

Dokumentation | DE

EP9521-0020

Medienkonverter, Ethernet/EtherCAT, 100 MBit/s, 24 V DC



Inhaltsverzeichnis

1	Vorwort	5
1.1	Hinweise zur Dokumentation	5
1.2	Sicherheitshinweise	6
1.3	Ausgabestände der Dokumentation	7
2	EtherCAT Box - Einführung	8
3	Produktübersicht	10
3.1	Einführung	10
3.2	Technische Daten	11
3.3	Lieferumfang	12
3.4	Status-LEDs	13
4	Grundlagen der LWL-Technologie	14
4.1	Lichtwellenleiter-Typen	20
5	Montage und Anschluss	21
5.1	Montage	21
5.1.1	Abmessungen	21
5.1.2	Befestigung	22
5.1.3	Funktionserdung	22
5.1.4	Anzugsdrehmomente für Steckverbinder	22
5.2	Anschluss	23
5.2.1	EtherCAT	23
5.2.2	Lichtwellenleiter	25
5.2.3	Versorgungsspannungen	27
5.3	UL-Anforderungen	30
5.4	Entsorgung	31
6	Inbetriebnahme und Konfiguration	32
6.1	Einbinden in ein TwinCAT-Projekt	33
6.2	Konfiguration für EtherCAT	34
6.3	Konfiguration für Ethernet	37
6.3.1	Link Loss Forwarding	38
6.4	Wiederherstellen des Auslieferungszustandes	39
7	Anhang	40
7.1	Allgemeine Betriebsbedingungen	40
7.2	Zubehör	41
7.3	Versionsidentifikation von EtherCAT-Geräten	42
7.3.1	Allgemeine Hinweise zur Kennzeichnung	42
7.3.2	Versionsidentifikation von IP67-Modulen	43
7.3.3	Beckhoff Identification Code (BIC)	44
7.3.4	Elektronischer Zugriff auf den BIC (eBIC)	46
7.4	Support und Service	48

1 Vorwort

1.1 Hinweise zur Dokumentation

Zielgruppe

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

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

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

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

Disclaimer

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

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

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

Marken

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

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



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

Copyright

© Beckhoff Automation GmbH & Co. KG, Deutschland.

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

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

Fremdmarken

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

1.2 Sicherheitshinweise

Sicherheitsbestimmungen

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

Haftungsausschluss

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

Qualifikation des Personals

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

Signalwörter

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

Warnungen vor Personenschäden

GEFAHR

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

WARNUNG

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

VORSICHT

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

Warnung vor Umwelt- oder Sachschäden

HINWEIS

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

Information zum Umgang mit dem Produkt



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

1.3 Ausgabestände der Dokumentation

Version	Kommentar
1.3	<ul style="list-style-type: none"> • Technische Daten aktualisiert • Abbildungen aktualisiert • „Grundlagen der LWL-Technologie“ hinzugefügt • Struktur-Update
1.2	<ul style="list-style-type: none"> • Erste Veröffentlichung im pdf-Format • Abmessungen aktualisiert • UL-Anforderungen aktualisiert
1.1	<ul style="list-style-type: none"> • Struktur-Update
1.0.0	<ul style="list-style-type: none"> • Migration
0.2.0	<ul style="list-style-type: none"> • Power-Anschluss aktualisiert
0.1.0	<ul style="list-style-type: none"> • Erste vorläufige Version

Firm- und Hardware-Stände

Diese Dokumentation bezieht sich auf den zum Zeitpunkt ihrer Erstellung gültigen Firm- und Hardware-Stand.

Die Eigenschaften der Module werden stetig weiterentwickelt und verbessert. Module älteren Fertigungsstandes können nicht die gleichen Eigenschaften haben, wie Module neuen Standes. Bestehende Eigenschaften bleiben jedoch erhalten und werden nicht geändert, so dass ältere Module immer durch neue ersetzt werden können.

Den Firm- und Hardware-Stand (Auslieferungszustand) können Sie der auf der Seite der EtherCAT Box aufgedruckten Batch-Nummer (D-Nummer) entnehmen.

Syntax der Batch-Nummer (D-Nummer)

D: WW YY FF HH

WW - Produktionswoche (Kalenderwoche)

YY - Produktionsjahr

FF - Firmware-Stand

HH - Hardware-Stand

Beispiel mit D-Nr. 29 10 02 01:

29 - Produktionswoche 29

10 - Produktionsjahr 2010

02 - Firmware-Stand 02

01 - Hardware-Stand 01

Weitere Informationen zu diesem Thema: [Versionsidentifikation von EtherCAT-Geräten \[► 42\]](#).

2 EtherCAT Box - Einführung

Das EtherCAT-System wird durch die EtherCAT-Box-Module in Schutzart IP67 erweitert. Durch das integrierte EtherCAT-Interface sind die Module ohne eine zusätzliche Kopplerbox direkt an ein EtherCAT-Netzwerk anschließbar. Die hohe EtherCAT-Performance bleibt also bis in jedes Modul erhalten.

Die außerordentlich geringen Abmessungen von nur 126 x 30 x 26,5 mm (H x B x T) sind identisch zu denen der Feldbus Box Erweiterungsmodule. Sie eignen sich somit besonders für Anwendungsfälle mit beengten Platzverhältnissen. Die geringe Masse der EtherCAT-Module begünstigt u. a. auch Applikationen, bei denen die I/O-Schnittstelle bewegt wird (z. B. an einem Roboterarm). Der EtherCAT-Anschluss erfolgt über geschirmte M8-Stecker.

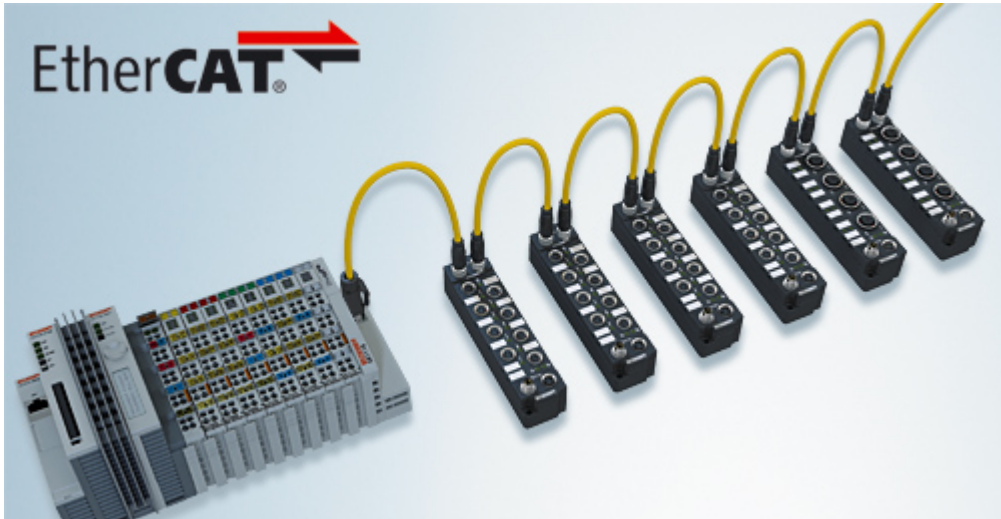


Abb. 1: EtherCAT-Box-Module in einem EtherCAT-Netzwerk

Die robuste Bauweise der EtherCAT-Box-Module erlaubt den Einsatz direkt an der Maschine. Schaltschrank und Klemmenkasten werden hier nicht mehr benötigt. Die Module sind voll vergossen und daher ideal vorbereitet für nasse, schmutzige oder staubige Umgebungsbedingungen.

Durch vorkonfektionierte Kabel vereinfacht sich die EtherCAT- und Signalverdrahtung erheblich. Verdrahtungsfehler werden weitestgehend vermieden und somit die Inbetriebnahmezeiten optimiert. Neben den vorkonfektionierten EtherCAT-, Power- und Sensorleitungen stehen auch feldkonfektionierbare Stecker und Kabel für maximale Flexibilität zur Verfügung. Der Anschluss der Sensorik und Aktorik erfolgt je nach Einsatzfall über M8- oder M12-Steckverbinder.

Die EtherCAT-Module decken das typische Anforderungsspektrum der I/O-Signale in Schutzart IP67 ab:

- Digital-Eingänge mit unterschiedlichen Filtern (3,0 ms oder 10 μ s)
- Digital-Ausgänge mit 0,5 oder 2 A Ausgangsstrom
- analoge Eingänge und Ausgänge mit 16 Bit Auflösung
- Thermoelement-Eingänge und RTD-Eingänge
- Schrittmotormodule

Auch XFC (eXtreme Fast Control Technology)-Module wie z. B. Eingänge mit Time-Stamp sind verfügbar.



Abb. 2: EtherCAT Box mit M8-Anschlüssen für Sensor/Aktoren



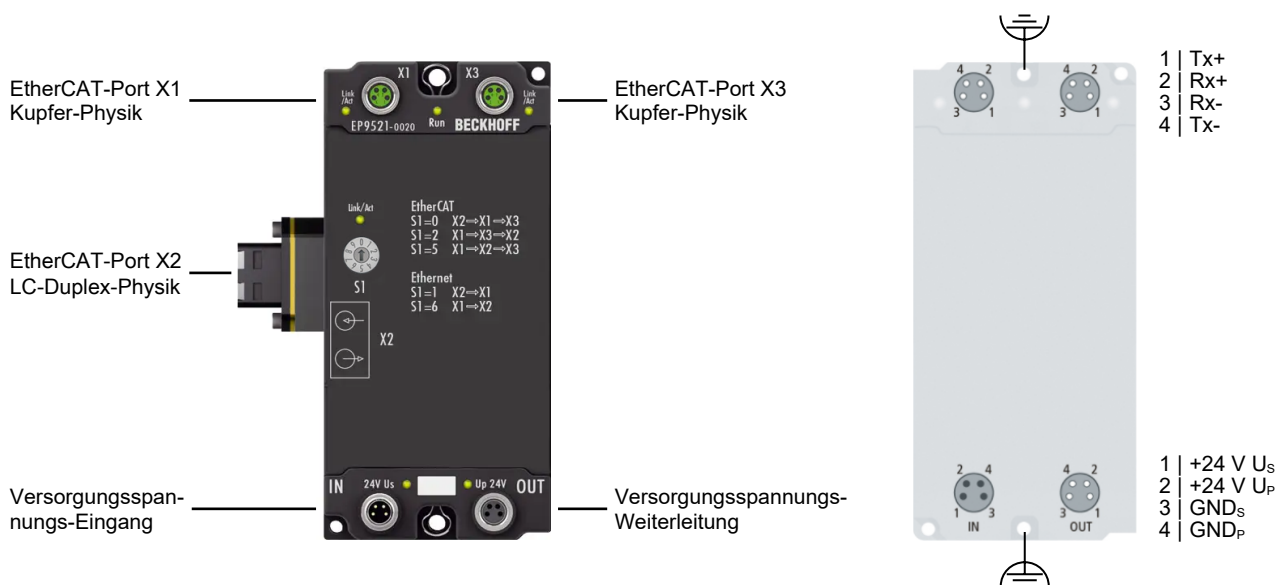
Abb. 3: EtherCAT Box mit M12-Anschlüssen für Sensor/Aktoren

● **Basis-Dokumentation zu EtherCAT**

i Eine detaillierte Beschreibung des EtherCAT-Systems finden Sie in der System Basis-Dokumentation zu EtherCAT, die auf unserer Homepage (www.beckhoff.de) unter Downloads zur Verfügung steht.

