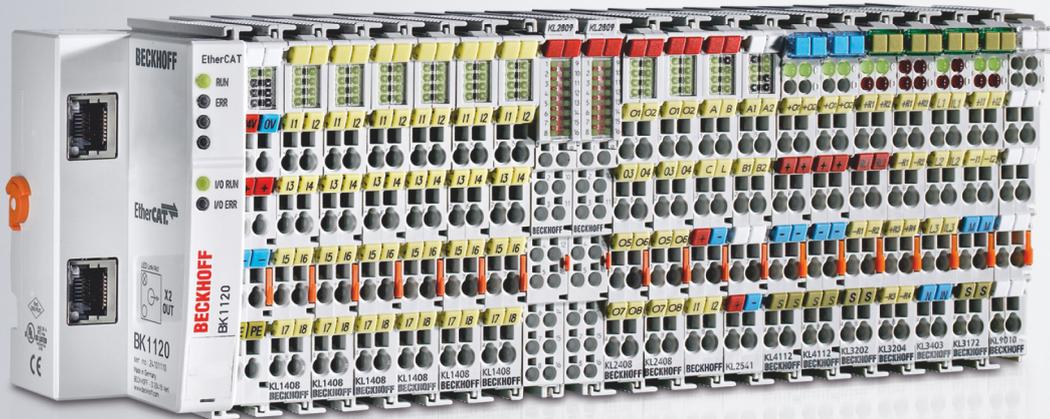


Dokumentation | DE

KL2791/KS2791

Einkanalige Drehzahlstellerklemmen für Einphasen-
Wechselstrommotoren



Inhaltsverzeichnis

1	Vorwort	5
1.1	Hinweise zur Dokumentation	5
1.2	Sicherheitshinweise	6
1.3	Ausgabestände der Dokumentation	7
2	Produktübersicht	8
2.1	Einführung	8
2.2	Grundlagen zur Funktion	9
2.3	Technische Daten	10
2.4	LED-Anzeigen	11
3	Montage und Verdrahtung	12
3.1	Hinweise zum ESD-Schutz	12
3.2	Tragschienenmontage	13
3.3	Entsorgung	15
3.4	Anschluss	16
3.4.1	Anschlusstechnik	16
3.4.2	Verdrahtung	17
3.4.3	Anschlussbelegung	19
3.5	Hinweise zum Betrieb	20
4	Anwendungsbeispiele - Übersicht	22
4.1	KL2791 - Anwendungsbeispiel	22
4.2	KL2791-0011 - Anwendungsbeispiel	23
5	Konfigurations-Software KS2000	24
5.1	KS2000 - Einführung	24
5.2	Parametrierung mit KS2000	26
5.3	Register	28
5.4	Einstellungen	29
5.5	Prozessdaten	31
6	Datenstrukturen	33
6.1	Prozessabbild	33
6.2	Control- und Status-Bytes	33
6.3	Registerübersicht	35
6.4	Registerbeschreibung	36
6.5	Beispiele für die Register-Kommunikation	38
6.5.1	Beispiel 1: Lesen des Firmware-Stands aus Register 9	38
6.5.2	Beispiel 2: Beschreiben eines Anwender-Registers	38
7	Anhang	42
7.1	Support und Service	42

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, für jede Installation und Inbetriebnahme die zu dem betreffenden Zeitpunkt veröffentlichte Dokumentation zu verwenden.

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

Disclaimer

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

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

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

Marken

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

Patente

Die EtherCAT-Technologie ist patentrechtlich geschützt, insbesondere durch folgende Anmeldungen und Patente: EP1590927, EP1789857, EP1456722, EP2137893, DE102015105702 mit den entsprechenden Anmeldungen und Eintragungen in verschiedenen anderen Ländern.



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

Copyright

© Beckhoff Automation GmbH & Co. KG, Deutschland.

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

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

1.2 Sicherheitshinweise

Sicherheitsbestimmungen

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

Haftungsausschluss

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

Qualifikation des Personals

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

Erklärung der Hinweise

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

GEFAHR

Akute Verletzungsgefahr!

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

WARNUNG

Verletzungsgefahr!

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

VORSICHT

Schädigung von Personen!

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

HINWEIS

Schädigung von Umwelt/Geräten oder Datenverlust

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



Tipp oder Fingerzeig

Dieses Symbol kennzeichnet Informationen, die zum besseren Verständnis beitragen.

