID-Switch	
Eigenschaft	EK1541
Schutzart	IP20
Übergeordnete Netzwerk - Technologie	100 MBit FastEthernet (100BASE-FX) POF
Übergeordnetes Netzwerk - max. Verbindungslänge	50 m
Übergeordnete Netzwerk - Verbindungstechnik	Versatile Link POF-Duplex-Stecker (P olymeric O ptical F iber)
Übergeordnetes Netzwerk - Protokoll	EtherCAT Device Protokoll (ehem. Direct Mode)
integrierte SPS/PLC	-
unterstützt HotConnect mit am Gerät einstellbarer Adresse	ja

Weitere EtherCAT-Koppler					
Eigenschaft	EK18xx	EK9000	EKx000	EPxxxx	CX8000
Schutzart	IP20	IP20	IP20	IP67	IP20
Übergeordnete Netzwerk - Technologie	100 MBit FastEthernet (100BASE-TX)	100 MBit FastEthernet (100BASE-TX)	Diverse s. Doc.	100 MBit FastEthernet (100BASE-TX)	100 MBit FastEthernet (100BASE-TX)
Übergeordnetes Netzwerk - max. Verbindungslänge	100 m	100 m	s.Doc.	100 m	100 m
Übergeordnete Netzwerk - Verbindungstechnik	RJ45	RJ45	s.Doc.	M8	RJ45
Übergeordnetes Netzwerk - Protokoll	EtherCAT Device Protokoll (ehem. Direct Mode)	EAP	s. Doc.	EtherCAT Device Protokoll (ehem. Direct Mode)	EtherCAT Device Protokoll (ehem. Direct Mode)
integrierte SPS/PLC	-	-	-	-	ja
unterstützt HotConnect mit am Gerät einstellbarer Adresse	-	-	-	-	-
Hinweis	Die EK18xx integrieren einen Koppler für den Einsatz direkt am EtherCAT-Master und digitale Ein- u. Ausgänge ohne Zusatzbeschaltung.	Der EK9000 kann in einem geschalteten EtherCAT Netzwerk mit gerichteter IP-Adressierung angesteuert werden.	Wird der EK9000 mit einem anderen Feldbusanschluss versehen, ergibt sich der entsprechende Koppler EKx000.	Jede EP-Box stellt technologisch für sich einen EtherCAT Koppler mit intern angefügten IO-Funktionen dar.	Der CX8000 tritt zum übergeordneten EtherCAT Netzwerk als EtherCAT Slave auf und verwaltet gleichzeitig seine angefügten IO als Master.

2.2 Koppler mit RJ45-Anschluss

2.2.1 EK1100

2.2.1.1 Einführung

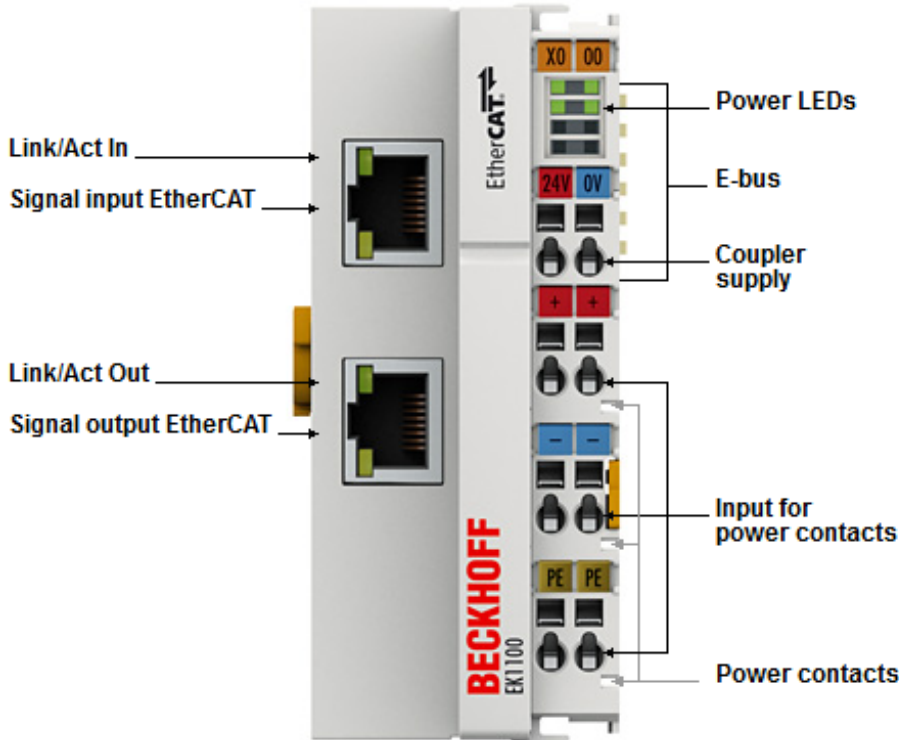


Abb. 5: EK1100

EK1100 - EtherCAT-Koppler

Der Koppler EK1100 verbindet das EtherCAT Device Protokoll mit den EtherCAT-Klemmen (ELxxxx/ESxxxx/EMxxxx). Eine Station besteht aus einem Koppler, einer beliebigen Anzahl von EtherCAT-Klemmen und einer Busendklemme, z. B. der EL9011.

Der Koppler setzt mit einer minimalen Latenz die Telegramme im Durchlauf von der Ethernet-100BASE-TX-auf die E-Bus-Signaldarstellung um. Mit der oberen Ethernet-Schnittstelle wird der Koppler an das Netzwerk angeschlossen, die untere RJ-45-Buchse dient zum optionalen Anschluss weiterer EtherCAT-Geräte am gleichen Strang.

Der Koppler versorgt die angefügten Klemmen mit dem benötigten E-Bus-Strom zur Kommunikation. Maximal kann der Koppler 5 V/2 A liefern. Wird mehr Strom benötigt, sind Einspeiseklemmen (z. B. EL9410) zu integrieren.

Im EtherCAT-Netzwerk wird der Koppler im Bereich der Ethernet-Signalübertragung (100BASE-TX) an beliebiger Stelle eingesetzt. Dabei verarbeitet der Koppler ausschließlich unadressierte MAC-Broadcast-Telegramme vom Typ EtherCAT Device Protokoll vom EtherCAT-Master. Da eine gerichtete Ansprache über MAC-Unicast oder IP-Adressierung nicht verwendet wird, kann kein Switch oder Router eingesetzt werden. Für den Einsatz am Switch sind die Koppler EK9000 / EK1000 geeignet.

Quick-Links

- [EtherCAT Funktionsgrundlagen \[► 46\]](#)
- [Hinweise zur Konfiguration](#)
- [Diagnose LEDs \[► 94\]](#)

2.2.1.2 Technische Daten

Technische Daten	EK1100
Aufgabe im EtherCAT-System	Ankopplung von EtherCAT-Klemmen (ELxxxx) an 100BASE-TX EtherCAT-Netze
Anzahl der EtherCAT-Klemmen	bis zu 65535 im Gesamtsystem
Anzahl Peripheriesignale	max. 4,2 GByte adressierbare IO-Punkte
Übertragungsmedium	Ethernet 100BASE-TX (mind. Ethernet CAT5 Kabel)
Leitungslänge zwischen 2 Buskopplern	max. 100 m (100BASE-TX)
Protokoll / Baudrate	EtherCAT Device Protokoll / 100 MBaud
HotConnect	nein
Durchlaufverzögerung	typ. 1 µs
Busanschluss	2 x RJ45
Spannungsversorgung	24 V _{DC} (-15 %/+20 %)
Stromaufnahme	70 mA + (Σ E-Bus-Strom/4)
E-Bus Stromversorgung (5 V)	max. 2 A (-25°C ... +55°C)
(Bei höherer Stromaufnahme kann zusätzlich die Einspeiseklemme <u>EL9410</u> verwenden werden!)	max. 1 A (> +55°C)
Powerkontakte	max. 24 V _{DC} , max. 10 A
Potenzialtrennung	500 V (Powerkontakt/Versorgungsspannung/ EtherCAT)
Abmessungen (B x H x T)	ca. 44 mm x 100 mm x 68 mm
Gewicht	ca. 105 g
zulässiger Umgebungstemperaturbereich im Betrieb	-25°C ... +60°C (erweiterter Temperaturbereich)
zulässiger Umgebungstemperaturbereich bei Lagerung	-40°C ... + 85°C
zulässige relative Luftfeuchtigkeit	95 %, keine Betauung
Montage [► 52]	auf 35 mm Tragschiene nach EN 60715
Erhöhte mechanische Belastbarkeit	ja, siehe auch <u>Montagevorschriften</u> [► 63] für Klemmen mit erhöhter mechanischer Belastbarkeit
Vibrations- / Schockfestigkeit	gemäß EN 60068-2-6/EN 60068-2-27
EMV-Festigkeit / Aussendung	gemäß EN 61000-6-2 / EN 61000-6-4
Schutzart	IP20
Einbaulage	beliebig
Zulassungen / Kennzeichnungen*)	CE, EAC, UKCA, ATEX [► 53], IECEx [► 55], cFMus, [► 57] CCC cULus [► 59], DNV GL

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

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

2.2.2 EK1101

2.2.2.1 Einführung

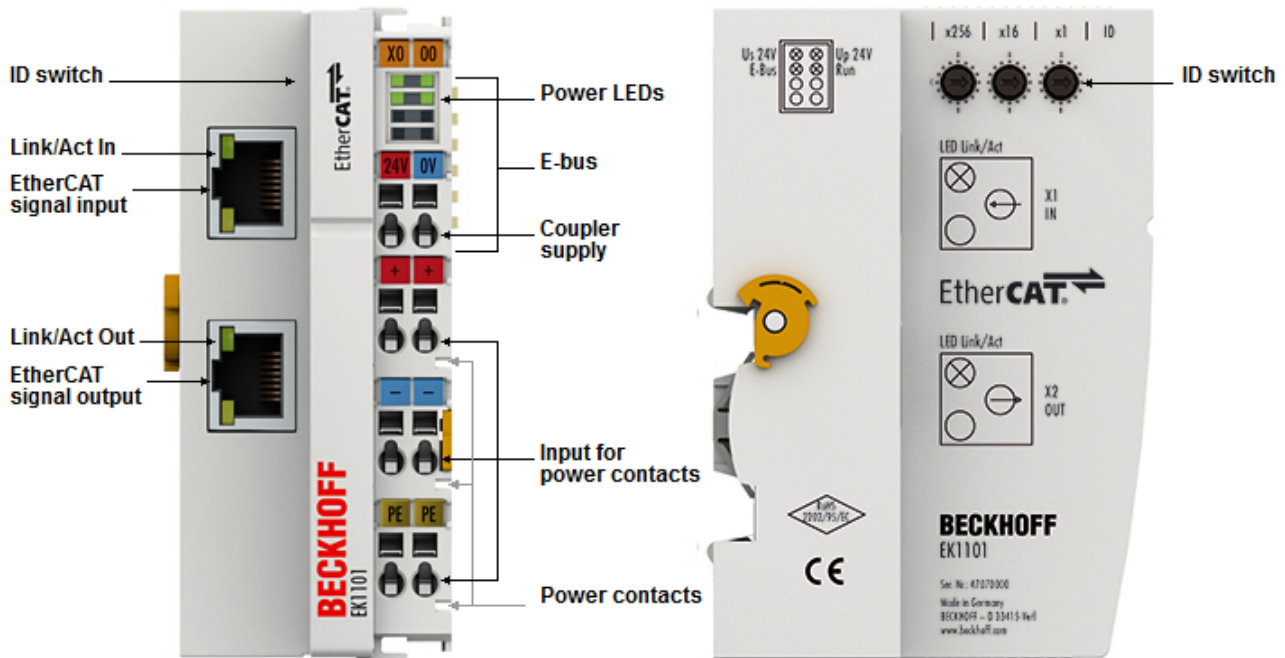


Abb. 6: EK1101

EK1101 - EtherCAT-Koppler mit ID-Switch

Der Koppler EK1101 verbindet das EtherCAT Device Protokoll mit den EtherCAT-Klemmen (ELxxxx/ESxxxx/EMxxxx). Eine Station besteht aus einem Koppler, einer beliebigen Anzahl von EtherCAT-Klemmen und einer Busendklemme, z. B. EL9011.

Der Koppler setzt mit einer minimalen Latenz die Telegramme im Durchlauf von der Ethernet-100BASE-TX auf die E-Bus-Signaldarstellung um. Mit der oberen Ethernet-Schnittstelle wird der Koppler an das Netzwerk angeschlossen, die untere RJ-45-Buchse dient zum optionalen Anschluss weiterer EtherCAT-Geräte am gleichen Strang.

Der Koppler versorgt die angefügten Klemmen mit dem benötigten E-Bus-Strom zur Kommunikation. Maximal kann der Koppler 5 V/2 A liefern. Wird mehr Strom benötigt, sind Einspeiseklemmen (z. B. EL9410) zu integrieren.

Im EtherCAT-Netzwerk wird der Koppler im Bereich der Ethernet-Signalübertragung (100BASE-TX) an beliebiger Stelle eingesetzt. Dabei verarbeitet der Koppler ausschließlich unadressierte MAC-Broadcast-Telegramme vom Typ EtherCAT Device Protokoll vom EtherCAT-Master. Da eine gerichtete Ansprache über MAC-Unicast oder IP-Adressierung nicht verwendet wird, kann kein Switch oder Router eingesetzt werden.

Der EK1101 unterstützt das HotConnect-Verfahren, siehe dazu die Grundlagendokumentation [EtherCAT](#). Die Eigenschaften des EK1101 sind in Bezug darauf:

- am Gerät über drei Drehwahlschalter einstellbare ID im Bereich 0..4095 (hexadezimal)
- die ID ist online über die Prozessdaten vom EtherCAT Master auslesbar
- unterstützt der EtherCAT Master HotConnect, kann so eine IO-Gruppe dynamisch in die EtherCAT-Kommunikation mit aufgenommen werden. Diese Gruppe kann dann an beliebiger Stelle im EtherCAT-Netzwerk vorhanden sein. Variable Topologien sind somit einfach realisierbar.

Quick-Links

- [EtherCAT Funktionsgrundlagen \[► 46\]](#)
- [Hinweise zur Konfiguration](#)
- [Diagnose LEDs \[► 95\]](#)

2.2.2.2 Technische Daten

Technische Daten	EK1101
Aufgabe im EtherCAT-System	Ankopplung von EtherCAT-Klemmen (ELxxxx) an 100BASE-TX EtherCAT-Netze
Anzahl der EtherCAT-Klemmen	bis zu 65535 im Gesamtsystem
Anzahl Peripheriesignale	max. 4,2 GB adressierbare IO-Punkte
Übertragungsmedium	Ethernet 100BASE-TX (mind. Ethernet CAT5 Kabel)
Leitungslänge zwischen 2 Buskopplern	max. 100 m (100BASE-TX)
Protokoll / Baudrate	EtherCAT Device Protokoll / 100 MBaud
HotConnect	max. Anzahl einstellbarer IDs: 4096
Durchlaufverzögerung	typ. 1 µs
Busanschluss	2 x RJ45
Spannungsversorgung	24 V _{DC} (-15 %/+20 %)
Stromaufnahme	70 mA + (Σ E-Bus Strom)/4
E-Bus Stromversorgung (5 V) abhängig von Umgebungstemperatur (Bei höherer Stromaufnahme kann zusätzlich die Einspeiseklemme EL9410 verwenden werden!)	max. 2 A (-25°C ... +55°C) max. 1 A (> +55°C)
Powerkontakte	max. 24 V _{DC} , max. 10 A
Potenzialtrennung	500 V (Powerkontakt/Versorgungsspannung/EtherCAT)
Abmessungen (B x H x T)	ca. 44 mm x 100 mm x 68 mm
Gewicht	ca. 105 g
zulässiger Umgebungstemperaturbereich im Betrieb	-25°C ... +60°C (erweiterter Temperaturbereich)
zulässiger Umgebungstemperaturbereich bei Lagerung	-40°C ... + 85°C
zulässige relative Luftfeuchtigkeit	95 %, keine Betauung
Montage [► 52]	auf 35 mm Tragschiene nach EN 60715
Vibrations- / Schockfestigkeit	gemäß EN 60068-2-6 / EN 60068-2-27
EMV-Festigkeit / Aussendung	gemäß EN 61000-6-2 / EN 61000-6-4
Schutzart	IP20
Einbaulage	beliebig
Zulassungen / Kennzeichnungen*)	CE, EAC, UKCA ATEX [► 53], IECEx [► 55], cFMus [► 57], CCC cULus [► 59], DNV GL

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

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

2.2.3 EK1101-0010

2.2.3.1 Einführung

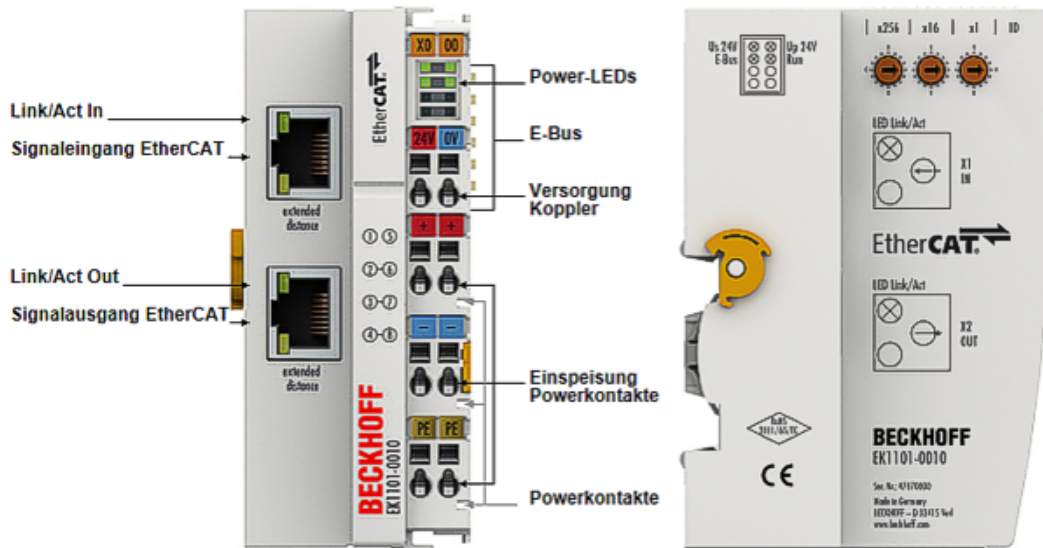


Abb. 7: EK1101-0010

EK1101-0010 - EtherCAT-Koppler mit ID-Switch, Extended Distance

Der Koppler EK1101-0010 verbindet EtherCAT mit den EtherCAT-Klemmen (ELxxxx/ESxxxx/EMxxxx). Eine Station besteht aus einem Koppler EK1101-0010, einer beliebigen Anzahl von EtherCAT-Klemmen und einer Busendklemme, z. B. EL9011.

Der Koppler setzt mit einer minimalen Latenz die Telegramme im Durchlauf von der Ethernet-100BASE-TX oder BroadR auf die E-Bus-Signaldarstellung um. Mit der oberen Ethernet-Schnittstelle wird der Koppler an das Netzwerk angeschlossen, die untere RJ-45-Buchse dient zum optionalen Anschluss weiterer EtherCAT-Geräte am gleichen Strang.

Durch den Extended-Distance-Anschluss können Entfernungen zwischen zwei Extended-Distance-Kopplern von bis zu 300 m erreicht werden. Ist lediglich ein Anschluss der zwei Koppler als Extended Distance ausgeführt, beträgt die maximale Länge zwischen den Stationen 100 m.

Der Koppler versorgt die angefügten Klemmen mit dem benötigten E-Bus-Strom zur Kommunikation. Maximal kann der Koppler 5 V/2 A liefern. Wird mehr Strom benötigt, sind Einspeiseklemmen (z. B. EL9410) zu integrieren.

Im EtherCAT-Netzwerk wird der Koppler im Bereich der Ethernet-Signalübertragung (100BASE-TX oder BroadR) an beliebiger Stelle eingesetzt. Dabei verarbeitet der Koppler ausschließlich unadressierte MAC-Broadcast-Telegramme vom Typ EtherCAT Device Protokoll vom EtherCAT-Master. Da eine gerichtete Ansprache über MAC-Unicast oder IP-Adressierung nicht verwendet wird, kann kein Switch oder Router eingesetzt werden.

Der EK1101-0010 unterstützt das HotConnect-Verfahren, siehe dazu die Grundlegendokumentation EtherCAT. Die Eigenschaften des EK1101-0010 sind in Bezug darauf:

- am Gerät über drei Drehwahlschalter einstellbare ID im Bereich 0..4095 (hexadezimal)
- die ID ist online über die Prozessdaten vom EtherCAT Master auslesbar
- unterstützt der EtherCAT Master HotConnect, kann so eine IO-Gruppe dynamisch in die EtherCAT-Kommunikation mit aufgenommen werden. Diese Gruppe kann dann an beliebiger Stelle im EtherCAT-Netzwerk vorhanden sein. Variable Topologien sind somit einfach realisierbar.

Quick-Links

- [EtherCAT Funktionsgrundlagen \[► 46\]](#)
- [Hinweise zur Konfiguration](#)
- [Diagnose LEDs \[► 95\]](#)
- [Hinweise zum Extended-Distance-Anschluss \[► 26\]](#)

2.2.3.2 Technische Daten

Technische Daten	EK1101-0010
Aufgabe im EtherCAT-System	Ankopplung von EtherCAT-Klemmen (ELxxxx) an 100BASE-TX oder BroadR EtherCAT-Netze Extended-Distance-Anschluss [► 26]
Anzahl der EtherCAT-Klemmen	bis zu 65535 im Gesamtsystem
Anzahl Peripheriesignale	max. 4,2 GB adressierbare IO-Punkte
Übertragungsmedium	Ethernet 100BASE - TX (mind. Ethernet CAT5 Kabel)
Leitungslänge zwischen 2 Buskopplern	max. 100 m (100BASE-TX) max. 300 m (Kupfer, Kat. 5, 4-adrig) bei Verbindung zwischen zwei Kopplern mit Extended-Distance-Anschluss max. 200 m (Kupfer, Kat. 5, 4-adrig) bei Verbindung zwischen zwei Kopplern mit Extended-Distance-Anschluss, bei Umgebungstemperatur < 0°C bzw. > +55°C
Protokoll / Baudrate	EtherCAT Device Protokoll / 100 Mbaud
HotConnect	max. Anzahl einstellbarer IDs: 4096
Durchlaufverzögerung	typ. 1 µs
Busanschluss	2 x RJ45
Spannungsversorgung	24 V _{DC} (-15 %/+20 %)
Stromaufnahme	90 mA + (Σ E-Bus Strom)/4
E-Bus Stromversorgung (5 V) abhängig von Umgebungstemperatur (Bei höherer Stromaufnahme kann zusätzlich die Einspeiseklemme EL9410 verwendet werden!)	max. 2 A (-25°C ... +55°C) max. 1 A (> +55°C)
Powerkontakte	max. 24 V _{DC} , max. 10 A
Potenzialtrennung	500 V (Powerkontakt/Versorgungsspannung/EtherCAT)
Abmessungen (B x H x T)	ca. 44 mm x 100 mm x 68 mm
Gewicht	ca. 105 g
zulässiger Umgebungstemperaturbereich im Betrieb	-25°C ... +60°C (erweiterter Temperaturbereich)
zulässiger Umgebungstemperaturbereich bei Lagerung	-40°C ... + 85°C
zulässige relative Luftfeuchtigkeit	95 %, keine Betauung
Montage [► 52]	auf 35 mm Tragschiene nach EN 60715
Vibrations- / Schockfestigkeit	gemäß EN 60068-2-6 / EN 60068-2-27
EMV-Festigkeit / Aussendung	gemäß EN 61000-6-2 / EN 61000-6-4
Schutzart	IP20
Einbaulage	beliebig
Zulassungen / Kennzeichnungen*)	CE, EAC, UKCA, cULus [► 59]

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

2.2.3.3 Hinweise zum Extended-Distance-Anschluss

Mit EtherCAT Komponenten, die Extended-Distance unterstützen, können Entfernungen bis zu 300 m (bei Verbindungen zwischen zwei Extended-Distance-Komponenten) realisiert werden. Diese Komponenten sind sowohl in den Technischen Daten als auch an den jeweiligen RJ45-Buchsen der Komponente selbst mit „extended distance“ gekennzeichnet. Im TwinCAT System Manager ist die Kennzeichnung „extended distance“ Bestandteil der Typen-Bezeichnung (Registerreiter „Allgemein“, „Type“).

Topologien Extended-Distance-Komponenten, Entfernungen bis zu 300 m

Entfernungen bis zu 300 m können zwischen zwei Extended-Distance-Komponenten erreicht werden. Mögliche Topologien sind in der folgenden Abbildung dargestellt.

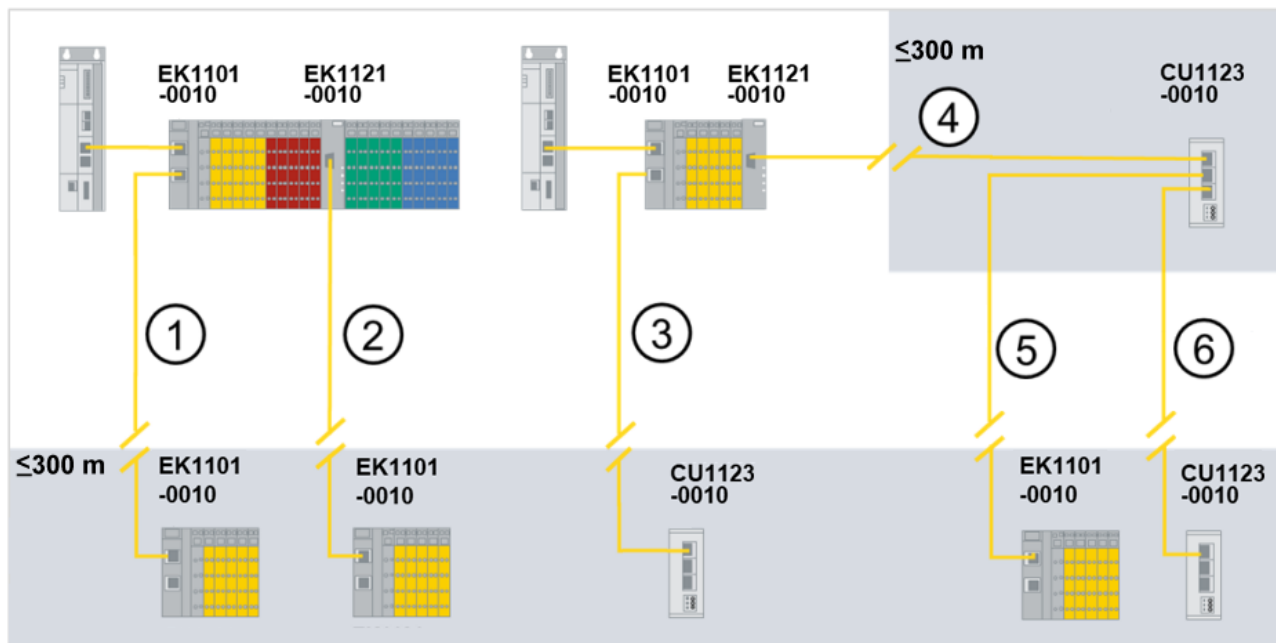


Abb. 8: Topologien mit Extended-Distance-Komponenten, Entfernung bis zu 300 m

Topologien mit Extended-Distance-Komponenten, Entfernung bis zu 300 m		
Nr. in Abbildung oben	1. Komponente	2. Komponente
1	EK1101-0010	EK1101-0010
2	EK1121-0010	EK1101-0010
3	EK1101-0010	CU1123-0010
4	EK1121-0010	CU1123-0010
5	CU1123-0010	EK1101-0010
6	CU1123-0010	CU1123-0010

Unzulässige Topologien Extended-Distance-Komponenten

Der Abzweig EK1121-0010 kann nicht als 2. Komponente eingesetzt werden, da der EtherCAT-Port ein Ausgangsport ist. In der folgenden Abbildung werden Topologien mit Extended-Distance-Komponenten dargestellt, die nicht zulässig sind.