3 Produktübersicht

3.1 Einführung



Medienkonverter, Ethernet/EtherCAT, 100 MBit/s, 24 V_{DC}

Das EtherCAT/Industrial-Ethernet-Modul EP9521-0020 für Industrial-Fast-Ethernet/100 MBit/s dient als Medienkonverter von Lichtwellenleiter-Physik auf Kupfer-Physik und umgekehrt. Es ist für Multimode-Lichtwellenleiter geeignet und wird zum direkten Übergang von einem ins andere Medium genutzt. Der Medienkonverter arbeitet immer bidirektional und kollisionsfrei mit konstanter Verzögerung und kann als eigener EtherCAT-Teilnehmer diagnostiziert werden. So gewährleistet der EP9521-0020, im Gegensatz zu Standardmedienkonvertern, auch im Störfall eine schnelle Linkkontrolle und damit einen sicheren Abschluss des EtherCAT-Stranges. Da die Übertragungsrichtung (Kupfer zu LWL | LWL zu Kupfer) für den Bus relevant ist, kann das Gerät über einen Schalter konfiguriert werden. Über diesen Schalter kann auch „Link Loss Forwarding“ für normalen Ethernet-Betrieb eingestellt werden.

Der Einsatz bietet sich an, wenn EtherCAT über große Distanzen übertragen werden soll oder erhöhte EMV-Belastungen der Busleitung zu erwarten sind.

Quick Links

[Technische Daten \[▶ 11\]](#)

[LWL-Anschluss \[▶ 25\]](#)

3.2 Technische Daten

Alle Werte sind typische Werte über den gesamten Temperaturbereich, wenn nicht anders angegeben.

Feldbus	
Protokoll	EtherCAT / Industrial Fast-Ethernet
Anschluss Kupfer	2 x M8-Buchse, 4-polig, A-kodiert, geschirmt
Anschluss LWL	1 x LC-Duplex Für IP67-Einsatz: ausschließlich HARTING „PushPull LC Duplex“ verwenden
Übertragungsmedium Kupfer	Ethernet- / EtherCAT-Kabel (min. Cat.5), geschirmt
Übertragungsmedium LWL	Multimode-Glasfaser 50/125 µm
Leitungslänge Kupfer	max. 100 m, Twisted-Pair oder Sternvierer CAT5(e)
Leitungslänge LWL	max. 2000 m (100BASE-FX)
Funktion EtherCAT	Medienkonverter Fast-Ethernet / 100 Mbaud <ul style="list-style-type: none"> • Cut-through switching • Port-Handling / Link-Control
Funktion Ethernet	Medienkonverter Fast-Ethernet / 100 Mbaud (sämtliche auf IEEE 802.3 basierende Protokolle) <ul style="list-style-type: none"> • IEEE 802.3u Auto-Negotiation, Halb- oder Vollduplex, Einstellungen automatisch • Link-loss-Forwarding (Melderichtung einstellbar) • Store-and-Forward-Mode (FIFO) • Unmanaged
Durchlaufverzögerung	ca. 1 µs
Potenzialtrennung	500 V

Optische Daten des LWL-Anschlusses	
Wellenlänge Transceiver	typ. 1310 nm
Minimale Ausgangsleistung	-23,5 dBm avg. (50/125 µm, NA = 0,2)
Maximale Ausgangsleistung	-14 dBm
Maximale Empfindlichkeit (Minimal erforderliche Eingangsleistung)	-31 dBm
Maximal zulässige Eingangsleistung	-14 dBm

Versorgungsspannungen	
Anschluss	Eingang: M8-Stecker, 4-polig, A-kodiert Weiterleitung: M8-Buchse, 4-polig, A-kodiert
U _S Nennspannung	24 V _{DC} (-15 % / +20 %)
U _S Summenstrom: I _{S,sum}	max. 4 A
Stromaufnahme aus U _S	120 mA
U _P Nennspannung	24 V _{DC} (-15 % / +20 %)
U _P Summenstrom: I _{P,sum}	max. 4 A
Stromaufnahme aus U _P	Keine. U _P wird nur weitergeleitet.

Gehäusedaten	
Abmessungen B × H × T	85 mm × 126 mm × 26,5 mm (ohne Steckverbinder)
Gewicht	300 g
Einbaulage	beliebig
Material	PA6 (Polyamid)

Umgebungsbedingungen	
Umgebungstemperatur im Betrieb	-25 ... +60 °C -25 ... +55 °C gemäß cURus
Umgebungstemperatur bei Lagerung	-40 ... +85 °C
Schwingungsfestigkeit, Schockfestigkeit	gemäß EN 60068-2-6 / EN 60068-2-27 Zusätzliche Prüfungen [► 12]
EMV-Festigkeit / Störaussendung	gemäß EN 61000-6-2 / EN 61000-6-4
Schutzart	IP65, IP66, IP67 (gemäß EN 60529)

Zulassungen / Kennzeichnungen	
Zulassungen / Kennzeichnungen *)	CE, cURus [► 30]

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

Zusätzliche Prüfungen

Die Geräte sind folgenden zusätzlichen Prüfungen unterzogen worden:

Prüfung	Erläuterung
Vibration	10 Frequenzdurchläufe, in 3 Achsen
	5 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
	35 g, 11 ms

3.3 Lieferumfang

Vergewissern Sie sich, dass folgende Komponenten im Lieferumfang enthalten sind:

- 1x EtherCAT Box EP9521-0020
- 2x Schutzkappe für EtherCAT-Buchse, M8, grün (vormontiert)
- 1x Schutzkappe für Versorgungsspannungs-Eingang, M8, transparent (vormontiert)
- 1x Schutzkappe für Versorgungsspannungs-Ausgang, M8, schwarz (vormontiert)
- 10x Beschriftungsschild unbedruckt (1 Streifen à 10 Stück)

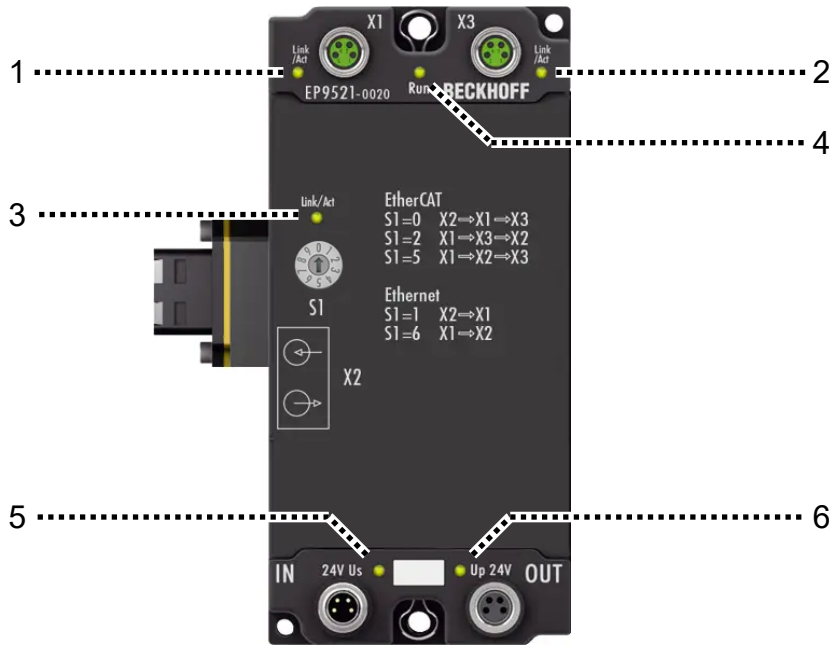


Vormontierte Schutzkappen gewährleisten keinen IP67-Schutz

Schutzkappen werden werksseitig vormontiert, um Steckverbinder beim Transport zu schützen. Sie sind u.U. nicht fest genug angezogen, um die Schutzart IP67 zu gewährleisten.

Stellen Sie den korrekten Sitz der Schutzkappen sicher, um die Schutzart IP67 zu gewährleisten.

3.4 Status-LEDs



Position	Beschriftung	Farbe	Anzeige	Beschreibung
1, 2, 3	Link/Act	grün	aus	Keine Verbindung
			leuchtet	„Link“: EtherCAT-Teilnehmer angeschlossen
			blinkt	„Active“: Kommunikation mit dem angeschlossenen EtherCAT-Teilnehmer
4	Run	grün	aus	Zustand der EtherCAT State Machine: INIT = Initialisierung
			Einzelblitz	Zustand der EtherCAT State Machine: PREOP = Funktion für Mailbox-Kommunikation und abweichende Standard-Einstellungen gesetzt
			blinkt	Zustand der EtherCAT State Machine: SAFEOP = Überprüfung der Kanäle des Sync-Managers und der Distributed Clocks. Ausgänge bleiben im sicheren Zustand.
			an	Zustand der EtherCAT State Machine: OP = normaler Betriebszustand; Mailbox- und Prozessdatenkommunikation ist möglich
			flimmert	Zustand der EtherCAT State Machine: BOOTSTRAP = Funktion für Firmware-Updates der Box
		orange	leuchtet	EtherCAT-Betrieb; der Drehschalter wurde im Betrieb verändert <i>Abhilfe</i> : Drehschalter wieder zurückstellen oder Spannungs-Reset
		rot	leuchtet	Ethernet-Betrieb; der Drehschalter wurde im Betrieb verändert <i>Abhilfe</i> : Drehschalter wieder zurückstellen oder Spannungs-Reset
		rot/grün	blinkt	Unzulässige Drehschalterstellung nach dem Einschalten <i>Abhilfe</i> : Drehschalter auf eine zulässige Stellung drehen
5	24V Us	grün	aus	Versorgungsspannung U_s nicht vorhanden
			leuchtet	Versorgungsspannung U_s liegt an
6	Up 24V	grün	aus	Versorgungsspannung U_p nicht vorhanden
			leuchtet	Versorgungsspannung U_p liegt an

4 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.

