

Application Note LED-Terminal

Möglichkeiten zur Ansteuerung von LEDs mit Beckhoff EtherCAT- und Busklemmen

Keywords

- LED
- LED-Ansteuerung
- Beleuchtung
- Lichtsteuerung
- Lichttechnik
- Dimmen
- EL2564, EL2564-0010
- EL2574
- EL2595, EL2596
- Spannungsregelung
- Stromregelung
- PWM
- DMX
- EtherCAT-Klemme
- Busklemme

LED-Ansteuerung mit EtherCAT- und Busklemmen

Diese Application Note beschreibt verschiedene Möglichkeiten zur Ansteuerung von unterschiedlichen LED-Arten mit EtherCAT- und Busklemmen. Es werden zunächst die Grundlagen von LEDs beschrieben. Anschließend wird die Ansteuerung dieser durch Produkte aus dem Beckhoff I/O-System erläutert.

Eine LED (von engl. Light Emitting Diode, Leuchtdiode) wandelt elektrische Energie in Licht um. Eine LED besteht aus einem Halbleiter-PN-Übergang. Wie bei einer klassischen Halbleiterdiode gibt es bei einer LED eine Sperr- und eine Durchlassrichtung. Bei dem Betrieb in Durchlassrichtung rekombinieren die überschüssigen Elektronen im Halbleiter mit den Elektronenlöchern und geben dabei Energie in Form von Photonen ab. Die Energie der emittierten Photonen bestimmt die Wellenlänge, die die Farbe des Lichts vorgibt. Die Energie, und damit die Lichtfarbe, ist abhängig vom verwendeten Halbleitermaterial.

Application Note LED-Terminal

Möglichkeiten zur Ansteuerung von LEDs mit Beckhoff EtherCAT- und Busklemmen

Wichtige Kennwerte, die bei der Auswahl der LED und der Auswahl der Ansteuerung beachtet werden müssen sind folgende:

1.) Vorwärtsstrom I_F [mA]

Der Vorwärtsstrom einer LED ist der Strom, der über die Leitungen der LED in Durchlassrichtung von der Anode (+) zur Kathode (-) fließt. Bei dem Maximalwert des Vorwärtsstroms kann unterschieden werden zwischen dem maximalen Vorwärtsstrom im Dauerlichtbetrieb oder im Impulsbetrieb. Der maximale Vorwärtsstrom ist im Impulsbetrieb in der Regel höher als im Dauerlichtbetrieb.

2.) Nennstrom I_N [mA]

Wenn die LED mit einem Vorwärtsstrom betrieben wird, der dem Nennstrom entspricht, hat die LED ihre im Datenblatt spezifizierten Eigenschaften, wie z. B. die Nennhelligkeit. Bei einem Betrieb mit $I_F > I_N$ sinkt die Lebensdauer der LED, da das zu erhöhter Wärmeentwicklung führt. Übliche Nennströme für LEDs sind 20 mA, 350 mA und 1000 mA.

3.) Durchlassspannung U_D [V]

Die Durchlassspannung gibt die Höhe der elektrischen Spannung an, die erforderlich ist, damit die LED leitend wird. Wenn die Durchlassspannung zwischen Anode (+) und Kathode (-) anliegt, dann fließt ein Strom in Durchlassrichtung durch die LED. Die Höhe der Durchlassspannung ist bei einer einzelnen LED abhängig vom Halbleitermaterial. Typische Werte für die Durchlassspannung für verschiedene LEDs sind z. B. 1,6 V für rot und 2,6 V für blau emittierende LEDs (siehe Tabelle 1).

4.) Vorwärtsspannung U_F [V]

Die Vorwärtsspannung einer LED ist die Spannung, die in Durchlassrichtung zwischen der Anode (+) zur Kathode (-) anliegt. Die Vorwärtsspannung ist abhängig vom Vorwärtsstrom $U_F = f(I_F)$. Diese Abhängigkeit ist stark nicht linear. Beispielhaft ist eine Beziehung von U_F und I_F in der Abbildung 1 dargestellt.

5.) Sperrspannung U_R [V]

Als Sperrspannung wird die elektrische Spannung bezeichnet, die in Sperrichtung an der LED anliegt. Im Datenblatt ist häufig die maximale Sperrspannung angegeben. Diese maximale Sperrspannung darf nicht überschritten werden, da es sonst zur Zerstörung der LED kommt. Ein typischer Wert für Sperrspannungen von LEDs ist 5 V.

6.) Typ. Wellenlänge λ [nm]

Die typ. Wellenlänge ist die Wellenlänge des emittierten Lichts im Nennpunkt.

Application Note LED-Terminal

Möglichkeiten zur Ansteuerung von LEDs mit Beckhoff EtherCAT- und Busklemmen

Die Kennlinie einer LED ist stark nichtlinear. Ohne Anlegen einer äußeren Spannung ist eine LED nichtleitend. Erst wenn mindestens die angelegte Vorwärtsspannung U_F größer als die Durchlassspannung U_D ist und so die Bandlücke von den Elektronen überwunden wird, beginnt die LED zu leiten. Der Anstieg des Vorwärtsstroms ist dabei nicht proportional zur angelegten Vorwärtsspannung. Eine kleine Spannungsänderung kann eine große Stromänderung bedingen. Eine kleine Spannungsänderung führt, aufgrund der Proportionalität von Lichtstrom und Stromstärke, zu einer starken Änderung der Lichtemission. Das bedeutet, dass LEDs in der Regel nur mit einer Strombegrenzung in beliebiger Form betrieben werden dürfen, da sonst bereits bei geringen Schwankungen der anliegenden Spannung die LED zerstört werden kann.



Abbildung 1: Beispielhafte Kennlinie einer LED

Es gibt vier gängige Ansteuerungsarten für LEDs:

- Spannungsbetrieb (S. 4)
- Strombetrieb (S. 9)
- Pulsweitenmodulation (S. 11)
- Kommunikationsprotokoll (S. 15)
- Pulse-Train (S. 16)

Jede Ansteuerung hat Vor- und Nachteile für bestimmte Anwendungsfälle, sodass je nach Anwendungsfall entschieden werden muss, was eingesetzt wird.