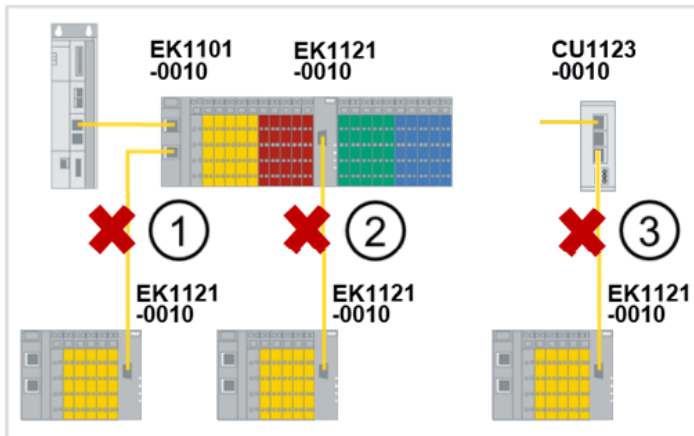


Abb. 9: Unzulässige Topologien mit Extended-Distance-Komponenten

Unzulässige Topologien mit Extended-Distance-Komponenten		
Nr. in Abbildung oben	1. Komponente	2. Komponente
1	EK1101-0010	EK1121-0010
2	EK1121-0010	EK1121-0010
3	CU1123-0010	EK1121-0010

Topologien Extended-Distance- und Standardkomponenten, Entfernungen bis zu 100 m

Wenn nur eine Extended-Distance-Komponente verwendet wird, z. B. eine Verbindung zwischen einem Standard EtherCAT-Koppler (EK1100) und einem EtherCAT-Koppler mit Extended-Distance (EK1101-0010), sind herkömmliche Entfernungen bis zu 100 m möglich. Die Standardkomponenten sind in der folgenden Abbildung mit „*“ gekennzeichnet. Die Erkennung von Standardkomponenten erfolgt automatisch. Es ist keine Parametrierung der EtherCAT-Ports notwendig. Beispiele für mögliche Topologien sind in der folgenden Abbildung dargestellt.

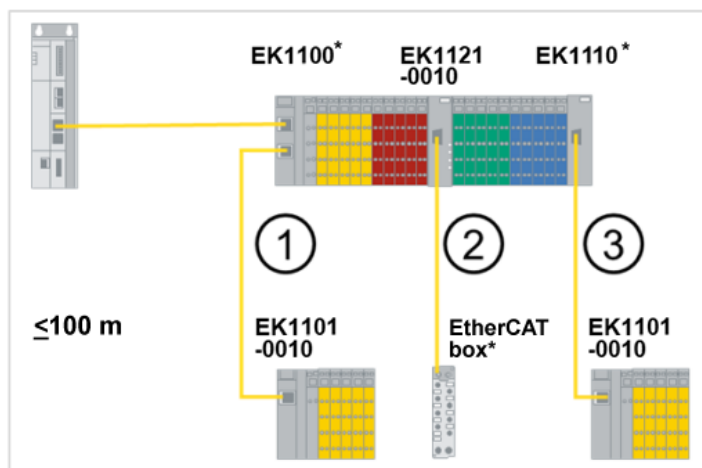


Abb. 10: Topologien mit Extended-Distance- und Standardkomponenten, Entfernung bis zu 100 m

Topologien mit Extended-Distance- und Standardkomponenten, Entfernung bis zu 100 m		
Nr. in Abbildung oben	1. Komponente	2. Komponente
1	EK1100*	EK1101-0010
2	EK1121-0010	EtherCAT Box*
3	EK1100*	EK1101-0010

2.2.4 EK1101-0080

2.2.4.1 Einführung

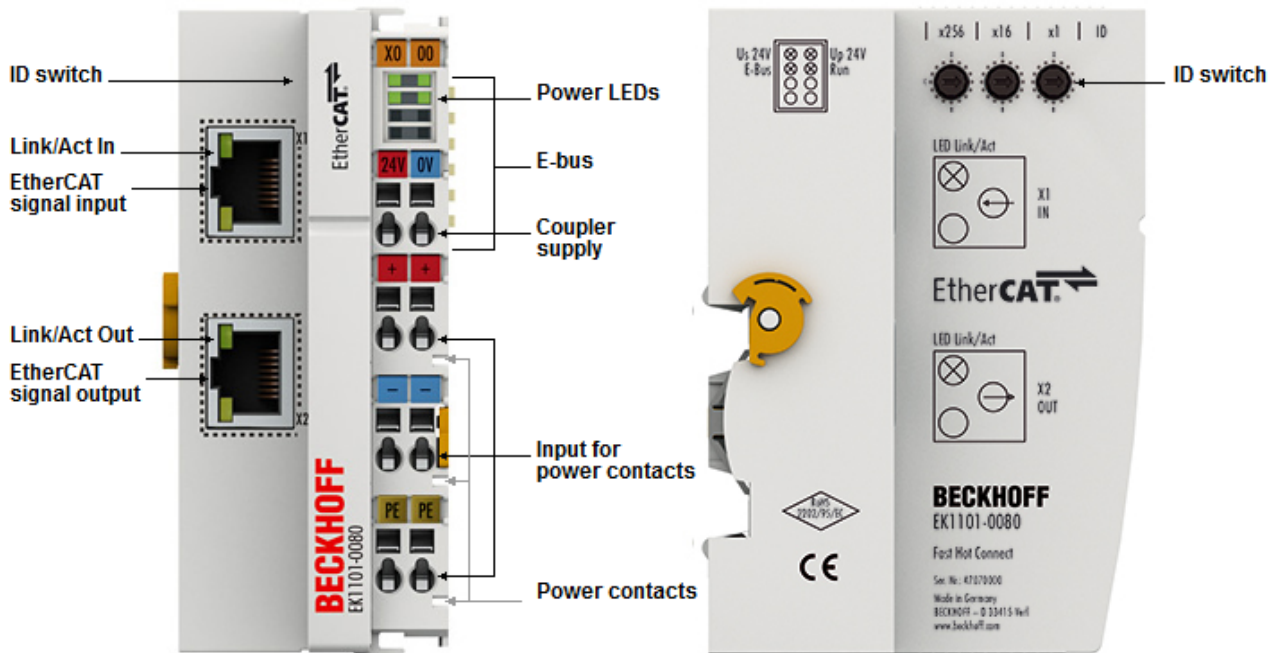


Abb. 11: EK1101-0080

EK1101-0080 - EtherCAT-Koppler mit ID-Switch, Fast-Hot-Connect

Der EtherCAT Koppler EK1101-0080 mit Fast-Hot-Connect Technologie stellt eine Erweiterung des Kopplers EK1101 dar.

Hot-Connect ist ein EtherCAT-Feature für wechselnde Topologien durch direktes An- oder Abkoppeln während der Anlagenbetriebszeit. Angekoppelte EtherCAT-Komponenten werden zwar nach dem Anschluss schnell in die Datenübertragung aufgenommen, die Fast-Hot-Connect-Technologie verkürzt diese Anbindungszeit jedoch nochmals deutlich, wodurch noch schnellere Werkzeugwechselvorgänge möglich sind. Fast-Hot-Connect-Ports dürfen dabei nur untereinander kombiniert werden, daher sind sie besonders gekennzeichnet.

Der EtherCAT-Koppler EK1101-0080 mit Fast-Hot-Connect wird durch den EtherCAT-Abzweig EK1122-0080 mit Fast-Hot-Connect ergänzt.

Quick-Links

- [EtherCAT Funktionsgrundlagen \[► 46\]](#)
- [Hinweise zur Konfiguration](#)
- [Hinweise zu Fast-Hot-Connect \[► 30\]](#)
- [Diagnose LEDs \[► 95\]](#)

2.2.4.2 Technische Daten

Technische Daten	EK1101-0080
Aufgabe im EtherCAT-System	Ankopplung von EtherCAT-Klemmen (ELxxxx) an 100BASE-TX EtherCAT-Netze, Fast-Hot-Connect Technologie [► 30]
Anzahl der EtherCAT-Klemmen	bis zu 65535 im Gesamtsystem
Anzahl Peripheriesignale	max. 4,2 GB adressierbare IO-Punkte
Übertragungsmedium	Ethernet 100BASE-TX (mind. Ethernet CAT5 Kabel)
Leitungslänge zwischen 2 Buskopplern	max. 100 m (100BASE-TX)
Protokoll / Baudrate	EtherCAT Device Protokoll / 100 MBaud
HotConnect	max. Anzahl einstellbarer IDs: 4096
Durchlaufverzögerung	typ. 1 µs
Busanschluss	2 x RJ45
Spannungsversorgung	24 V _{DC} (-15 %/+20 %)
Stromaufnahme	70 mA + (Σ E-Bus Strom)/4
E-Bus Stromversorgung (5 V) abhängig von Umgebungstemperatur (Bei höherer Stromaufnahme kann zusätzlich die Einspeiseklemme EL9410 verwendet werden!)	max. 2 A (-25°C ... +55°C) max. 1 A (> +55°C)
Powerkontakte	max. 24 V _{DC} , max. 10 A
Potenzialtrennung	500 V (Powerkontakt/Versorgungsspannung/EtherCAT)
Abmessungen (B x H x T)	ca. 44 mm x 100 mm x 68 mm
Gewicht	ca. 105 g
zulässiger Umgebungstemperaturbereich im Betrieb	-25°C ... +60°C (erweiterter Temperaturbereich)
zulässiger Umgebungstemperaturbereich bei Lagerung	-40°C ... + 85°C
zulässige relative Luftfeuchtigkeit	95 %, keine Betauung
Montage [► 52]	auf 35 mm Tragschiene nach EN 60715
Vibrations- / Schockfestigkeit	gemäß EN 60068-2-6 / EN 60068-2-27
EMV-Festigkeit / Aussendung	gemäß EN 61000-6-2 / EN 61000-6-4
Schutzart	IP20
Einbaulage	beliebig
Zulassungen / Kennzeichnungen*)	CE, EAC, UKCA ATEX [► 53], IECEx [► 55], CCC cULus [► 59]

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

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

2.2.4.3 Hinweise zur EtherCAT Fast-Hot-Connect Technologie

Mit EtherCAT-Komponenten, die Fast-Hot-Connect unterstützen, ist ein deutlich schnellerer Feldbus-Hochlauf nach Verbindungsherstellung möglich. Die Hochlaufzeit ist im Detail abhängig vom Umfang der Geräte, Topologie und aktivierten Distributed Clocks. Benötigt ein normaler Verbindungs- und Kommunikationsaufbau mehrere Sekunden, ist mit FHC-Komponenten < 1 Sekunde möglich.

Eigenschaften und Systemverhalten

- Fast-Hot-Connect wird ab TwinCAT 2.11R3 build 2221 unterstützt
- Fast-Hot-Connect-Ports sind besonders gekennzeichnet.



Abb. 12: Kennzeichnung FHC-Port am EK1122-0080 bzw. EK1101-0080

- an Fast-Hot-Connect-Ports dürfen keine Standard-EtherCAT-Geräte angeschlossen werden. Dies ist durch applikationsseitige Maßnahmen sicherzustellen, was durch die in derartigen Applikationen i. d. R. maschinell durchgeführten Topologiewechsel einfach umzusetzen ist.

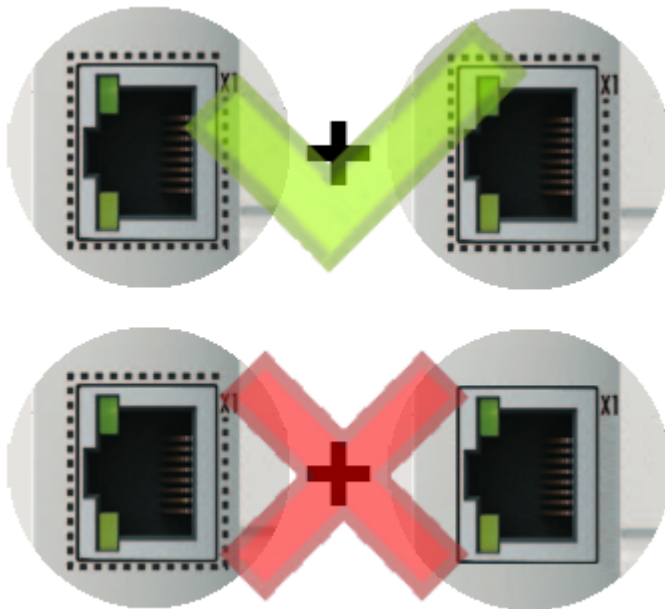


Abb. 13: Empfehlung Kombination Ethernet Ports

- Wurden dennoch entsprechende Ports verbunden, ist ggf. ein PowerReset der beteiligten Geräte (Abzweigklemme und Koppler/Box) erforderlich.
- Es findet bei Fast-Hot-Connect-Geräten ein beschleunigter Ethernet-Verbindungs Aufbau gegenüber der normalen FastEthernet-Verbindung statt.
Wird zusätzlich noch auf den Einsatz von Distributed-Clocks-Funktionen in der gesamten Topologie

verzichtet, entfällt auch die Resynchronisierungszeit der Komponenten. Dann sind Gruppenshochlaufzeiten von < 1 Sekunde möglich, vom Stecken der Ethernet-Verbindung bis zum OP-State.

- im TwinCAT ADS Logger wird eine falsche Port-Zuordnung detektiert

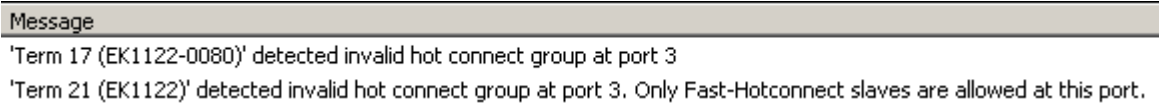


Abb. 14: Detektion falsche Portzuordnung TwinCAT-Logger

Konfiguration

Die Konfiguration von Fast-Hot-Connect-Gruppen im TwinCAT System Manager erfolgt genauso wie Hot-Connect-Gruppen unter Angabe der zugehörigen Gruppen-ID.

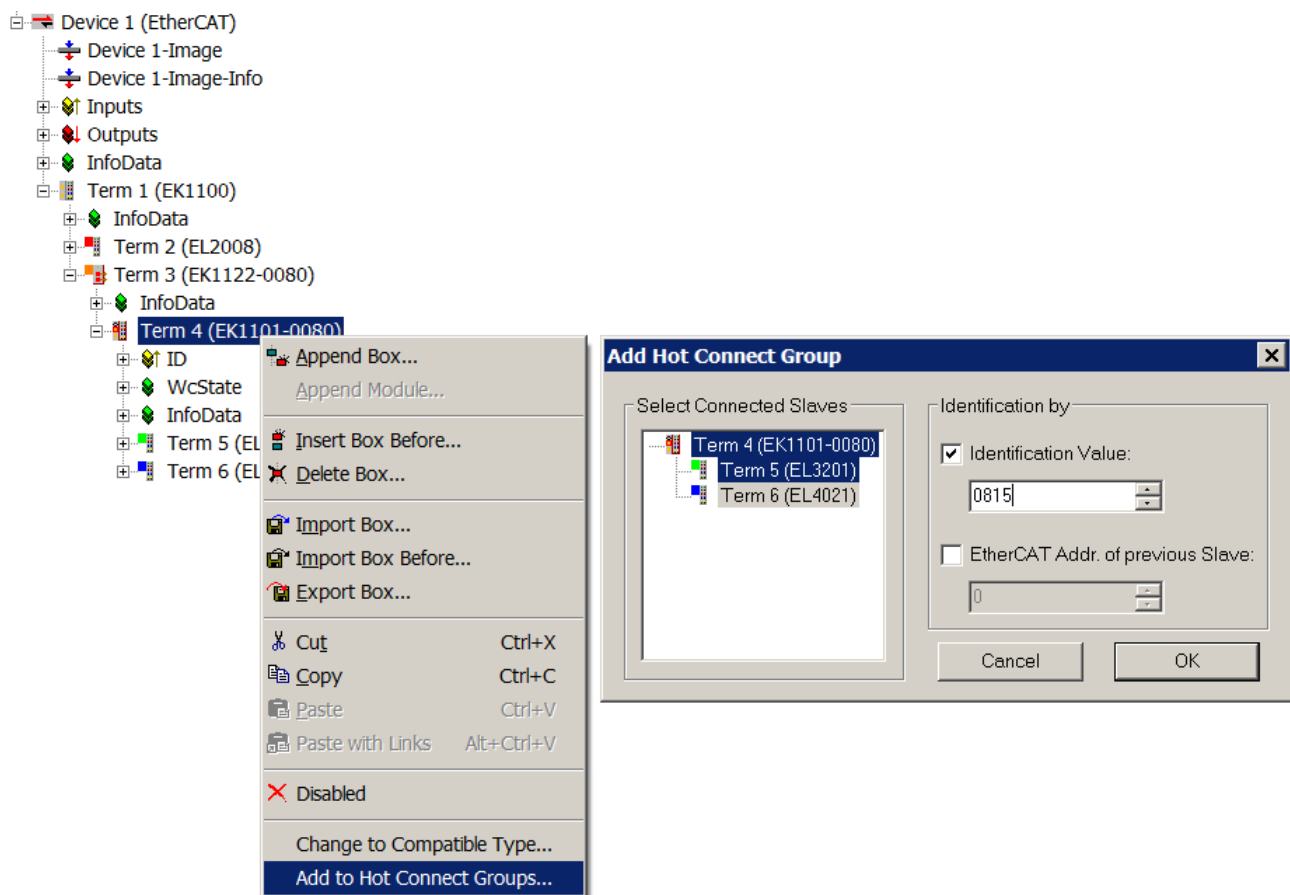


Abb. 15: Konfiguration Fast-HotConnect Gruppe

Im TwinCAT-System Manager sind entsprechende FastHotConnect-Ports rot gekennzeichnet.

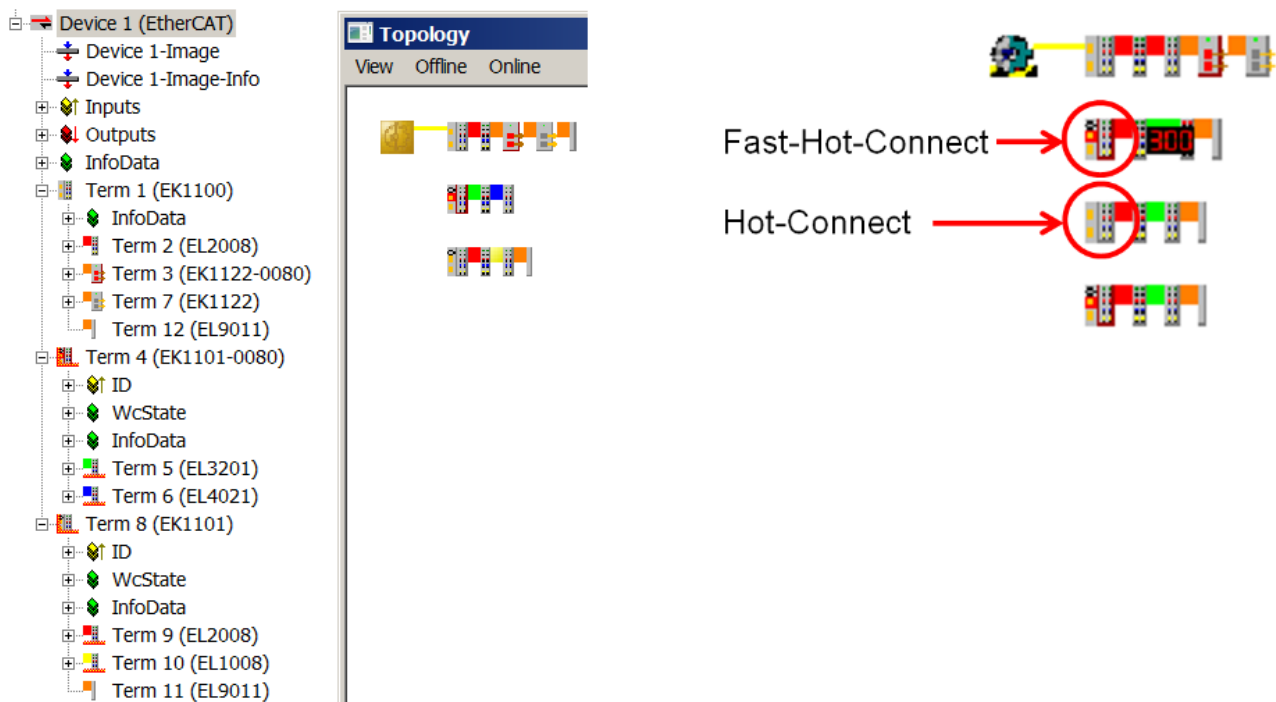


Abb. 16: Kennzeichnung im TwinCAT System Manager

Eine Konfiguration von FHC-Gruppen ist nur möglich, wenn mindestens 1 entsprechender Abzweig z. B. EK1122-0080 vorhanden ist.

Distributed Clocks

Wenn keine Distributed-Clocks-Funktionen genutzt werden, ist dies in den Master-Einstellungen durch ein fehlenden „DC in use“ sichtbar:

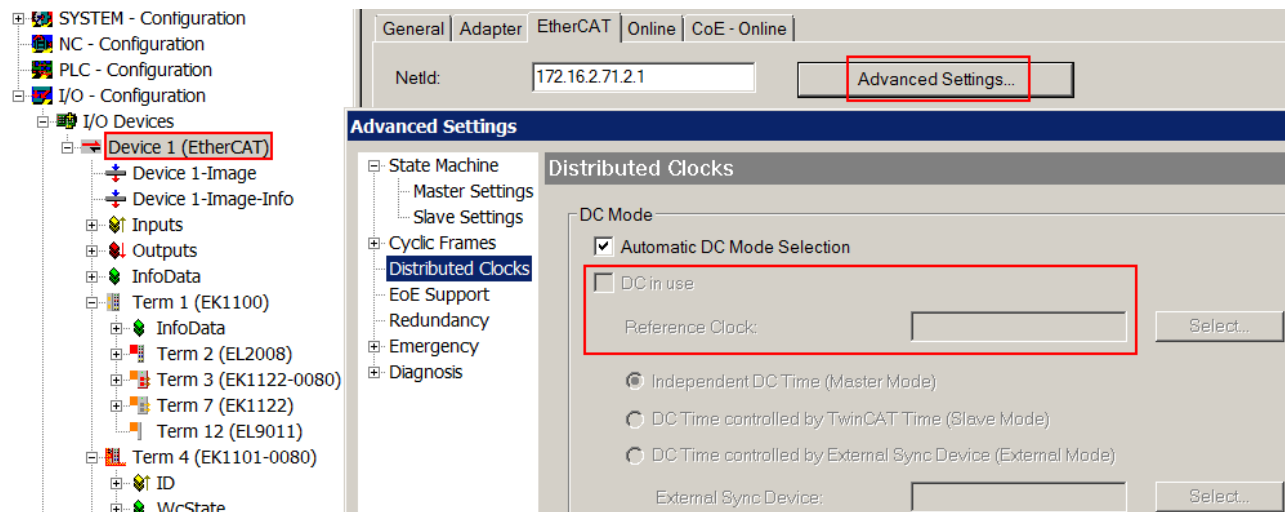


Abb. 17: DC-Master-Einstellung

Diese Einstellung wird vom System Manager automatisch gewählt, wenn keine EtherCAT-Slaves in der Konfiguration enthalten sind, bei denen Distributed Clocks aktiviert ist. Es sollte hier nicht durch den Anwender „DC in use“ willkürlich deaktiviert werden, weil sonst diese Teilnehmer nicht mehr funktionieren.

2.3 Koppler mit M8-Anschluss

2.3.1 EK1100-0008

2.3.1.1 Einführung

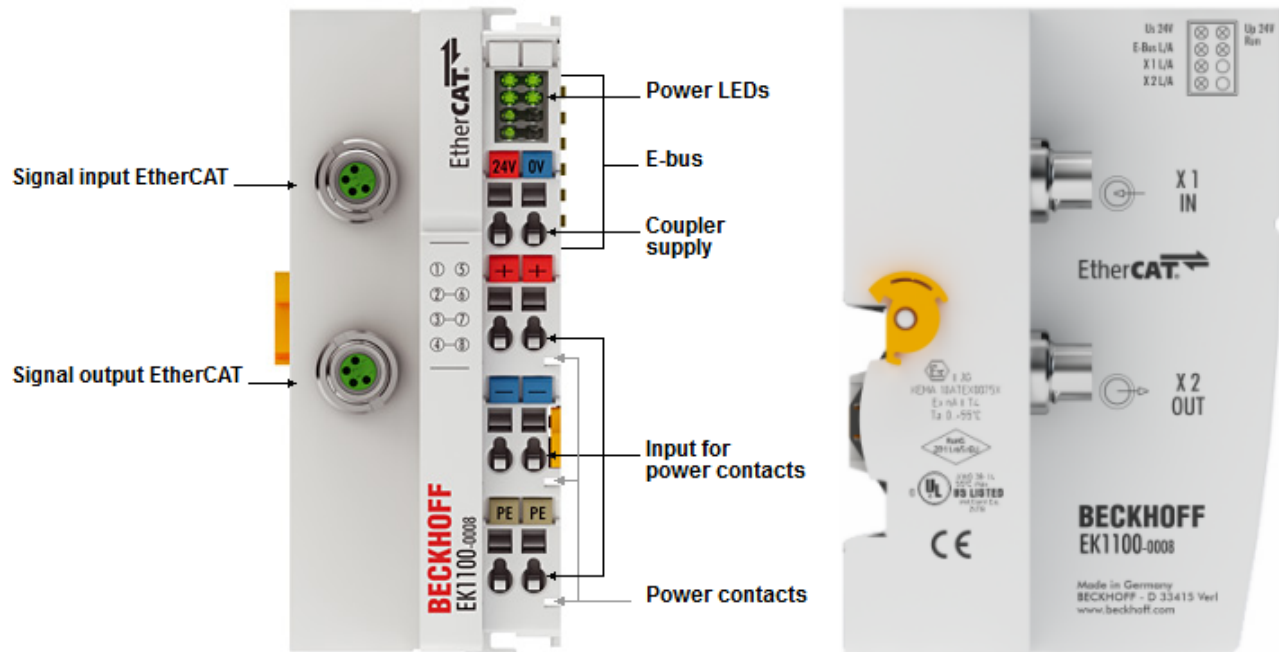


Abb. 18: EK1100-0008

EK1100-0008 - EtherCAT-Koppler (M8 Anschluss)

Der Koppler EK1100-0008 verbindet EtherCAT mit den EtherCAT-Klemmen (ELxxxx/ESxxxx). Eine Station besteht aus einem Koppler EK1100-0008, einer beliebigen Anzahl von EtherCAT-Klemmen und einer Busendklemme. Der Koppler setzt die Telegramme im Durchlauf von der Ethernet-100BASE-TX- auf die E-Bus-Signaldarstellung um. Im Vergleich zum EK1100 verfügt der EK1100-0008 statt der beiden RJ45-Buchsen über zwei M8-Buchsen, die kompatibel zu den EtherCAT Boxen ausgeführt sind.

Mit der oberen Ethernet-Schnittstelle wird der Koppler an das Netzwerk angeschlossen, die untere M8-Buchse dient zum optionalen Anschluss weiterer EtherCAT-Geräte im gleichen Strang.

Der Koppler versorgt die angefügten Klemmen mit dem benötigten E-Bus-Strom zur Kommunikation. Maximal kann der Koppler 5 V/2 A liefern. Wird mehr Strom benötigt, sind Einspeiseklemmen (z. B. EL9410) zu integrieren

Im EtherCAT-Netzwerk wird der Koppler EK1100-0008 im Bereich der Ethernet-Signalübertragung (100BASE-TX) an beliebiger Stelle eingesetzt – außer direkt am Switch. Mit entsprechend leistungsfähigen Ethernet-Leitungen z. B. ZK1090-3131-1xxx sind auch über M8 Leitungslängen von 100 m möglich.