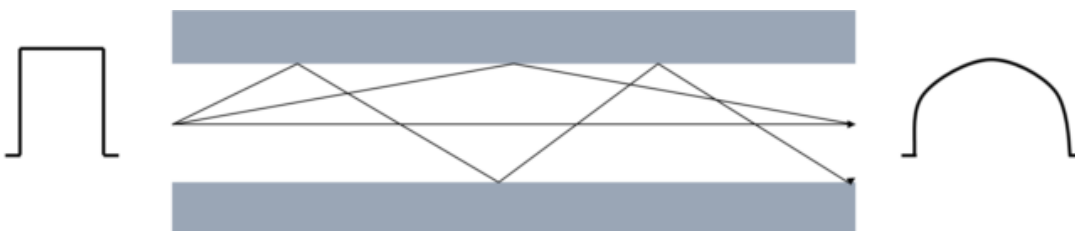


Abb. 4: Dispersion

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.

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

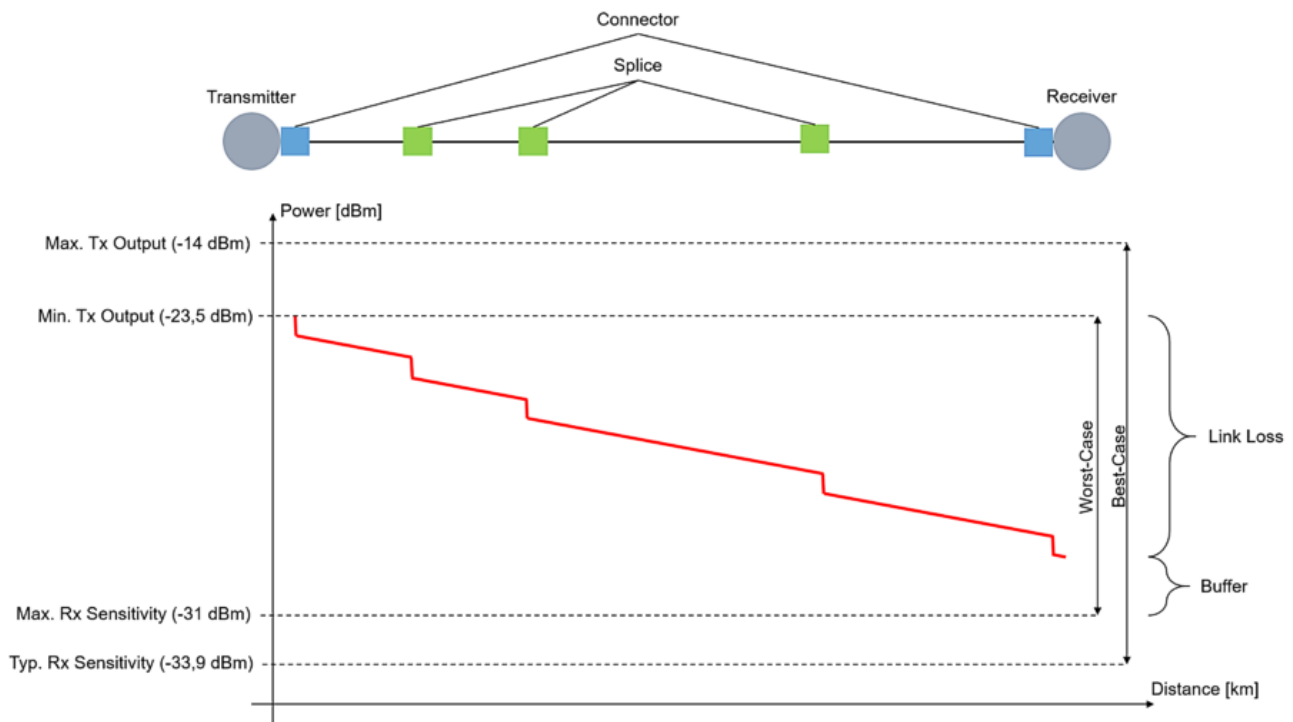


Abb. 5: Leistungs- und Dämpfungsbudget

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.

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		
Kenngroße	Anzahl	Wert
Faserverlustdämpfung (0,8 dB/km)	2,1 km	1,68 dB
Steckereinfügedämpfung (0,25 dB)	2	0,5 dB
Spleißefügedämpfung (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 Kenngroße 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.

Übersteuerung

Ein optischer Receiver kann nicht nur zu wenig Lichtleistung erhalten (und somit Datenfehler bzw. Bitfehler verursachen), sondern auch zu viel, wodurch es zu einem Übersteuern mit den gleichen unmittelbaren Folgen und ggf. sogar zu einer langfristigen Beschädigung kommt. Neben der Sensitivität des Receivers bei geringer Sendeleistung muss also auch die Einhaltung der maximal zulässigen optischen Eingangsleistung geprüft werden. Eine Übersteuerung kann insbesondere, aber nicht ausschließlich, bei kurzen Verbindungen und SFP-Modulen auftreten.

Die minimale und maximale Sendeleistung eines optischen Transceivers sind üblicherweise in den technischen Daten angegeben.

Wenn die Sendeleistung der Gegenstelle die maximal zulässige Empfangsleistung des Receivers übersteigt, sollte ein optisches Dämpfungsglied (Attenuator) eingesetzt werden, um die Sendeleistung zu dämpfen und eine Übersteuerung des Receivers zu verhindern. Zu bedenken ist jedoch, dass optische Komponenten und Strecken mit der Zeit altern, weshalb die Dämpfung nicht zu hoch gewählt werden sollte.

Betrachtet wird nun beispielhaft die Verbindung zwischen einem EK1521 und einem Multimode-SFP, betrieben im CU1521-0020:

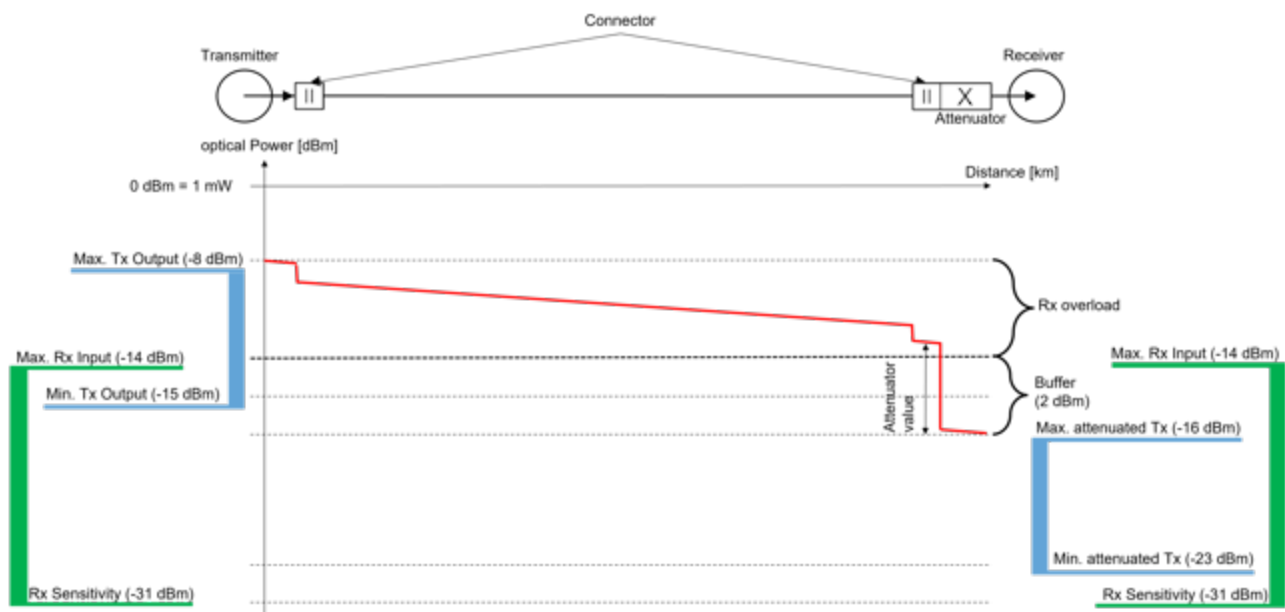


Abb. 6: Leistungsverlauf über die Kopplung EK1521 vs. CU1521-0020

- Linke Skala: Die maximal dauerhaft zulässige optische Eingangsleistung des EK1521 (grün: Receiver, Rx) liegt bei -14 dBm¹⁾ und die maximale Sendeleistung des SFP (blau: Transmitter, Tx) bei -8 dBm; sie ist damit deutlich größer. Es kann bei direkter/kurzer Verbindung zu Beschädigung kommen.
- Das Signal muss auf der Strecke zwischen Transmitter und Receiver daher um noch mindestens 6 dB gedämpft werden, damit der Receiver nicht übersteuert. Es empfiehlt sich zudem eine Reserve von etwa 2 dB einzuplanen.
- Angenommen wird eine LWL-Leitungslänge von 2 km bei 1,25 dB/km, was eine Dämpfung von 2,5 dB¹⁾ bewirkt. Bei zwei Steckverbindern mit je 0,25 dB¹⁾ kommen 0,5 dB Dämpfung hinzu. Das Dämpfungsbudget der Übertragungsstrecke beträgt somit 3 dB.
- Bei einem Dämpfungsbudget von 3 dB und einer Reserve von 2 dB wird daher ein Attenuator mit 5 dB in die Transmitter-Receiver-Strecke eingesetzt.

Berechnung: $D_{\text{Attenuator}} = D_{\text{notwenig}} + D_{\text{Reserve}} - D_{\text{Budget}} = 6 \text{ dB} + 2 \text{ dB} - 3 \text{ dB} = 5 \text{ dB}$

- Rechte Skala: Das Leistungsverhältnis zwischen empfangbarer und tatsächlich angekommener optischer Leistung unter Berücksichtigung von Übertragungsstrecke und 5-dB-Dämpfungsglied ergibt sich wie dargestellt: die gedämpfte eintreffende Sendeleistung (blau) befindet sich nun innerhalb des zulässigen Leistungsbereichs des Receivers und ist somit in Ordnung.

In manchen Geräten kann die tatsächliche Sende- und Empfangsleistung mithilfe der SFP-Diagnosedaten (DDM) eingesehen werden.

Name	[X]	Online	Type	Size	>Addr...	In/Out	Linked to
Actual		00 A4 1B 42 F2 41 4...	Actual_EB3...	20.0	45.0	Input	
Temperature		38.91015624	REAL	4.0	45.0	Input	
Voltage		3.2383999	REAL	4.0	49.0	Input	
Tx Bias		10.5500002	REAL	4.0	53.0	Input	
Tx Power		-9.4423952	REAL	4.0	57.0	Input	
Rx Power		-17.5945072	REAL	4.0	61.0	Input	

Abb. 7: Echtzeit-Darstellung der Tx/Rx-Leistung im CU1521-0020

Hinweis: Wird die Leitung vom Tx-Port zum Rx-Port des SFP gebrückt (Loopback), kann die ausgesendete Tx-Leistung mit der tatsächlich angekommenen Rx-Leistung verglichen werden.

¹⁾Hinweis: Die genannten Werte sind Beispielwerte. Maßgeblich sind die spezifischen Angaben in der Gerätedokumentation.