1.3 Ausgabestände der Dokumentation

Version	Kommentar
2.2.0	<ul style="list-style-type: none"> • Kapitel <i>Produktübersicht</i> aktualisiert • Kapitel <i>Technische Daten</i> aktualisiert • Kapitel <i>Anschlussbelegung</i> aktualisiert • Kapitel <i>Registerübersicht</i> aktualisiert • Dokumentstruktur aktualisiert
2.1.0	<ul style="list-style-type: none"> • Kapitel <i>Technische Daten</i> aktualisiert • Dokumentstruktur aktualisiert • Kapitel <i>Hinweise zum ESD-Schutz</i> hinzugefügt • Kapitel <i>Entsorgung</i> hinzugefügt • Neue Titelseite
2.0.0	<ul style="list-style-type: none"> • Migration
1.2.0	<ul style="list-style-type: none"> • Stell-Modus Phasenanschnitt hinzugefügt • Montage und Verdrahtung aktualisiert • Technische Daten aktualisiert • Vorwort aktualisiert
1.1.0	Erhöhte Nennleistung von 200 VA für KL2791 und KL2791-0011 freigegeben
1.0.0	erste Veröffentlichung
0.1	erste interne Vorabversion

Firm- und Hardware-Stände

Version der Dokumentation	KL2791, KS2791, KL2791-0011, KS2791-0011	
	Firmware	Hardware
2.2.0	05	09
2.1.0	05	09
2.0.0	3A	05
1.2.0	3A	05
1.1.0	1B	03
1.0.0	1A	00
0.1	1A	00

Den Firm- und Hardware-Stand (Auslieferungszustand) können Sie der auf der Seite der Klemme aufgedruckten Seriennummer entnehmen.

Syntax der Seriennummer

Aufbau der Seriennummer: WW YY FF HH
 WW - Produktionswoche (Kalenderwoche)
 YY - Produktionsjahr
 FF - Firmware-Stand
 HH - Hardware-Stand

Beispiel mit Seriennummer 24 08 1A 00:
 24 - Produktionswoche 24
 08 - Produktionsjahr 2008
 1A - Firmware-Stand 1A
 00 - Hardware-Stand 00