Quick-Links

- [EtherCAT Funktionsgrundlagen](#) [► 46]
- [Hinweise zur Konfiguration](#) [► 79]
- [Diagnose LEDs](#) [► 94]

2.3.1.2 Technische Daten

Technische Daten	EK1100-0008
Aufgabe im EtherCAT-System	Ankopplung von EtherCAT-Klemmen (ELxxxx) an 100BASE-TX EtherCAT-Netze
Anzahl der EtherCAT-Klemmen	bis zu 65535 im Gesamtsystem
Übertragungsmedium	Ethernet 100BASE-TX (mind. Ethernet CAT5 Kabel)
Leitungslänge zwischen 2 Buskopplern	max. 100 m (100BASE-TX)
Übertragungsraten	100 Mbaud
Konfiguration	nicht erforderlich
Durchlaufverzögerung	typ. 1 µs
Businterface	2 x M8
Spannungsversorgung	24 V _{DC} (-15 %/+20 %)
Stromaufnahme aus U _S	70 mA + (Σ E-Bus-Strom/4)
Stromaufnahme aus U _P	Last
Stromversorgung E-Bus	max. 2 A (-25°C ... +55°C) max. 1 A (> +55°C)
Powerkontakte	max. 24 V _{DC} , max. 10 A
Potenzialtrennung	500 V (Powerkontakt/Versorgungsspannung/ EtherCAT)
Abmessungen (B x H x T)	ca. 44 mm x 100 mm x 68 mm
Gewicht	ca. 105 g
zulässiger Umgebungstemperaturbereich im Betrieb	-25°C ... +60°C
zulässiger Umgebungstemperaturbereich bei Lagerung	-40°C ... + 85°C
zulässige relative Luftfeuchtigkeit	95 %, keine Betauung
Montage [► 52]	auf 35 mm Tragschiene nach EN 60715
Erhöhte mechanischer Belastbarkeit	ja, siehe auch <u>Montagevorschriften</u> [► 63] für Klemmen mit erhöhter mechanischer Belastbarkeit
Vibrations- / Schockfestigkeit	gemäß EN 60068-2-6/EN 60068-2-27
EMV-Festigkeit / Aussendung	gemäß EN 61000-6-2 / EN 61000-6-4
Schutzart	IP20
Einbaulage	beliebig
Zulassungen / Kennzeichnungen ^{*)}	CE, EAC, UKCA ATEX [► 53], IECEx [► 55], CCC cULus [► 59]

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

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

2.3.2 EK1101-0008

2.3.2.1 Einführung

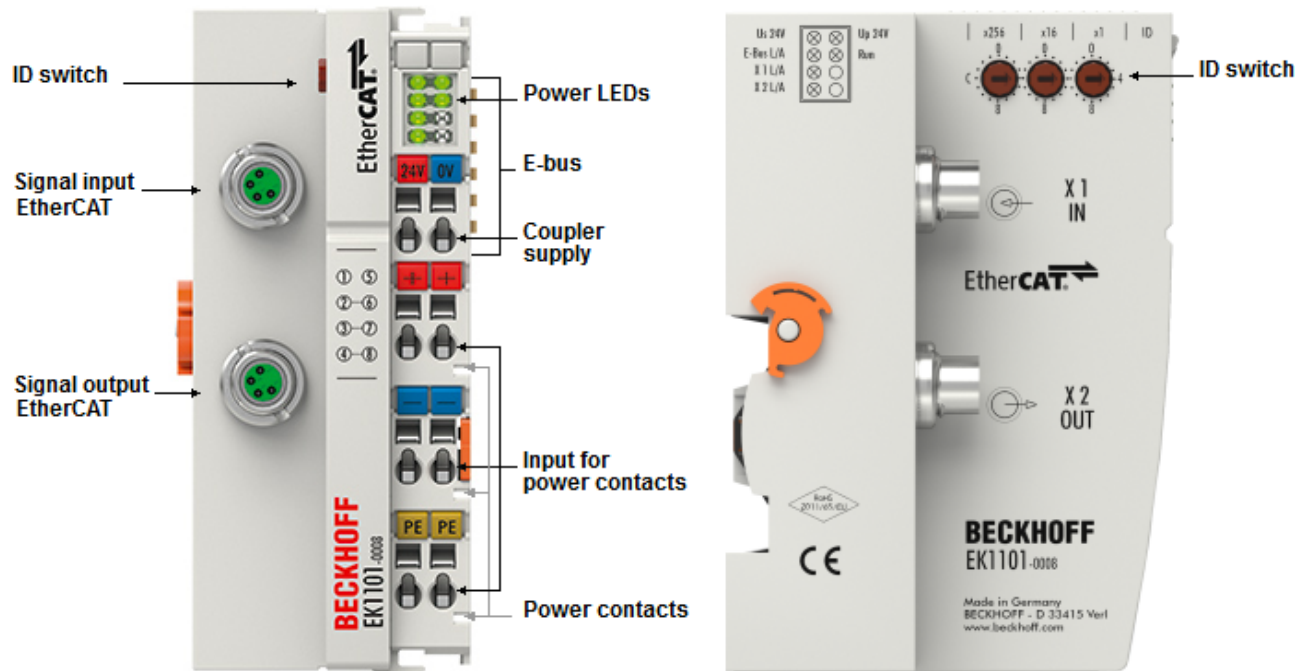


Abb. 19: EK1101-0008

EK1101-0008 - EtherCAT-Koppler mit ID-Switch (M8 Anschluss)

Der Koppler EK1101-0008 verbindet EtherCAT mit den EtherCAT-Klemmen (ELxxxx). Im Vergleich zum EK1101 verfügt der EK1101-0008 über zwei M8-Buchsen, die kompatibel zu den EtherCAT-Box-Modulen ausgeführt sind.

- Mit der oberen Ethernet-Schnittstelle wird der Koppler an das Netzwerk angeschlossen,
- die untere M8-Buchse dient zum optionalen Anschluss weiterer EtherCAT-Geräte im gleichen Strang.

Im EtherCAT-Netzwerk wird der Koppler EK1101-0008 im Bereich der Ethernet-Signalübertragung (100BASE-TX) an beliebiger Stelle eingesetzt – außer direkt am Switch. Mit entsprechend leistungsfähigen Ethernet-Leitungen, z. B. ZK1090-3131-1xxx, sind auch über M8 Leitungslängen von 100 m möglich.

Der Koppler unterstützt das HotConnect-Verfahren, siehe dazu die Grundlegendokumentation [EtherCAT](#). Die Eigenschaften des EK1101-0008 sind in Bezug darauf:

- am Gerät über drei Drehwahlschalter einstellbare ID im Bereich 0..4095 (hexadezimal)
- die ID ist online über die Prozessdaten vom EtherCAT Master auslesbar
- unterstützt der EtherCAT Master HotConnect, kann so eine IO-Gruppe dynamisch in die EtherCAT-Kommunikation mit aufgenommen werden. Diese Gruppe kann dann an beliebiger Stelle im EtherCAT-Netzwerk vorhanden sein. Variable Topologien sind somit einfach realisierbar.

Quick-Links

- [EtherCAT Funktionsgrundlagen](#) [► 46]
- [Hinweise zur Konfiguration](#) [► 79]
- [Diagnose LEDs](#) [► 95]

2.3.2.2 Technische Daten

Technische Daten	EK1101-0008
Aufgabe im EtherCAT-System	Ankopplung von EtherCAT-Klemmen (ELxxxx) an 100BASE-TX EtherCAT-Netze, mit Identitätserkennung
Anzahl der EtherCAT-Klemmen	bis zu 65535 im Gesamtsystem
Anzahl Peripheriesignale	Max. 4,2 GB adressierbare IO-Punkte
Übertragungsmedium	Ethernet/EtherCAT-Kabel (min. CAT 5), geschirmt
Leitungslänge zwischen 2 Buskopplern	max. 100 m (100BASE-TX)
Übertragungsraten	100 MBit/s
HotConnect	Max. Anzahl einstellbarer IDs: 4096
Durchlaufverzögerung	typ. ca. 1 µs
Businterface	2 x M8, geschirmt, schraubbar
Spannungsversorgung	24 V _{DC} (-15 %/+20 %)
Stromaufnahme aus U _S	70 mA + ($\sum$ E-Bus-Strom/4)
Stromaufnahme aus U _P	Last
Stromversorgung E-Bus	max. 2 A (-25°C ... +55°C)
	max. 1 A (> +55°C)
Powerkontakte	max. 24 V _{DC} , max. 10 A
Potenzialtrennung	500 V (Powerkontakt/Versorgungsspannung/EtherCAT)
Abmessungen (B x H x T)	ca. 44 mm x 100 mm x 68 mm
Gewicht	ca. 110 g
zulässiger Umgebungstemperaturbereich im Betrieb	-25°C ... +60°C
zulässiger Umgebungstemperaturbereich bei Lagerung	-40°C ... + 85°C
zulässige relative Luftfeuchtigkeit	95 %, keine Betauung
Montage [► 52]	auf 35 mm Tragschiene nach EN 60715
Vibrations- / Schockfestigkeit	gemäß EN 60068-2-6/EN 60068-2-27
EMV-Festigkeit / Aussendung	gemäß EN 61000-6-2 / EN 61000-6-4
Schutzart	IP20
Einbaulage	beliebig
Zulassungen / Kennzeichnungen ^{*)}	CE, EAC, UKCA

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

2.4 Koppler mit LWL-Anschluss

2.4.1 EK1501

2.4.1.1 Einführung

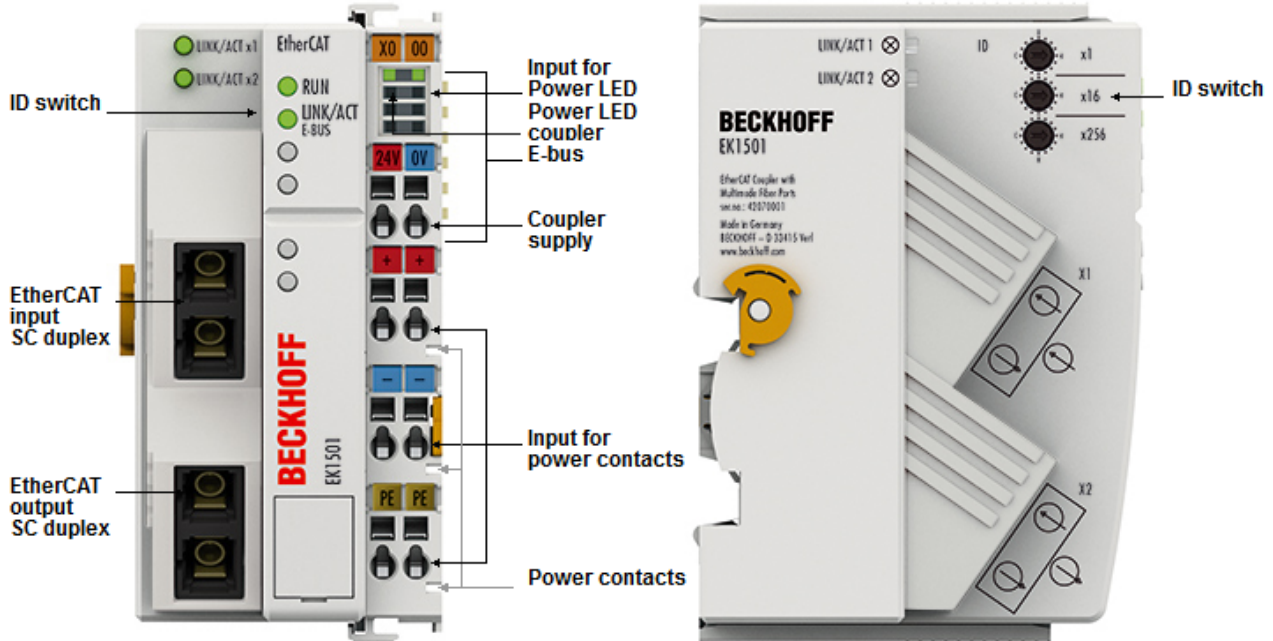


Abb. 20: EK1501

EK1501 - EtherCAT-Koppler mit ID-Switch, Multimode-LWL-Anschluss

Der Koppler EK1501 verbindet das EtherCAT Device Protokoll mit den EtherCAT-Klemmen (ELxxxx/ESxxxx/EMxxxx). Eine Station besteht aus einem Koppler, einer beliebigen Anzahl von EtherCAT-Klemmen und einer Busendklemme, z. B. EL9011. Der Koppler setzt mit einer minimalen Latenz die Telegramme im Durchlauf von der Ethernet-100BASE-FX- auf die E-Bus-Signaldarstellung um. Mit der oberen Ethernet-Schnittstelle wird der Koppler an das Netzwerk angeschlossen, die untere SC-Buchse dient zum optionalen Anschluss weiterer EtherCAT-Geräte am gleichen Strang.

Der Koppler versorgt die angefügten Klemmen mit dem benötigten E-Bus-Strom zur Kommunikation. Maximal kann der Koppler 5 V/2 A liefern. Wird mehr Strom benötigt, sind Einspeiseklemmen (z. B. EL9410) zu integrieren. Im EtherCAT-Netzwerk wird der Koppler im Bereich der Ethernet-Signalübertragung (100BASE-FX) an beliebiger Stelle eingesetzt. Dabei verarbeitet der Koppler ausschließlich unadressierte MAC-Broadcast-Telegramme vom Typ EtherCAT Device Protokoll vom EtherCAT-Master. Da eine gerichtete Ansprache über MAC-Unicast oder IP-Adressierung nicht verwendet wird, kann kein Switch oder Router eingesetzt werden.

Durch den Multimode-Glasfaseranschluss können Entfernungen zwischen zwei Kopplern von bis zu 2 km erreicht werden.

Der Koppler unterstützt das HotConnect-Verfahren, siehe dazu die Grundlegendokumentation [EtherCAT](#). Die Eigenschaften des EK1501 sind in Bezug darauf:

- am Gerät über drei Drehwählschalter einstellbare ID im Bereich 0..4095 (hexadezimal)
- die ID ist online über die Prozessdaten vom EtherCAT Master auslesbar
- unterstützt der EtherCAT Master HotConnect, kann so eine IO-Gruppe dynamisch in die EtherCAT-Kommunikation mit aufgenommen werden. Diese Gruppe kann dann an beliebiger Stelle im EtherCAT-Netzwerk vorhanden sein. Variable Topologien sind somit einfach realisierbar.

Quick-Links

- [EtherCAT Funktionsgrundlagen](#) [► 46]
- [Anwendungshinweise](#) [► 80]
- [Diagnose LEDs](#) [► 96]

2.4.1.2 Technische Daten

Technische Daten	EK1501
Aufgabe im EtherCAT-System	Ankopplung von EtherCAT-Klemmen (ELxxxx) an 100BASE-FX EtherCAT-Netze
Anzahl der EtherCAT-Klemmen	bis zu 65535 im Gesamtsystem
Anzahl Peripheriesignale	max. 4,2 GByte adressierbare IO-Punkte
Leitungslänge zwischen 2 Buskopplern	Empfohlen max. 2 km (100BASE-FX)
Protokoll / Baudrate	EtherCAT Device Protokoll / 100 MBaud
HotConnect	max. Anzahl einstellbarer IDs: 4096
Durchlaufverzögerung	typ. 1 µs

Optische Daten	EK1501
Übertragungsmedium	Multimode-Glasfaser (MM)
Wellenlänge Transceiver	typ. 1310 nm
Busanschluss	2 x SC Duplex
Minimale Ausgangsleistung (opt.)	62,5/125 µm, NA = 0,275: -20 dBm avg. 50/125 µm, NA = 0,2: -23,5 dBm avg.
Minimale erforderliche optische Eingangsleistung (Empfindlichkeit)	-31 dBm

Allgemeine Daten	EK1501
Spannungsversorgung	24 V _{DC} (-15 %/+20 %)
Stromaufnahme	130 mA + (Σ E-Bus Strom)/4
E-Bus Stromversorgung (5 V) abhängig von Umgebungstemperatur	max. 2 A (-25°C ... +55°C) max. 1 A (> +55°C)
(Bei höherer Stromaufnahme kann zusätzlich die Einspeiseklemme EL9410 verwenden werden!)	
Powerkontakte	max. 24 V _{DC} , max. 10 A
Potenzialtrennung	500 V (Powerkontakt/Versorgungsspannung/EtherCAT)
Abmessungen (B x H x T)	ca. 49 mm x 100 mm x 70 mm
Gewicht	ca. 190 g
zulässiger Umgebungstemperaturbereich im Betrieb	-25°C ... +60°C (erweiterter Temperaturbereich)
zulässiger Umgebungstemperaturbereich bei Lagerung	-40°C ... + 85°C
zulässige relative Luftfeuchtigkeit	95 %, keine Betauung
Montage [► 52]	auf 35 mm Tragschiene nach EN 60715

Normen und Zulassungen	EK1501
Vibrations- / Schockfestigkeit	gemäß EN 60068-2-6 / EN 60068-2-27
EMV-Festigkeit / Aussendung	gemäß EN 61000-6-2 / EN 61000-6-4
Schutzart	IP20
Einbaulage	beliebig
Zulassungen / Kennzeichnungen ^{*)}	CE, EAC, UKCA ATEX [► 53], IECEx [► 55], CCC cULus [► 59],

Ex-Kennzeichnungen

Standard	Kennzeichnung
ATEX	II 3 G Ex nA IIC T4 Gc
IECEx	Ex nA IIC T4 Gc

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

2.4.2 EK1501-0010

2.4.2.1 Einführung

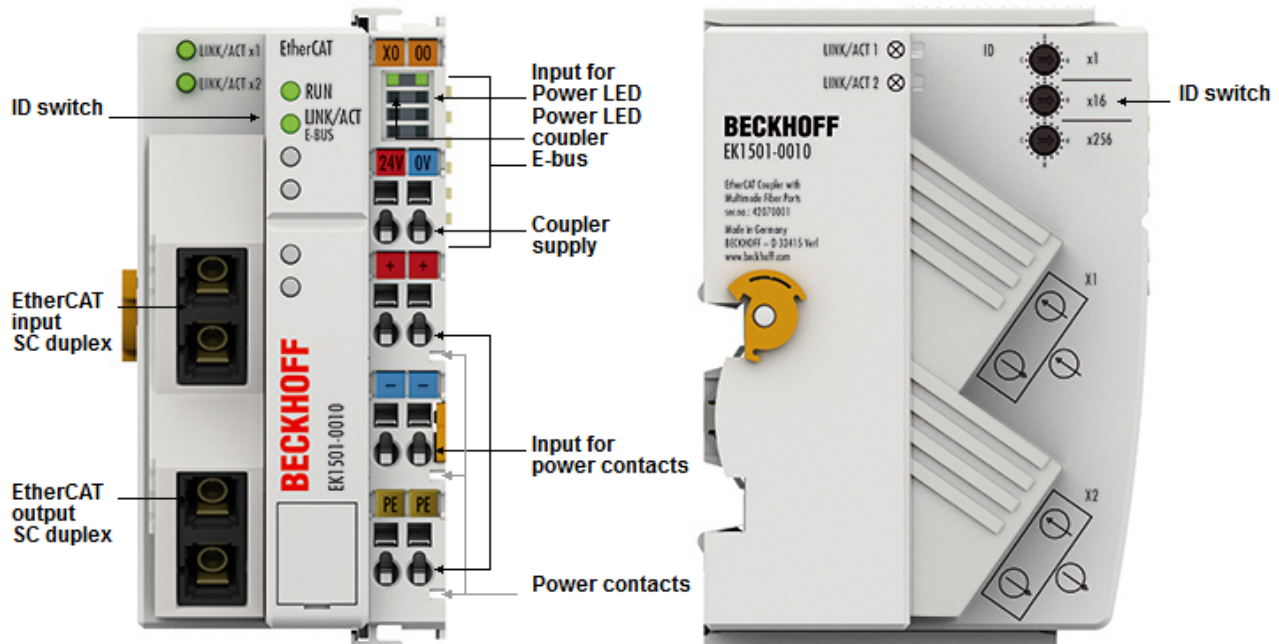


Abb. 21: EK1501-0010

EK1501-0010 - EtherCAT-Koppler mit ID-Switch, Singlemode-LWL-Anschluss

Der Koppler EK1501-0010 unterscheidet sich vom EK1501 lediglich im verwendeten Transceiver. Durch die Singlemode-Technik sind unter Verwendung entsprechender LWL Übertragungreichweiten bis zu 20 km zu erzielen.

Zwischen EK1501-0010 und dem zugehörigen Abzweig EK1521-0010 steht ein Dämpfungsbudget von 10 dBm zur Verfügung. Zur Abschätzung der Dämpfung können folgende Faktoren zu Grunde gelegt werden:

- 2x SC-Steckverbindung: je 0,25 dBm
- typ. Lichtwellenleiter mit 0,4 dB/km Dämpfung

Die Summe aller Dämpfungen darf 10 dBm nicht überschreiten. Ggf. ist die installierte Lichtwellenstrecke messtechnisch zu validieren.

Quick-Links

- [EtherCAT Funktionsgrundlagen \[► 46\]](#)
- [Anwendungshinweise \[► 80\]](#)
- [Diagnose LEDs \[► 96\]](#)

2.4.2.2 Technische Daten

Technische Daten	EK1501-0010
Aufgabe im EtherCAT-System	Ankopplung von EtherCAT-Klemmen (ELxxxx) an 100BASE-FX EtherCAT-Netze
Anzahl der EtherCAT-Klemmen	bis zu 65535 im Gesamtsystem
Anzahl Peripheriesignale	max. 4,2 GB adressierbare IO-Punkte
Leitungslänge zwischen 2 Buskopplern	Empfohlen max. 20 km (100BASE-FX)
Protokoll / Baudrate	EtherCAT Device Protokoll / 100 MBaud
HotConnect	max. Anzahl einstellbarer IDs: 4096
Durchlaufverzögerung	typ. 1 µs

Optische Daten	EK1501-0010
Übertragungsmedium	Singlemode-Glasfaser (SM) Laser-Klasse 1, siehe Hinweis [► 99]
Wellenlänge Transceiver	typ. 1310 nm
Busanschluss	2 x SC Duplex
Minimale Ausgangsleistung (opt.)	-15 dBm (bis Bj. 2022), -5 dBm (ab Bj. 2023)
Minimale erforderliche optische Eingangsleistung (Empfindlichkeit)	-25 dBm (bis Bj. 2022), -35 dBm (ab Bj. 2023)

Allgemeine Daten	EK1501-0010
Spannungsversorgung	24 V _{DC} (-15 %/+20 %)
Stromaufnahme	150 mA + (ΣE-Bus Strom)/4
E-Bus Stromversorgung (5 V) abhängig von Umgebungstemperatur	max. 2 A (-25°C ... +55°C) max. 1 A (> +55°C)
(Bei höherer Stromaufnahme kann zusätzlich die Einspeiseklemme EL9410 verwenden werden!)	
Powerkontakte	max. 24 V _{DC} , max. 10 A
Potenzialtrennung	500 V (Powerkontakt/Versorgungsspannung/EtherCAT)
Abmessungen (B x H x T)	ca. 49 mm x 100 mm x 70 mm
Gewicht	ca. 190 g
zulässiger Umgebungstemperaturbereich im Betrieb	-25°C ... +60°C (erweiterter Temperaturbereich)
zulässiger Umgebungstemperaturbereich bei Lagerung	-40°C ... + 85°C
zulässige relative Luftfeuchtigkeit	95 %, keine Betauung
Montage [► 52]	auf 35 mm Tragschiene nach EN 60715

Normen und Zulassungen	EK1501-0010
Vibrations- / Schockfestigkeit	gemäß EN 60068-2-6 / EN 60068-2-27
EMV-Festigkeit / Aussendung	gemäß EN 61000-6-2 / EN 61000-6-4
Schutzart	IP20
Einbaulage	beliebig
Zulassungen / Kennzeichnungen*)	CE, EAC, UKCA ATEX [► 53], IECEx [► 55], cULus [► 59], CCC

Ex-Kennzeichnungen

Standard	Kennzeichnung
ATEX	II 3 G Ex nA IIC T4 Gc
IECEx	Ex nA IIC T4 Gc

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

2.5 Koppler, Medienkonverter, LWL-, RJ45 OUT-Anschluss

2.5.1 EK1501-0100

2.5.1.1 Einführung

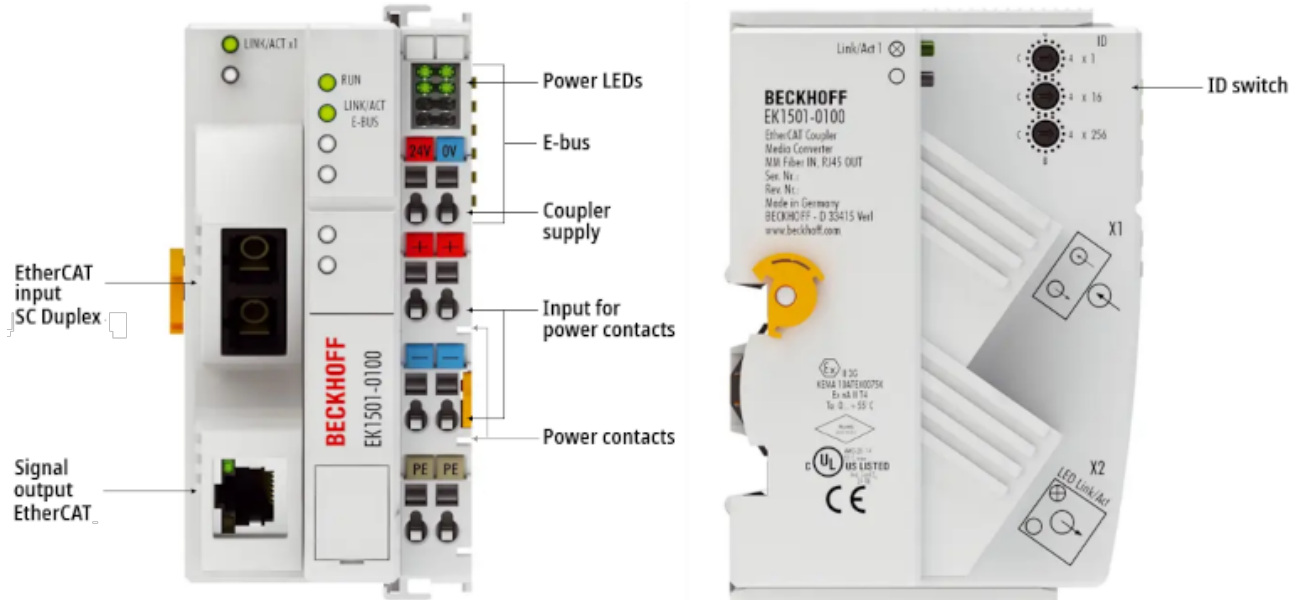


Abb. 22: EK1501-0100

EK1501-0100 - EtherCAT-Koppler, Medienkonverter (Multimode-LWL, RJ45 OUT) mit ID-Switch

Der EtherCAT Koppler EK1501-0100 ist das Bindeglied zwischen dem EtherCAT-Protokoll auf Feldebene und den EtherCAT-Klemmen. Der Koppler setzt die Telegramme im Durchlauf von der Ethernet-100BASE-FX- auf die E-Bus-Signaldarstellung um. Eine Station besteht aus einem Koppler und einer beliebigen Anzahl von EtherCAT-Klemmen, die automatisch erkannt und einzeln im Prozessabbild dargestellt werden.

Der EK1501-0100 dient als Medienkonverter von Lichtwellenleiter- auf Kupferphysik und besitzt eine SC-Duplex-Buchse, eine RJ45 Buchse und drei hexadezimale ID-Switche.

Mit dem oberen Ethernet-Anschluss wird der Koppler an das Netzwerk angeschlossen, die untere RJ45-Buchse dient zum optionalen Anschluss weiterer EtherCAT-Geräte im gleichen Strang.

Durch den Multimode-Glasfaseranschluss können Entfernungen zwischen zwei Kopplern von bis zu 2 km erreicht werden. Über die hexadezimale ID-Switches kann einer Gruppe von EtherCAT-Komponenten eine eindeutige ID zugeordnet werden. Diese Gruppe kann dann an beliebiger Stelle im EtherCAT-Netzwerk vorhanden sein. Variable Topologien sind somit einfach realisierbar. Zusätzlich kann für die Verlängerung oder zum Aufbau einer Linien- oder Sterntopologie ein EtherCAT-Abzweig oder eine EtherCAT-Verlängerung genutzt werden.

Die System- und Feldversorgung, je 24 V_{DC}, erfolgt direkt am Koppler. Aus der eingespeisten Systemspannung werden die angefügten EtherCAT-Klemmen mit dem benötigten Strom zur Kommunikation versorgt. Maximal kann der Koppler 5 V und 2 A liefern. Wird mehr Strom benötigt, sind Einspeiseklemmen z. B. EL9410, zu integrieren. Die Feldversorgung wird über die Powerkontakte mit bis zu 10 A an die einzelnen I/O Komponenten weitergeleitet.

Der Koppler unterstützt das HotConnect-Verfahren, siehe dazu die Grundlegendokumentation [EtherCAT](#). Die Eigenschaften des Kopplers sind in Bezug darauf:

- am Gerät über drei Drehwahlschalter einstellbare ID im Bereich 0..4095 (hexadezimal)
- die ID ist online über die Prozessdaten vom EtherCAT Master auslesbar
- unterstützt der EtherCAT Master HotConnect, kann so eine IO-Gruppe dynamisch in die EtherCAT-Kommunikation mit aufgenommen werden. Diese Gruppe kann dann an beliebiger Stelle im EtherCAT-Netzwerk vorhanden sein. Variable Topologien sind somit einfach realisierbar.