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

4.1 Lichtwellenleiter-Typen

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 2 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 Übertragungsbandbreiten möglich, und der als nächstes auftretende limitierende Effekt ist die Farbverzerrung des übertragenen Modus.

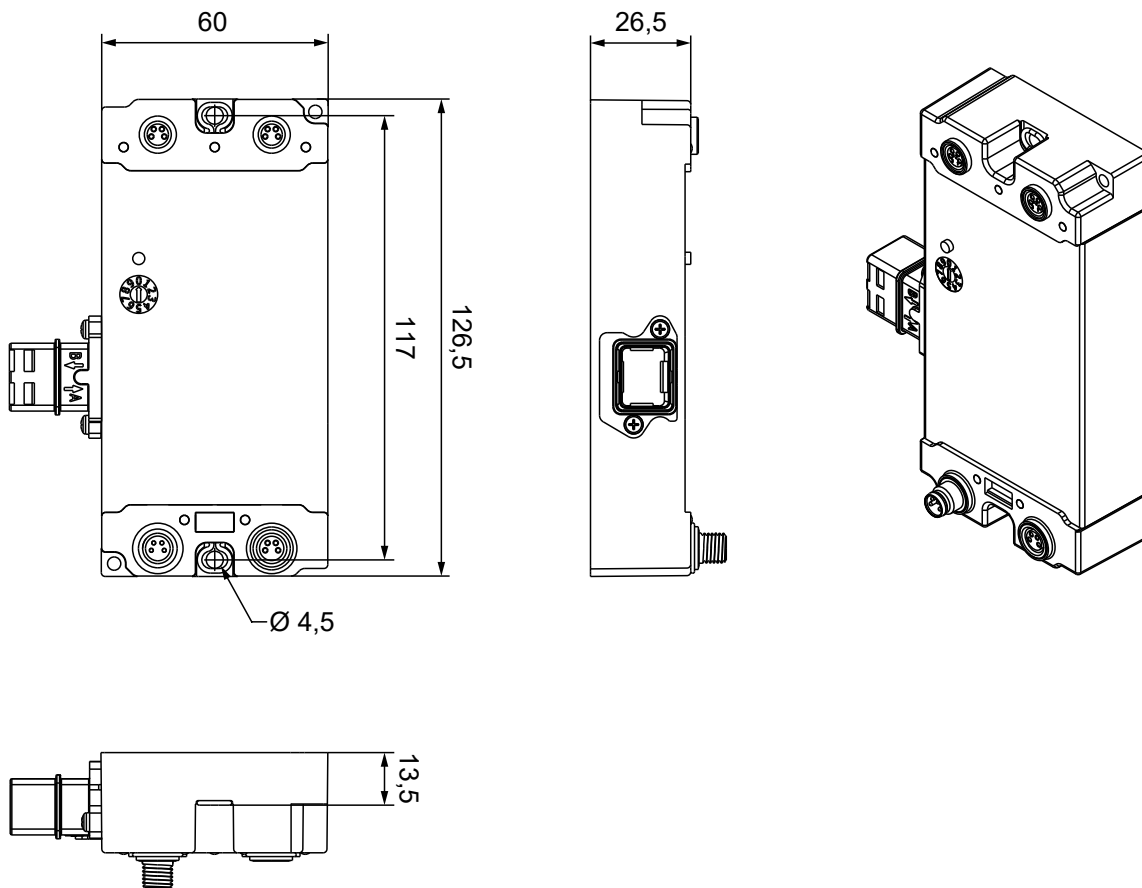
Multimode

Multimode-LWL werden als Stufenindex oder Gradientenindex gefertigt. Stufenindex-Multimodefasern eignen sich für Übertragungsbandbreiten bis $100 \text{ MHz} \cdot \text{km}$ und Entfernungen bis max. 1 km. Gradientenindex-Multimodefasern 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 der LWL-Leitung dick genug ist, damit sich mehrere Moden des verwendeten Lichts reflektierend in der Leitung fortbewegen können.

5 Montage und Anschluss

5.1 Montage

5.1.1 Abmessungen



Alle Maße sind in Millimeter angegeben.
Die Zeichnung ist nicht maßstabgetreu.

Gehäuseeigenschaften

Gehäusematerial	PA6 (Polyamid)
Vergussmasse	Polyurethan
Montage	zwei Befestigungslöcher Ø 4,5 mm für M4
Metallteile	Messing, vernickelt
Kontakte	CuZn, vergoldet
Einbaulage	beliebig
Schutzart	im verschraubten Zustand IP65, IP66, IP67 (gemäß EN 60529)
Abmessungen (H × B × T)	ca. 126 × 60 × 26,5 mm (ohne Steckverbinder)

5.1.2 Befestigung

HINWEIS

Verschmutzung bei der Montage

Verschmutzte Steckverbinder können zu Fehlfunktion führen. Die Schutzart IP67 ist nur gewährleistet, wenn alle Kabel und Stecker angeschlossen sind.

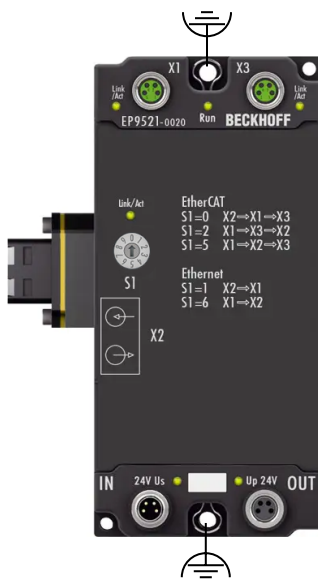
- Schützen Sie die Steckverbinder bei der Montage vor Verschmutzung.

Montieren Sie das Modul mit zwei M4-Schrauben an den zentriert angeordneten Befestigungslöchern.

5.1.3 Funktionserdung

Die [Befestigungslöcher](#) [▶ 22] dienen gleichzeitig als Anschlüsse für die Funktionserdung.

Stellen Sie sicher, dass die Box über beide Befestigungsschrauben niederimpedant geerdet ist. Das erreichen Sie z.B., indem Sie die Box an einem geerdeten Maschinenbett montieren.



5.1.4 Anzugsdrehmomente für Steckverbinder

Schrauben Sie M8-Steckverbinder mit einem Drehmomentschlüssel fest. (z.B. ZB8801 von Beckhoff)
Drehmoment: 0,4 Nm.

5.2 Anschluss

5.2.1 EtherCAT

5.2.1.1 Steckverbinder

HINWEIS

Verwechslungs-Gefahr: Versorgungsspannungen und EtherCAT

Defekt durch Fehlstecken möglich.

- Beachten Sie die farbliche Codierung der Steckverbinder:
 schwarz: Versorgungsspannungen
 grün: EtherCAT

Für den ankommenden und weiterführenden EtherCAT-Anschluss haben EtherCAT-Box-Module zwei grüne M8-Buchsen.



Abb. 8: EtherCAT Steckverbinder

Kontaktbelegung

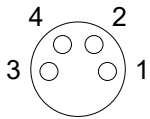


Abb. 9: M8-Buchse

EtherCAT	M8-Buchse	Aderfarben		
Signal	Kontakt	ZB9010, ZB9020, ZB9030, ZB9032, ZK1090-6292, ZK1090-3xxx-xxxx	ZB9031 und alte Versionen von ZB9030, ZB9032, ZK1090-3xxx-xxxx	TIA-568B
Tx +	1	gelb ¹⁾	orange/weiß	weiß/orange
Tx -	4	orange ¹⁾	orange	orange
Rx +	2	weiß ¹⁾	blau/weiß	weiß/grün
Rx -	3	blau ¹⁾	blau	grün
Shield	Gehäuse	Schirm	Schirm	Schirm

¹⁾ Aderfarben nach EN 61918

i Anpassung der Aderfarben für die Leitungen ZB9030, ZB9032 und ZK1090-3xxxx-xxxx

Zur Vereinheitlichung wurden die Aderfarben der Leitungen ZB9030, ZB9032 und ZK1090-3xxx-xxxx auf die Aderfarben der EN61918 umgestellt: gelb, orange, weiß, blau. Es sind also verschiedene Farbkodierungen im Umlauf. Die elektrischen Eigenschaften der Leitungen sind bei der Umstellung der Aderfarben erhalten geblieben.

5.2.1.2 Status-LEDs



Abb. 10: EtherCAT Status-LEDs

L/A (Link/Act)

Neben jeder EtherCAT-Buchse befindet sich eine grüne LED, die mit „L/A“ beschriftet ist. Die LED signalisiert den Kommunikationsstatus der jeweiligen Buchse:

LED	Bedeutung
aus	keine Verbindung zum angeschlossenen EtherCAT-Gerät
leuchtet	LINK: Verbindung zum angeschlossenen EtherCAT-Gerät
blinkt	ACT: Kommunikation mit dem angeschlossenen EtherCAT-Gerät

Run

Jeder EtherCAT-Slave hat eine grüne LED, die mit „Run“ beschriftet ist. Die LED signalisiert den Status des Slaves im EtherCAT-Netzwerk:

LED	Bedeutung
aus	Slave ist im Status „Init“
blinkt gleichmäßig	Slave ist im Status „Pre-Operational“
blinkt vereinzelt	Slave ist im Status „Safe-Operational“
leuchtet	Slave ist im Status „Operational“

Beschreibung der Stati von EtherCAT-Slaves

5.2.1.3 Leitungen

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

EtherCAT nutzt vier Adern für die Signalübertragung.

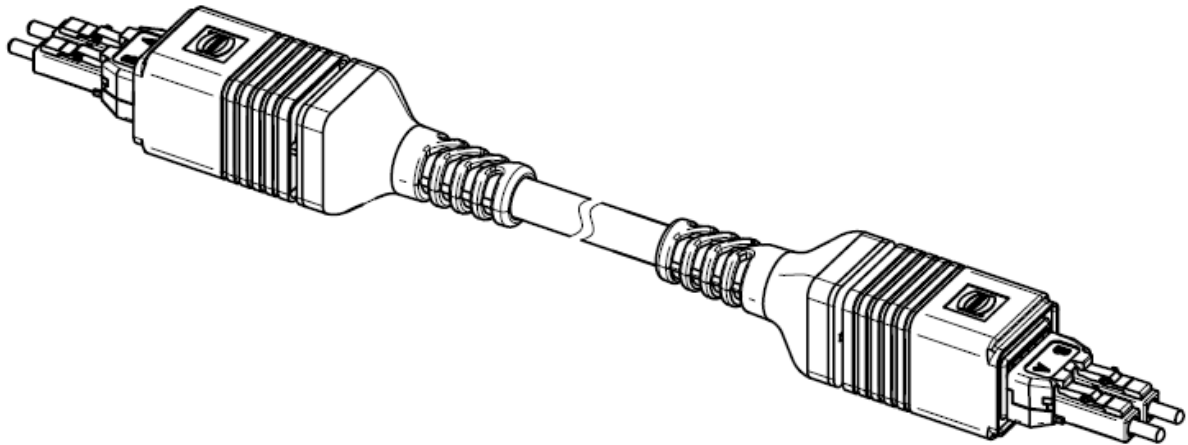
Aufgrund der automatischen Leitungserkennung „Auto MDI-X“ können Sie zwischen EtherCAT-Geräten von Beckhoff sowohl symmetrisch (1:1) belegte, als auch gekreuzte Kabel (Cross-Over) verwenden.