Einsatzfelder von LED-Beleuchtung sind die Beleuchtung von Gebäuden, Bühnenapplikationen, die Beleuchtung von Maschinen, Visualisierung des Status einer Maschine und Machine-Vision. Die folgende Tabelle zeigt die beispielhafte Verwendung der vier Ansteuerungsmöglichkeiten für verschiedene Einsatzfelder. Diese Tabelle ist nicht vollständig und muss für die jeweilige Anwendung individuell geprüft werden.

Application Note LED-Terminal

Möglichkeiten zur Ansteuerung von LEDs mit Beckhoff EtherCAT- und Busklemmen

	Applikation		
	Gebäude-/Bühnentechnik	Generelle Maschinenbeleuchtung	Maschine-Vision
Dimmen	Kommunikationsprotokoll, PWM	Kommunikationsprotokoll, PWM	Strombetrieb
An/Aus (nicht dimmen)/ Pulsen (Stroboskop-Funktion)	Kommunikationsprotokoll, Spannungsbetrieb	Kommunikationsprotokoll, Spannungsbetrieb	Strombetrieb

Tabelle 1: Zuordnung der Ansteuerungsarten zu verschiedenen beispielhaften Applikationen von LEDs

Im Folgenden sollen die verschiedenen Ansteuerungsarten von einfarbigen, sowie mehrfarbigen LEDs mit digitalen Ausgangs-I/Os von Beckhoff beschrieben werden.

Spannungsbetrieb

Der Spannungsbetrieb, z. B. an einer Batterie oder einem Netzgerät, ist eine einfache und kostengünstige Art LEDs anzusteuern. Es wird lediglich ein zusätzlicher Vorwiderstand R_S benötigt. Durch das lineare Verhalten eines ohmschen Widerstandes wird die Gesamtschaltung durch R_S deutlich unempfindlicher für Spannungsänderungen, wodurch sich eine robuste LED-Ansteuerung ergibt.

Formeln für den Vorwiderstand:

$$- \text{ 1 LED: } R_S = \frac{U_R}{I_{LED}} = \frac{U - U_{LED}}{I_{LED}}$$

$$- \text{ n LEDs in Reihenschaltung: } R_S = \frac{U_R}{I_{LED}} = \frac{U - U_{LED, 1} - U_{LED, 2} - \dots - U_{LED, n}}{I_{LED}}$$

Diese Art der Ansteuerung hat den Nachteil, dass die Lichtstärke nicht präzise geregelt werden kann. Wie eingangs beschrieben führt eine geringe Spannungsänderung zu einer hohen Stromänderung und damit zu einer starken Änderung der Lichtstärke. Bei der Spannungsregelung kann es bei Schwankungen der Versorgungsspannung zu einem direkten Einfluss auf die Lichtstärke der LED kommen. Zu berücksichtigen ist auch, dass die elektrischen Eigenschaften des Widerstands temperaturabhängig sind und einer Alterung unterliegen.

- **Vorteile:** einfache Auslegung, einfache Ansteuerung, die Helligkeit der LED kann direkt über die Spannung eingestellt werden, der Vorwiderstand limitiert den Peak-Strom
- **Nachteile:** zusätzlicher Widerstand, Abwärme durch den Widerstand

Application Note LED-Terminal

Möglichkeiten zur Ansteuerung von LEDs mit Beckhoff EtherCAT- und Busklemmen

Aus dem Produktportfolio von Beckhoff können zur Ansteuerung im Spannungsbetrieb folgende digitale Standard-Ausgänge verwendet werden (Stand: 08.2023).

EtherCAT Klemmen – positivschaltend				
	24 V DC	12 V DC	5 V DC	24...72 V DC
± 20 mA			EL2124	
0,5 A	EL200x EL206x mit Diagnose EL2809 EM2042 Klemmenmodul, D-Sub-Anschluss EL2014 mit Diagnose EL2819, EL2869 mit Diagnose EL2872 Flachbandkabel EL2878-0005 Flachbandkabel, Diagnose EL2202 T_{on}/T_{off} 1 μ s EL225x Timestamp EL2262 Oversampling EL2808 0 V Ausgänge EL1259 Multi-Timestamp Ein-/Ausgänge EL1859 Ein-/Ausgänge			
2 A	EL202x EL2828 EL203x mit Diagnose	EL2024-0010		
2 x 4 A/1 x 8 A	EL2042			
10 A Peak				EL2212
EtherCAT Klemmen – masseschaltend				
	24 V DC			
0,5 A	EL208x EL2889 EL2872-0010 Flachbandkabel			

Application Note LED-Terminal

Möglichkeiten zur Ansteuerung von LEDs mit Beckhoff EtherCAT- und Busklemmen

Busklemmen – positivschaltend		
	24 V DC	5 V DC
± 20 mA		KL2124
0,5 A	KL2012 KL2114 KL2408 KL2809 KL2032 Verpolungsschutz KL2212, KL2819 Diagnose KL2404 2-Leiter-Anschluss KL2872 Flachbandkabel KL2808 0 V Ausgänge KL1859 Ein-/Ausgänge KM200x Klemmenmodul KM2042 Klemmenmodul, D-Sub-Anschluss	
2 A	KL2022 KL2134 Verpolungsschutz KL2424 2-Leiter-Anschluss KL2828 0 V Ausgänge	
4 A	KL2442 2-Leiter-Anschluss	

Busklemmen – masseschaltend		
	24 V DC	
0,5 A	KL2184 KL2488 KL2889	

Die Helligkeit der LED kann im Spannungsbetrieb an Beckhoff-I/Os über den Vorwiderstand (fest oder über Potentiometer) eingestellt werden. Einer der Vorzüge des schnellen EtherCAT-Bus ist, dass eine PWM aus der zentralen Steuerung erfolgen kann. Daher kann aus der SPS eine Pulsweitenmodulation erzeugt werden, sodass die Helligkeit der LED farbecht geändert werden kann. Dabei ist bei allen oben aufgeführten Klemmen eine maximal umsetzbare PWM-Frequenz zu beachten. Für die maximal umsetzbare Frequenz sind die Ein- und Ausschaltzeiten T_{on} und T_{off} aus den technischen Daten der Klemmenspezifikationen in der Dokumentation zu prüfen. Für die Ansteuerung mittels PWM werden spezielle PWM-Klemmen empfohlen, da es bei der schnellen Ansteuerung in der Klemme durch Umladungsverluste zu erheblicher Wärmeentwicklung kommen kann.