Quick-Links

- [EtherCAT Funktionsgrundlagen \[► 46\]](#)
- [Anwendungshinweise \[► 80\]](#)
- [Diagnose LEDs \[► 97\]](#)

2.5.1.2 Technische Daten

Technische Daten	EK1501-0100
Aufgabe im EtherCAT-System	Medienwechsel von Multimode-Glasfaser auf RJ45-Kupfer-Physik und Ankopplung von EtherCAT-Klemmen (ELxxxx)
Anzahl der EtherCAT-Klemmen	bis zu 65535 im Gesamtsystem
Anzahl Peripheriesignale	max. 4,2 GByte adressierbare I/O-Punkte
Leitungslänge zwischen zwei EtherCAT-Kopplern	Empfohlen: max. 2 km (100BASE-FX) max. 100 m (100BASE-TX)
Protokoll / Baudrate	EtherCAT Device Protokoll / 100 MBit/s
HotConnect	max. Anzahl einstellbarer IDs: 4096
Durchlaufverzögerung	typ. 1 µs

Optische Daten	EK1501-0100
Übertragungsmedium	Multimode-Glasfaser (MM) 50/125 µm; EtherCAT-Kabel (min. Cat.5), geschirmt
Wellenlänge Transceiver	typ. 1310 nm
Busanschluss	1 x SC Duplex; 1 x RJ45 OUT
Minimale erforderliche optische Eingangsleistung (Empfindlichkeit)	-31 dBm

Allgemeine Daten	EK1501-0100
Spannungsversorgung	24 V _{DC} (-15 %/+20 %)
Stromaufnahme aus U _S	130 mA + (ΣE-Bus Strom)/4
Stromaufnahme aus U _P	Last
E-Bus Stromversorgung (5 V) abhängig von Umgebungstemperatur (Bei höherer Stromaufnahme kann zusätzlich die Einspeiseklemme EL9410 verwenden werden!)	max. 2 A (-25°C ... +55°C) max. 1 A (> +55°C)
Powerkontakte	max. 24 V _{DC} , max. 10 A
Potenzialtrennung	500 V (Powerkontakt/Versorgungsspannung/EtherCAT)
Abmessungen (B x H x T)	ca. 51 mm x 100 mm x 69 mm
Gewicht	ca. 190 g
zulässiger Umgebungstemperaturbereich im Betrieb	-25°C ... +60°C (erweiterter Temperaturbereich)
zulässiger Umgebungstemperaturbereich bei Lagerung	-40°C ... + 85°C
zulässige relative Luftfeuchtigkeit	95 %, keine Betauung
Montage [► 52]	auf 35 mm Tragschiene nach EN 60715

Normen und Zulassungen	EK1501-0100
Vibrations- / Schockfestigkeit	gemäß EN 60068-2-6 / EN 60068-2-27
EMV-Festigkeit / Aussendung	gemäß EN 61000-6-2 / EN 61000-6-4
Schutzart	IP20
Einbaulage	beliebig
Zulassungen / Kennzeichnungen*	CE, EAC, UKCA ATEX [► 53], IECEx [► 55], cULus [► 59], CCC

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

Ex-Kennzeichnungen

Standard	Kennzeichnung
ATEX	II 3 G Ex nA IIC T4 Gc
IECEx	Ex nA IIC T4 Gc

2.6 Koppler mit POF-Anschluss

2.6.1 EK1541

2.6.1.1 Einführung

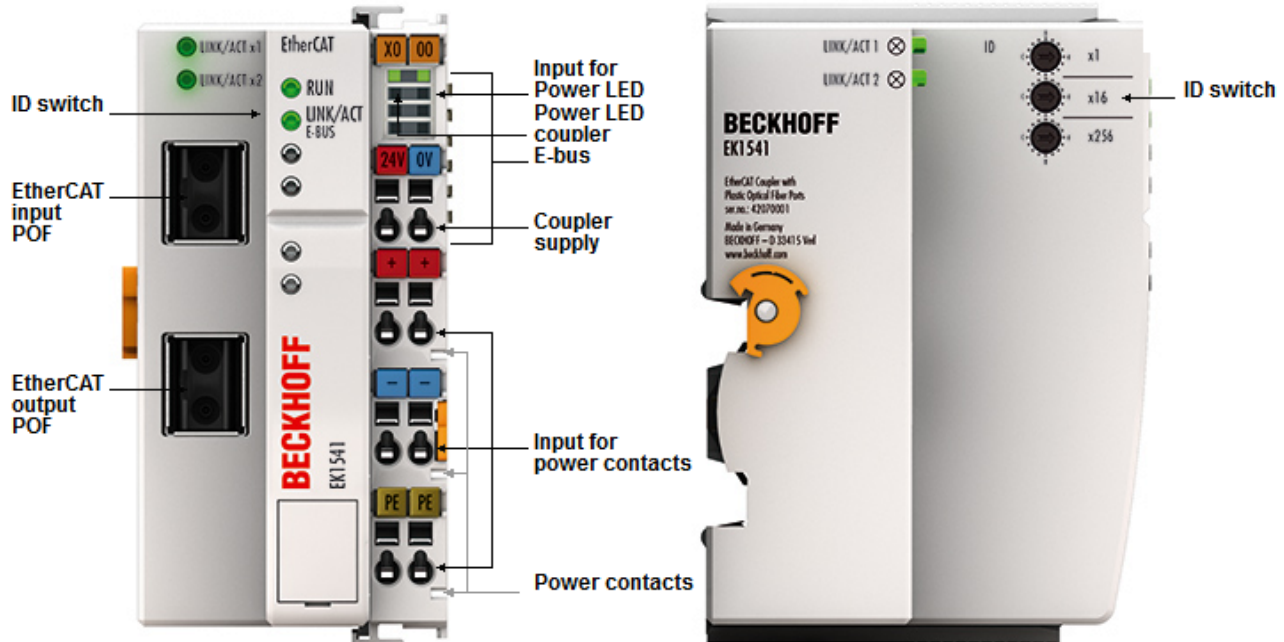


Abb. 23: EK1541

EK1541 - EtherCAT-Koppler mit ID-Switch, POF-Anschluss

Der Koppler EK1541 verbindet EtherCAT mit den EtherCAT-Klemmen (ELxxxx). Eine Station besteht aus einem Koppler EK1541, einer beliebigen Anzahl von EtherCAT-Klemmen, einer Busendkappe EL9011 oder einer EtherCAT-Verlängerung EK1110.

Der Koppler setzt mit einer minimalen Latenz die Telegramme im Durchlauf von der Ethernet-100BASE-FX-POF-Physik auf die E-Bus-Signaldarstellung um. Durch den Polymeric Optical Fiber (POF)-Anschluss können Entfernungen von bis zu 50 m zwischen zwei Kopplern erreicht werden. Die POF-Faser ist, im Gegensatz zur Glasfaser, gut vor Ort konfektionierbar. Der EK1541 verfügt über drei hexadezimale ID-Switche, mit denen einer Gruppe von EtherCAT-Komponenten eine ID zugeordnet werden kann.

Der Koppler versorgt die angefügten Klemmen mit dem benötigten E-Bus-Strom zur Kommunikation. Maximal kann der Koppler 5V/2A liefern. Wird mehr Strom benötigt, sind Einspeiseklemmen (z. B. EL9410) zu integrieren.

Das Gerät unterstützt das HotConnect-Verfahren, siehe dazu die Grundlagendokumentation [EtherCAT](#). Die Eigenschaften des EK1541 sind in Bezug darauf:

- am Gerät über drei Drehwahlschalter einstellbare ID im Bereich 0..4095 (hexadezimal)
- die ID ist online über die Prozessdaten vom EtherCAT Master auslesbar
- unterstützt der EtherCAT Master HotConnect, kann so eine IO-Gruppe dynamisch in die EtherCAT-Kommunikation mit aufgenommen werden. Diese Gruppe kann dann an beliebiger Stelle im EtherCAT-Netzwerk vorhanden sein. Variable Topologien sind somit einfach realisierbar.

Quick-Links

- [EtherCAT Funktionsgrundlagen](#) [► 46]
- [Anwendungshinweise](#) [► 88]
- [Diagnose LEDs](#) [► 96]

2.6.1.2 Technische Daten

Technische Daten	EK1541
Aufgabe im EtherCAT-System	Ankopplung von EtherCAT-Klemmen (ELxxxx) an 100BASE-FX EtherCAT-POF-Netze
Anzahl der EtherCAT-Klemmen	bis zu 65535 im Gesamtsystem
Anzahl Peripheriesignale	max. 4,2 GB adressierbare IO-Punkte
Leitungslänge zwischen 2 Buskopplern	max. 50 m (100BASE-FX-POF)
Protokoll / Baudrate	EtherCAT Device Protokoll / 100 Mbaud
HotConnect	max. Anzahl einstellbarer IDs: 4096
Durchlaufverzögerung	typ. 1 µs

Optische Daten	EK1541
Übertragungsmedium	Polymeric Optical Fiber
Wellenlänge Transceiver	650 nm Laser-Klasse 1, siehe Hinweis [► 99]
Busanschluss	2 x Versatile Link für POF-Duplex-Stecker (Steckerset ZS1090-0008)
Minimale Ausgangsleistung (opt.)	NA = 0,5: -13,5 dBm
Minimale erforderliche optische Eingangsleistung (Empfindlichkeit)	-26 dBm

Allgemeine Daten	EK1541
Spannungsversorgung	24 V _{DC} (-15 %/+20 %)
Stromaufnahme 24 V DC	130 mA + ($\sum$ E-Bus Strom/4)
Stromaufnahme E-Bus	-
E-Bus Stromversorgung (5 V) abhängig von Umgebungstemperatur (Bei höherer Stromaufnahme kann zusätzlich die Einspeiseklemme EL9410 verwenden werden!)	max. 2 A (-25°C ... +55°C) max. 1 A (> +55°C)
Powerkontakte	max. 24 V _{DC} , max. 10 A
Potenzialtrennung	500 V (Powerkontakt/Versorgungsspannung/ EtherCAT)
Abmessungen (B x H x T)	ca. 49 mm x 100 mm x 70 mm
Gewicht	ca. 190 g
zulässiger Umgebungstemperaturbereich im Betrieb	-25°C ... +60°C (erweiterter Temperaturbereich)
zulässiger Umgebungstemperaturbereich bei Lagerung	-40°C ... + 85°C
zulässige relative Luftfeuchtigkeit	95 %, keine Betauung
Montage [► 52]	auf 35 mm Tragschiene nach EN 60715

Normen und Zulassungen	EK1541
Vibrations- / Schockfestigkeit	gemäß EN 60068-2-6 / EN 60068-2-27
EMV-Festigkeit / Aussendung	gemäß EN 61000-6-2 / EN 61000-6-4
Schutzart	IP20
Einbaulage	beliebig
Zulassungen / Kennzeichnungen ^{*)}	CE, EAC, UKCA cULus [► 59]

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

3 Grundlagen der Kommunikation

3.1 EtherCAT-Grundlagen

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

3.2 Port-Zuordnung EtherCAT-Koppler

Laut EtherCAT-Spezifikation kann ein ESC (EtherCAT Slave Controller, Hardwareverarbeitungseinheit des EtherCAT-Protokolls) über 1 bis 4 Ports verfügen, die er von sich aus kontrolliert. Öffnet er einen Port, ist dort abgehender und ankommender Ethernet-Verkehr möglich.

Als Beispiel ist die Datenflussrichtung in einem voll beschalteten EK1100 (oder EK1100-0008) in der folgenden Abbildung gezeigt:

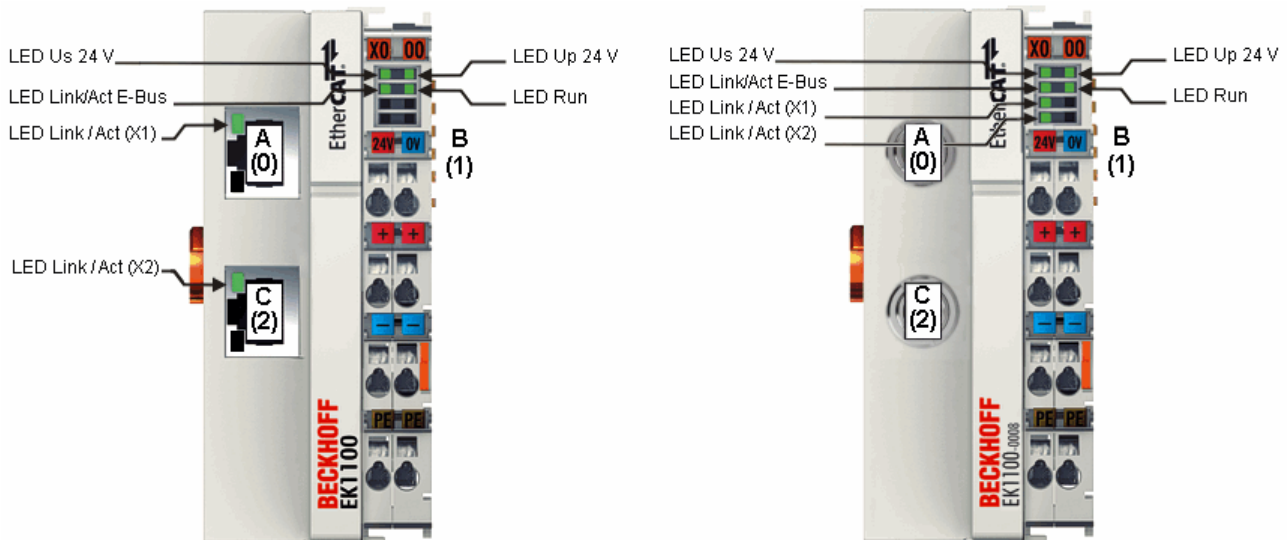


Abb. 24: Beispiel EtherCAT-Koppler EK1100 bzw. EK1100-0008 mit 3 Ports

Die Portzuordnung beim EK1101, EK1501 und EK1501-0010, EK1814 gilt entsprechend.

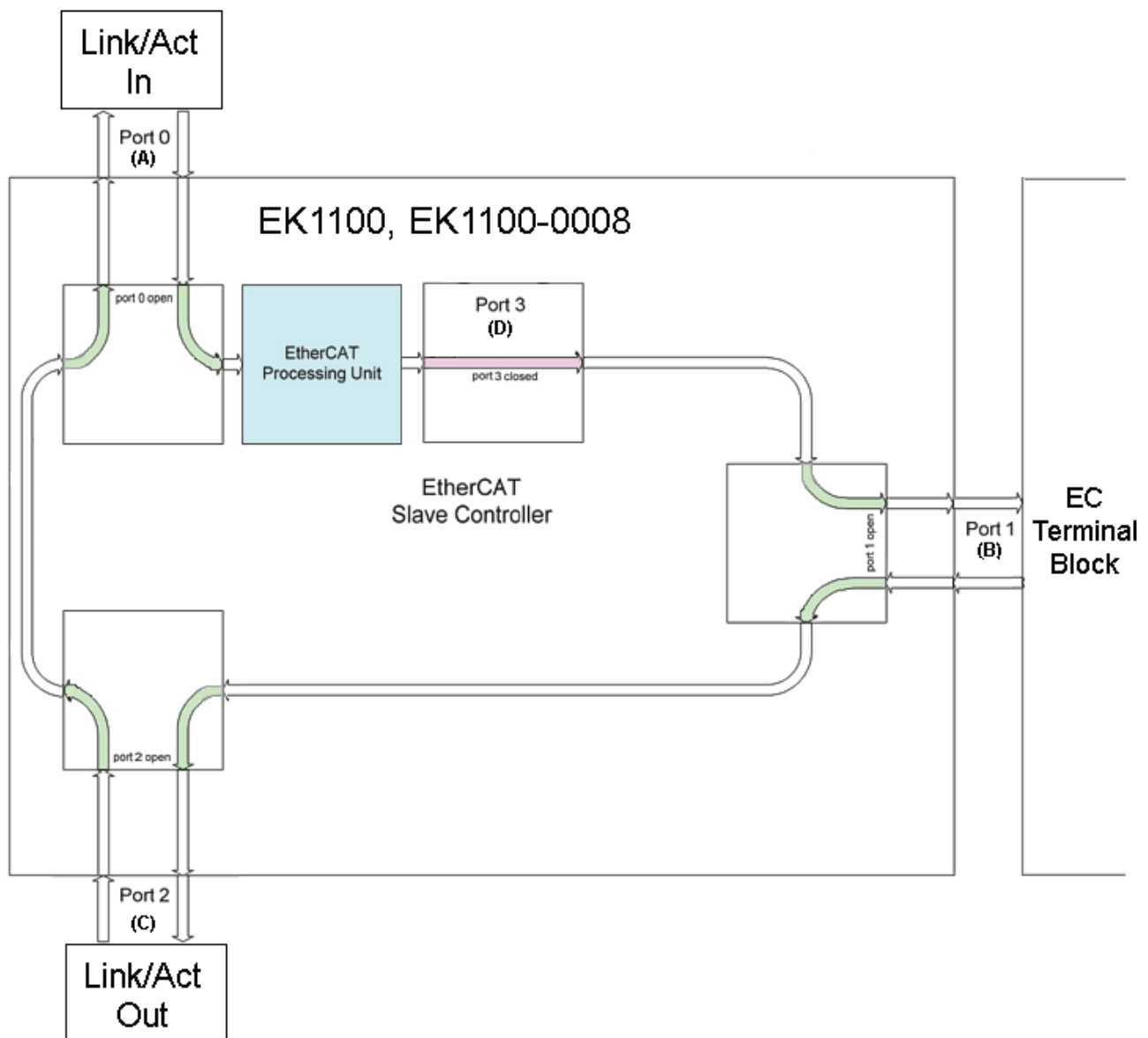


Abb. 25: Interne und externe Port-Zuordnung Buskoppler EK1100 bzw. EK1100-0008

Ablauf der Frameverarbeitung

- Der ankommende EtherCAT-Frame am EtherCAT-Signaleingang wird von Port 0 (A) weitergereicht zur EtherCAT-Processing-Unit.
- Ankunft des EtherCAT-Frames an Port 1 (B) und Verlassen des Datenframes über Port 1 (B) zum nachfolgenden Slave im EtherCAT-Klemmenverbund (falls dort ein Slave angeschlossen ist und „Link“ meldet).
- Nach Ankunft des Datenframes an Port 1 (B) aus dem Klemmenverbund wird dieser zum Port 2 (C) weitergereicht und verlässt am nachfolgenden EtherCAT-Ausgang den Koppler (falls dort ein Slave angeschlossen ist und „Link“ meldet).
- Ankunft des Datenframes an Port 2 (C). Dieser wird nun zum Port 0 (A) weitergereicht und verlässt den EK1100 bzw. EK1100-0008 über den EtherCAT-Eingang.

● Verarbeitung der Daten

i Die Daten in den EtherCAT-Datagrammen werden nur zwischen Port 0 (A) und 3 (D) in der EtherCAT-Processing-Unit verarbeitet. Der nicht ausgeführte (interne) Port 3 (D) gilt als geschlossen und reicht das Datagramm an Port 1 (B) weiter.

3.3 EtherCAT State Machine

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

Es werden folgende Zustände unterschieden:

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

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

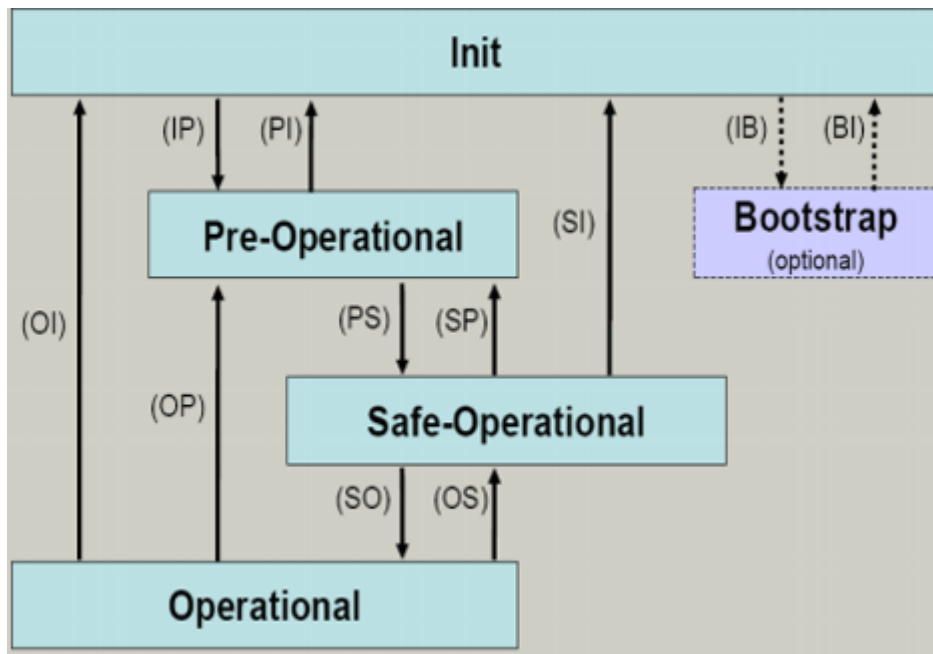


Abb. 26: Zustände der EtherCAT State Machine

Init

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

Pre-Operational (Pre-Op)

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

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

Safe-Operational (Safe-Op)

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

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

● Ausgänge im SAFEOP

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

Operational (Op)

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

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

Boot

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

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

3.4 CoE-Interface: Hinweis

Dieses Gerät hat kein CoE.

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

3.5 EKxxxx - Optionale Distributed Clocks Unterstützung

Grundlagen Distributed Clocks (DC)

Das EtherCAT Distributed-Clocks-System umfasst in den EtherCAT Slaves integrierte lokale Uhren, die über spezielle Datagramme vom EtherCAT Master synchronisiert werden. Nicht alle EtherCAT Slaves unterstützen das Distributed Clocks Verfahren, sondern nur Slaves, deren Funktion dieses erfordert. Im TwinCAT System Manager zeigt ein Slave seine DC-Fähigkeiten, indem er über einen Einstellungsdialog „DC“ verfügt.

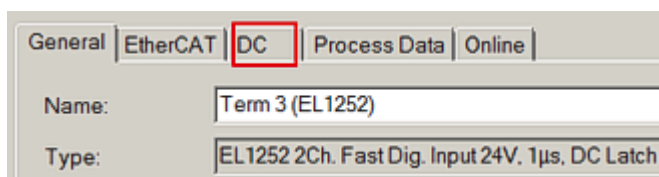


Abb. 27: DC-Reiter zur Anzeige der Distributed Clocks Funktion

Eine dieser lokalen Uhren ist die Referenz-Uhr, nach der alle anderen synchronisiert werden. Siehe dazu entsprechende Erläuterungen in der [EtherCAT Grundlagendokumentation](#). Prinzipbedingt muss das der erste DC-fähige EtherCAT Slave sein. Deshalb wählt TwinCAT standardmäßig den ersten DC-fähigen

Teilnehmer als Referenzuhr aus. In den erweiterten Eigenschaften des EtherCAT Masters wird dies dargestellt bzw. kann vom Anwender verändert werden. Die Standard-Einstellung soll nicht verändert werden, außer es wird in entsprechenden Dokumentationen z. B. zur externen Synchronisierung empfohlen.

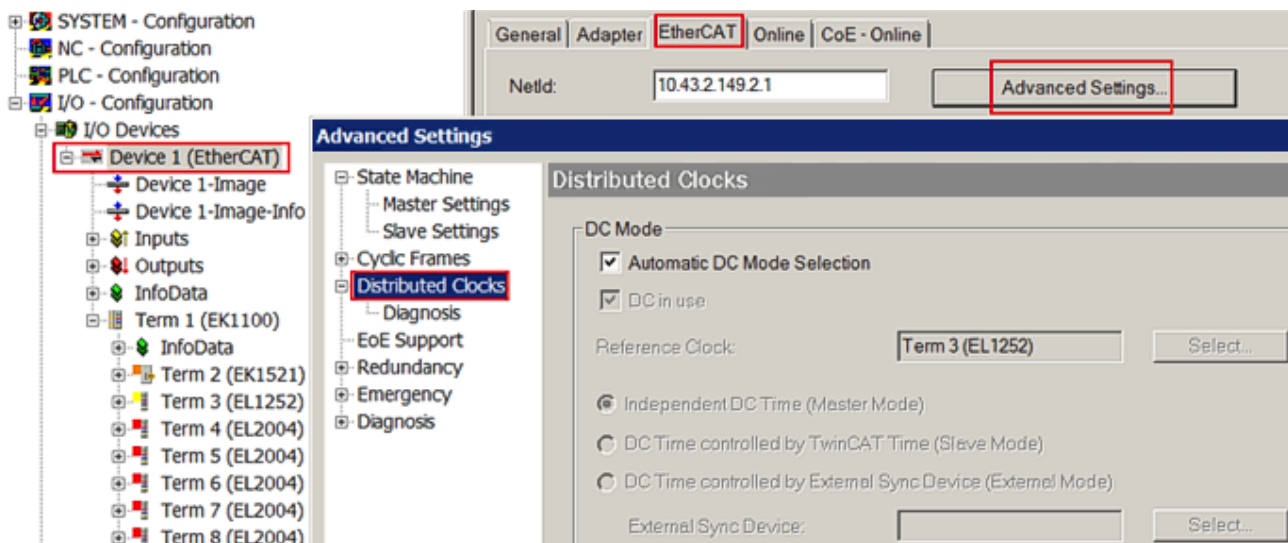


Abb. 28: Erweiterte Einstellung Distributed Clocks im EtherCAT Master

In der Abbildung ist zu erkennen, wie TwinCAT standardmäßig die EL1252 als Referenzuhr auswählt, da die vorhergehenden Komponenten kein DC unterstützen.

Einstellung EtherCAT Device

System- und Infrastrukturteilnehmer wie die Koppler und Abzweige EK1100, EK1122 etc. benötigen zur Funktion keine Distributed Clocks. Dennoch kann es topologisch sinnvoll sein, z. B. den ersten Koppler im EtherCAT System als Referenzuhr festzulegen. Deshalb sind die Infrastrukturkomponenten ab einem bestimmten Bauzustand in der Lage als Referenzuhr zu arbeiten, wenn in der Konfiguration besondere Einstellungen vorgenommen werden.

Die Komponenten unterstützen lt. der folg. Tabelle (*DC-Unterstützung ab Rev/FW-Stand*) die Aktivierung der Distributed Clocks:

Gerät	XML-Revision in der Konfiguration	Seriennummer der Komponente
BK1150	ab BK1150-0000-0016	ab Firmware 01: xxxx01yy
CU1128	ab CU1128-0000-0000	ab Firmware 00: xxxx00yy
EK1100	ab EK1100-0000-0017	ab Firmware 06: xxxx06yy
EK1101	ab EK1101-0000-0017	ab Firmware 01: xxxx01yy
EK1501	ab EK1501-0000-0017	ab Firmware 01: xxxx01yy
EK1501-0010	ab EK1501-0010-0017	ab Firmware 02: xxxx02yy
EK1122	ab EK1122-0000-0017	ab Firmware 01: xxxx02yy
EK1521	ab EK1521-0000-0018	ab Firmware 03: xxxx03yy
EK1541	ab EK1541-0000-0016	ab Firmware 01: xxxx01yy
EK1561	ab EK1561-0000-0016	ab Firmware 01: xxxx01yy
EK1521-0010	ab EK1521-0010-0018	ab Firmware 03: xxxx03yy
EK1814	ab EK1814-0000-0016	ab Firmware 00: xxxx00yy

Damit TwinCAT eine solche Komponente als DC-Referenzuhr verwendet, ist ein manueller Eingriff bei der Konfigurationserstellung erforderlich, der hier anhand des EK1100 gezeigt wird.

Die Checkboxen „Cyclic Mode Enable“ und „Use as potential Reference Clock“ müssen gesetzt werden.