Detaillierte Empfehlungen zur Verkabelung von EtherCAT-Geräten

5.2.2 Lichtwellenleiter

Die EP9521-0020 ist zur Kombination mit Multimode-LWL-Leitungen mit folgenden Eigenschaften bestimmt:

- LC-Duplex-Stecker bzw. in der IP67-Version PushPull LC-Duplex-Multi-Mode-Stecker (SFP-Version) der Fa. HARTING



- Multimode-Leitung 50/125 µm

● Empfohlene Stecker

i Für den IP67-Einsatz der Box ist zwingend der PushPull LC DUPLEX Stecker von HARTING vorgeschrieben. Die mechanische Bauweise garantiert die Dichtheit und den passenden Höhenversatz der LWL-Stecker innerhalb des Schutzgehäuses. Der Stecker ist als 10er Set bei Beckhoff unter der Bestellbezeichnung ZS1091-0001 erhältlich. Die Verarbeitung erfordert Erfahrung im Bereich der Glasfaser-Leitungs-Konfektionierung!

Im LWL-Bereich werden üblicherweise die Wellenlängen 850 nm und 1300 nm für die Datenübertragung verwendet. Die am Markt verfügbaren Glasfaserleitungen sind meist zur Verwendung in einem dieser Bereiche optimiert, da die Dämpfung des Signals (wie auch bei Kupferleitung) frequenzabhängig ist - damit werden dann mit der jeweiligen Wellenlänge große Reichweiten von mehreren km erzielt. Allgemein weisen Glasfaserleitungen im 1300 nm-Fenster eine geringere Dämpfung auf als im 850 nm-Fenster.

In der EP9521-0020 wird ein Transceiver mit der Wellenlänge 1300 nm eingesetzt.

● Reichweite und Bandbreitenprodukt

i LWL-Leitungen sind in verschiedenen Qualitäten von namhaften Herstellern erhältlich. Für den Anwender maßgebend ist u.a. das frequenzabhängige Bandbreitenprodukt einer Leitung, 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 sind deshalb Lichtwellenleiter mit einem möglichst hohen Bandbreitenprodukt bei 1300 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 1300 nm, höherwertigere für Entfernungen > 500 m über > 1000 MHz×km.

Um die Maximalreichweiten zu erzielen, muss die Gegenstelle ebenfalls solche Reichweiten unterstützen.

● Verlege Hinweise

i Beim Verlegen von LWL ist u.a. zu beachten

- 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

Verbinden der LWL-Leitung mit der Box

HINWEIS

Nicht an der LWL-Leitung ziehen!

Um die LWL-Leitung nicht zu beschädigen dürfen Sie zur Demontage niemals an der Leitung, sondern immer nur am Stecker ziehen, der die Verriegelung löst!

● Gekreuzte LWL-Leitungen verwenden

i Beachten Sie, dass bei der Verbindung zweier EP9521-0020 gekreuzte Leitungen verwendet werden müssen um eine Verbindung herzustellen.

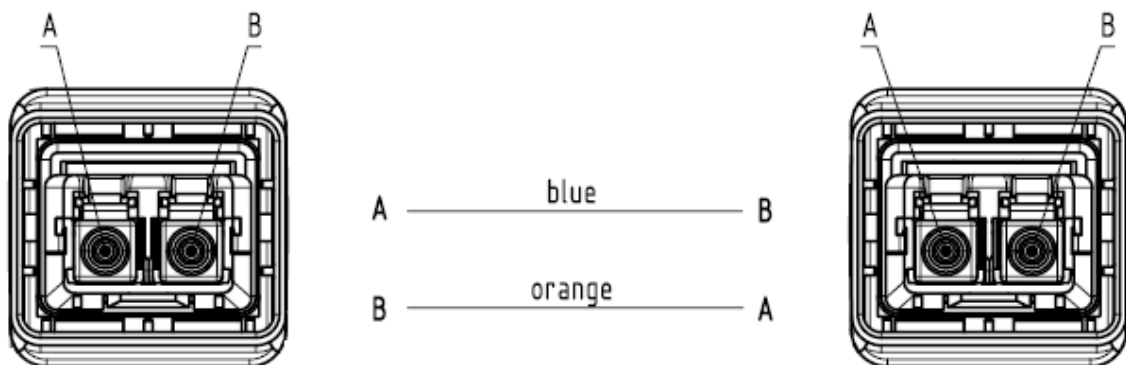


Abb. 11: Gekreuzte LWL-Verbindung

● Verwendung von Blindstopfen

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

5.2.3 Versorgungsspannungen

⚠️ 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.

⚠️ VORSICHT

UL-Anforderungen beachten

- Beachten Sie beim Betrieb unter UL-Bedingungen die Warnhinweise im Kapitel [UL-Anforderungen](#) [► 30].

Die EtherCAT Box hat einen Eingang für zwei Versorgungsspannungen:

- **Steuerspannung U_s**
Die folgenden Teilfunktionen werden aus der Steuerspannung U_s versorgt:
 - Der Feldbus
 - Die Prozessor-Logik
 - typischerweise die Eingänge und die Sensorik, falls die EtherCAT Box Eingänge hat.
- **Peripheriespannung U_p**
Bei EtherCAT-Box-Modulen mit Digital-Ausgängen werden die Digital-Ausgänge typischerweise aus der Peripheriespannung U_p versorgt. U_p kann separat zugeführt werden. Falls U_p abgeschaltet wird, bleiben die Feldbus-Funktion, die Funktion der Eingänge und die Versorgung der Sensorik erhalten.

Die genaue Zuordnung von U_s und U_p finden Sie in der Pinbelegung der I/O-Anschlüsse.

Weiterleitung der Versorgungsspannungen

Die Power-Anschlüsse IN und OUT sind im Modul gebrückt. Somit können auf einfache Weise die Versorgungsspannungen U_s und U_p von EtherCAT Box zu EtherCAT Box weitergereicht werden.

HINWEIS

Maximalen Strom beachten!

Beachten Sie auch bei der Weiterleitung der Versorgungsspannungen U_s und U_p , dass jeweils der für die Steckverbinder zulässige Strom nicht überschritten wird:

M8-Steckverbinder: max. 4 A
7/8"-Steckverbinder: max 16 A

HINWEIS

Unbeabsichtigte Aufhebung der Potenzialtrennung möglich

In einigen Typen von EtherCAT-Box-Modulen sind die Massepotenziale GND_s und GND_p miteinander verbunden.

- Falls Sie mehrere EtherCAT-Box-Module mit denselben galvanisch getrennten Spannungen versorgen, prüfen Sie, ob eine EtherCAT Box darunter ist, in der die Massepotenziale verbunden sind.

5.2.3.1 Steckverbinder

HINWEIS

Verwechslungs-Gefahr: Versorgungsspannungen und EtherCAT

Defekt durch Fehlstecken möglich.

- Beachten Sie die farbliche Codierung der Steckverbinder:
 schwarz: Versorgungsspannungen
 grün: EtherCAT



Abb. 12: Steckverbinder für Versorgungsspannungen

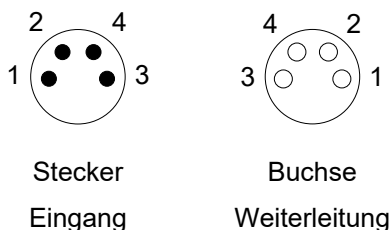


Abb. 13: M8-Steckverbinder

Kontakt	Funktion	Beschreibung	Aderfarbe ¹⁾
1	U _s	Steuerspannung	Braun
2	U _p	Peripheriespannung	Weiß
3	GND _s	GND zu U _s	Blau
4	GND _p	GND zu U _p	Schwarz

¹⁾ Die Aderfarben gelten für Leitungen vom Typ: Beckhoff ZK2020-3xxx-xxxx

5.2.3.2 Status-LEDs



Abb. 14: Status-LEDs für die Versorgungsspannungen

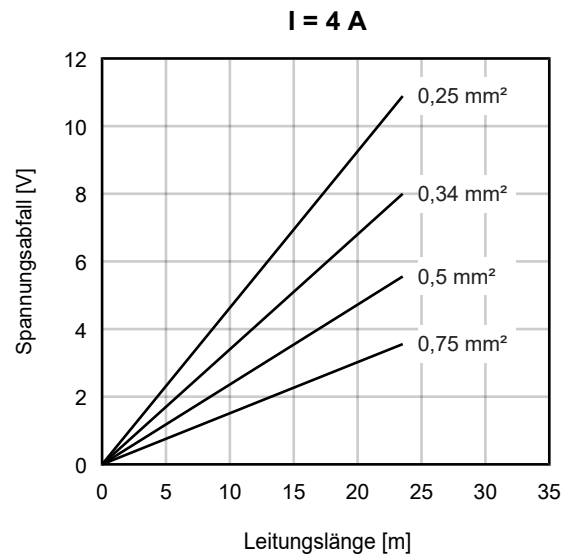
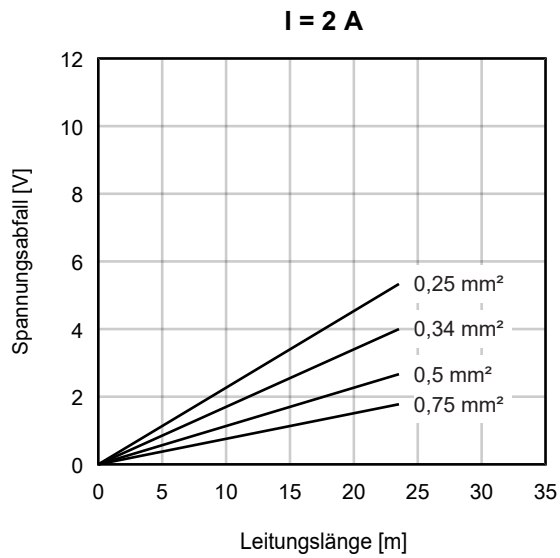
LED	Anzeige	Bedeutung
U _s (Steuerspannung)	aus	Die Versorgungsspannung U _s ist nicht vorhanden.
	leuchtet grün	Die Versorgungsspannung U _s ist vorhanden.
U _p (Peripheriespannung)	aus	Die Versorgungsspannung U _p ist nicht vorhanden.
	leuchtet grün	Die Versorgungsspannung U _p ist vorhanden.

5.2.3.3 Leitungsverluste

Beachten Sie bei der Planung einer Anlage den Spannungsabfall an der Versorgungs-Zuleitung. Vermeiden Sie, dass der Spannungsabfall so hoch wird, dass die Versorgungsspannungen an der Box die minimale Nennspannung unterschreiten.