Application Note LED-Terminal

Möglichkeiten zur Ansteuerung von LEDs mit Beckhoff EtherCAT- und Busklemmen



GEFAHR:

Aufgrund des hochfrequenten Ein- und Ausschaltens des Lichts besteht die Gefahr eines stroboskopischen Effekts. Wenn die Frequenz des emittierten Lichts phasengleich einer vielfachen Frequenz der Bewegung von z. B. eines drehenden Maschinenteils entspricht, kann es durch einen stroboskopischen Effekt trotz Bewegung der Maschine scheinen, als ob sie stillsteht. Das kann zu einer Fehlinterpretation eines Bedieners führen, der aufgrund des scheinbar stillstehenden Maschinenteils eingreift. Dadurch kann es zu schwerwiegenden Verletzung bis zum Tod führen.

1.) Einfarbige LEDs

Für einfarbige LEDs können alle Standard-Ausgangsklemmen verwendet werden, unabhängig davon, ob sie masse- oder positivschaltend sind. Der Anschluss einer einfarbigen LED ist in der folgenden Abbildung beispielhaft an der EL2004 (positivschaltend) und der EL2084 (masseschaltend) gezeigt.

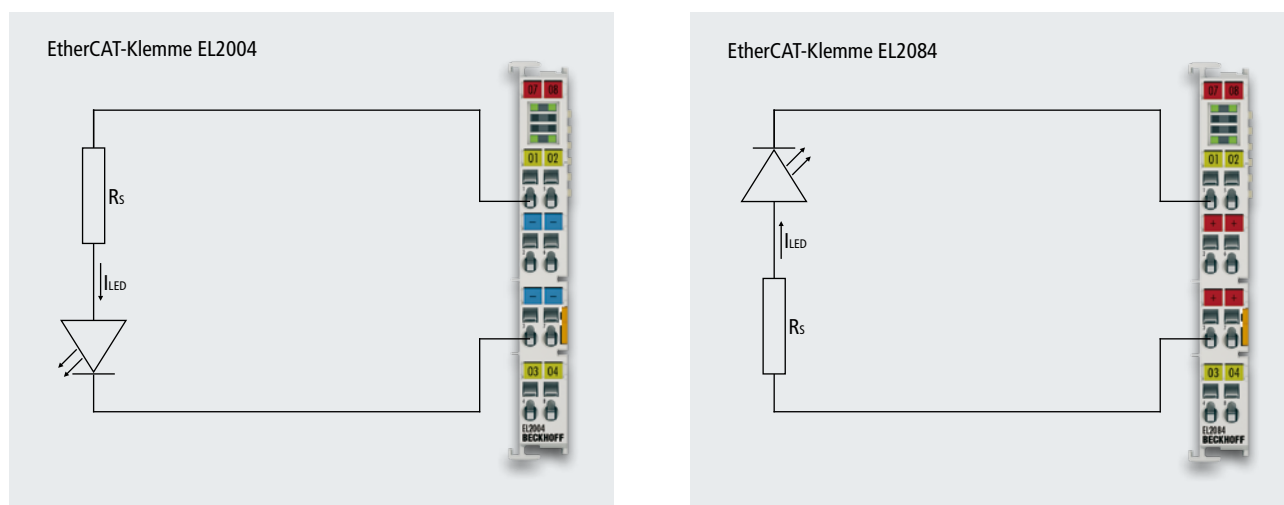


Abbildung 1: Einfarbige LED im Spannungsbetrieb am Standardausgang

Der Vorwiderstand muss anwendungsspezifisch berechnet werden. Eine Reihenschaltung von LEDs an digitalen Ausgangsklemmen ist möglich, muss aber in der Berechnung des Vorwiderstands berücksichtigt werden. Weiterhin muss beachtet werden, dass der Ausgangsstrom der digitalen Klemme ausreichend hoch ist, um die eingesetzte LED zu betreiben ($I_{\max} = \frac{U}{R_s}$).

Application Note LED-Terminal

Möglichkeiten zur Ansteuerung von LEDs mit Beckhoff EtherCAT- und Busklemmen

2.) Mehrfarbige LEDs

Bei mehrfarbigen LEDs muss auf die Verschaltungsart geachtet werden. Um Anschlussleitungen zu sparen, werden üblicherweise die Plus-Anschlüsse (Anode) auf einer Leitung vereint, genannt „Common Anode“. LEDs mit „Common Anode“ können nur an masseschaltenden Klemmen betrieben werden, die selteneren „Common Cathode“ dagegen an positivschaltenden. Mehrfarbige LEDs mit integriertem Vorwiderstand können direkt an digitale Ausgangsklemmen spannungsgesteuert angeschlossen werden. Andernfalls muss ein Vorwiderstand vorgeschaltet werden, um die LED nicht zu zerstören. Der Anschluss von mehrfarbigen LEDs ist in der folgenden Abbildung beispielhaft an der EL2004 (positivschaltend) und der EL2084 (masseschaltend) gezeigt. Die Vorwiderstände müssen für jede Farbe berechnet werden, da die unterschiedlichen Farben unterschiedliche Kennwerte (Durchlassspannung, etc.) haben.