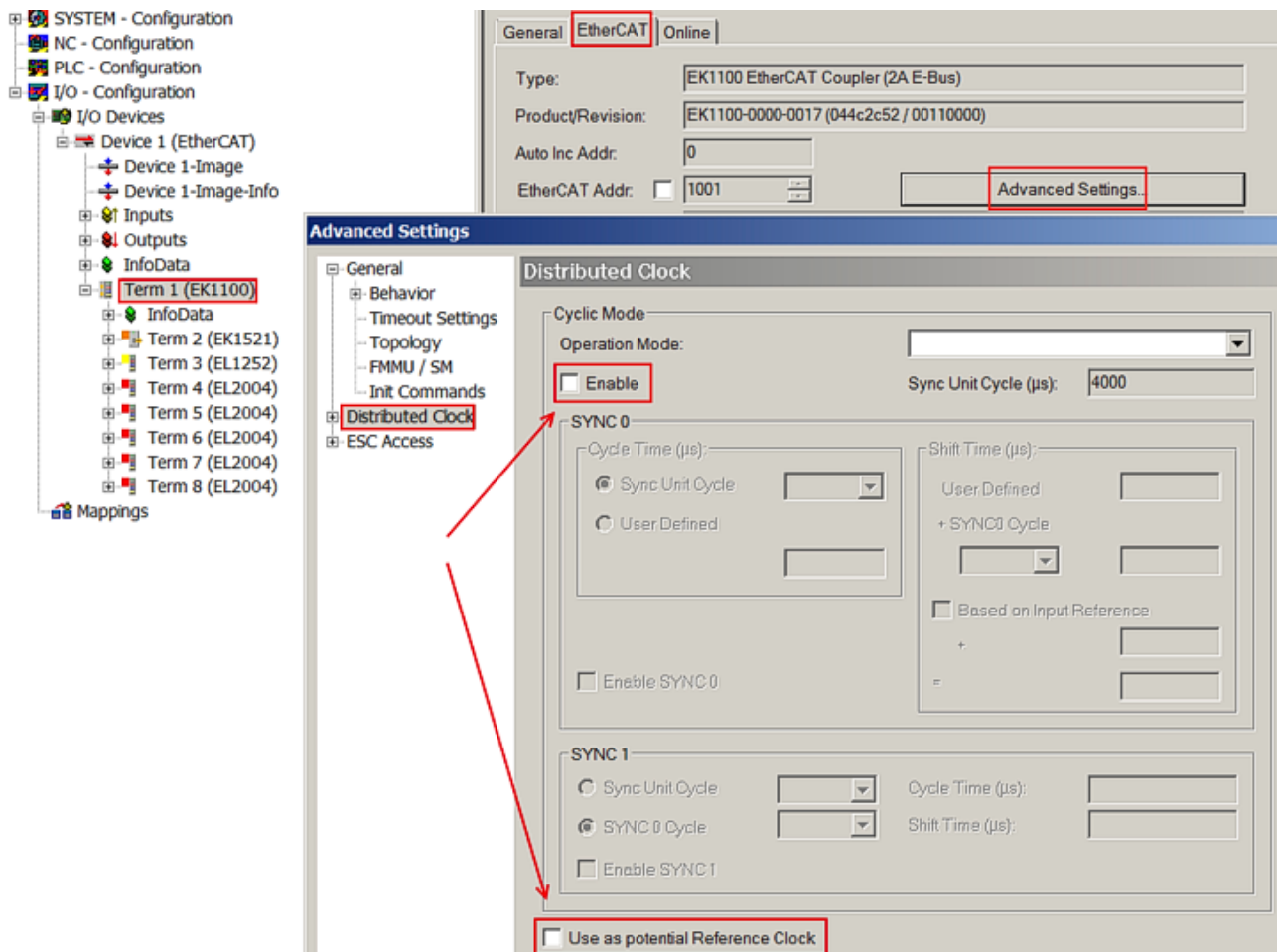


Abb. 29: TwinCAT-Einstellung, um diese Komponente als Referenzuhr zu verwenden

● Aktivierung Distributed Clocks Unterstützung

i Das hier beschriebene Vorgehen führt nur bei den o. a. Komponenten zum (Synchronisierungs-)Erfolg. Auch bei anderen Komponenten können diese Checkboxes gesetzt werden, die Hardware unterstützt diese Funktion jedoch nicht, wenn nicht entsprechend in der jeweiligen Dokumentation angegeben.

Insbesondere darf nach der Inbetriebnahme die Komponente nicht durch eine frühere Version ausgetauscht werden, die den DC-Support nicht leisten kann.

4 Montage und Verdrahtung

4.1 Hinweise zum ESD-Schutz

HINWEIS

Zerstörung der Geräte durch elektrostatische Aufladung möglich!

Die Geräte enthalten elektrostatisch gefährdete Bauelemente, die durch unsachgemäße Behandlung beschädigt werden können.

- Beim Umgang mit den Bauteilen ist auf elektrostatische Entladung zu achten; außerdem ist das direkte Berühren der Federkontakte (siehe Abbildung) zu vermeiden.
- Der Kontakt mit hoch isolierenden Stoffen (Kunstfasern, Kunststofffolien etc.) sollte beim gleichzeitigen Umgang mit Komponenten vermieden werden.
- Beim Umgang mit den Komponenten ist auf eine sachgemäße Erdung der Umgebung (Arbeitsplatz, Verpackung und Personen) zu achten.
- Jede Busstation muss auf der rechten Seite mit der Endkappe [EL9011](#) oder [EL9012](#) abgeschlossen werden, um die Schutzart und den ESD-Schutz zu gewährleisten.

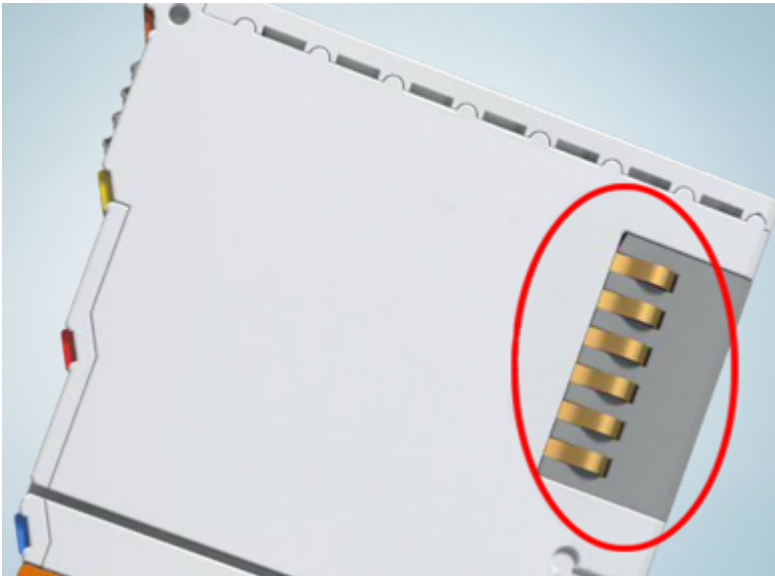


Abb. 30: Federkontakte der Beckhoff I/O-Komponenten

4.2 Explosionsschutz

4.2.1 ATEX - Besondere Bedingungen (erweiterter Temperaturbereich)

WARNUNG

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

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

Normen

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

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

Kennzeichnung

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



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

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

oder



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

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

4.2.2 IECEx - Besondere Bedingungen

WARNUNG

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

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

Normen

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

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

Kennzeichnung

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

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

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

4.2.3 Weiterführende Dokumentation zu ATEX und IECEx

HINWEIS



Weiterführende Dokumentation zum Explosionsschutz gemäß ATEX und IECEx

Beachten Sie auch die weiterführende Dokumentation

Explosionsschutz für Klemmensysteme

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

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

4.2.4 cFMus - Besondere Bedingungen

WARNUNG

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

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

Standards

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

M20US0111X (US):

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

FM20CA0053X (Canada):

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

Kennzeichnung

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

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

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

4.2.5 Weiterführende Dokumentation zu cFMus

HINWEIS



Weiterführende Dokumentation zum Explosionsschutz gemäß cFMus

Beachten Sie auch die weiterführende Dokumentation

Control Drawing I/O, CX, CPX

Anschlussbilder und Ex-Kennzeichnungen,

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

4.3 UL-Hinweise

⚠ VORSICHT	
The logo consists of a circle containing the letters 'UL' with a registered trademark symbol. To the left of the circle is a 'c' and to the right is 'US'.	Application The modules are intended for use with Beckhoff's UL Listed EtherCAT System only.
⚠ VORSICHT	
The logo consists of a circle containing the letters 'UL' with a registered trademark symbol. To the left of the circle is a 'c' and to the right is 'US'.	Examination 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).
⚠ VORSICHT	
The logo consists of a circle containing the letters 'UL' with a registered trademark symbol. To the left of the circle is a 'c' and to the right is 'US'.	For devices with Ethernet connectors Not for connection to telecommunication circuits.

Grundlagen

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



4.4 Tragschienenmontage

⚠️ WARNUNG

Verletzungsgefahr durch Stromschlag und Beschädigung des Gerätes möglich!

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

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

Montage

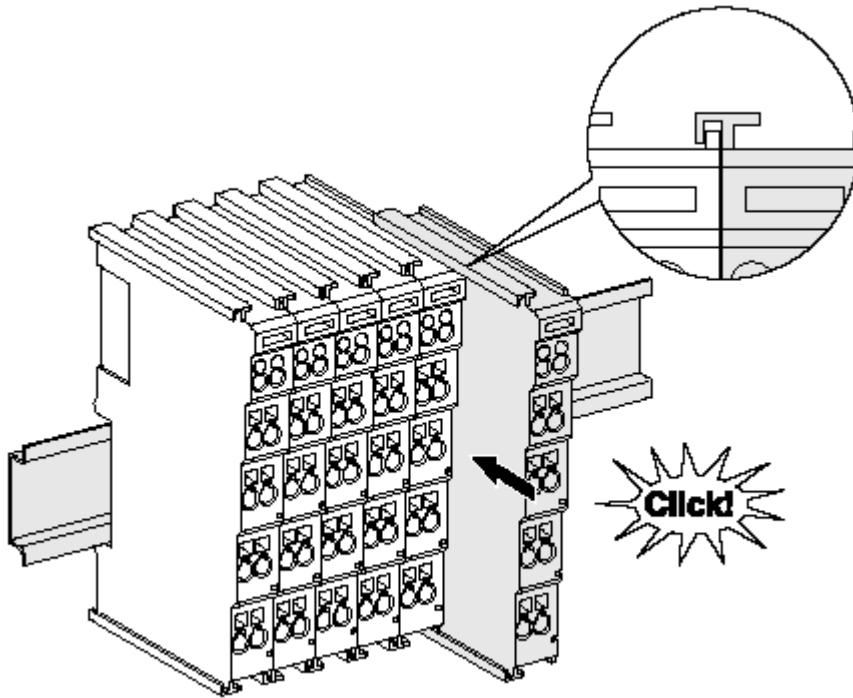


Abb. 31: Montage auf Tragschiene

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 dass Nut und Feder ineinander greifen, wird keine funktionsfähige Verbindung hergestellt! Bei richtiger Montage darf kein nennenswerter Spalt zwischen den Gehäusen zu sehen sein.

Tragschienenbefestigung

i 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

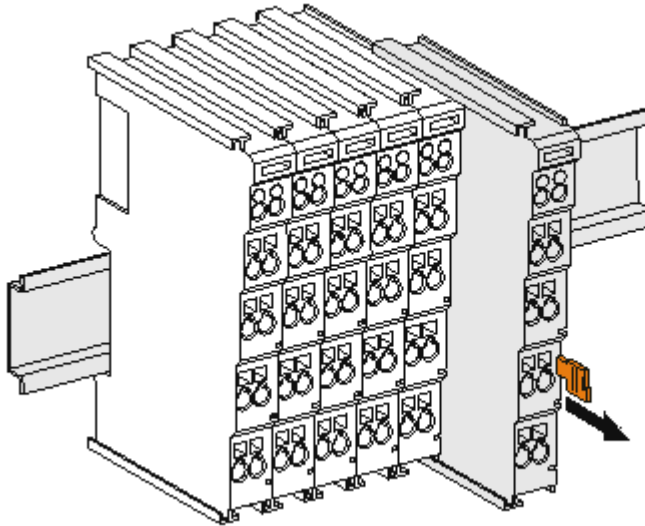


Abb. 32: Demontage von Tragschiene

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

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

Verbindungen innerhalb eines Busklemmenblocks

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

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

● Powerkontakte

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

PE-Powerkontakt

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

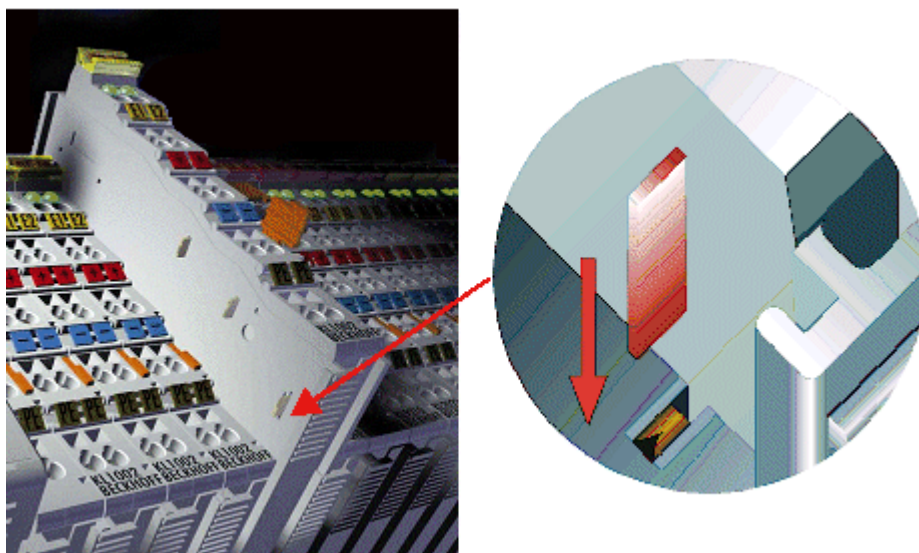


Abb. 33: Linksseitiger Powerkontakt

HINWEIS**Beschädigung des Gerätes möglich**

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

⚠️ WARNUNG**Verletzungsgefahr durch Stromschlag!**

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

4.5 Montagevorschriften für erhöhte mechanische Belastbarkeit

⚠️ WARNUNG

Verletzungsgefahr durch Stromschlag und Beschädigung des Gerätes möglich!

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

Zusätzliche Prüfungen

Die Klemmen sind folgenden zusätzlichen Prüfungen unterzogen worden:

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

Zusätzliche Montagevorschriften und Hinweise

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

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

4.6 Einbaulagen

HINWEIS

Einschränkung von Einbaulage und Betriebstemperaturbereich

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

Optimale Einbaulage (Standard)

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

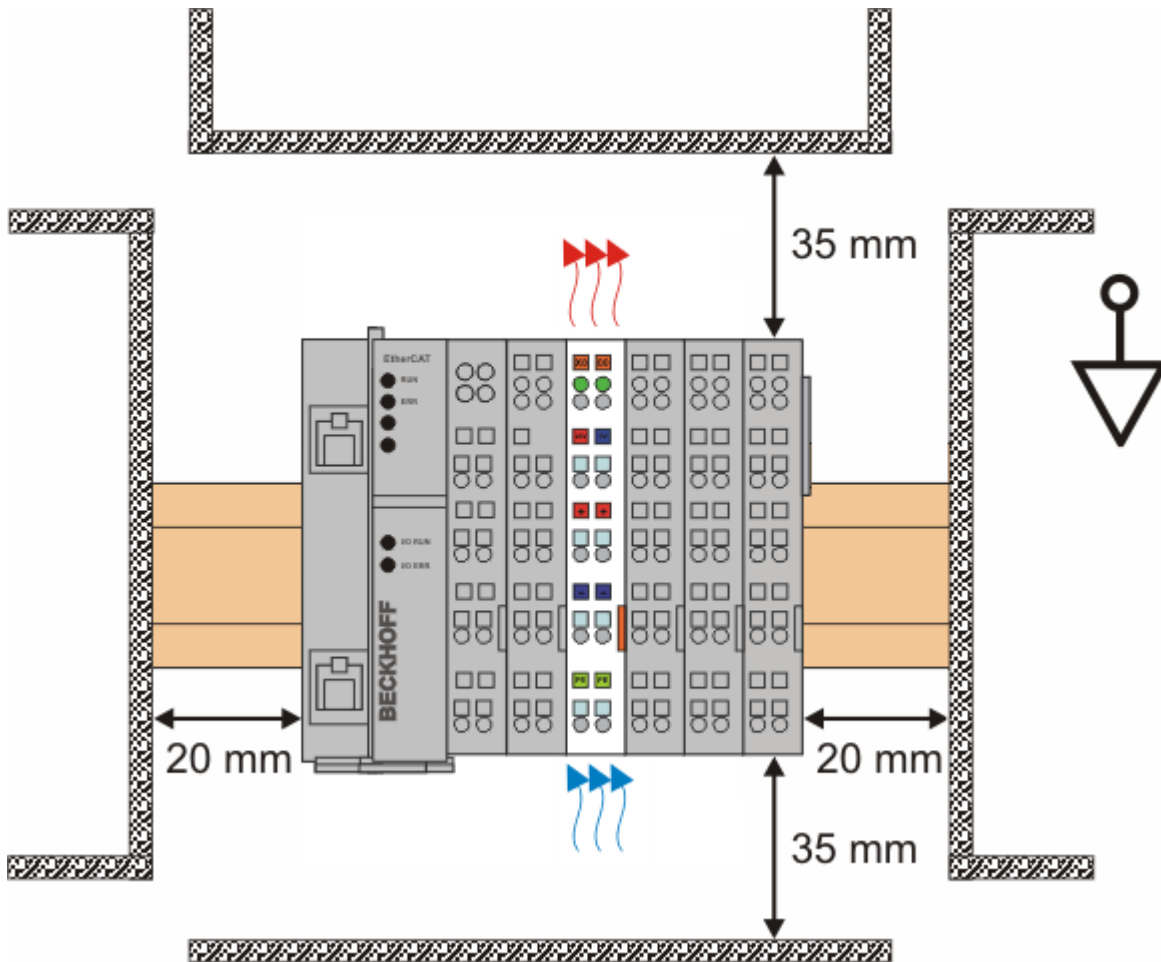


Abb. 34: Empfohlene Abstände bei Standard-Einbaulage

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.

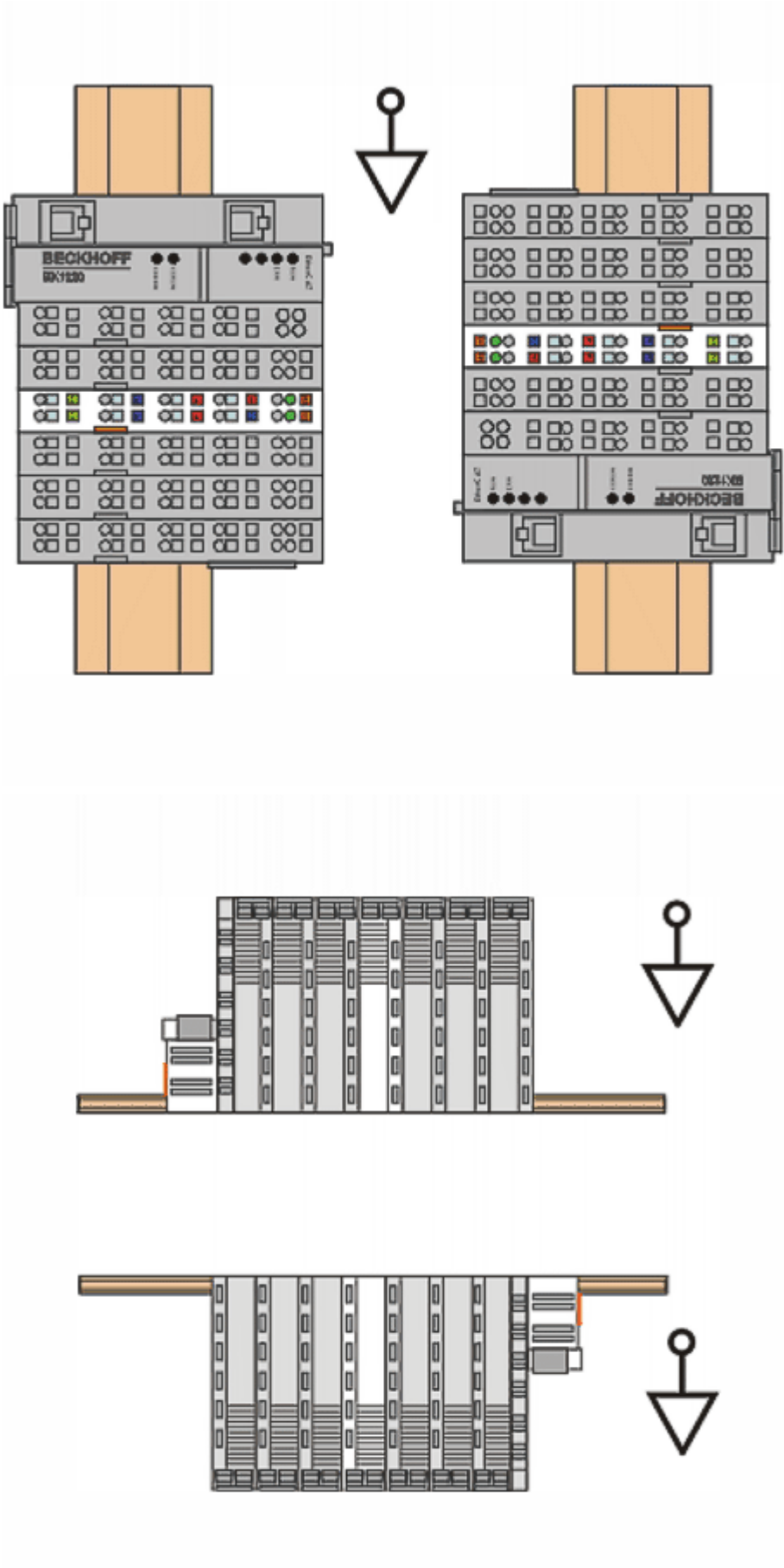


Abb. 35: Weitere Einbaulagen

4.7 Anschlussstechnik

⚠️ WARNUNG

Verletzungsgefahr durch Stromschlag und Beschädigung des Gerätes möglich!

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

Übersicht

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

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

Standardverdrahtung (ELxxxx / KLxxxx)



Abb. 36: Standardverdrahtung

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

Steckbare Verdrahtung (ESxxxx / KSxxxx)



Abb. 37: 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 abziehen.

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

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

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

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

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

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

High-Density-Klemmen (HD-Klemmen)



Abb. 38: High-Density-Klemmen

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



Verdrahtung HD-Klemmen

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

Ultraschallverdichtete Litzen



Ultraschallverdichtete Litzen

An die Standard- und High-Density-Klemmen können auch ultraschallverdichtete (ultraschallverschweißte) Litzen angeschlossen werden. Beachten Sie die Tabellen zum Leitungsquerschnitt ► [69](#)!

4.8 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

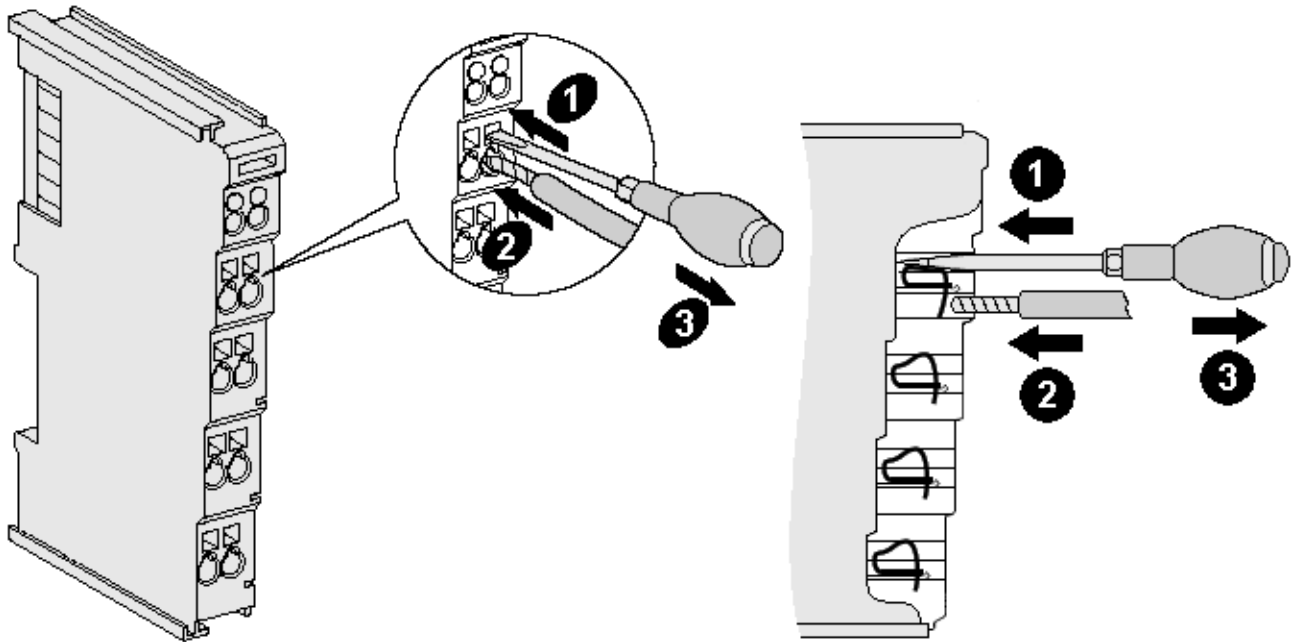


Abb. 39: Anschluss einer Leitung an eine Klemmstelle

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

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

Den zulässigen Leiterquerschnitt entnehmen Sie der nachfolgenden Tabelle:

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

High-Density-Klemmen (**HD-Klemmen** [► 67]) mit 16 Klemmstellen

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

Klemmgehäuse	HD-Gehäuse
Leitungsquerschnitt (massiv)	0,08 ... 1,5 mm ²
Leitungsquerschnitt (feindrähtig)	0,25 ... 1,5 mm ²
Leitungsquerschnitt (Aderleitung mit Aderendhülse)	0,14 ... 0,75 mm ²
Leitungsquerschnitt (ultraschallverdichtete Litze)	nur 1,5 mm ² (siehe Hinweis [► 67])
Abisolierlänge	8 ... 9 mm

4.9 EtherCAT-Verkabelung - Drahtgebunden

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

Kabel und Steckverbinder

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

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

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

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

Empfohlene Kabel

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

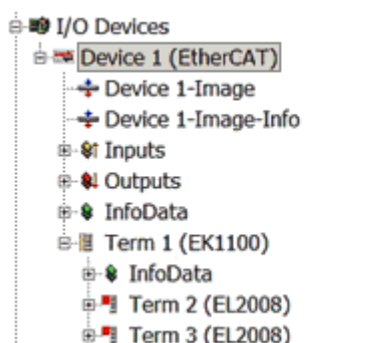
Geeignete Kabel zur Verbindung von EtherCAT-Geräten finden Sie auf der [Beckhoff Website!](#)

E-Bus-Versorgung

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

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

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



Number	Box Name	Add...	Type	In Sl...	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 !
9	Term 9 (EL6740...)	1009	EL6740-0010	2.0	2.0	-580 !

Abb. 40: System Manager Stromberechnung

HINWEIS**Fehlfunktion möglich!**

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

4.10 M8-Anschluss - Verkabelung

Eine Auflistung der EtherCAT-Kabel, Powerkabel, Sensorkabel, Ethernet-/EtherCAT-Steckverbinder sowie feldkonfektionierbare Steckverbinder finden Sie unter dem folgenden Link: <https://www.beckhoff.com/de-de/produkte/i-o/zubehoer/>

Die dazugehörigen Datenblätter finden Sie unter dem folgenden Link: <https://www.beckhoff.com/de-de/support/downloadfinder/datenblaetter/>

EtherCAT-Kabel



Abb. 41: ZK1090-3131-0xxx

Verwenden Sie zur Verbindung von EtherCAT-Geräten nur geschirmte Ethernet-Kabel, die mindestens der **Kategorie 5 (CAT5) nach EN 50173 bzw. ISO/IEC 11801** entsprechen.

i Empfehlungen zur Verkabelung

Detailliert Empfehlungen zur Verkabelung von EtherCAT können Sie der Dokumentation "Auslegungsempfehlungen zur Infrastruktur für EtherCAT/Ethernet" entnehmen, die auf www.beckhoff.de zum Download zur Verfügung steht.

EtherCAT nutzt vier Adern der Kabel für die Signalübertragung.

Aufgrund der automatischen Leitungserkennung (Auto-Crossing) können Sie zwischen EtherCAT-Geräten von Beckhoff sowohl symmetrisch (1:1) belegte, wie gekreuzte Kabel (Cross-Over) verwenden.