2 Produktübersicht

2.1 Einführung

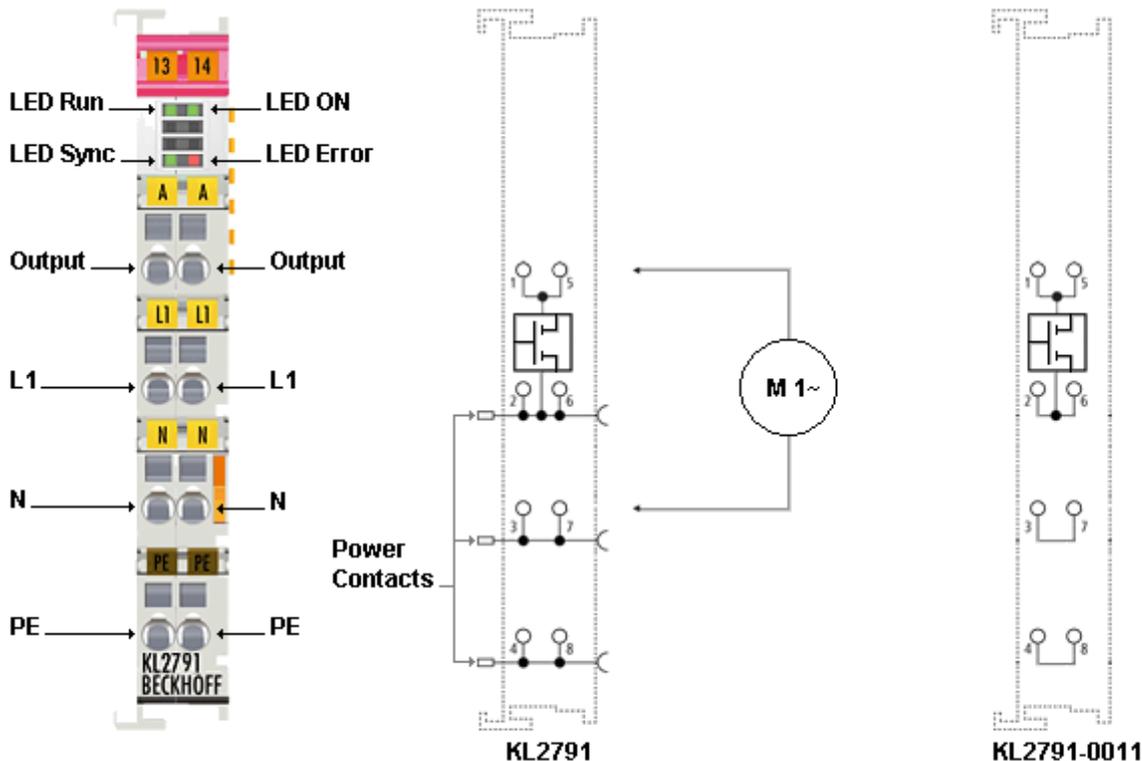


Abb. 1: KL2791 - Einkanalige Drehzahlstellerklemme für Einphasen-Wechselstrommotoren

In vielen Industrienationen machen Elektromotoren mehr als die Hälfte des Stromverbrauches aus, sodass hier ein enormes Energieeinsparpotenzial besteht.

Mithilfe einer Drehzahlregelung lässt sich der Energiebedarf leicht auf das notwendige Maß reduzieren und überflüssigen Energieverbrauch vermeiden.

Für diese Anwendung hat Beckhoff sein Busklemmen-System erweitert. Die Busklemme KL2791 ist als Drehzahlsteller für Einphasen-Wechselstrommotoren bis 100 VA geeignet.

Neben der Energieeinsparung bietet die Drehzahlreduzierung zudem eine Geräuschreduktion und erhöht die Lebensdauer des Motors.

Dieser Drehzahlsteller baut extrem kompakt und ist in einer Standard-Busklemme mit 12 mm Breite untergebracht.

Die Busklemme KL2791 ist in jedem, vom Beckhoff-Busklemmensystem unterstützten, Bussystem einsetzbar.

Sie ist für den direkten Anschluss von Einphasen-Wechselstrommotoren kleiner Leistung vorgesehen. Typische Motoren, wie Kondensatormotor, Universalmotor und Spaltpolmotor, können durch die Ansteuerung mit der KL2791 in ihrer Drehzahl reduziert werden.

Mit der KL2791-0011 steht auch eine Variante ohne Power-Kontakte (siehe Kontaktplan rechts) zur Verfügung. Diese kann auch ohne spezielle Einspeiseklemme für 230 V verwendet werden.

Als KS2791 stehen auch Varianten mit steckbarer Verdrahtung zur Verfügung.