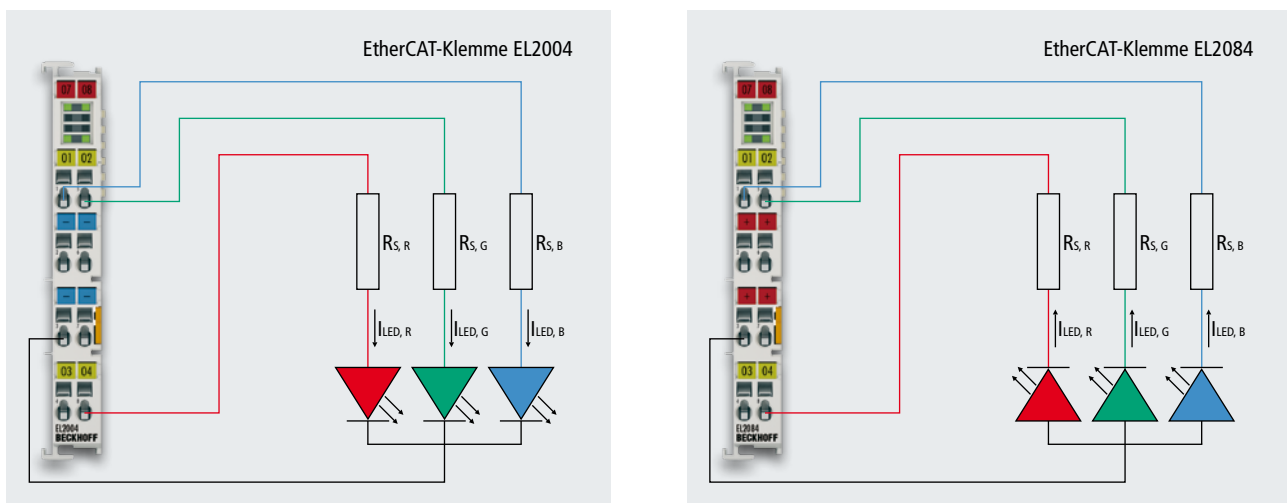


Abbildung 2: Mehrfarbige LED im Spannungsbetrieb am Standardausgang

Application Note LED-Terminal

Möglichkeiten zur Ansteuerung von LEDs mit Beckhoff EtherCAT- und Busklemmen

Strombetrieb

Wird keine Spannungsquelle (z. B. Batterie), sondern eine Stromquelle (elektronische Schaltung) verwendet, kann eine LED direkt betrieben werden. Bei der Stromregelung kann der Lichtstrom der LED ohne Widerstand direkt über den vorgegebenen Stromwert eingestellt werden. Schwankungen der Versorgungsspannung haben so keinen Einfluss auf den Lichtstrom der LED. Der Lichtstrom ist mit einer Stromregelung konstant und reproduzierbar. Die Stromregelung ist zum Beispiel in Machine-Vision-Anwendungen empfehlenswert.

- **Vorteile:** keine zusätzlichen Bauteile, die Helligkeit der LED wird direkt über den Strom eingestellt
- **Nachteile:** ggf. komplexe Stromquelle erforderlich

Für den Strombetrieb gibt es ebenfalls Produkte im Produktportfolio, die eingesetzt werden können. Die Stromregelungsklemmen sind für die Ansteuerung von LEDs ausgelegt, es wird kein Vorwiderstand für die LED benötigt. So können, neben dem einfachen Betrieb einer LED, mit den Stromregelungs- bzw. LED-Klemmen weitere Funktionalitäten, z. B. ein Triggereingang von einer Kamera, genutzt werden. Pulse mit Pulslängen von 25 µs und weniger sind mit den LED-Klemmen möglich. Mit der EL2596-00x0 ist neben dem stromgeregelten Betrieb auch ein spannungsgeregelter Betrieb, sowie ein strom-/spannungsgeregelter PWM-Betrieb möglich, sodass die Helligkeit farbecht geändert werden kann. Die Helligkeit kann im Strombetrieb direkt über den Strom durch die LED eingestellt werden.



GEFAHR:

Aufgrund des hochfrequenten Ein- und Ausschaltens des Lichts besteht die Gefahr eines stroboskopischen Effekts. Wenn die Frequenz des emittierten Lichts phasengleich einer vielfachen Frequenz der Bewegung von z. B. eines drehenden Maschinenteils entspricht, kann es durch einen stroboskopischen Effekt trotz Bewegung der Maschine scheinen, als ob sie stillsteht. Das kann zu einer Fehlinterpretation eines Bedieners führen, der aufgrund des scheinbar stillstehenden Maschinenteils eingreift. Dadurch kann es zu schwerwiegenden Verletzung bis zum Tod führen.

Um LEDs im stromgeregelten Betrieb zu betreiben, können folgende Produkte eingesetzt werden (Stand: 08.2023).

EtherCAT-Klemmen:

- EL2595: 1. Generation LED-Klemme, 2...48 V Ausgang auf-/abwärts regelbar, max. 700 mA
- EL2596-00x0: 2. Generation LED-Klemme, bis 24 V bzw. 48 V Ausgang, max. 3 A
- Weitere in Vorbereitung

Application Note LED-Terminal

Möglichkeiten zur Ansteuerung von LEDs mit Beckhoff EtherCAT- und Busklemmen

1.) Einfarbige LEDs

Einfarbige LEDs können an den stromgeregelten LED-Klemmen betrieben werden. Bei der EL2596-00x0 kann ein spannungsgeregelter Betriebsmodus ausgewählt werden. Weitere Informationen bzgl. Betriebsmodi, möglichen Einstellparametern und der Inbetriebnahme sind der Dokumentation auf der Website zu dem jeweiligen Produkt zu entnehmen.