M8 - Anschlussbelegung



Signal	Beschreibung	Pin (M8)
Tx+	Transmit Data+	1
Tx-	Transmit Data-	4
Rx+	Receive Data+	2
Rx-	Receive Data-	3
Shield	Shielding	Gehäuse

4.11 Anzugsdrehmoment für die Steckverbinder



Abb. 42: X1 und X2 des EK1100-0008

Für die Verwendung der EtherCAT-Anschlüsse M8 des EK1100-0008 ist folgendes zu beachten:

M8-Steckverbinder

Es wird empfohlen die M8-Steckverbinder mit einem Drehmoment von **0,4 Nm** festzuziehen. Bei Verwendung des Drehmoment-Schraubendrehers [ZB8800](#) ist auch ein max. Drehmoment von **0,5 Nm** zulässig.

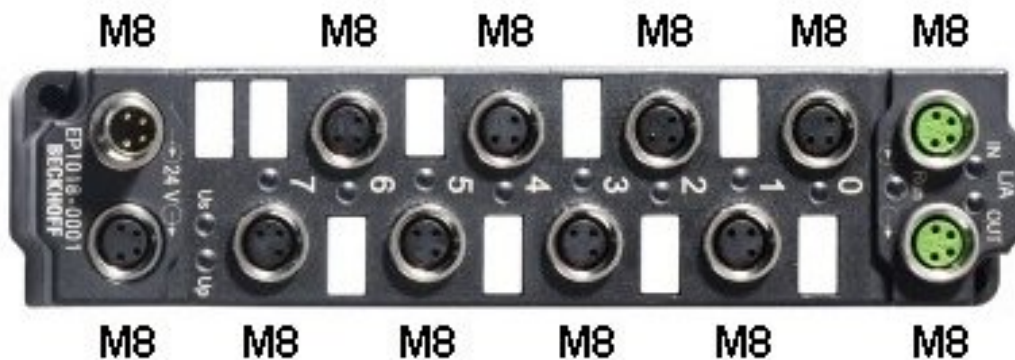


Abb. 43: EtherCAT Box mit M8-Steckverbindern

4.12 Hinweis zur Spannungsversorgung

WARNUNG

Spannungsversorgung aus SELV- / PELV-Netzteil!

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

Hinweise:

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

4.13 Speisung, Potenzialgruppen

Spannungsversorgung Buskoppler

Die Buskoppler benötigen zum Betrieb eine 24 V Gleichspannung. Der Anschluss findet über die oberen Federkraftklemmen mit der Bezeichnung 24 V und 0 V statt. Die Versorgungsspannung wird sowohl von der Elektronik des Buskopplers als auch von der direkten Spannungserzeugung für den E-Bus genutzt. Die Spannungserzeugung für den E-Bus findet in einem DC/DC-Wandler ohne galvanische Trennung statt.

Die EK1xxx versorgen den E-Bus mit max. 2.000 mA E-Bus-Strom. Wird durch die angefügten Klemmen mehr Strom benötigt, sind Einspeiseklemmen zu setzen.

Einspeisung Powerkontakte

Die unteren sechs Anschlüsse mit Federkraftklemmen können zur Einspeisung der Peripherieversorgung benutzt werden. Die Federkraftklemmen sind paarweise mit einem Powerkontakt verbunden. Die Einspeisung zu den Powerkontakten besitzt keine Verbindung zur Spannungsversorgung der Buskoppler. Die Auslegung der Einspeisung lässt Spannungen bis zu 24 V zu. Die paarweise Anordnung und die elektrische Verbindung zwischen den Speiseklemmkontakten ermöglicht das Durchschleifen der Anschlussdrähte zu unterschiedlichen Klemmpunkten. Die Strombelastung über den Powerkontakten darf 10 A nicht dauerhaft überschreiten, die Zuleitung ist deshalb mit 10 A (träge) abzusichern.

Powerkontakte

An der rechten Seitenfläche des Buskopplers befinden sich drei Federkontakte der Powerkontaktverbindungen. Die Federkontakte sind in Schlitzen verborgen um den Berührungsschutz sicherzustellen. Durch das Anreihen einer Busklemme werden die Messerkontakte auf der linken Seite der Busklemme mit den Federkontakten verbunden. Die Nut/Federführung an der Ober- und Unterseite der Buskoppler und Busklemmen garantiert sichere Führung der Powerkontakte.

Die Strombelastung der Powerkontakte darf 10 A nicht dauerhaft überschreiten.

Potenzialtrennung

Die Buskoppler arbeiten mit drei unabhängigen Potenzialgruppen. Die Versorgungsspannung speist galvanisch getrennt die E-Bus-Elektronik im Buskoppler und den E-Bus selbst. Aus der Versorgungsspannung wird weiter die Betriebsspannung für den Betrieb des Feldbusses erzeugt.

Anmerkung: Alle Busklemmen haben eine galvanische Trennung zum E-Bus. Der E-Bus ist dadurch vollständig galvanisch gekapselt.

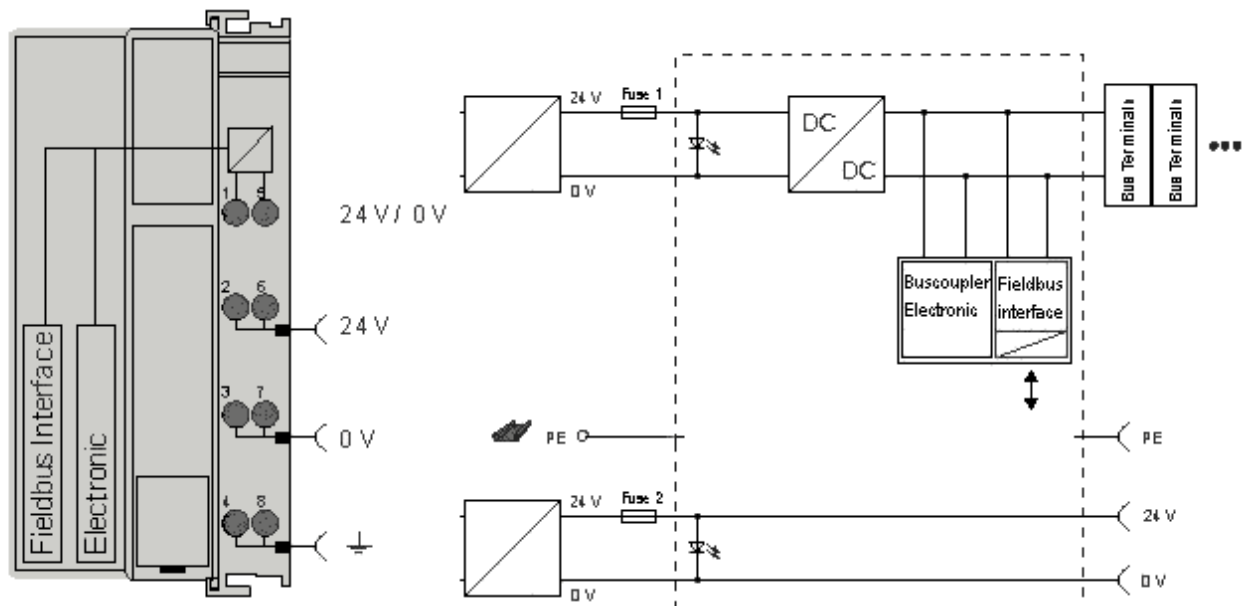


Abb. 44: Potenzialschaltbild EKxxxx

Erdungskonzept

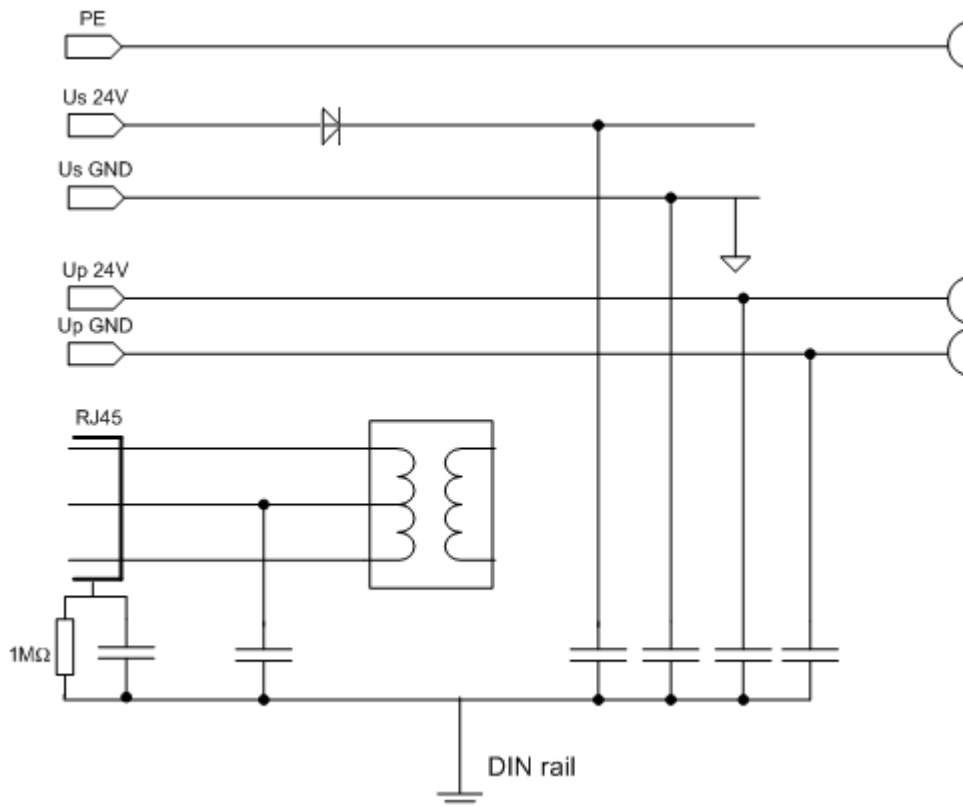


Abb. 45: Erdungskonzept EKxxxx

Absicherung

Versorgung des Kopplers, Sicherung 1:

in Abhängigkeit von der benötigten Stromaufnahme und damit der konfigurierten Klemmen
typ. max. 1 A

Powerkontakte, Sicherung 2:

max. 10 A (träge) zulässig

Die Elektronik des Kopplers und die Powerkontakte können zusammen aus der gleichen Quelle versorgt werden, die Sicherung ist dann entsprechend auf max. 10 A zu dimensionieren.

4.14 Positionierung von passiven Klemmen



Hinweis zur Positionierung von passiven Klemmen im Busklemmenblock

EtherCAT-Klemmen (ELxxxx / ESxxxx), die nicht aktiv am Datenaustausch innerhalb des Busklemmenblocks teilnehmen, werden als passive Klemmen bezeichnet. Diese Klemmen sind an der nicht vorhandenen Stromaufnahme aus dem E-Bus zu erkennen. Um einen optimalen Datenaustausch zu gewährleisten, dürfen nicht mehr als zwei passive Klemmen direkt aneinander gereiht werden!

Beispiele für die Positionierung von passiven Klemmen (hell eingefärbt)

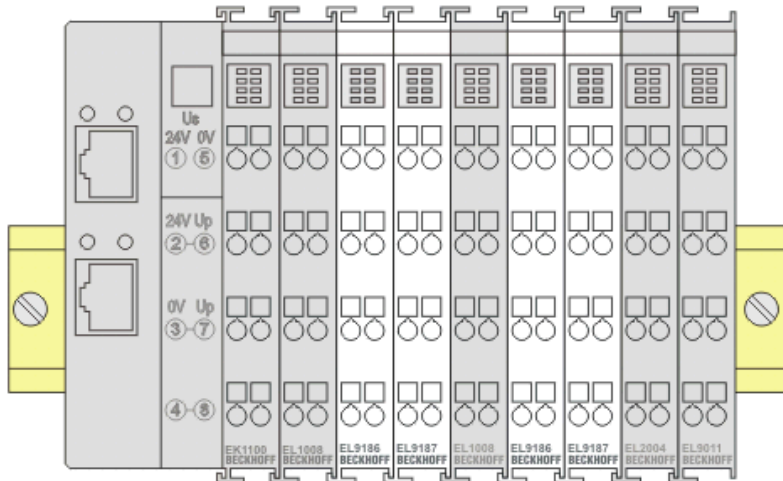


Abb. 46: Korrekte Positionierung

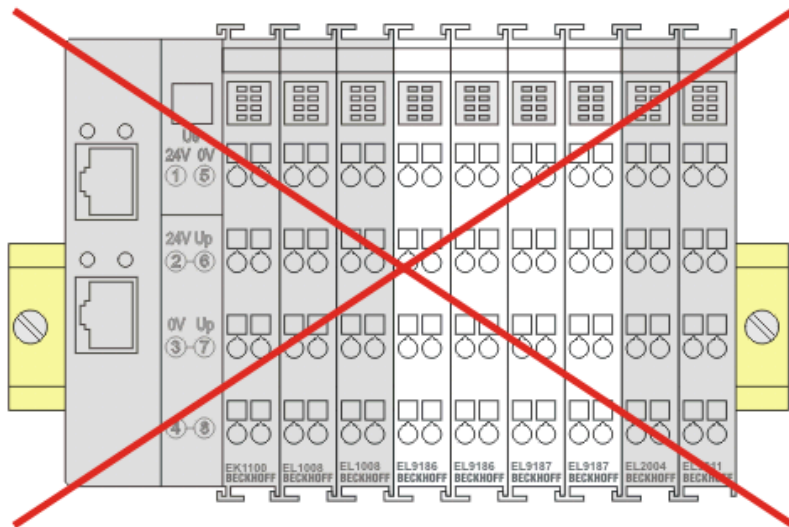


Abb. 47: Inkorrekte Positionierung

4.15 Entsorgung



Die mit einer durchgestrichenen Abfalltonne gekennzeichneten Produkte dürfen nicht in den Hausmüll. Das Gerät gilt bei der Entsorgung als Elektro- und Elektronik-Altgerät. Die nationalen Vorgaben zur Entsorgung von Elektro- und Elektronik-Altgeräten sind zu beachten.

5 Inbetriebnahme/Anwendungshinweise

5.1 Übersicht Konfiguration

Nähere Hinweise zur Konfigurationseinstellung finden Sie in der [EtherCAT System-Dokumentation](#) auf der Beckhoff Website.

5.2 Hinweise für Koppler mit LWL-Anschluss

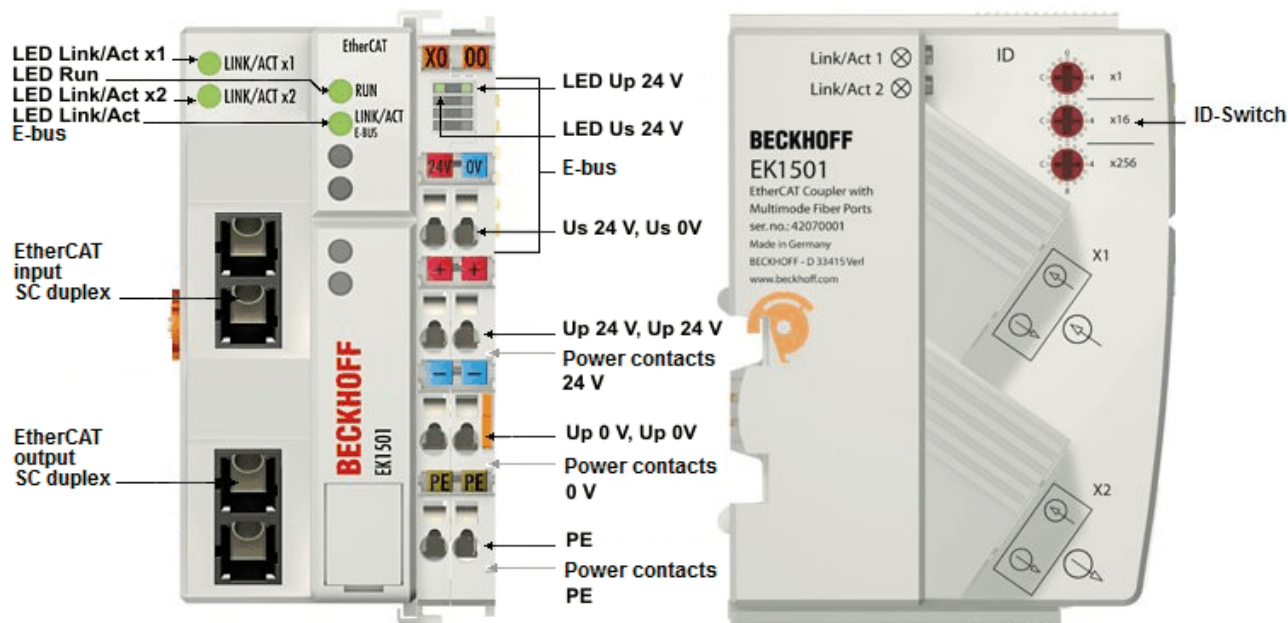


Abb. 48: EK1501

5.2.1 Grundlagen der LWL-Technologie

Bei der Verwendung von LWL-Verbindungen zur Datenübertragung gibt es verschiedene Einflussfaktoren auf die Signalübertragung, die beachtet werden müssen, um eine zuverlässige Übertragung gewährleisten zu können. Im Folgenden werden wichtige Grundlagen zur LWL-Technologie beschrieben.

Dämpfung

Am Ende einer Verbindung mit Lichtwellen-Leitern kommt weniger Licht an, als am Verbindungsanfang eingespeist wurde. Dieser Lichtverlust zwischen Anfang und Ende der Übertragungsstrecke wird als Dämpfung bezeichnet. Die Dämpfung zwischen zwei Punkten wird häufig in Dezibel (dB) angegeben. Dezibel ist jedoch keine Einheit, sondern es handelt sich um ein Verhältnis, im Falle der LWL um das Verhältnis zwischen der Lichtenergie am Anfang und am Ende der Verbindung. Es ist der zehnte Teil eines Bel (B) (1 B = 10 dB). Allgemein zeigt Dezibel einen Leistungspegel L_P aus dem Verhältnis einer Leistung P_1 zu einer anderen Leistung P_2 .

- $L_P[\text{dB}] = 10 \cdot \log_{10}(P_1/P_2)$

Ein positiver Leistungsfaktor ist eine Signalverstärkung, ein negativer Leistungsfaktor hingegen eine Abschwächung bzw. Dämpfung des Signals.

Die Dämpfung einer LWL-Verbindung ist maßgeblich von drei Einflussfaktoren bestimmt. Diese Einflussfaktoren sind die Dämpfung in der LWL-Faser, die Dämpfung in den Steckverbindungen und die Dämpfungen, die durch Spleiße in der LWL-Verbindung entstehen. Die gesamte Dämpfung ergibt sich daher durch

- $\text{LWL-Streckenverlustdämpfung [dB]} = \text{Faserverlustdämpfung [dB]} + \text{Steckereinfügedämpfung [dB]} + \text{Spleißeinfügedämpfung [dB]}$

Wobei

- $\text{Faserverlustdämpfung [dB]} = \text{Faserdämpfungskoeffizient [dB/km]} \times \text{Länge [km]}$
- $\text{Steckereinfügedämpfung [dB]} = \text{Anzahl Steckverbinder} \times \text{Steckereinfügedämpfung [dB]}$
- $\text{Spleißeinfügedämpfung [dB]} = \text{Anzahl Spleiße} \times \text{Spleißeinfügedämpfung [dB]}$

Dispersion

Ein weiterer Einfluss, der bei der Signalübertragung beachtet werden muss ist die Dispersion. Die Dispersion beschreibt die Spreizung bzw. Verbreiterung eines Lichtimpulses. Durch Laufzeitunterschiede, die sich im Lichtwellenleiter durch verschiedene Einkopplungswinkel der Lichtwellen ergeben, verbreitert sich der optische Puls und ist daher am Ausgang breiter, als am Eingang. Je länger die Übertragungsstrecke ist, umso größer ist auch die Dispersion.

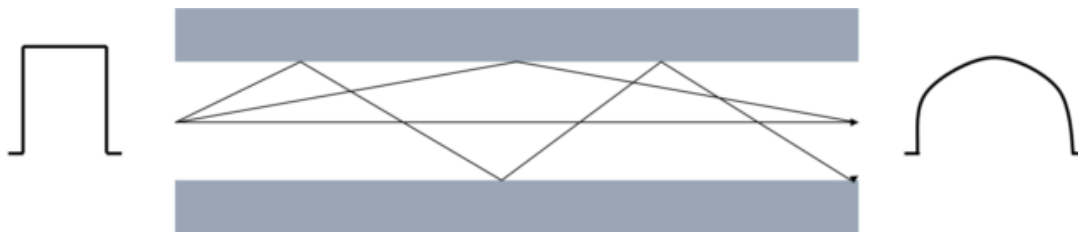


Abb. 49: Dispersion

Wenn höhere Datenraten durch die LWL-Verbindung übertragen werden sollen, müssen die Impulse am Eingang schneller gesendet werden. Dann kann es jedoch passieren, dass Impulse am Ausgang ineinanderlaufen und so nicht mehr voneinander unterschieden werden können. Die Dispersion begrenzt so die maximale Bandbreite der LWL-Verbindung.

Die maximale Bandbreite ist im Datenblatt eines LWL-Kabels als Bandbreiten-Längen-Verhältnis in der Einheit MHz*km angegeben. Je länger also die Übertragungsstrecke ist, desto geringer ist die verfügbare Bandbreite. Im Datenblatt einer LWL-Faser ist immer das Bandbreiten-Längen-Verhältnis bzw. -Produkt angegeben. Die Länge der Übertragungsstrecke kann dann mit der notwendigen Bandbreite ausgerechnet werden.

$$s \text{ [km]} = \text{Bandbreite [MHz]} / \text{Bandbreiten-Längen-Verhältnis [MHz/km]}$$

Weitere Einflüsse auf die Signalübertragung

Neben den Haupteinflüssen (Dämpfung und Dispersion), die die Übertragungsstrecke begrenzen, muss bei der Installation und der Wartung von LWL-Übertragungsstrecken auf Sorgfalt geachtet werden.

Scharfe Knickpunkte und Mikrobiegungen in der LWL-Faser führen zu zusätzlichen Reflexionen in der Faser, wodurch die Einflüsse der Dämpfung und der Dispersion verstärkt werden. Angegebene Biegeradien von LWL-Kabeln sind unbedingt zu beachten.

Auch schlecht installierte Verbinder haben einen großen Einfluss auf die Signalqualität. Durch mangelhafte Verbindungen hat die LWL-Faser möglicherweise einen zu großen Abstand zum Verbindungsstück, sodass die Lichtwellen nicht im richtigen Eintrittswinkel in die Faser gelangen.

Der dritte, zu beachtende, Einfluss auf die Signalübertragung ist die Verschmutzung oder Beschädigung von LWL-Faserenden. Verschmutzungen oder Beschädigungen sind, aufgrund der Größe der Faser von häufig nur 125 µm, nicht mit bloßem Auge erkennbar. Nur ein Mikroskop mit ausreichender Vergrößerung (mind. Faktor 100) ermöglicht die Prüfung der Faserenden. Um Verschmutzungen vorzubeugen sollte immer die zum Kabel mitgelieferte Kabelabdeckung auf das Faserende gesteckt werden.

Leistungs- und Dämpfungsbudget

Das Leistungsbudget gibt die minimale Leistung an, die zwischen Sender und Empfänger vorhanden ist. Das Dämpfungsbudget beschreibt die vorhandene Dämpfung zwischen Sender und Empfänger durch die bereits beschriebenen Dämpfungseinflüsse Faser, Verbindungen und Spleiße.

In LWL-Sendern und -Empfängern sind Transceiver (von engl. Transmitter (Sender) und Receiver (Empfänger)) verbaut. Dieser Transceiver ist ein kombiniertes Sende- und Empfangsgerät. Im Datenblatt des Transceivers finden sich in der Regel zwei zentrale Werte, die für die Berechnung des Leistungsbudgets benötigt werden. Diese Werte sind die **minimale Ausgangsleistung** (schlechtester Pegel) des Senders und die **maximale Empfindlichkeit** (d.h. niedrigste Empfangsleistung/Pegel) des Empfängers, bei der er noch Signale erkennt.

Beide Werte werden häufig in der Einheit Dezibel Milliwatt (dBm) angegeben. dBm beschreibt den Leistungspegel bezogen auf einen Referenzwert von 1 mW.

$$L_P [\text{dB}] = 10 \cdot \log_{10} (P_1 / 1 \text{ mW})$$

0 dBm entspricht dann einem Leistungswert von 1 mW, positive dBm-Werte zeigen Leistungswerte >1 mW und negative dBm-Werte Leistungswerte <1 mW an.

Für die technische Einsatzabschätzung wird daher als Worst-Case-Annahme die Differenz zwischen der minimalen Ausgangsleistung und der maximalen Empfindlichkeit am Eingang als vorhandenes Leistungsbudget betrachtet:

$$\text{Leistungsbudget} = \text{minimale Ausgangsleistung} - \text{maximale Empfindlichkeit}$$

Hinweis: In der Praxis ist das Leistungsbudget meist höher, da die typ. Sendeleistung höher ist als die minimale. Dies ist jedoch nicht immer der Fall.

Die Leitungsdämpfung ergibt sich aus den oben beschriebenen Einflüssen auf die Dämpfung.

$$\text{Dämpfungspegel} [\text{dB}] = \text{Faserverlustdämpfung} [\text{dB}] + \text{Steckereinfügungsdämpfung} [\text{dB}] + \text{Spleißeinfügungsdämpfung} [\text{dB}]$$

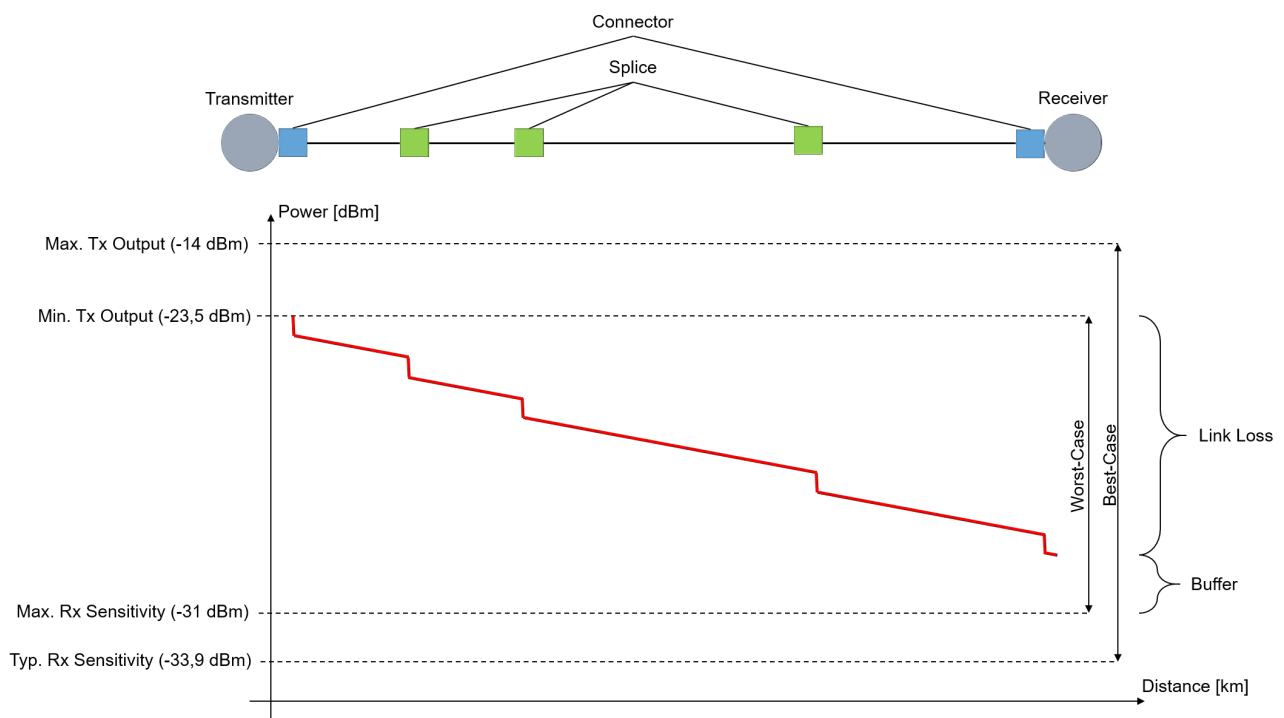


Abb. 50: Leistungs- und Dämpfungsbudget

Der Dämpfungspegel darf das Leistungsbudget nicht überschreiten da sonst kein gesicherter Empfang mehr möglich ist. Empfohlen wird sogar eine Reserve von >3 dB (siehe Grafik), damit auch trotz Alterungseffekten ein Langzeitbetrieb über Jahre möglich ist: im Sender befindliche Quellen können altern und an Leistung verlieren, Steckverbinder oder Spleiße können sich verschlechtern oder Steckverbinder können schmutzig werden, wenn sie zum Umleiten oder Testen geöffnet werden. Wenn später Kabel versehentlich durchtrennt werden, ist eine Reserve nützlich, um Spleiße zur Wiederverbindung unterzubringen.