Berücksichtigen Sie auch Spannungsschwankungen des Netzteils.

Spannungsabfall an der Versorgungs-Zuleitung



5.3 UL-Anforderungen

Die Installation der nach UL zertifizierten EtherCAT-Box-Module muss den folgenden Anforderungen entsprechen.

Versorgungsspannung

⚠ VORSICHT

VORSICHT!

Die folgenden genannten Anforderungen gelten für die Versorgung aller so gekennzeichneten EtherCAT-Box-Module.

Zur Einhaltung der UL-Anforderungen dürfen die EtherCAT-Box-Module nur mit einer Spannung von 24 V_{DC} versorgt werden, die

- von einer isolierten, mit einer Sicherung (entsprechend UL248) von maximal 4 A geschützten Quelle, oder
- von einer Spannungsquelle die *NEC class 2* entspricht stammt.
Eine Spannungsquelle entsprechend *NEC class 2* darf nicht seriell oder parallel mit einer anderen *NEC class 2* entsprechenden Spannungsquelle verbunden werden!

⚠ VORSICHT

VORSICHT!

Zur Einhaltung der UL-Anforderungen dürfen die EtherCAT-Box-Module nicht mit unbegrenzten Spannungsquellen verbunden werden!

Netzwerke

⚠ VORSICHT

VORSICHT!

Zur Einhaltung der UL-Anforderungen dürfen die EtherCAT-Box-Module nicht mit Telekommunikations-Netzen verbunden werden!

Umgebungstemperatur

⚠ VORSICHT

VORSICHT!

Zur Einhaltung der UL-Anforderungen dürfen die EtherCAT-Box-Module nur in einem Umgebungstemperaturbereich von -25 °C bis +55 °C betrieben werden!

Kennzeichnung für UL

Alle nach UL (Underwriters Laboratories) zertifizierten EtherCAT-Box-Module sind mit der folgenden Markierung gekennzeichnet.



Abb. 15: UL-Markierung

5.4 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.

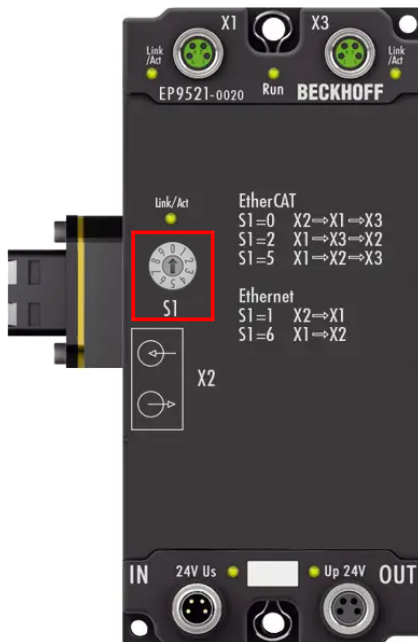
6 Inbetriebnahme und Konfiguration

Der Medienkonverter EP9521-0020 setzt physikalisch 10/100 Mbit-Telegramme (Fast-Ethernet) von Kupferphysik (M8-Buchse) auf Lichtwellenleiter (Stecker LC Duplex) und zurück, um.

Je nachdem, ob EtherCAT-Telegramme oder Standard-Ethernet-Telegramme übertragen werden sollen, wird ein besonderes Verhalten vom Konverter erwartet.

Konfiguration per Drehschalter

Stellen Sie vor der Inbetriebnahme das gewünschte Protokoll (EtherCAT / Ethernet) und die Frame-Laufrichtung über den Schalter S1 ein:



Die EP9521-0020 übernimmt die Einstellung des Drehschalters beim Anlegen der Betriebsspannung, es sei denn, der Drehschalter steht in einer unzulässigen Stellung. Dann übernimmt die EP9521-0020 die Einstellung, sobald der Drehschalter auf eine gültige Position eingestellt wird.

Falls der Drehschalter während des gültigen Betriebs verstellt wird, ändert die EP9521-0020 die Funktion nicht, zeigt diesen Zustand aber durch Status-LEDs an, siehe Kapitel [Status-LEDs](#) [► 13]. Vor dem nächsten Spannungs-Neustart ist die richtige Schalterstellung wiederherzustellen!

Die möglichen Schalterstellungen für die verfügbaren Protokolle finden Sie in den folgenden Kapiteln:

- [Konfiguration für EtherCAT](#) [► 34]
- [Konfiguration für Ethernet](#) [► 37]

6.1 Einbinden in ein TwinCAT-Projekt

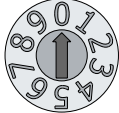
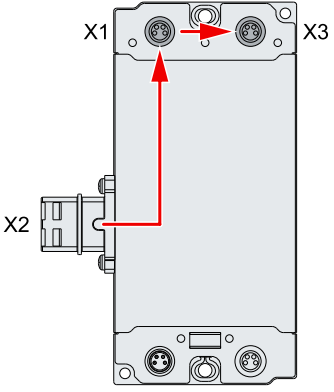

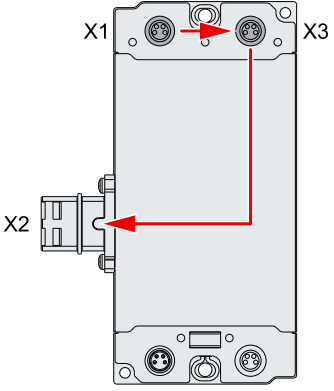
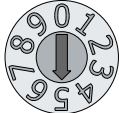
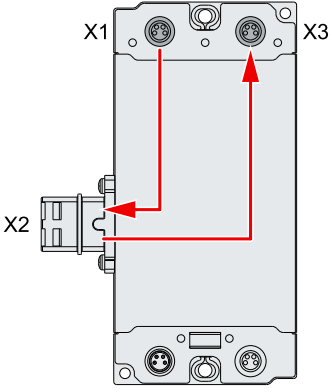
Die Vorgehensweise zum Einbinden in ein TwinCAT-Projekt ist in dieser [Schnellstartanleitung](#) beschrieben.

6.2 Konfiguration für EtherCAT

Die EP9521-0020 erfüllt die folgenden Voraussetzungen für den Einsatz als EtherCAT-Medienkonverter:

- Konstante geringe Durchlaufverzögerung der Frames, unabhängig von der Framelänge
- Schnelle Link-Detektion bei Aufbau und Abbau der Verbindung
- Kennung als eigenes EtherCAT-Gerät mit Diagnose

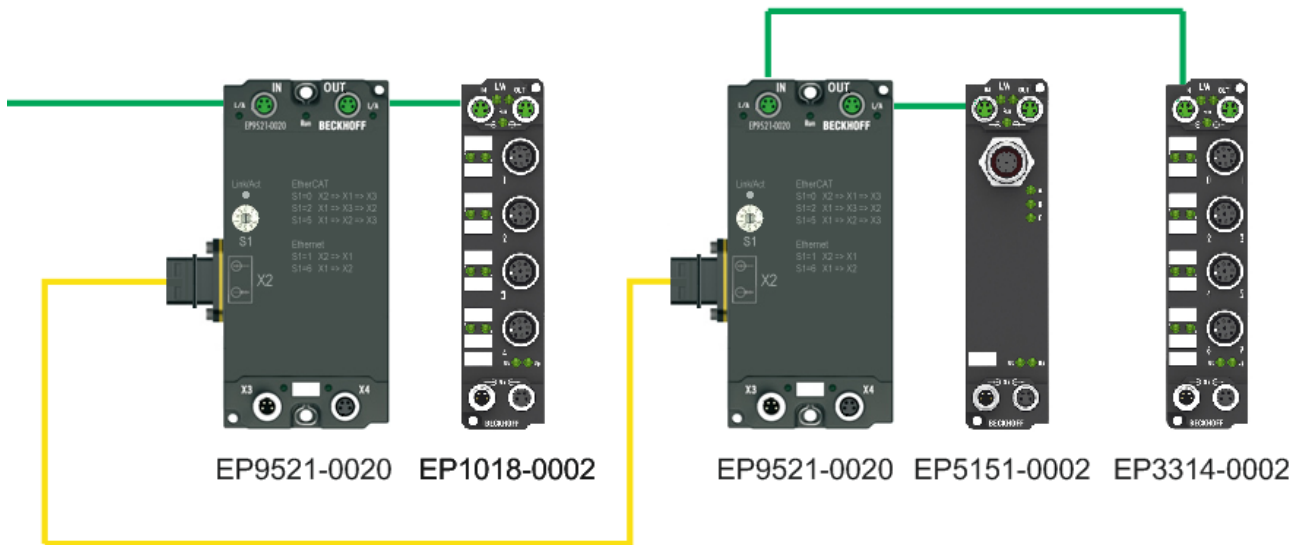
Stellen Sie vor der Inbetriebnahme die gewünschte Laufrichtung der EtherCAT-Frames über den Drehschalter S1 ein:

Drehschalter S1	Schalterposition	Laufrichtung der EtherCAT-Frames	
	0	X2 ► X1 ► X3	
	2	X1 ► X3 ► X2	
	5	X1 ► X2 ► X3	

Beispiel

In der folgenden Abbildung werden die EP9521-0020 wie folgt betrieben:

- Die linke EP9521-0020 als Medienkonverter Kupfer auf LWL (S1 = 5)
- Die rechte EP9521-0020 als Medienkonverter LWL auf Kupfer (S1 = 0)

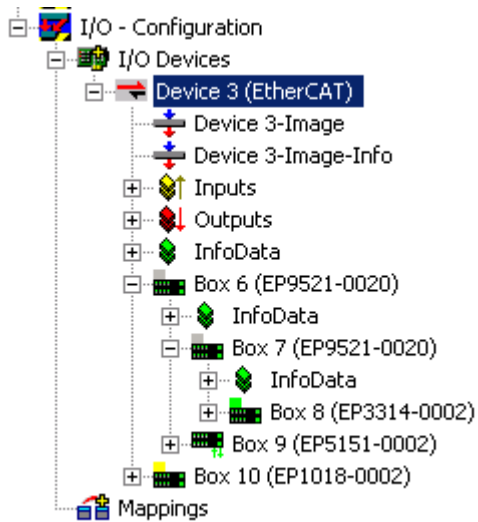


Die Laufrihtung des EtherCAT Frames ist also wie folgt:

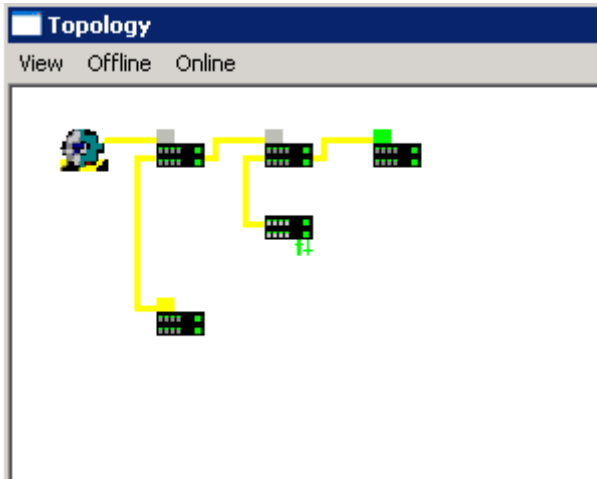
MASTER ► X1 (EP9521_1) ► X2(EP9521_1) ► X2(EP9521_2) ► X1(EP3314) ► X3(EP5151) ► X3(EP9521_1) ► X2(EP9521_1) ► X3(EP1018) ► MASTER

In TwinCAT wird die Netzwerkstruktur wie folgt dargestellt:

- Solution Explorer:



- Topologie-Ansicht:


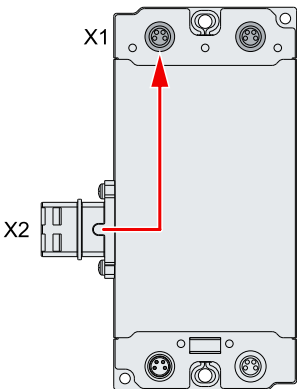

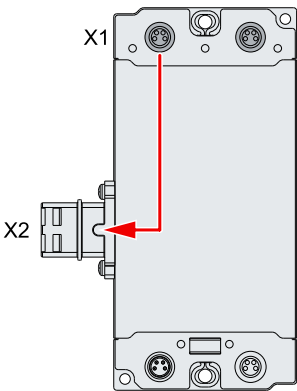


Wird die gegensätzliche Drehrichtung eingestellt, ist das Folgeverhalten vom EtherCAT-Master abhängig. Unter Umständen wird die gescannte EP9521-0020 dann an einer anderen Position in die Topologie eingebaut oder er verursacht eine INIT_VPRS-Fehlermeldung des EtherCAT-Masters.

6.3 Konfiguration für Ethernet

Im Ethernet-Betrieb werden nur die Ports X1 und X2 unterstützt.

Stellen Sie vor der Inbetriebnahme die gewünschte Laufrichtung der Ethernet-Frames über den Schalter S1 wie folgt ein:

Schalter S1	Schalterposition	Laufrichtung der Ethernet-Frames	
	1	X2 ► X1	
	6	X1 ► X2	

6.3.1 Link Loss Forwarding

Eine Ethernet-Verbindung ist eine verwaltete Punkt-zu-Punkt-Verbindung zwischen zwei intelligenten Endgeräten.

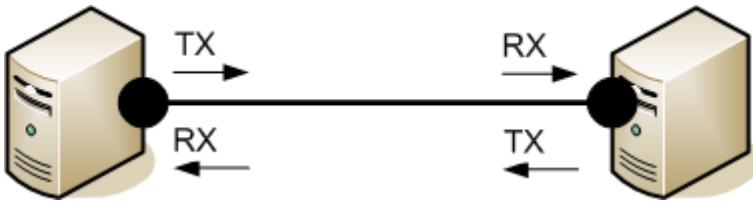


Abb. 16: Punkt-zu-Punkt-Verbindung zwischen zwei Ethernet-Geräten

Beide Geräte senden in Ihre Ethernet-Verbindung das sog. Idle-Muster. Wenn sie auch ein entsprechendes Muster empfangen, ist die Verbindung und damit der sog. *Link* hergestellt. In diesem Fall ist beiden Geräten bekannt, dass sie diese Verbindung benutzen können. Wird die Verbindung unterbrochen, besteht kein Link mehr und beide Geräte zeigen das durch z. B. die LEDs an.

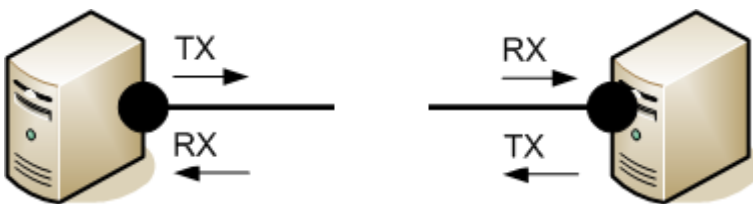


Abb. 17: Unterbrochene Punkt-zu-Punkt-Verbindung

Wenn ein Medienkonverter zwischen beide Stationen geschaltet wird, ist auch dieser ein intelligenter Sender/Empfänger. Würde hier die Verbindung C gestört, würde Teilnehmer A davon nicht unbedingt informiert, er würde weiter Daten an den Konverter über den bestehenden Link B schicken, wo die Daten "versickern". Deshalb unterstützt die EP9521 *Link Loss Forwarding* (LLF) in **eine auszuwählende Richtung**. Die Melderichtung wird durch die Drehwahlschalterstellung ausgewählt. Stellt der Konverter also bei in Abb. *Zwischengeschalteter Medienkonverter in Ethernet-Verbindung* eine Unterbrechung von Verbindung C fest, entzieht er auch Verbindung B den Link.

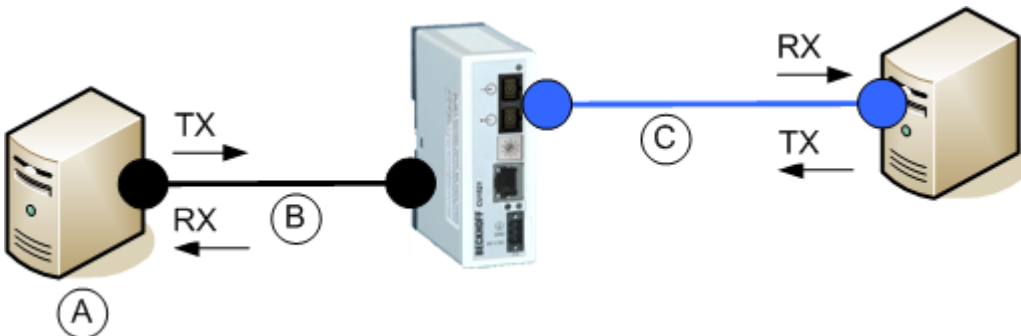


Abb. 18: Zwischengeschalteter Medienkonverter in Ethernet-Verbindung

In den beiden IP-Einstellungen arbeitet der EP9521 als Store-and-Forward-Netzwerkgerät mit Checksummen-Prüfung. Fehlerhafte Frames (CRC-Fehler), zu kurze (<64 Bytes) und zu lange (>1536 Bytes) Frames werden nicht weitergeleitet.

6.4 Wiederherstellen des Auslieferungszustandes

Um den Auslieferungszustand der Backup-Objekte bei den ELxxxx-Klemmen / EPxxxx- und EPPxxxx-Box-Modulen wiederherzustellen, kann im TwinCAT System Manger (Config-Modus) das CoE-Objekt *Restore default parameters, Subindex 001* angewählt werden).

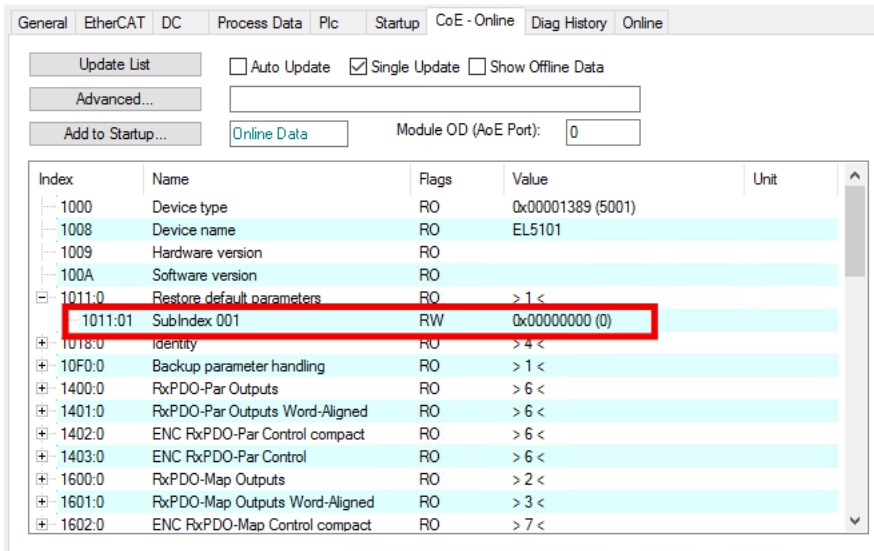


Abb. 19: Auswahl des PDO Restore default parameters

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

Alle Backup-Objekte werden so in den Auslieferungszustand zurückgesetzt.

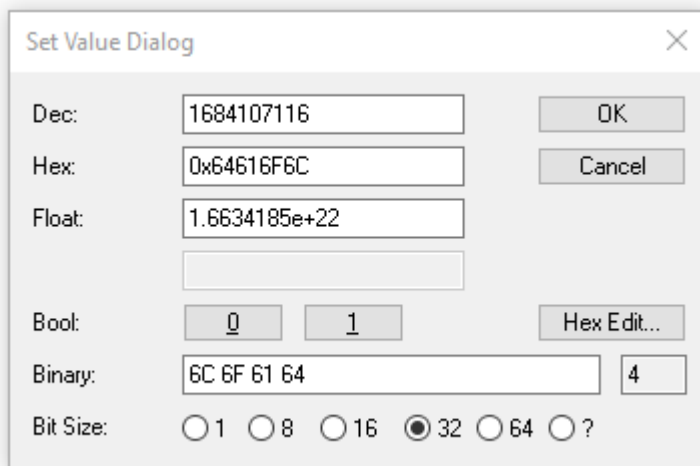


Abb. 20: Eingabe des Restore-Wertes im Set Value Dialog

i Alternativer Restore-Wert

Bei einigen Modulen älterer Bauart lassen sich die Backup-Objekte mit einem alternativen Restore-Wert umstellen:

Dezimalwert: 1819238756

Hexadezimalwert: 0x6C6F6164

Eine falsche Eingabe des Restore-Wertes zeigt keine Wirkung!