2.2 Grundlagen zur Funktion

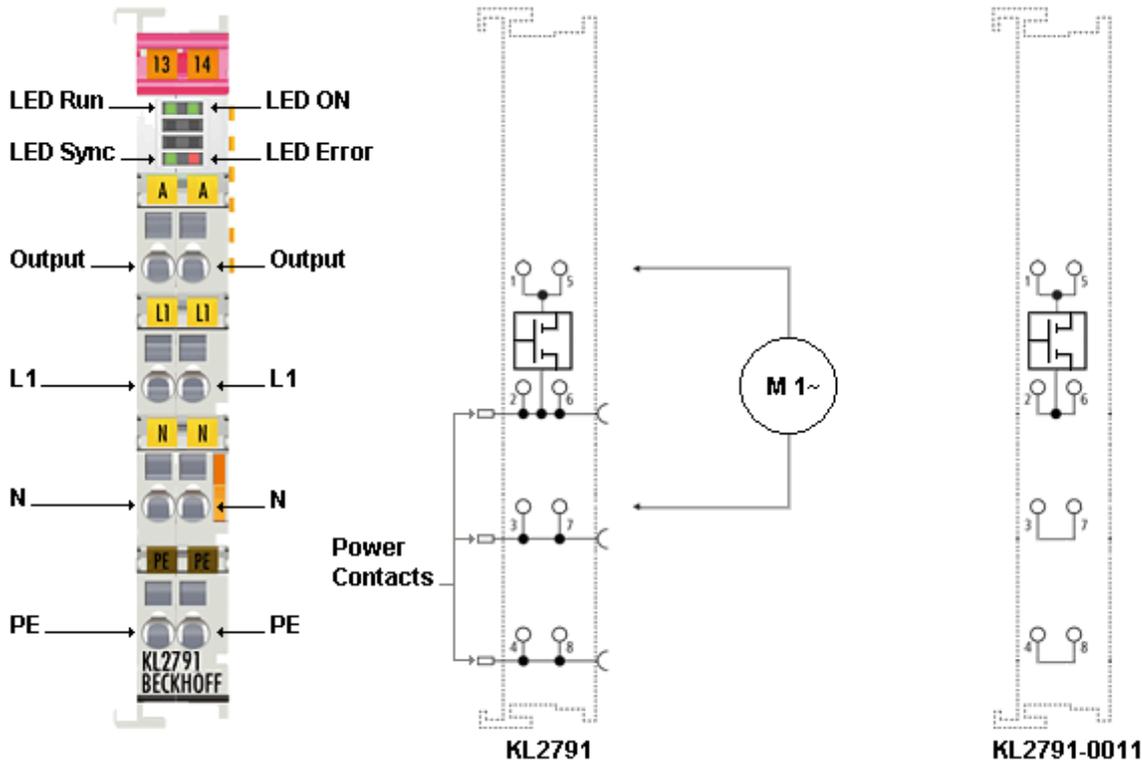


Abb. 2: KL2791 - Grundlagen zur Funktion

Der Motor wird nach einem praxisbewährten Muster netzsynchron ein- und ausgeschaltet, sodass er eine reduzierte Leistung aufnimmt und damit die Drehzahl deutlich absinkt. Dieses Verfahren ist für Motoren mit fester Last, wie Pumpen und Lüfter, gut geeignet um einen Stellbereich für die Fördermenge von 10% bis 100% zu erreichen.

Die Busklemme KL2791 ermöglicht den direkten Anschluss von Einphasen-Wechselstrommotoren bis 100 VA.

Kondensator-, Universal- oder Spaltpolmotor können so einfach in ihrer Drehzahl reduziert werden.

Die Sollwertvorgabe erfolgt über die Prozessdaten. Mit einer 16 Bit-Darstellung wird die gewünschte Ausgangsleistung vorgegeben. Dazu stehen 3 verschiedene Stell-Modi zur Verfügung:

- Vollwellensteuerung
- Phasenanschnitt erzeugt die beste Laufruhe
- Mischsteuerung

Bei der Vollwellensteuerung wird das gezielte Ein- und Ausschalten zu optimierten Zeitpunkten durchgeführt. Dies schont den angeschlossenen Motor und ist besonders geeignet für Antriebe mit einer quadratischen Lastkennlinie, wie Lüfter und Pumpen.

Phasenanschnitt erzeugt die beste Laufruhe.

Mischsteuerung bietet einen Kompromiss aus Laufruhe und Motorschonung.

HINWEIS



Beachten Sie die Hinweise zum Betrieb

Lesen Sie auch die [Hinweise zum Betrieb](#) [► 20] im Kapitel Montage und Verdrahtung.

2.3 Technische Daten

Technische Daten	KL2791, KL2791-0011	KS2791, KS2791-0011
Netzspannung	230 V _{AC}	
Nennleistung	200 VA (W), max. 0,9 A	
Lastarten	Einphasen-Wechselstrommotoren	
Ansteuerarten	Vollwellenansteuerung, Mischsteuerung	
Auflösung	1%	
Leckstrom (OFF-Zustand)	< 1 mA	
Potenzialtrennung	500 V (K-Bus / Felsspannung), 3750 V _{AC} (1 min.)	
Spannungsversorgung für Elektronik	über den K-Bus	
Stromaufnahme aus dem K-Bus	typisch 95 mA	
Bitbreite im Eingangsprozessabbild	1 x 16 Bit Daten, 1 x 8 Bit Status	
Bitbreite im Ausgangsprozessabbild	1 x 16 Bit Daten, 1 x 8 Bit Control	
Konfiguration	über den Buskoppler oder die Steuerung	
Gewicht	ca. 60 g	
zulässiger Umgebungstemperaturbereich im Betrieb	0°C ... + 55°C	
zulässiger Umgebungstemperaturbereich bei Lagerung	-25°C ... + 85°C	
zulässige relative Luftfeuchtigkeit	95%, keine Betauung	
Abmessungen (B x H x T)	ca. 15 mm x 100 mm x 70 mm (Breite angereicht: 12 mm)	
Montage	auf 35 mm Tragschiene nach EN 60715	
Vibrations- / Schockfestigkeit	gemäß EN 60068-2-6 / EN 60068-2-27	
EMV-Festigkeit / Aussendung	gemäß EN 61000-6-2 / EN 61000-6-4	
Schutzart	IP20	
Einbaulage	beliebig	
Steckbare Verdrahtung	nein	ja
Zulassungen/Kennzeichnungen*	CE, UKCA, EAC	