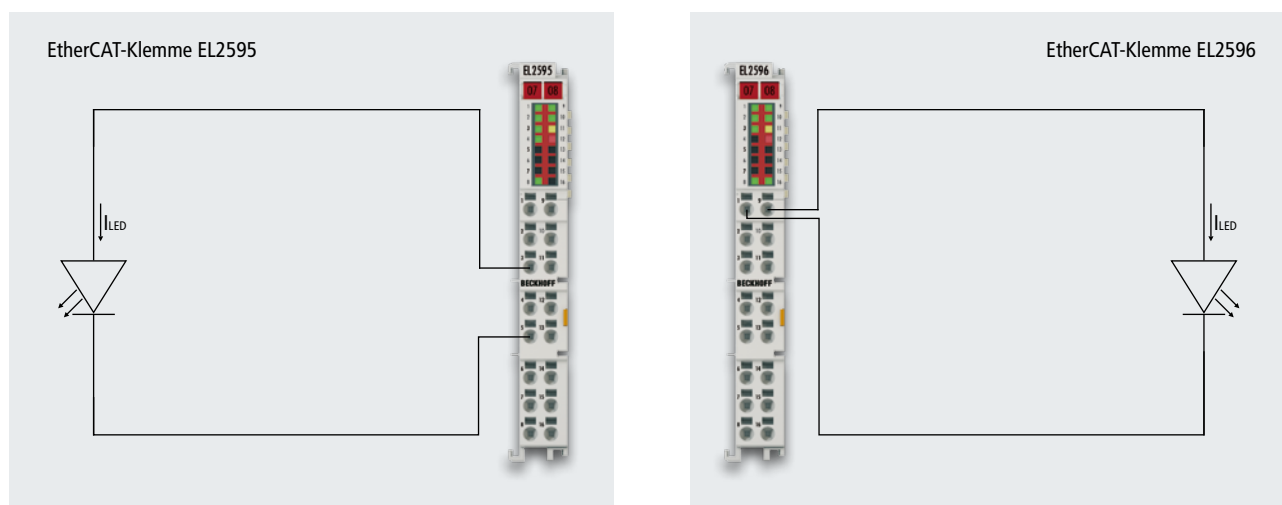


Abbildung 3: Einfarbige LED im Strombetrieb am LED-Ausgang

Weitere Informationen zu den Spezifikationen und der Verwendung dieser LED-Ansteuerungs-Klemmen sind in den produktspezifischen Dokumentationen und auf der Website zu finden.

Application Note LED-Terminal

Möglichkeiten zur Ansteuerung von LEDs mit Beckhoff EtherCAT- und Busklemmen

2.) Mehrfarbige LEDs

Mehrfarbige LEDs können nur an der EL2596-00x0 (mit oder ohne PWM) betrieben werden. Es können dabei nur „Common Anode“ LEDs eingesetzt werden. Wenn die LED im Spannungsbetrieb verwendet werden soll, ist die Verwendung von Vorwiderständen zwingend erforderlich. Im stromgeregelten Betrieb ist ein Betrieb ohne Vorwiderstände möglich. Weitere Informationen bzgl. Betriebsmodi, möglichen Einstellparametern und der Inbetriebnahme sind der Dokumentation auf der Website zu dem jeweiligen Produkt zu entnehmen.

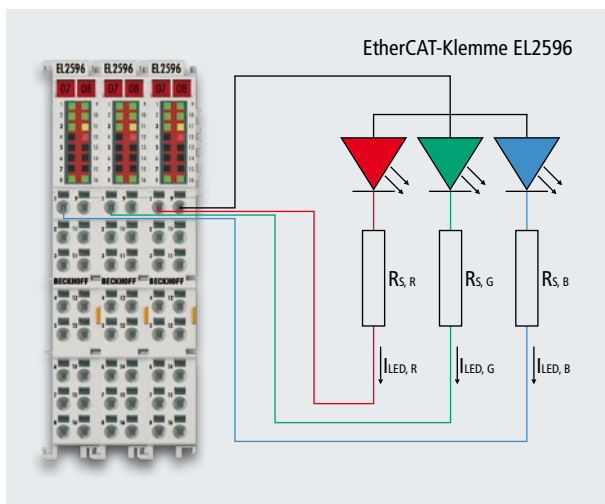


Abbildung 4: Mehrfarbige LEDs an der LED-Ansteuerungsquelle EL2596

Pulsweitenmodulation

Wird der Konstantstrom oder die Konstantspannung mit Vorwiderstand schnell getaktet, spricht man von einem PWM-Betrieb. Die Einstellung der Helligkeit kann farbecht über Pulsweitenmodulation (PWM) erfolgen. Durch Ein- und Ausschalten der Versorgung mit einer ausreichend hohen Frequenz und einem vorgegebenen Tastverhältnis (0...100 %) erscheint dem menschlichen Auge das Blinken wie ein Dauerlicht. Durch die Veränderung des Tastverhältnisses wird der über die Zeit gemittelte Strom durch die LED reduziert bzw. erhöht, wodurch die Helligkeit eingestellt wird.

- **Vorteile:** farbechte Helligkeitseinstellung
- **Nachteile:** Versorgung muss schnell ansteigende Ströme bereitstellen können, ggf. komplexe Versorgungsquelle erforderlich

PWM kann im Spannungsbetrieb aus der SPS oder in den LED-Klemmen im Strombetrieb verwendet werden.

Im I/O-Produktportfolio gibt es spezielle PWM-Klemmen, um am Ausgang Pulse zu erzeugen (Stand 05.2020).

Application Note LED-Terminal

Möglichkeiten zur Ansteuerung von LEDs mit Beckhoff EtherCAT- und Busklemmen

EtherCAT-Klemmen:

- EL2564-00x0: LED-Ansteuerung bis 48V/16 A, bis 16 kHz
- EL2502-00x0: Spannungsausgang bis 24 V/1 A, bis 125 kHz
- EL2535-xxxx: Stromausgang an induktiver Last bis 24 V/2 A, 30 kHz (Default); siehe Hinweis!
- EL2545: Stromausgang an induktiver Last bis 50 V/3,5 A, 32 kHz (Default); siehe Hinweis!

Busklemmen:

- KL2502: Spannungsausgang 24 V/1 A, bis 20 kHz
- KL2512: Spannungsausgang 24 V/1,5 A, bis 20 kHz, masseschaltend
- KL2535: Stromausgang an induktiver Last bis 24 V/1 A, 36 kHz; siehe Hinweis!
- KL2545: Stromausgang an induktiver Last bis 50 V/3,5 A, 36 kHz; siehe Hinweis!



HINWEIS:

Die stromgeregelten PWM-Ausgänge (EL2535-xxxx, EL2545, KL2535, KL2545) sind nicht für den direkten Betrieb einer LED geeignet, da die Pulsweitenstromklemmen induktive Lasten am Ausgang benötigen.



GEFAHR:

Aufgrund des hochfrequenten Ein- und Ausschaltens des Lichts besteht die Gefahr eines stroboskopischen Effekts. Wenn die Frequenz des emittierten Lichts phasengleich einer vielfachen Frequenz der Bewegung von z. B. eines drehenden Maschinenteils entspricht, kann es durch einen stroboskopischen Effekt trotz Bewegung der Maschine scheinen, als ob sie stillsteht. Das kann zu einer Fehlinterpretation eines Bedieners führen, der aufgrund des scheinbar stillstehenden Maschinenteils eingreift. Dadurch kann es zu schwerwiegenden Verletzung bis zum Tod führen.