7 Anhang

7.1 Allgemeine Betriebsbedingungen

Schutzarten nach IP-Code

In der Norm IEC 60529 (DIN EN 60529) sind die Schutzgrade festgelegt und nach verschiedenen Klassen eingeteilt. Schutzarten werden mit den Buchstaben „IP“ und zwei Kennziffern bezeichnet: **IPxy**

- Kennziffer x: Staubschutz und Berührungsschutz
- Kennziffer y: Wasserschutz

x	Bedeutung
0	Nicht geschützt
1	Geschützt gegen den Zugang zu gefährlichen Teilen mit dem Handrücken. Geschützt gegen feste Fremdkörper Ø 50 mm
2	Geschützt gegen den Zugang zu gefährlichen Teilen mit einem Finger. Geschützt gegen feste Fremdkörper Ø 12,5 mm
3	Geschützt gegen den Zugang zu gefährlichen Teilen mit einem Werkzeug. Geschützt gegen feste Fremdkörper Ø 2,5 mm
4	Geschützt gegen den Zugang zu gefährlichen Teilen mit einem Draht. Geschützt gegen feste Fremdkörper Ø 1 mm
5	Geschützt gegen den Zugang zu gefährlichen Teilen mit einem Draht. Staubgeschützt. Eindringen von Staub ist nicht vollständig verhindert, aber der Staub darf nicht in einer solchen Menge eindringen, dass das zufriedenstellende Arbeiten des Gerätes oder die Sicherheit beeinträchtigt wird
6	Geschützt gegen den Zugang zu gefährlichen Teilen mit einem Draht. Staubdicht. Kein Eindringen von Staub

y	Bedeutung
0	Nicht geschützt
1	Geschützt gegen Tropfwasser
2	Geschützt gegen Tropfwasser, wenn das Gehäuse bis zu 15° geneigt ist
3	Geschützt gegen Sprühwasser. Wasser, das in einem Winkel bis zu 60° beiderseits der Senkrechten gesprüht wird, darf keine schädliche Wirkung haben
4	Geschützt gegen Spritzwasser. Wasser, das aus jeder Richtung gegen das Gehäuse spritzt, darf keine schädlichen Wirkungen haben
5	Geschützt gegen Strahlwasser.
6	Geschützt gegen starkes Strahlwasser.
7	Geschützt gegen die Wirkungen beim zeitweiligen Untertauchen in Wasser. Wasser darf nicht in einer Menge eintreten, die schädliche Wirkungen verursacht, wenn das Gehäuse für 30 Minuten in 1 m Tiefe in Wasser untergetaucht ist

Chemische Beständigkeit

Die Beständigkeit bezieht sich auf das Gehäuse der IP67-Module und die verwendeten Metallteile. In der nachfolgenden Tabelle finden Sie einige typische Beständigkeiten.

Art	Beständigkeit
Wasserdampf	bei Temperaturen >100°C nicht beständig
Natriumlauge (ph-Wert > 12)	bei Raumtemperatur beständig > 40°C unbeständig
Essigsäure	unbeständig
Argon (technisch rein)	beständig

Legende

- beständig: Lebensdauer mehrere Monate
- bedingt beständig: Lebensdauer mehrere Wochen
- unbeständig: Lebensdauer mehrere Stunden bzw. baldige Zersetzung

7.2 Zubehör

Befestigung

Bestellangabe	Beschreibung	Link
ZS5300-0011	Montageschiene	Website

Beschriftungsmaterial, Schutzkappen

Bestellangabe	Beschreibung
ZS5000-0010	Schutzkappe für M8-Buchsen, IP67 (50 Stück)
ZS5100-0000	Beschriftungsschilder nicht bedruckt, 4 Streifen à 10 Stück
ZS5000-xxxx	Beschriftungsschilder bedruckt, auf Anfrage

Leitungen

Eine vollständige Übersicht von vorkonfektionierten Leitungen finden Sie auf der Website von Beckhoff: [Link](#).

Bestellangabe	Beschreibung	Link
ZK1090-3xxx-xxxx	EtherCAT-Leitung M8, grün	Website
ZK1093-3xxx-xxxx	EtherCAT-Leitung M8, gelb	Website
ZK2020-3xxx-xxxx	Powerleitung M8, 4-polig	Website

Werkzeug

Bestellangabe	Beschreibung
ZB8801-0000	Drehmoment-Schraubwerkzeug für Stecker, 0,4...1,0 Nm
ZB8801-0001	Wechselklinge für M8 / SW9 für ZB8801-0000

i Weiteres Zubehör

Weiteres Zubehör finden Sie in der Preisliste für Feldbuskomponenten von Beckhoff und im Internet auf <https://www.beckhoff.com>.

7.3 Versionsidentifikation von EtherCAT-Geräten

7.3.1 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.

7.3.2 Versionsidentifikation von IP67-Modulen

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

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

Syntax: D ww yy x y z u

- D - Vorsatzbezeichnung
- ww - Kalenderwoche
- yy - Jahr
- x - Firmware-Stand der Busplatine
- y - Hardware-Stand der Busplatine
- z - Firmware-Stand der E/A-Platine
- u - Hardware-Stand der E/A-Platine

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

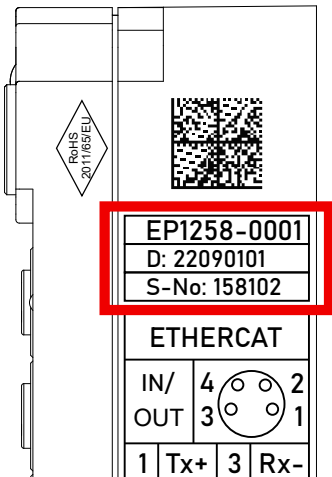


Abb. 21: EP1258-0001 IP67 EtherCAT Box mit Chargennummer/ DateCode 22090101 und eindeutiger Seriennummer 158102

7.3.3 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.

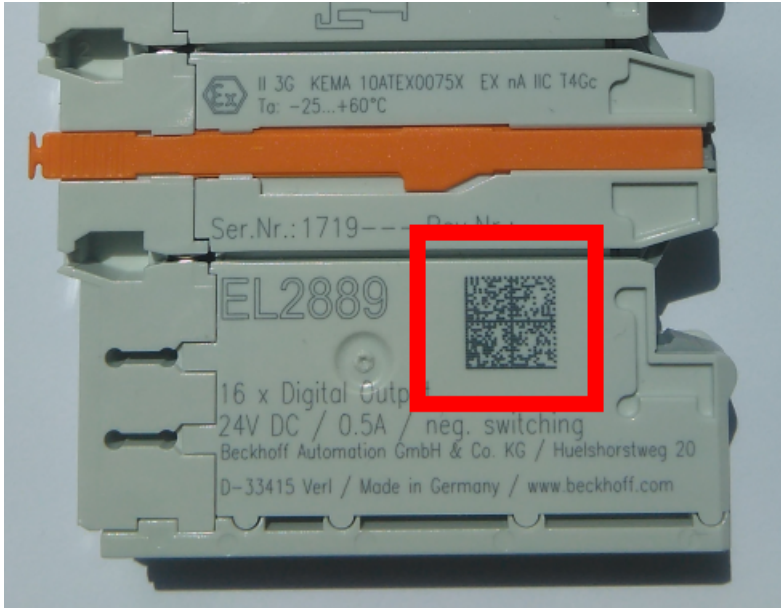


Abb. 22: BIC als Data Matrix Code (DMC, Code-Schema ECC200)

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

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

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

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

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

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

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

Aufbau des BIC

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

1P072222SBTNk4p562d7**1KEL1809 Q1 51S678294**

Entsprechend als DMC:



Abb. 23: Beispiel-DMC **1P072222SBTNk4p562d71KEL1809 Q1 51S678294**

BTN

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

HINWEIS

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

7.3.4 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.

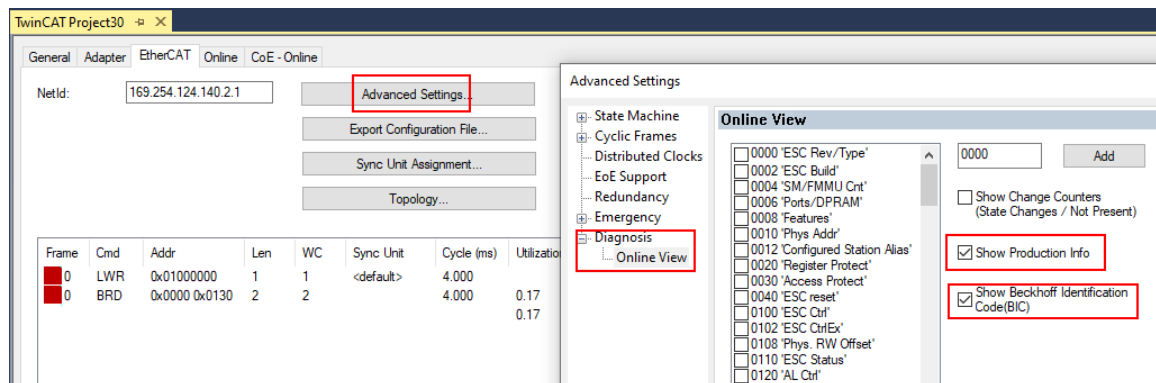
EtherCAT-Geräte (IP20, IP67)

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

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

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

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



- Die BTN und Inhalte daraus werden dann angezeigt:

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

- Hinweis: ebenso können wie in der Abbildung zu sehen die seit 2012 programmierten Produktionsdaten HW-Stand, FW-Stand und Produktionsdatum per „Show Production Info“ angezeigt werden.
- Zugriff aus der PLC: Ab TwinCAT 3.1. Build 4024.24 stehen in der Tc2_EtherCAT Library ab v3.3.19.0 die Funktionen `FB_EcReadBIC` und `FB_EcReadBTN` zum Einlesen in die PLC bereit.
- Bei EtherCAT-Geräten mit CoE-Verzeichnis kann zusätzlich das Objekt 0x10E2:01 zur Anzeige der eigenen eBIC vorhanden sein, auch hierauf kann die PLC einfach zugreifen:

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

Index	Name	Flags	Value
1000	Device type	RO	0x015E1389 (22942601)
1008	Device name	RO	ELM3704-0000
1009	Hardware version	RO	00
100A	Software version	RO	01
100B	Bootloader version	RO	J0.1.27.0
1011:0	Restore default parameters	RO	> 1 <
1018:0	Identity	RO	> 4 <
10E2:0	Manufacturer-specific Identification C...	RO	> 1 <
10E2:01	Subindex 001	RO	1P158442SBTN0008jckp1KELM3704 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 herstellerepezifische Inhalt mithilfe einer Category nach ETG.2010 abgelegt. Durch die ID 03 ist für alle EtherCAT-Master vorgegeben, dass sie im Updatefall diese Daten nicht überschreiben bzw. nach einem ESI-Update die Daten wiederherstellen sollen. Die Struktur folgt dem Inhalt des BIC, siehe dort. Damit ergibt sich ein Speicherbedarf von ca. 50..200 Byte im EEPROM.
- Sonderfälle
 - Bei einer hierarchischen Anordnung mehrerer ESC (EtherCAT Slave Controller) in einem Gerät trägt lediglich der oberste ESC die eBIC-Information.
 - Sind mehrere ESC in einem Gerät verbaut die nicht hierarchisch angeordnet sind, tragen alle ESC die eBIC-Information gleich.
 - Besteht das Gerät aus mehreren Sub-Geräten mit eigener Identität, aber nur das TopLevel-Gerät ist über EtherCAT zugänglich, steht im CoE-Objekt-Verzeichnis 0x10E2:01 die eBIC dieses ESC, in 0x10E2:nn folgen die eBIC der Sub-Geräte.

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

Mehr Informationen:
www.beckhoff.com/ep9521-0020/

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