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

2.4 LED-Anzeigen

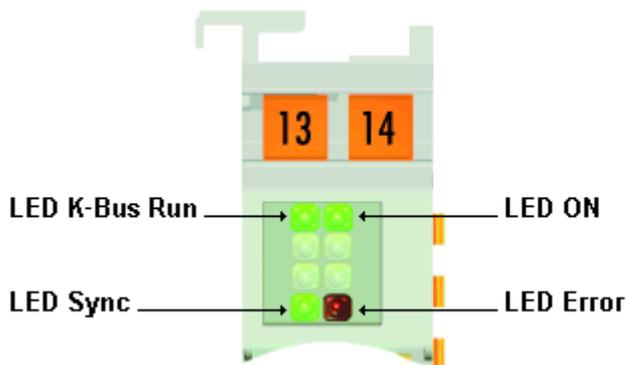


Abb. 3: LED-Anzeigen

LED	Anzeige	
K-Bus Run (grün)	aus	keine Datenübertragung auf dem K-Bus
	an	Datenübertragung auf dem K-Bus aktiv
Sync (grün)	aus	• Klemme ist nicht mit dem Netz synchronisiert*
	an	• Klemme hat sich mit dem Netz synchronisiert*
ON (green)	aus	Prozessdaten sind Null
	an	Prozessdaten sind ungleich Null
Error (rot)	an	ein lastseitiger Überstrom wurde erkannt

*) Die Synchronisierung auf das Netz kann nur bei angeschlossener Last erfolgen!

⚠️ WARNUNG

Verletzungsgefahr durch Stromschlag!

Bei ausgeschalteter Sync-LED kann am Ausgang der KL2791 immer noch die Netzspannung anliegen!
Zu diesem Zeitpunkt wurde die die Synchronisierung noch nicht durchgeführt!

3 Montage und Verdrahtung

3.1 Hinweise zum ESD-Schutz

HINWEIS

Zerstörung der Geräte durch elektrostatische Aufladung möglich!

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

- Sie müssen beim Umgang mit den Komponenten elektrostatisch entladen sein; vermeiden Sie außerdem die Federkontakte (s. Abb.) direkt zu berühren.
- Vermeiden Sie den Kontakt mit hoch isolierenden Stoffen (Kunstfaser, Kunststofffolien etc.)
- Beim Umgang mit den Komponenten ist auf gute Erdung der Umgebung zu achten (Arbeitsplatz, Verpackung und Personen)
- Jede Busstation muss auf der rechten Seite mit der Endklemme KL9010 abgeschlossen werden, um Schutzart und ESD-Schutz sicher zu stellen.

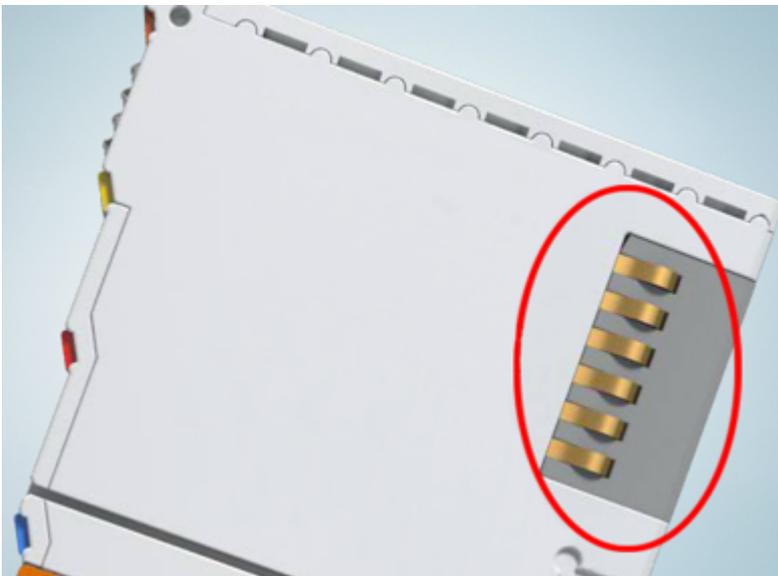


Abb. 4: Federkontakte der Beckhoff I/O-Komponenten

3.2 Tragschienenmontage

⚠️ WARNUNG

Verletzungsgefahr durch Stromschlag und Beschädigung des Gerätes möglich!