Application Note LED-Terminal

Möglichkeiten zur Ansteuerung von LEDs mit Beckhoff EtherCAT- und Busklemmen

1.) Einfarbige LEDs

Bei den PWM-Klemmen ist ein Vorwiderstand für die LED zwingend erforderlich, da sie mit einer Spannungsausgabe arbeiten. Alle LEDs mit Vorwiderstand können direkt an der EL2564 (masseschaltend) oder EL2564-0010 (positiv-schaltend) betrieben werden. Die entsprechende Anschlussbelegung ist auf der Website und in der Dokumentation der jeweiligen Klemme beschrieben. Der Anschluss von einfarbigen LEDs an alternativen PWM-Ausgängen (positiv- und masseschaltend) ist in der folgenden Abbildung gezeigt.

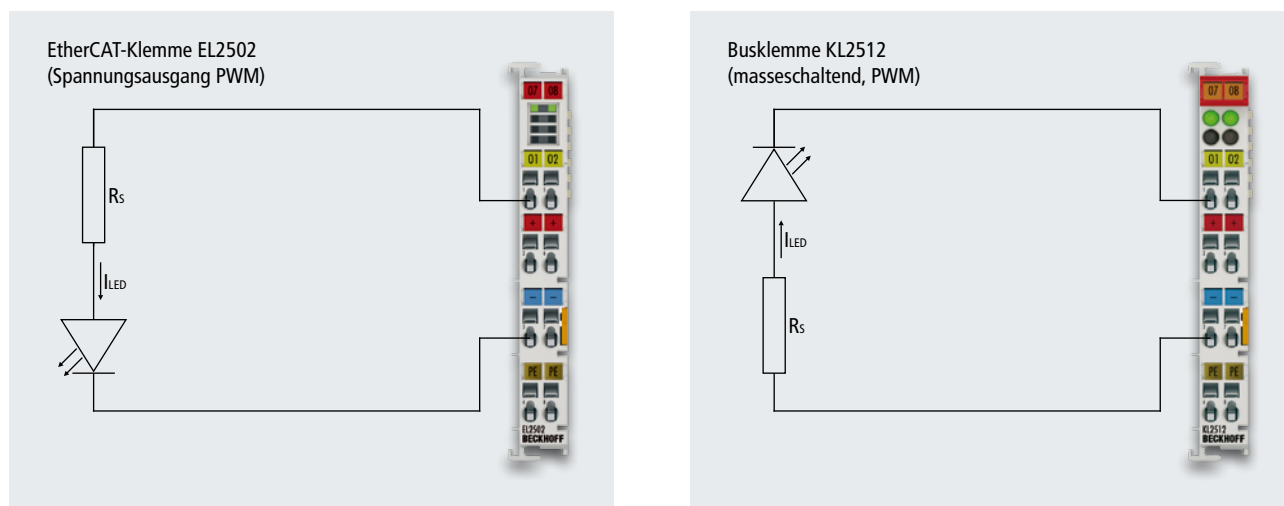


Abbildung 5: Einfarbige LED an einem pulsierenden Ausgang

Application Note LED-Terminal

Möglichkeiten zur Ansteuerung von LEDs mit Beckhoff EtherCAT- und Busklemmen

2.) Mehrfarbige LEDs

Bei mehrfarbigen LEDs muss auf die Verschaltungsart geachtet werden. LEDs mit „Common Anode“ können nur an masseschaltenden Klemmen betrieben werden. Alle LEDs mit Vorwiderstand können direkt an der EL2564 (masseschaltend) oder EL2564-0010 (positiv-schaltend) betrieben werden. Die entsprechende Anschlussbelegung ist auf der Website und in der Dokumentation der jeweiligen Klemme beschrieben. Die 4 Kanäle der Klemmen ermöglichen den Betrieb von vierfarbigen LEDs (z. B. RGBW) an einer Klemme. Der Anschluss von mehrfarbigen LEDs an alternativen PWM-Ausgängen (positiv- und masseschaltend) ist in der folgenden Abbildung gezeigt.