Beispielrechnung von Leistungs- und Dämpfungsbudget

In einer Beispielrechnung soll hier einmal das Leistungs- und Dämpfungsbudget für eine Übertragungsstrecke von 2,1 km zwischen einem EK1501 und einem EK1521 mit einer Multimode-Faser der Stärke 50/125 µm berechnet werden. Die beiden betrachteten LWL-Koppler haben denselben Transceiver. Die optischen Daten sind in den [Technischen Daten des EK1521](#) angegeben.

Zuerst muss das Leistungsbudget berechnet werden, welches zwischen den beiden Kopplern vorhanden ist:

Leistungsbudget	
Kenngroße	Wert
Minimale Ausgangsleistung [50/125 µm]	-23,5 dBm
Maximale Empfindlichkeit	-31 dBm
Leistungsbudget	7,5 dBm

Im nächsten Schritt muss das Dämpfungsbudget, also die Dämpfung über die gesamte Übertragungsstrecke berechnet werden. Für dieses Beispiel wird eine Multimode-Faser der Stärke 50/125 µm von Beckhoff eingesetzt (ZK1091-1001-xxxx). Im Datenblatt des LWL-Kabels ist bei einer Wellenlänge von 1310 nm eine maximale Dämpfung von 0,8 dB/km angegeben. Das Kabel wird an beiden Seiten über einen SC-Stecker verbunden. Der typische Dämpfungswert von SC-Steckern ist 0,25 dB, sollte jedoch trotzdem anwendungsspezifisch geprüft werden. Über die gesamte Strecke wurde 3 Mal gespleißt. Pro Spleißverbindung kann eine typische Dämpfung von 0,3 dB angenommen werden, jedoch ist die Dämpfung eines Spleißes abhängig von seiner Güte. Aus diesen Werten muss im Folgenden das Dämpfungsbudget berechnet werden.

Dämpfungsbudget		
Kenngröße	Anzahl	Wert
Faserverlustdämpfung (0,8 dB/km)	2,1 km	1,68 dB
Steckereinfügedämpfung (0,25 dB)	2	0,5 dB
Spleißeinfügedämpfung (0,3 dB)	3	0,9 dB
Dämpfungsbudget		3,08 dB

Wenn man nun das Dämpfungsbudget vom Leistungsbudget abzieht, ergibt sich ein Leistungsbuffer von 4,42 dB. Dieses ist größer als 3 dB und ist daher für die meisten Anwendungen als Buffer ausreichen, sodass auch ein zusätzlicher Spleiß oder eine geringe Verschmutzung der Faser nicht zum Ausfall der Datenübertragung führen würde.

Sollten im Datenblatt von Transceivern, Kabeln oder Steckern mehrere Werte für eine Kenngröße angegeben werden, sollte immer der schlechteste Wert angenommen und mit diesem Wert gerechnet werden.

Bei der betrachteten Übertragungsstrecke muss neben der Dämpfung auch immer das im Datenblatt der Faser angegebene Bandbreiten-Längen-Verhältnis betrachtet werden und, wie oben gezeigt, ausgerechnet werden, ob die Umsetzung der Länge der Übertragungsstrecke mit der gewünschten Bandbreite und der Faser möglich ist.

Messtechnische Evaluierung einer LWL-Übertragungsstrecke

Eine LWL-Übertragungsstrecke kann mit Kennwerten aus Datenblättern beschrieben und evaluiert werden. Um jedoch ein reales Ergebnis zur Dämpfung über die gesamte Strecke zu haben, muss die Strecke mit einem optischen Leistungsmesser (engl. Optical Power Meter, OPM) vermessen werden. Mit einem OPM kann die Leistung am Ende der Übertragungsstrecke gemessen werden.

Bei der Messung mit einem OPM ist unbedingt zu beachten, dass lediglich der benötigte Adapter (FC, SC, ...) an das OPM geschraubt ist. Werden mehrere Adapter übereinander an das OPM geschraubt ist die Entfernung zwischen dem Stecker und dem Detektor im OPM zu groß, sodass geringere Leistungswerte angezeigt werden (größere Dämpfung als real vorhanden).



OPM ohne Adapter



OPM mit aufgeschraubtem FC Adapter



OPM mit aufgeschraubtem SC Adapter



OPM mit aufgeschraubtem FC u. SC Adapter
- FALSCH

5.2.2 Hinweise zum verwendbaren LWL-Kabel

Allgemeine Informationen zu LWL-Typen

Man unterscheidet bei Lichtwellenleitern (LWL) nach Multimode- und Singlemodetypen und nach Stufen- und Gradientenindex.

Stufen- und Gradientenindex

Lichtwellenleiter bestehen aus zwei konzentrischen Materialien, dem Kern und einer Umhüllung. Dazu kommt noch ggf. ein (farbiger) Schutzmantel. Kern und Umhüllung haben einen unterschiedlichen Brechungsindex, deshalb werden die Lichtwellen (Moden; eine Mode ist eine Eigenwelle im LWL) an der Übergangsstelle reflektiert und in den Kern zurückgeworfen. Durch den sprunghaften Brechungsindexübergang wird diese Faser als Stufenindex bezeichnet. Wird durch Materialvermischung ein allmählicher/parabolischer Übergang vom Kernbrechungsindex zum Mantelbrechungsindex erreicht, wird dies als Gradientenindex bezeichnet. Bei der Gradientenindexfaser werden die Moden allmählich zum Kern zurückgebeugt, dadurch findet ein Laufzeitausgleich statt und die Qualität eines Lichtpulses am Austrittsende ist deutlich besser als bei einer Multimode-Stufenindexfaser, bei der verschiedene Lichtmoden unterschiedlich lange Signallaufzeiten haben (Modendispersion) - eine Flankenverschleifung ist dort die Folge.

Singlemode

Singlemode-Fasern haben einen sehr dünnen Kern (9 μm) und leiten deshalb nur eine einzige Mode des verwendeten Lichts mit hoher Signalgüte und fast ohne Modendispersion. Es gibt sie nur als Stufenindexfaser. Durch die hohe Signalgüte eignen sie sich für große Übertragungsbandbreiten $> 10 \text{ GHz} \cdot \text{km}$ und Entfernungen $> 50 \text{ km}$. Das Brechzahlprofil von Singlemode-Fasern ist so dimensioniert, dass die bei Multimode-Fasern problematische Mehrwegeausbreitung (intermodale Dispersion) entfällt – das Signallicht breitet sich in einer Singlemode-Faser nur in einem einzigen geführten Wellenleitermodus aus, daher die Bezeichnung single-mode. Damit sind wesentlich größere Übertragungsdistanzen und/oder -bandbreiten möglich, und der als nächstes auftretende limitierende Effekt ist die Farbverzerrung des übertragenen Modus.

Multimode

Multimode-LWL werden als Stufenindex oder Gradientenindex gefertigt. Stufenindex-Multimodefaser eignen sich für Übertragungsbandbreiten bis $100 \text{ MHz} \cdot \text{km}$ und Entfernungen bis max. 1 km. Gradientenindex-Multimodefaser mit einem Kern von 50 oder 62,5 μm erreichen Übertragungsbandbreiten $> 1 \text{ GHz} \cdot \text{km}$ und Reichweiten $> 10 \text{ km}$. Multimode bedeutet, dass der Kern des LWL-Kabels dick genug ist, damit sich mehrere Moden des verwendeten Lichts reflektierend im Kabel fortbewegen können.

Es gibt unterschiedliche Typen von Multimode-LWL-Fasern, die für unterschiedliche Wellenlängen oder Übertragungsquellen optimiert sind. Durch die Optimierung der Faser für unterschiedliche Wellenlängen unterscheidet sich die Dämpfung bei unterschiedlichen Übertragungsraten und das Bandbreiten-Längen-Verhältnis für die unterschiedlichen Fasertypen. Die genauen Werte müssen dem Datenblatt der ausgewählten Faser für die jeweilige Anwendung entnommen werden, um so zu prüfen, ob der Einsatz der ausgewählten Faser sinnvoll ist.

- OM1: 62,5/125 μm , optimiert für 1310 nm LEDs
- OM2: 50/125 μm , optimiert für 1310 nm LEDs
- OM3: 50/125 μm , optimiert für 850 nm VCSEL (von englisch vertical-cavity surface-emitting laser)
- OM4: 50/125 μm , optimiert für 850 nm VCSEL (von englisch vertical-cavity surface-emitting laser)

5.2.3 Einsatz mit dem EK1501-xxxx

Der EK1501, EK1501-0010, EK1501-0100 ist zur Kombination mit LWL-Kabeln mit folgenden Eigenschaften bestimmt:

- SC Duplex Stecker
- EK1501, EK1501-0100: Duplex Multimode 50/125 μm oder 62,5/125 μm (innerer/äußerer Kerndurchmesser). Der Einsatz von beiden Durchmessern ist möglich. Es wird jedoch die Verwendung von 50/125 μm aufgrund der geringeren Dämpfung empfohlen.
- EK1501-0010: Duplex Singlemode 9/125 μm (innerer/äußerer Kerndurchmesser). Ein typ. verwendbares Kabel kann nach der Spezifikation ITU-T G.652.D (0,4 dBm/km bei 1310 nm) gefertigt sein.

● Empfohlene Stecker



- Für den Anschluss der Koppler EK1501-xxxx wird der Einsatz von SC/PC -Steckern empfohlen. Der Vorteil dieser Stecker in „PC“ (physical contact) Ausführung ist die ballige Endfläche, so dass beim Zusammenstecken der Stecker der für die Übertragung relevante Bereich des Faserkerns optimal verbunden wird.
- Weitere Ausführungen sind z. B. SC/UPC (ultrapolish PC), SC/HRL (high return loss) oder SC/APC-Stecker (angled physical contact). Bei diesen Steckern wird zusätzlich durch die mit ca. 8° zur Faserachse angewinkelte Steckerendfläche reflektiertes Licht aus dem Kern über das Mantelglas in die Luft hinaus gebrochen, was Störungen in der Datenübertragung vermeidet und die Kerngröße der Rückstreuung optimiert.

Im LWL-Bereich werden üblicherweise die Wellenlängen 850 nm und 1310 nm für die Datenübertragung verwendet. Die am Markt verfügbaren Glasfaserkabel sind meist zur Verwendung in einem dieser Bereiche optimiert, da die Dämpfung des Signals (wie auch im Kupferkabel) frequenzabhängig ist - damit werden mit der jeweiligen Wellenlänge große Reichweiten von mehreren km erzielt. Allgemein weisen Glasfaserkabel im 1310 nm-Fenster eine geringere Dämpfung auf als im 850 nm-Fenster.

Im EK1501-xxxx wird ein Transceiver mit der Wellenlänge 1310 nm eingesetzt.

● Reichweite und Bandbreitenprodukt



LWL-Kabel sind in verschiedenen Qualitäten von namhaften Herstellern erhältlich. Für den Anwender maßgebend ist u. a. das frequenzabhängige Bandbreitenprodukt eines Kabels, angegeben in [MHz*km]. Je größer das Bandbreitenprodukt, desto geringer ist die Dämpfung - damit steigt die mit diesem Leiter erzielbare Reichweite (s. ITU-T G-651).

- Zur Erzielung der maximalen Reichweite mit dem EK1501-xxxx sind deshalb Lichtwellenleiter mit einem möglichst hohen Bandbreitenprodukt bei 1310 nm zu verwenden - empfohlen wird ein Einsatz von LWL der Klasse OM2 (EN50173:2002). Standard-LWL verfügen über ein Bandbreitenprodukt von mindestens 500 MHz*km bei 1310 nm, höherwertigere für Entfernungen > 500 m über > 1000 MHz*km.
- Um die Maximalreichweiten zu erzielen, muss die Gegenstelle zum EK1501-xxxx ebenfalls solche Reichweiten unterstützen.

● Verlegehinweise



- zulässiger Biegeradius
- zulässige Zugfestigkeit
- Empfindlichkeit der ungeschützten Kontaktenden

Zur weiteren Information können folgende weitere Quellen dienlich sein:

- ITU Empfehlung ITU-T G.651 - G.655
- EN 50173:2002
- EN 60793-2

Konnektieren und Lösen des LWL-Kabels am Abzweig**HINWEIS****Beschädigung des Kabels möglich!**

Zur Demontage des LWL-Kabels nur am Stecker ziehen, der die Verriegelung löst - niemals am LWL-Kabel allein!

i Gekreuzte Kabel

Beachten Sie, dass bei der Verbindung der EK1521, EK1521-0010 zum EK1501-xxxx ggf. „gekreuzte“ Kabel verwendet werden müssen, um eine Verbindung herzustellen.

Praxistipp:

Der infrarote Lichtaustritt kann in vielen Fällen mittels einer Digital-/Handykamera am Abzweig bzw. am Koppler sichtbar gemacht werden (siehe Abbildung). Stellen Sie sicher, dass beim Stecken der LWL-Leitung nicht „Licht auf Licht“ trifft (Tx → Tx). In diesem Fall kann keine Verbindung aufgebaut werden und die Kabel sind zu kreuzen (Tx → Rx).

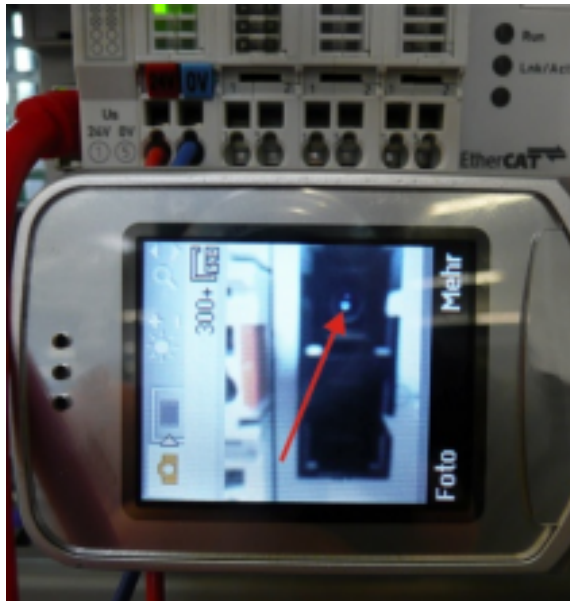


Abbildung: Visualisierung von infrarotem Licht am SC Duplex Stecker

i Verwendung von Blindstopfen

Zum Schutz des Transceivers vor Umwelteinflüssen sollten nicht verwendete Anschlussbuchsen mit den mitgelieferten Blindstopfen verschlossen werden!

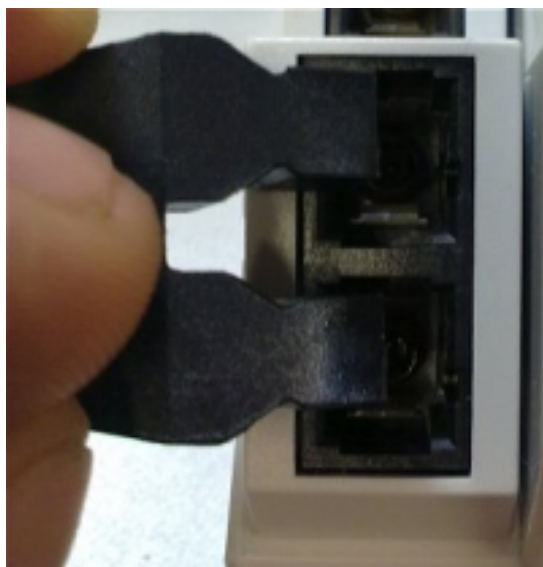


Abbildung: Blindstopfen in nicht verwendeten Anschlussbuchsen

5.3 Hinweise für Koppler mit POF-Anschluss

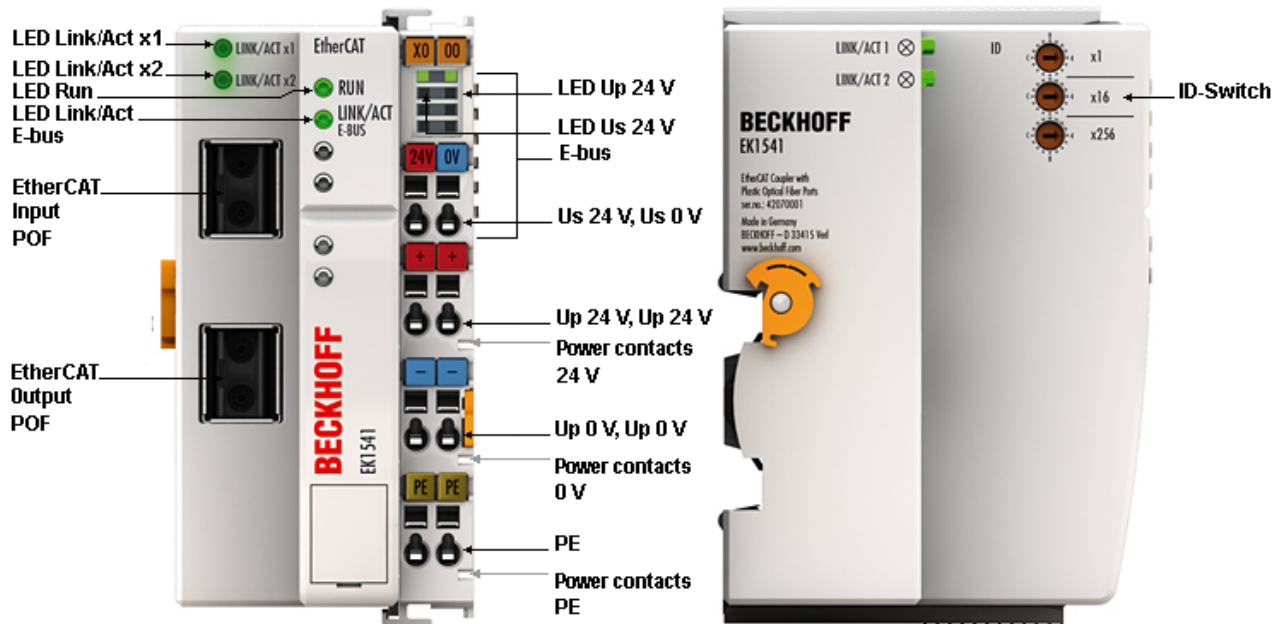


Abb. 51: EK1541

5.3.1 Hinweise zum verwendbaren POF-Kabel

Allgemeine Informationen POF-Kabel

Die Standard-Polymerfaser ist 1 mm dick und besteht aus einem 0,98 mm dicken Kern aus Polymethylmethacrylat (PMMA) sowie einem dünnen Mantel. Um eine Lichtführung durch den Effekt der Totalreflexion im Kern zu ermöglichen, besteht der meist sehr dünne Mantel aus fluoriertem PMMA, welches einen geringeren Brechungsindex aufweist. Die Kerndurchmesser bewegen sich zwischen 0,06 und 1 mm, wodurch einfache Steckverbindungen unproblematisch zu realisieren sind. Weiterhin kann somit auf das zur Verbindung von Glasfasern häufig eingesetzte Spleißverfahren, und dem damit verbundenen unnötig hohen Aufwand, in der Regel verzichtet werden. Die maximale Einsatztemperatur von Standard-POF liegt bei etwa 60 °C und hat ein Brechungsprofil mit Stufenindex (SI-POF). Der Brechungsindex des Kernmaterials liegt bei 1,49, der des Mantels bei 1,41. Die Differenz bestimmt die numerische Apertur (NA) und damit den maximalen Ausbreitungswinkel. Dieser liegt bei einer Differenz von 5 % bei etwa 20 Grad gegenüber der Faserachse, was zur Reduzierung der Bandbreite führt.

Aufgrund der im Vergleich zur Glasfaser einfachen und nahezu universell einsetzbaren Verbindungstechniken finden POF insbesondere Anwendung bei kurzen Datenübertragungsstrecken, so beispielsweise innerhalb von Räumen, technischen Geräten, mechanischen Anlagen oder auch Personenkraftwagen.

Die POF haben eine Dämpfung von etwa 140 dB/km bei einer Wellenlänge von 650 nm, so dass bei der Anwendung mit dem EK1541 eine Datenübertragungsstrecke von max. 50 m zu erreichen ist.

Werden zusätzliche Steckverbindungen in die Strecke eingebracht, vergrößert dies die Signaldämpfung. Je zusätzlichem Steckverbinder reduziert sich somit die zulässige max. Streckenlänge um typ. 6,5 m.

5.3.2 Einsatz mit dem EK1541

Empfohlene Stecker und POF-Kabel

i Es wird der Einsatz des bei Beckhoff erhältlichen Steckersets [ZS1090-0008](#) [► 90] (Versatile Link Duplex-Stecker) in Verbindung mit einer Duplex-Polymerfaser 2 x 2,2 mm Außendurchmesser (Z1190) für die Konnektierung des EK1541 empfohlen.



Verlegehinweise

- zulässiger Biegeradius (im Allgemeinen gilt $r \geq 25 \text{ mm}$, Herstellerangaben beachten!)
- zulässige Zugfestigkeit
- Empfindlichkeit der ungeschützten Kontaktenden

Anschließen und Lösen des POF-Kabels am Koppler

Zum Anschluss des Kabels schieben Sie den Stecker (als Zubehör im Steckerset ZS1090-0008 erhältlich) bis zum hörbaren Einrasten in die Anschlussöffnung.

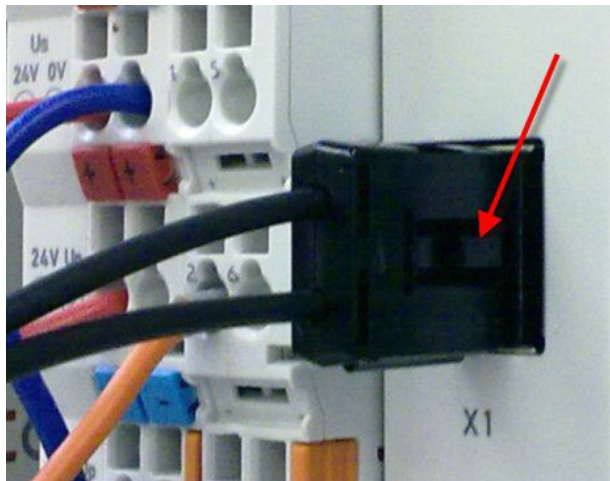


Abb. 52: Rastnase mit Entriegelung am POF-Duplex-Stecker

Zum Lösen des Steckers die Entriegelung mit der Rastnase betätigen. Diese befindet sich dabei rechtseitig am Stecker (siehe Abbildung).

HINWEIS

Beschädigung des Kabels möglich!

Zum Lösen des Kabels die Entriegelung am Stecker drücken und gleichzeitig am Stecker ziehen - niemals am POF-Kabel allein!

HINWEIS

Tx / Rx -Kanalbelegung

Achten Sie bei der Kabelkonfektionierung [► 90] auf die Belegung der optischen Kanäle in den Anschlussbuchsen. Beim EK1541 ist der lichtemittierende Transmitterkanal (Tx) jeweils der untere Auslass in den Anschlussbuchsen.



Abbildung: Transmitterkanäle beim EK1541

Beachten Sie unbedingt den Sicherheitshinweis [► 99] zur Laser-Klasse 1!

HINWEIS**Verwendung von Blindstopfen**

Zur Vermeidung von Unfällen durch Blendung (Laserstrahl Klasse 1, bitte [Sicherheitshinweis](#) [► 99] beachten) und zum Schutz des Transceivers vor Umwelteinflüssen sollten nicht verwendete Anschlussbuchsen mit den mitgelieferten Blindstopfen verschlossen werden!

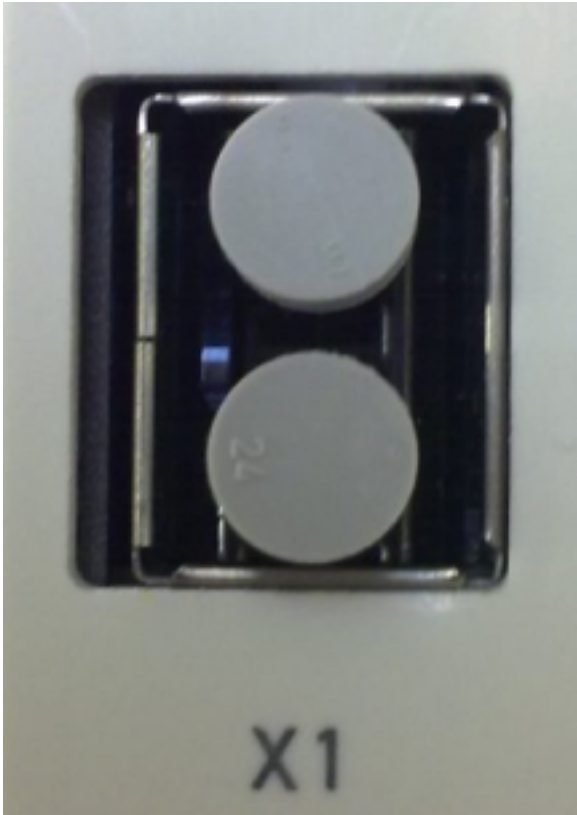


Abbildung: Blindstopfen in nicht verwendeten Anschlussbuchsen

5.3.3 Hinweise zur Konfektionierung von POF-Kabeln mit dem Steckerset ZS1090-0008



Abb. 53: Duplex-Steckerset ZS1090-0008

Das Duplex-Steckerset ZS1090-0008 von Beckhoff besteht aus 10 Duplex Versatile-Link-Steckverbindern und mehreren Bögen Schleif- und Polierpapier.

Schritt-für-Schritt-Anleitung zur Konfektionierung des POF-Kabels

Die nachfolgende Schritt-für-Schritt-Anleitung beschreibt die korrekte Konfektionierung eines POF-Kabels mit einem Versatile-Link-Duplex-Steckverbinder. Die Steckverbinder werden mit Standard-Werkzeugen wie Cutter-Messer oder Abisolierzange an die Kabelenden angebracht. Die Endpolitur des konfektionierten Kabels wird mit dem im Steckerset beigefügten Polierset, bestehend aus einer Plastik-Schleiflehre, Schleifpapierbögen mit der Körnung 600 und rosa Polierbögen durchgeführt. Die konfektionierte Steckverbindung kann sofort nach der Bearbeitung benutzt werden.

Für die Arbeitsschritte benötigtes Material:

1. POF-Kabel (Polymeric optical fiber, z. B. Z1190 von Beckhoff)
2. Cutter-Messer oder Schere
3. Abisolierzange
4. Polierset (im Steckerset ZS1090-0008 von Beckhoff enthalten)
5. Versatile Link Duplex-Stecker (im Steckerset ZS1090-0008 von Beckhoff enthalten)

1. Abisolieren des POF-Kabels

Das Kabel sollte auf einer Länge zwischen 100 mm und 150 mm vom Kabelende aufgetrennt sein, um die nachfolgenden Arbeiten ordnungsgemäß durchführen zu können.

Nachdem Sie das Kabel auf die gewünschte Länge gekürzt haben, entfernen sie mittels Abisolierzange ca. 7 mm der äußeren Ummantelung der Einzeladern. Die beiden Kabelenden sollten ungefähr gleich lang abisoliert sein.

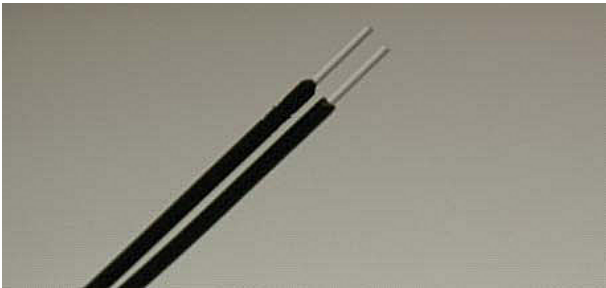


Abb. 54: POF-Kabel auf gleiche Länge abisoliert

2. Anbringen des Steckverbinders

Schieben Sie beide Kabelenden in den Steckverbinder und ziehen Sie den Steckverbinder bis zum Anschlag zurück. Die Fasern sollten jetzt nicht mehr als 1,5 mm aus den vorderen Öffnungen herausragen.