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

Montage

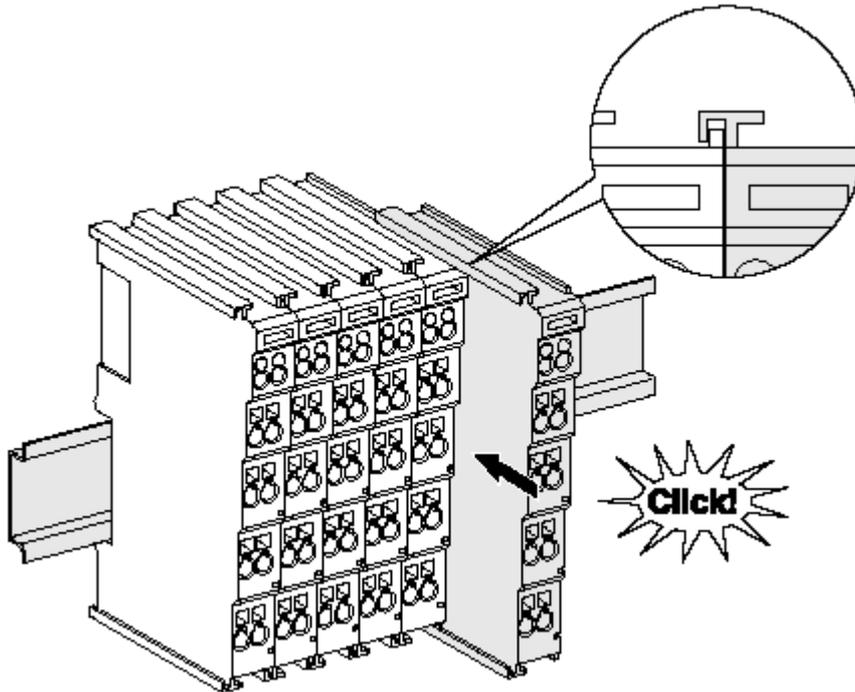


Abb. 5: Montage auf Tragschiene

Die Buskoppler und Busklemmen werden durch leichten Druck auf handelsübliche 35 mm Tragschienen (Hutschienen nach EN 60715) aufgerastet:

1. Stecken Sie zuerst den Feldbuskoppler auf die Tragschiene.
2. Auf der rechten Seite des Feldbuskopplers werden nun die Busklemmen angereiht. Stecken Sie dazu die Komponenten mit Nut und Feder zusammen und schieben Sie die Klemmen gegen die Tragschiene, bis die Verriegelung hörbar auf der Tragschiene einrastet.

Wenn Sie die Klemmen erst auf die Tragschiene schnappen und dann nebeneinander schieben ohne das Nut und Feder ineinander greifen, wird keine funktionsfähige Verbindung hergestellt! Bei richtiger Montage darf kein nennenswerter Spalt zwischen den Gehäusen zu sehen sein.

i Tragschienenbefestigung

Der Verriegelungsmechanismus der Klemmen und Koppler reicht in das Profil der Tragschiene hinein. Achten Sie bei der Montage der Komponenten darauf, dass der Verriegelungsmechanismus nicht in Konflikt mit den Befestigungsschrauben der Tragschiene gerät. Verwenden Sie zur Befestigung von Tragschienen mit einer Höhe von 7,5 mm unter den Klemmen und Kopplern flache Montageverbindungen wie Senkkopfschrauben oder Blindnieten.