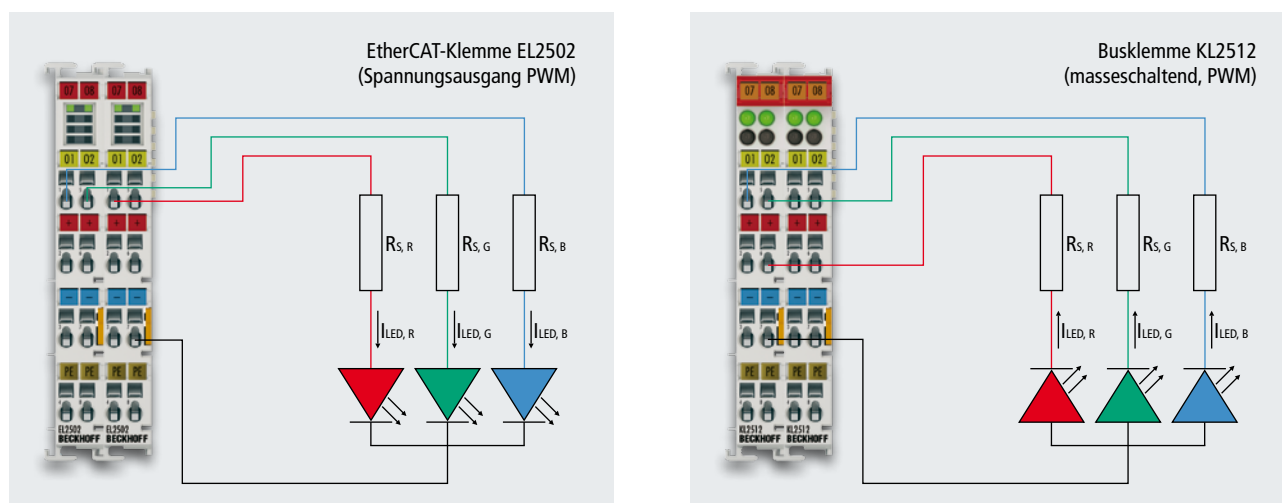


Abbildung 6: Mehrfarbige LED an einem pulsierenden Ausgang

Application Note LED-Terminal

Möglichkeiten zur Ansteuerung von LEDs mit Beckhoff EtherCAT- und Busklemmen

Kommunikationsprotokoll

Eine beispielhafte Anwendung für die Ansteuerung von LEDs mittels eines Kommunikationsprotokolls ist die Verwendung von Pixel-LEDs. Das sogenannte Pixel-System ist eine intelligente Methode der LED-Ansteuerung für mehrere LEDs. „Pixel“-LEDs sind LEDs mit einem integrierten Schaltkreis (IC). Bei einer LED-Matrix oder einem LED-Streifen werden mehrere LEDs also nicht klassisch in Reihe geschaltet, sondern jede LED kann über eine Bus-Kommunikation individuelle Signale empfangen, sodass jede LED einzeln angesteuert werden kann. Diese LEDs bzw. LED- Streifen benötigen zur Ansteuerung einen LED-Controller, der die Kommunikationssignale mit >100 KHz seriell sendet. Für die Ansteuerung kann die entsprechende Klemme EL2574 verwendet werden. Hier können mit der 4-Kanal-EtherCAT-Klemme individuell bis zu 2048 Pixel mit nur einer Klemme angesteuert werden, ohne dass ein zusätzlicher externer LED-Controller benötigt wird. Dabei werden verschiedenste typische Pixel-LED-Protokolle unterstützt.

Alternativ können LEDs mit Kommunikationsprotokollen für Gebäude- und Bühnentechnik wie z. B. EIB/KNX (Europäischer Installationsbus), DMX (Digital Multiplex) und DALI (Digital Addressable Lighting Interface) über einen externen Controller angesteuert werden. DMX und DALI sind Kommunikationssysteme für die Beleuchtungstechnik, während EIB/KNX ein allgemeines Kommunikationssystem für die Gebäudeautomatisierung beschreibt. Damit können mit einem geringen Verkabelungsaufwand viele LEDs angesteuert werden. Hinter dem, bei der LED montierten, Busempfänger befindet sich für die Beleuchtungsapplikation ein LED-Treiber im Strom- oder Spannungsbetrieb. Die genaue Funktionsweise dieser Kommunikationssysteme, sowie die Ansteuerung von LEDs mit diesen wird in diesem Dokument nicht weiter beschrieben. Dieses Kapitel dient lediglich der vollständigen Darstellung. Sowohl für DMX, EIB, als auch für DALI bestehen bereits eigene Dokumente im Downloadbereich der Application Notes auf der Website von Beckhoff Automation, in denen die Funktionsweise der Kommunikationssysteme beschrieben ist. Auch die oben beschriebenen Pixel-LEDs können mittels DMX angesteuert werden. Zur Kommunikation muss eine EtherCAT-Kommunikationsklemme EL6851 als DMX-Master eingesetzt werden. Als Interface, zwischen dem DMX-Master und dem LED-Streifen, muss ein DMX Controller eingesetzt werden. Bei der Auswahl von Controller und LED-Streifen muss die Kompatibilität geprüft werden.

Für die drei benannten Bussysteme, die zur Ansteuerung von LEDs verwendet werden können, bietet Beckhoff verschiedene Produkte an (Stand: 08.2023).

EtherCAT-Klemmen:

- EL2574: Pixel-LEDs
- EL6851: DMX-Master
- EL6851-0010: DMX-Slave

Busklemmen:

- KL6301: EIB/KNX-Busklemme
- KL6811: DALI/DSI-Master- und Netzteilklemme
- KL6821: DALI/DALI-2-Master- und Netzteilklemme

Application Note LED-Terminal

Möglichkeiten zur Ansteuerung von LEDs mit Beckhoff EtherCAT- und Busklemmen

Pulse-Train

Auch mittels des pulsierenden Ausgangs der Pulse-Train-Klemmen lassen sich LEDs ansteuern. Dabei sollte jedoch berücksichtigt werden, dass nur eine einfache Ansteuerung damit möglich ist, da bei dieser Art der Klemmen lediglich die Frequenz, nicht aber der Duty Cycle vorgegeben werden können. Dadurch ist ein farbechtes Dimmen der LED mit dieser Art der Ansteuerung nicht möglich. Die Klemmen verhalten sich dadurch wie Standard-Spannungsgeregelten digitalen Ausgangsklemmen bei dem Betrieb mit einer LED.

Für Lösung mit Pulse-Train zur Ansteuerung von LEDs bietet Beckhoff verschiedene Produkte an (Stand: 08.2023).

EtherCAT-Klemmen:

- EL2521-0024: Spannungsausgang 5...24 V/1 A, bis 500 kHz
- EL2521-0025: Spannungsausgang 5...24 V/1 A, bis 500 kHz, masseschaltend

Busklemmen:

- KL2521-0024: Spannungsausgang 5...24 V/1 A, bis 500 kHz



GEFAHR:

Aufgrund des hochfrequenten Ein- und Ausschaltens des Lichts besteht die Gefahr eines stroboskopischen Effekts. Wenn die Frequenz des emittierten Lichts phasengleich einer vielfachen Frequenz der Bewegung von z. B. eines drehenden Maschinenteils entspricht, kann es durch einen stroboskopischen Effekt trotz Bewegung der Maschine scheinen, als ob sie stillsteht. Das kann zu einer Fehlinterpretation eines Bedieners führen, der aufgrund des scheinbar stillstehenden Maschinenteils eingreift. Dadurch kann es zu schwerwiegenden Verletzung bis zum Tod führen.

Application Note LED-Terminal

Möglichkeiten zur Ansteuerung von LEDs mit Beckhoff EtherCAT- und Busklemmen

1.) Einfarbige LEDs

Der Anschluss von einfarbigen LEDs an die Pulse-Train-Klemmen (positiv- und masseschaltend) ist in den folgenden Abbildungen dargestellt.