Sie schließen den Steckverbinder, indem Sie die obere und untere Hälfte zusammenklappen und einrasten lassen.

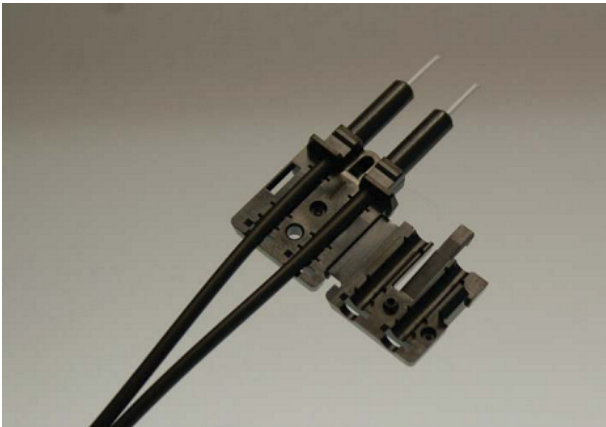


Abb. 55: In den Steckverbinder eingelegtes Kabel

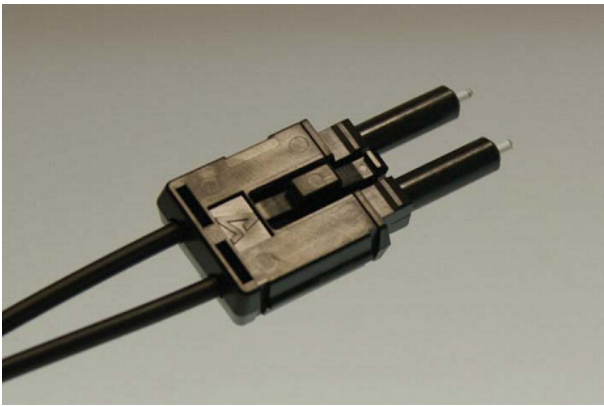


Abb. 56: Geschlossener Steckverbinder

Achten Sie beim Einlegen der Leiter in die Steckverbinder auf die gekreuzte Verbindung der optischen Kanäle zur Gegenseite (Tx1 → Rx2; Tx2 → Rx1). Als Orientierung dient die Nase des Scharniers am Stecker.

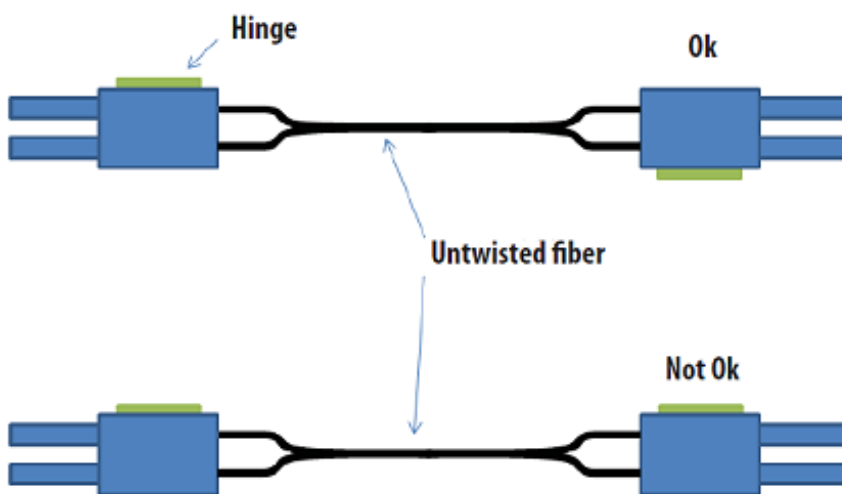


Abb. 57: Korrekt verbundene Optische Kanäle

3. Schleifen und Polieren

Fasern, die mehr als 1,5 mm aus dem Steckverbinder herausragen, müssen mit einem Cutter-Messer oder einer Schere eingekürzt werden.

Schieben Sie nun den Steckverbinder komplett in die Schleiflehre, so dass die zu polierenden Enden auf der unteren Seite herausragen. Die Schleiflehre ist zum Polieren von einem oder zwei Simplex- oder einem Duplex-Steckverbinder geeignet.

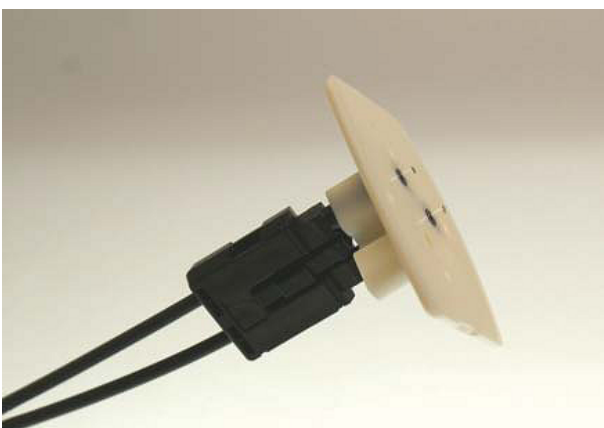


Abb. 58: Schleiflehre mit herausragenden Faserenden

i Verschleißanzeige

Die Verschleißanzeige der Schleiflehre besteht aus vier Punkten auf der Unterseite. Sollte einer dieser Punkte nicht mehr sichtbar sein, ist die Schleiflehre zu ersetzen.

Pressen Sie nun mit gleichmäßigem Druck und möglichst senkrecht die Schleiflehre auf das Schleifpapier. Um ein gleichmäßiges Schleifergebnis zu erzielen, beschreiben Sie beim Schleifen die Form einer „8“, bis die Fasern bündig mit der Schleiflehre abschließen. Anschließend reinigen Sie die Schleiflehre und den Steckverbinder von unten mit einem weichen, trockenen Tuch.

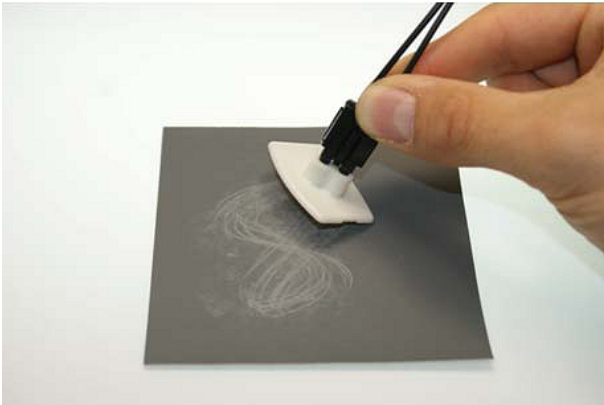


Abb. 59: Polieren in Form einer „8“

4. Feinpolitur

Fahren Sie nun mit der Feinpolitur und dem rosa Polierbogen in gleicher Art und Weise fort. Dazu den bündigen Steckverbinder mit der Schleiflehre auf der matten Seite des Polierbogens mit leichtem Druck aufsetzen und die Form einer „8“ maximal 25 mal beschreiben. Nach Abschluss der Prozedur sollte das Faserende flach, glatt und sauber sein.

i Verbesserung der Übertragungsperformance durch Feinpolitur

Die Feinpolitur mit dem Polierbogen bringt eine Verbesserung der Übertragungsperformance von Transmitter zu Receiver oder in der Kabelverbindung von bis zu 0,5 dB gegenüber der Behandlung nur mit dem Schleifbogen allein. Der Arbeitsschritt des Polierens kann allerdings für kurze Übertragungsentfernungen ausgelassen werden.

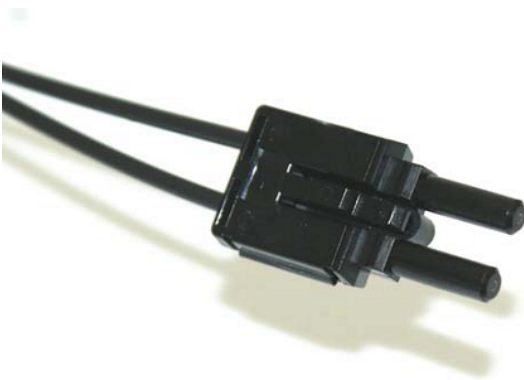


Abb. 60: Feinpolierte Fasern im Steckverbinder

6 Diagnose-LEDs

6.1 EK1100, EK1100-0008

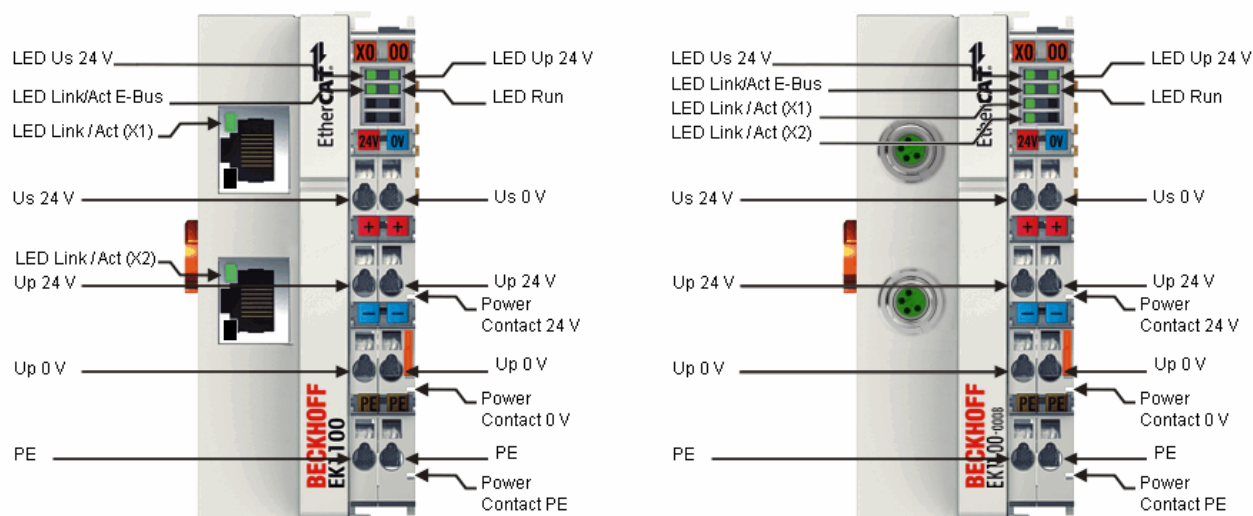


Abb. 61: Diagnose-LEDs EK1100, EK1100-0008

LEDs zur Diagnose der Spannungsversorgung

LED		Anzeige	Zustand	Beschreibung
Us	grün	aus	-	Keine Betriebsspannung am Buskoppler vorhanden
		an	-	24 V _{DC} Betriebsspannung am Buskoppler vorhanden
Up	grün	aus	-	Keine Spannungsversorgung an den Powerkontakten vorhanden
		an	-	Spannungsversorgung 24 V _{DC} an den Powerkontakten vorhanden

LEDs zur Diagnose der EtherCAT State Machine/PLC

LED		Anzeige	Zustand	Beschreibung
RUN	grün	aus	Init	Der Buskoppler ist im Initialisierungs-Zustand
		blinkt	Pre-Operational	Der Buskoppler ist im Zustand <i>Pre-Operational</i>
		Einzelblitz	Safe-Operational	Der Buskoppler ist im Zustand <i>Safe-Operational</i>
		an	Operational	Der Buskoppler ist im Zustand <i>Operational</i>
		flackert	Bootstrap	Es wird eine Firmware geladen.

LEDs zur Feldbus-Diagnose

LED		Anzeige	Zustand	Beschreibung
LINK / ACT (X1 IN)	grün	aus	-	keine Verbindung auf dem ankommenden EtherCAT-Strang
		an	linked	vorhergehender EtherCAT-Teilnehmer angeschlossen
		blinkt	active	Kommunikation mit vorhergehendem EtherCAT-Teilnehmer
LINK / ACT (X2 OUT)	grün	aus	-	keine Verbindung auf dem weiterführenden EtherCAT-Strang
		an	linked	folgender EtherCAT-Teilnehmer angeschlossen
		blinkt	active	Kommunikation mit folgendem EtherCAT-Teilnehmer
LINK / ACT E-Bus	grün	aus	-	keine Verbindung interner E-Bus
		an	linked	Verbindung interner E-Bus
		blinkt	active	Verbindung/Kommunikation interner E-Bus

6.2 EK1101-xxxx

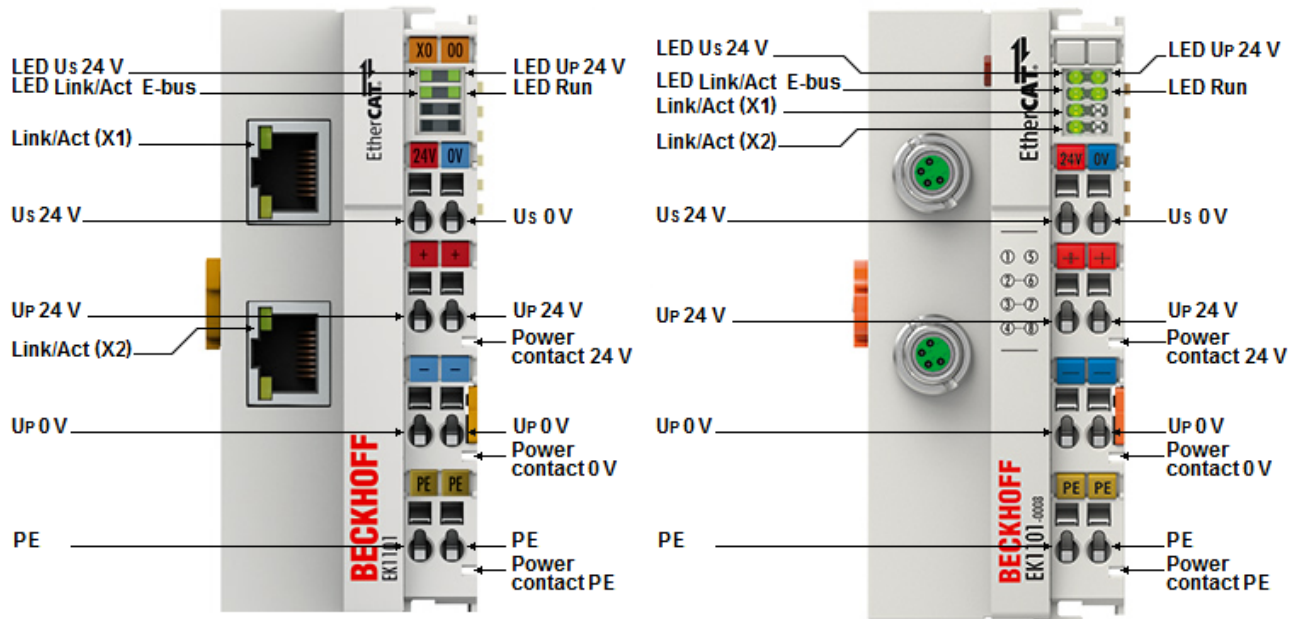


Abb. 62: Diagnose-LEDs EK1101-00x0, EK1101-0008

LEDs zur Diagnose der Spannungsversorgung

LED	Anzeige	Zustand	Beschreibung
Us	grün	aus	-
		an	-
Up	grün	aus	-
		an	-

LEDs zur Diagnose der EtherCAT State Machine/PLC

LED	Anzeige	Zustand	Beschreibung
RUN	grün	aus	Init
		blinkt	Pre-Operational
		Einzelblitz	Safe-Operational
		an	Operational
		flackert	Bootstrap

LEDs zur Feldbus-Diagnose

LED	Anzeige	Zustand	Beschreibung
LINK / ACT (X1 IN)	grün	aus	-
		an	linked
		blinkt	active
LINK / ACT (X2 OUT)	grün	aus	-
		an	linked
		blinkt	active
LINK / ACT E-Bus	grün	aus	-
		an	linked
		blinkt	active

6.3 EK1501, EK1501-0010, EK1541

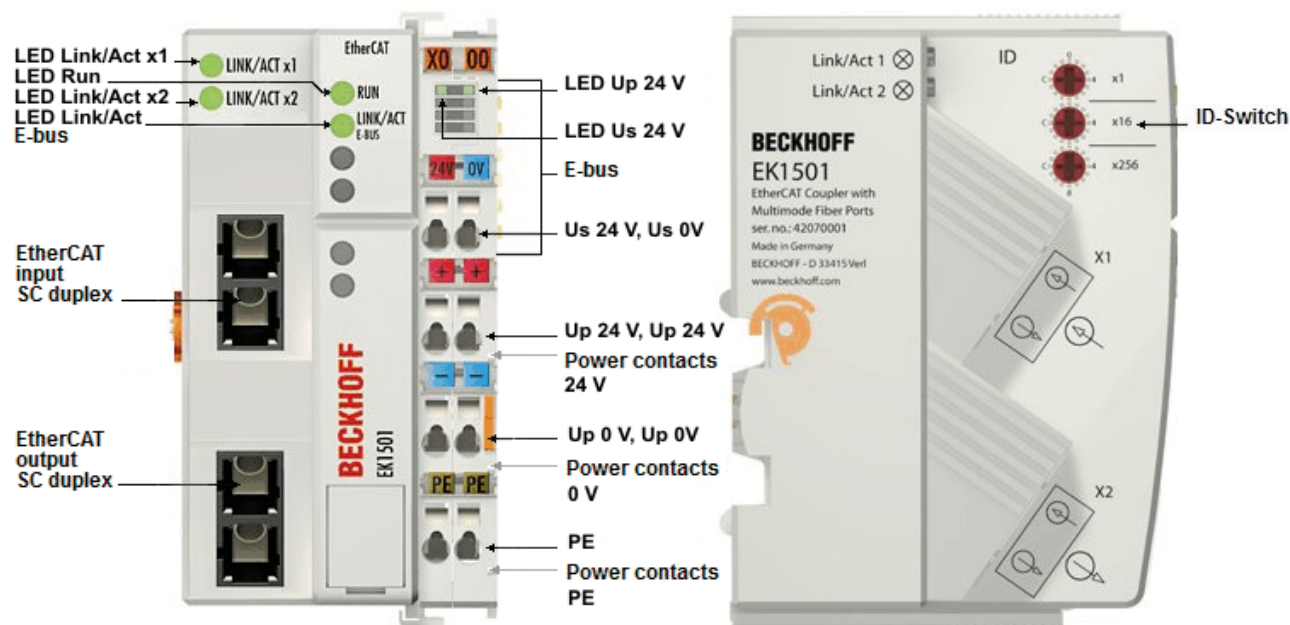


Abb. 63: Diagnose-LEDs Buskoppler EK15x1-00x0

LEDs zur Diagnose der Spannungsversorgung

LED		Anzeige	Zustand	Beschreibung
Us	grün	aus	-	Keine Betriebsspannung am Buskoppler vorhanden
		an	-	24 V _{DC} Betriebsspannung am Buskoppler vorhanden
Up	grün	aus	-	Keine Spannungsversorgung an den Powerkontakten vorhanden
		an	-	Spannungsversorgung 24 V _{DC} an den Powerkontakten vorhanden

LEDs zur Diagnose der EtherCAT State Machine/PLC

LED		Anzeige	Zustand	Beschreibung
RUN	grün	aus	Init	Der Buskoppler ist im Initialisierungs-Zustand
		blinkt	Pre-Operational	Der Buskoppler ist im Zustand <i>Pre-Operational</i>
		Einzelblitz	Safe-Operational	Der Buskoppler ist im Zustand <i>Safe-Operational</i>
		an	Operational	Der Buskoppler ist im Zustand <i>Operational</i>
		flackert	Bootstrap	Es wird eine Firmware geladen.

LEDs zur Feldbus-Diagnose

LED		Anzeige	Zustand	Beschreibung
LINK / ACT (X1 IN)	grün	aus	-	keine Verbindung auf dem ankommenden EtherCAT-Strang
		an	linked	vorhergehender EtherCAT-Teilnehmer angeschlossen
		blinkt	active	Kommunikation mit vorhergehendem EtherCAT-Teilnehmer
LINK / ACT (X2 OUT)	grün	aus	-	keine Verbindung auf dem weiterführenden EtherCAT-Strang
		an	linked	folgender EtherCAT-Teilnehmer angeschlossen
		blinkt	active	Kommunikation mit folgendem EtherCAT-Teilnehmer
LINK / ACT E-Bus	grün	aus	-	keine Verbindung interner E-Bus
		an	linked	Verbindung interner E-Bus
		blinkt	active	Verbindung/Kommunikation interner E-Bus

6.4 EK1501-0100

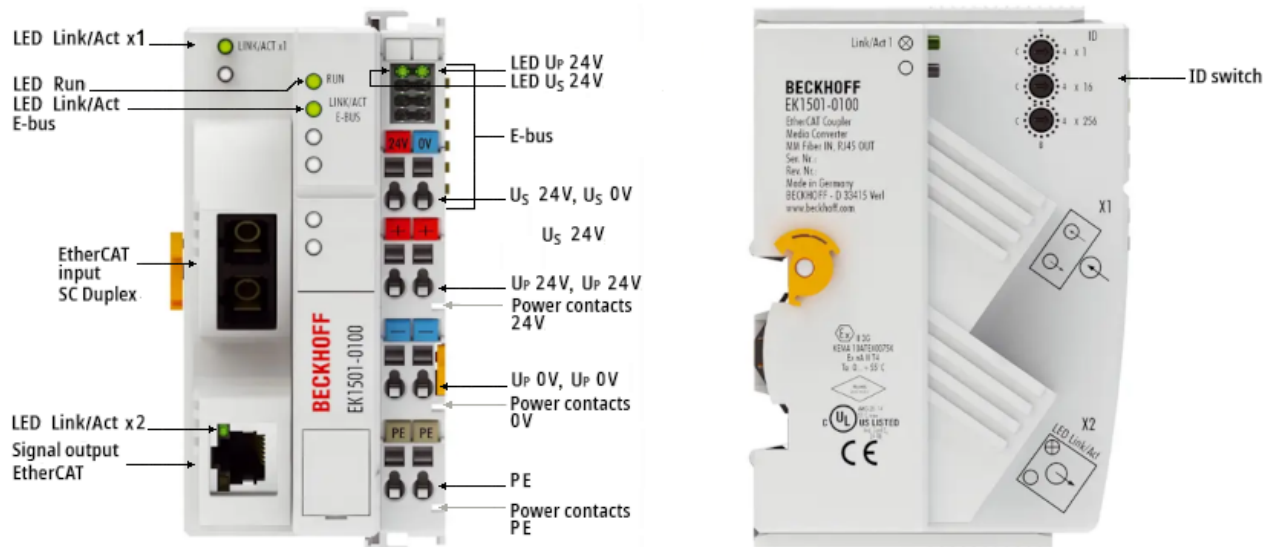


Abb. 64: Diagnose-LEDs Buskoppler EK1501-0100

LEDs zur Diagnose der Spannungsversorgung

LED	Anzeige	Zustand	Beschreibung
Us	grün	aus	-
		an	-
Up	grün	aus	-
		an	-

LEDs zur Diagnose der EtherCAT State Machine/PLC

LED	Anzeige	Zustand	Beschreibung
RUN	grün	aus	Init
		blinkt	Pre-Operational
		Einzelblitz	Safe-Operational
		an	Operational
		flackert	Bootstrap

LEDs zur Feldbus-Diagnose

LED	Anzeige	Zustand	Beschreibung
LINK / ACT (X1 IN)	grün	aus	-
		an	linked
		blinkt	active
LINK / ACT (X2 OUT)	grün	aus	-
		an	linked
		blinkt	active
LINK / ACT E-Bus	grün	aus	-
		an	linked
		blinkt	active

7 Anhang

7.1 Volatilität

Falls es zu Ihrer Anwendung Anforderungen bezüglich der Volatilität der Produkte gibt, zum Beispiel aus Anforderungen des U.S. Department of Defense oder ähnlichen Behörden oder Sicherheitsorganisationen, gilt folgendes Vorgehen:

Das Produkt enthält sowohl persistenten als auch nicht persistenten Speicher. Der nicht persistente Speicher verliert seine Informationen unmittelbar nach Spannungsverlust. Der persistente Speicher behält seine Informationen auch ohne eine bestehende Spannungsversorgung.

Falls sich auf dem Produkt kundenspezifische Daten befinden, kann nicht sichergestellt werden, dass diese Daten nicht durch zum Beispiel forensische Maßnahmen ausgelesen werden können. Das gilt auch nach eventuellem Löschen der Daten durch die bereitgestellte Toolkette. Falls es sich dabei um sensible Daten handelt, wird zum Schutz der Daten nach Gebrauch des Produkts eine Verschrottung empfohlen.

7.2 Sicherheitshinweis und Verhaltensregeln zur Laser-Klasse 1

⚠ VORSICHT

Produkt der Laser-Klasse 1 nach IEC 60825-1:2014 - Unfallgefahr durch Blendung!



Folgende laserspezifische Verhaltensregeln sind für die in dieser Dokumentation beschriebenen Produkte der Laser-Klasse 1 zu beachten:

- Der Laserstrahl darf nicht auf Personen gerichtet werden, da es durch Blendung zu Unfällen kommen kann.
- Nicht in den direkten oder reflektierten Strahl blicken.
- Falls Laserstrahlung ins Auge trifft, sind die Augen bewusst zu schließen und der Kopf sofort aus dem Strahl zu bewegen.
- Bei der Verwendung des Lasers dürfen keine optischen Instrumente zur Betrachtung der Strahlungsquelle verwendet werden, da dies zu einer Überschreitung der Expositionsgrenzwerte führen kann.
- Manipulationen (Änderungen) an der Lasereinrichtung sind unzulässig.

7.3 ESI/Hardware-Stand

Die Koppler EK110x und EK15xx verfügen über keine Firmware.
Die folgenden Tabellen enthalten Angaben zum ESI- und Hardware-Stand¹⁾.

EK1100		
Hardware (HW)	Revision Nr.	Release Datum
05 - 16	EK1100-0000-0000	2005/02
17 - 18	EK1100-0000-0016	2007/08
19 - 22	EK1100-0000-0017	2008/01
23 - 40	EK1100-0000-0018	2012/10

EK1100-0008		
Hardware (HW)	Revision Nr.	Release Datum
00 - 09	EK1100-0008-0016	2014/01

EK1101		
Hardware (HW)	Revision Nr.	Release Datum
00	EK1101-0000-0016	2007/11
01 - 04	EK1101-0000-0017	2008/01
05 - 20	EK1101-0000-0018	2012/10

EK1101-0008		
Hardware (HW)	Revision Nr.	Release Datum
00 - 02	EK1101-0008-0016	2019/03

EK1101-0010		
Hardware (HW)	Revision Nr.	Release Datum
00 - 04	EK1101-0010-0016	2018/12

EK1101-0080		
Hardware (HW)	Revision Nr.	Release Datum
00	EK1101-0080-0016	2011/12
01 - 02	EK1101-0080-0017	2012/01
03 - 10	EK1101-0080-0018	2012/10
>10	EK1101-0080-0019	2020/07

EK1501		
Hardware (HW)	Revision Nr.	Release Datum
01 - 09	EK1501-0000-0017	2008/01
10 - 11	EK1501-0000-0018	2010/08
12 - 24	EK1501-0000-0019	2012/10

EK1501-0010		
Hardware (HW)	Revision Nr.	Release Datum
00 - 04	EK1501-0010-0016	2009/12
05 - 06	EK1501-0010-0017	2010/08
07 - 19	EK1501-0010-0018	2012/10

EK1501-0100		
Hardware (HW)	Revision Nr.	Release Datum
00 - 05	EK1501-0100-0016	2016/08

EK1541		
Hardware (HW)	Revision Nr.	Release Datum
00 - 01	EK1541-0000-0016	2012/01
02 - 04	EK1541-0000-0017	2012/10
05 - 13	EK1541-0000-0018	2014/06

*) Zum Zeitpunkt der Erstellung dieser Dokumentation ist dies der aktuelle ESI/Hardware-Stand. Überprüfen Sie ggf. auf der Beckhoff Webseite, ob eine aktuellere Dokumentation vorliegt.

7.4 Support und Service

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

Beckhoff Niederlassungen und Vertretungen

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

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

Dort finden Sie auch weitere Dokumentationen zu Beckhoff Komponenten.

Support

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

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

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

Service

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

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

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

Unternehmenszentrale Deutschland

Beckhoff Automation GmbH & Co. KG

Hülshorstweg 20
33415 Verl
Deutschland

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

Trademark statements

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

Third-party trademark statements

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

Mehr Informationen:
www.beckhoff.com/EK1xxx

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