Demontage

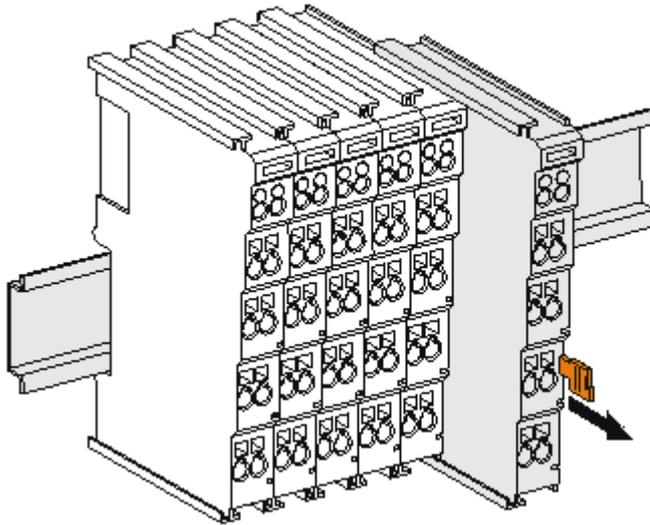


Abb. 6: Demontage von Tragschiene

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

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

Verbindungen innerhalb eines Busklemmenblocks

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

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

i Powerkontakte

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

PE-Powerkontakt

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

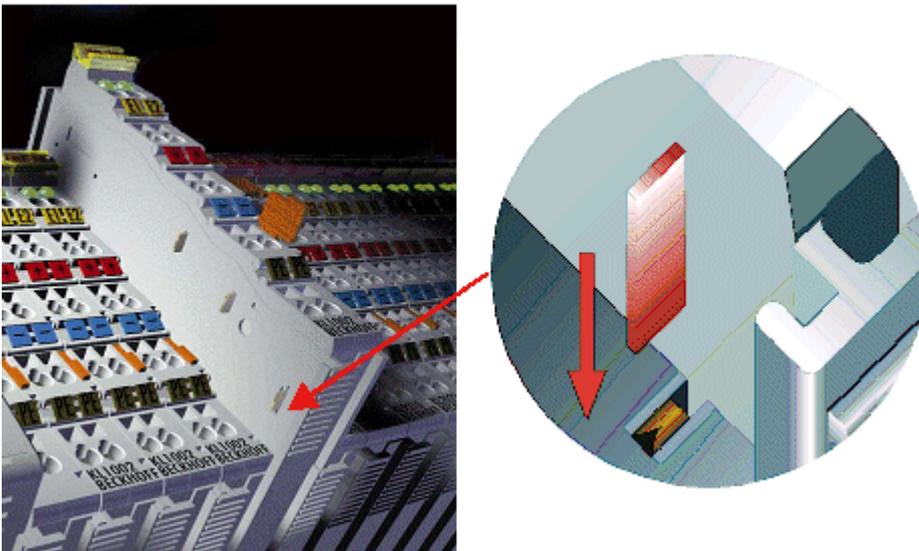


Abb. 7: Linksseitiger Powerkontakt

HINWEIS

Beschädigung des Gerätes möglich

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

⚠️ WARNUNG

Verletzungsgefahr durch Stromschlag!

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

3.3 Entsorgung



Mit einer durchgestrichenen Abfalltonne gekennzeichnete 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.

3.4 Anschluss

3.4.1 Anschlussstechnik

⚠️ WARNUNG

Verletzungsgefahr durch Stromschlag und Beschädigung des Gerätes möglich!

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

Übersicht

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

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

Standardverdrahtung (ELxxxx / KLxxxx)



Abb. 8: Standardverdrahtung

Die Klemmen der Serien ELxxxx und KLxxxx sind seit Jahren bewährt und integrieren die schraublose Federkrafttechnik zur schnellen und einfachen Montage.

Steckbare Verdrahtung (ESxxxx / KSxxxx)



Abb. 9: Steckbare Verdrahtung

Die Klemmen der Serien ESxxxx und KSxxxx enthalten eine steckbare Anschlussebene. Montage und Verdrahtung werden wie bei den Serien ELxxxx und KLxxxx durchgeführt.

Im Servicefall erlaubt die steckbare Anschlussebene, die gesamte Verdrahtung als einen Stecker von der Gehäuseoberseite abzuziehen.