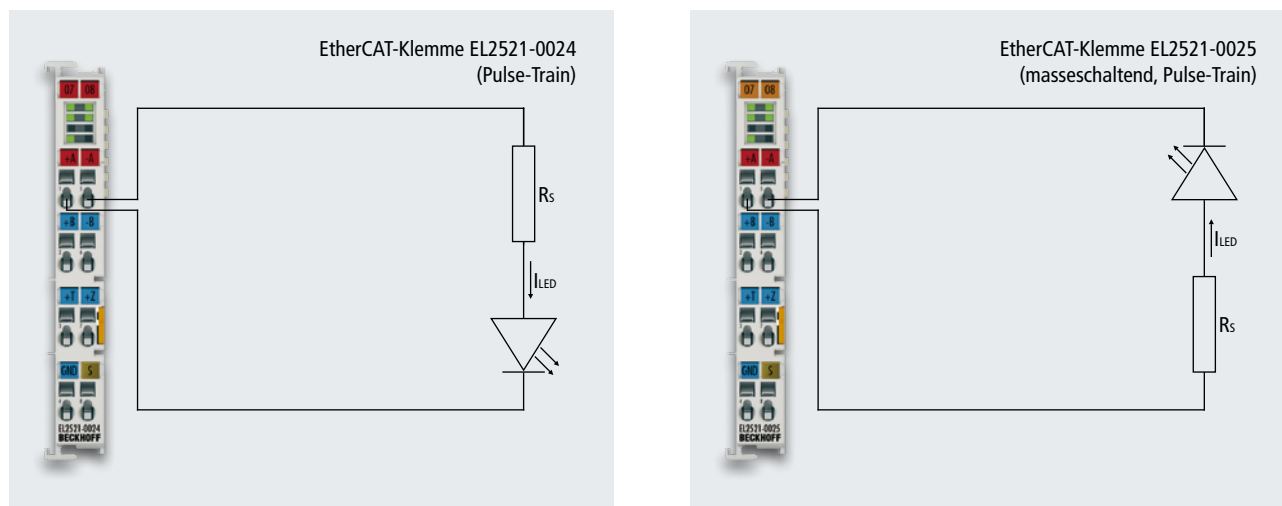


Abbildung 7: Einfarbige LED an einem pulsierenden Ausgang

Application Note LED-Terminal

Möglichkeiten zur Ansteuerung von LEDs mit Beckhoff EtherCAT- und Busklemmen

2.) Mehrfarbige LEDs

Auch mehrfarbige LEDs können mit den Pulse-Train-Klemmen angesteuert werden. Bei mehrfarbigen LEDs muss auf die Verschaltungsart geachtet werden. LEDs mit „Common Anode“ können nur an masseschaltenden Klemmen betrieben werden. Der Anschluss von mehrfarbigen LEDs an Pulse-Train-Klemmen (positiv- und masseschaltend), ist in der folgenden Abbildung gezeigt.

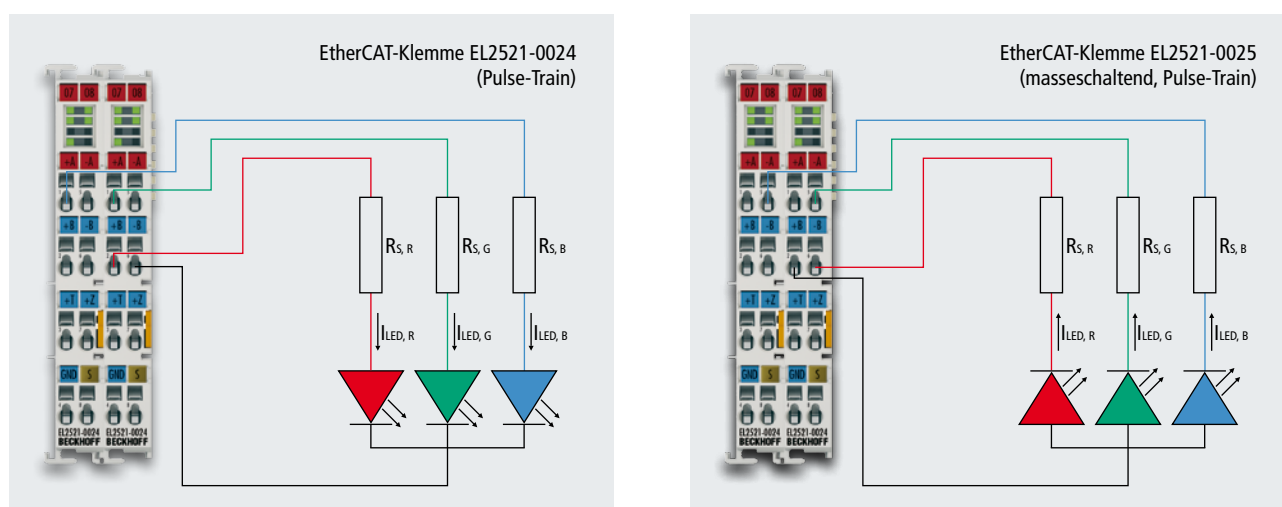


Abbildung 8: Mehrfarbige LED an einem pulsierenden Ausgang

Dieses Dokument enthält exemplarische Anwendungen unserer Produkte für bestimmte Einsatzbereiche. Die hier dargestellten Anwendungshinweise beruhen auf den typischen Eigenschaften unserer Produkte und haben ausschließlich Beispielcharakter. Die mit diesem Dokument vermittelten Hinweise beziehen sich ausdrücklich nicht auf spezifische Anwendungsfälle, daher liegt es in der Verantwortung des Kunden, zu prüfen und zu entscheiden, ob das Produkt für den Einsatz in einem bestimmten Anwendungsbereich geeignet ist. Wir übernehmen keine Gewährleistung, dass der in diesem Dokument enthaltene Quellcode vollständig und richtig ist. Wir behalten uns jederzeit eine Änderung der Inhalte dieses Dokuments vor und übernehmen keine Haftung für Irrtümer und fehlende Angaben. Eine detaillierte Beschreibung unserer Produkte enthalten unsere Datenblätter und Dokumentationen, die darin enthaltenen produktspezifischen Warnhinweise sind unbedingt zu beachten. Die aktuelle Version der Datenblätter und Dokumentationen finden Sie auf unserer Homepage (www.beckhoff.de).

© Beckhoff Automation GmbH & Co. KG 06/2021

Die 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.