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

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

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

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

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

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

High-Density-Klemmen (HD-Klemmen)



Abb. 10: High-Density-Klemmen

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

● Verdrahtung HD-Klemmen



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

Ultraschall-litzenverdichtete Leiter

● Ultraschall-litzenverdichtete Leiter



An die Standard- und High-Density-Klemmen können auch ultraschall-litzenverdichtete (ultraschallverschweißte) Leiter angeschlossen werden. Beachten Sie die Tabellen zum [Leitungsquerschnitt](#) [▶ 18!](#)

3.4.2 Verdrahtung

⚠ WARNUNG

Verletzungsgefahr durch Stromschlag und Beschädigung des Gerätes möglich!

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

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

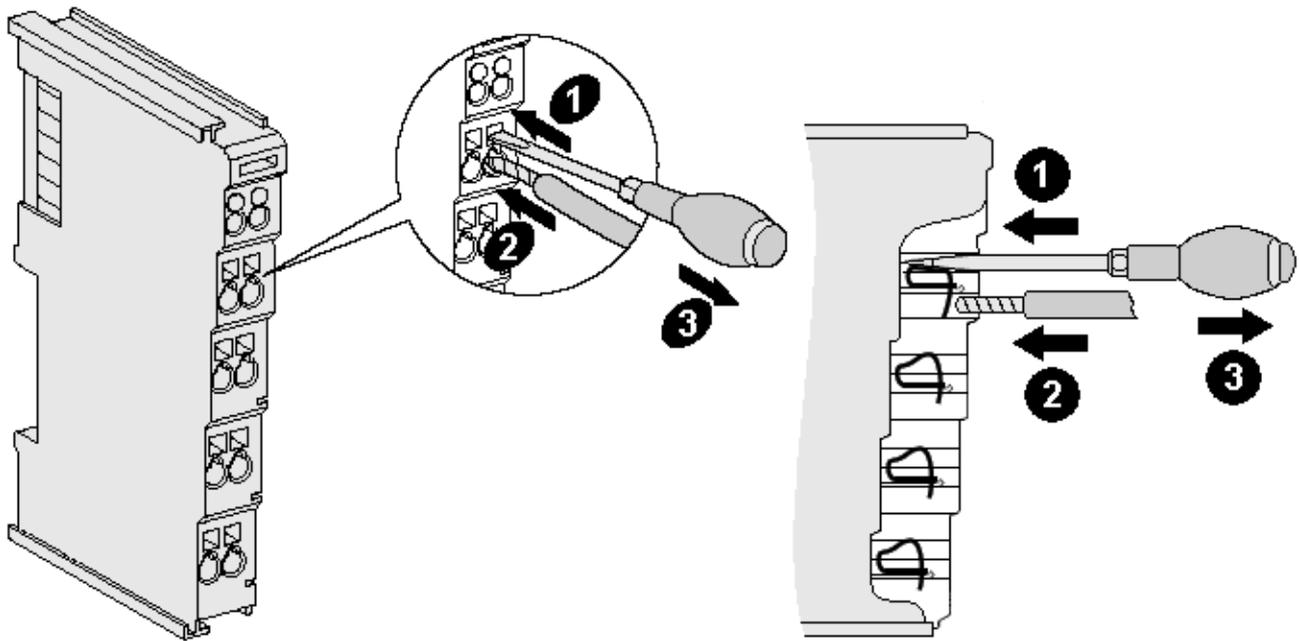


Abb. 11: Anschluss einer Leitung an eine Klemmstelle

Bis zu acht Klemmstellen ermöglichen den Anschluss von massiven oder feindrätigen Leitungen an die Busklemme. Die Klemmstellen sind in Federkrafttechnik ausgeführt. Schließen Sie die Leitungen folgendermaßen an:

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

Den zulässigen Leiterquerschnitt entnehmen Sie der nachfolgenden Tabelle.

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

High-Density-Klemmen (HD-Klemmen [► 17]) mit 16 Klemmstellen

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

Klemmgehäuse	HD-Gehäuse
Leitungsquerschnitt (massiv)	0,08 ... 1,5 mm ²
Leitungsquerschnitt (feindrätig)	0,25 ... 1,5 mm ²
Leitungsquerschnitt (Aderleitung mit Aderendhülse)	0,14 ... 0,75 mm ²
Leitungsquerschnitt (ultraschall-litzenverdichtet)	nur 1,5 mm ² (siehe Hinweis [► 17])
Abisolierlänge	8 ... 9 mm

3.4.3 Anschlussbelegung

⚠️ WARNUNG

Verletzungsgefahr durch Stromschlag und Beschädigung des Gerätes möglich!

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

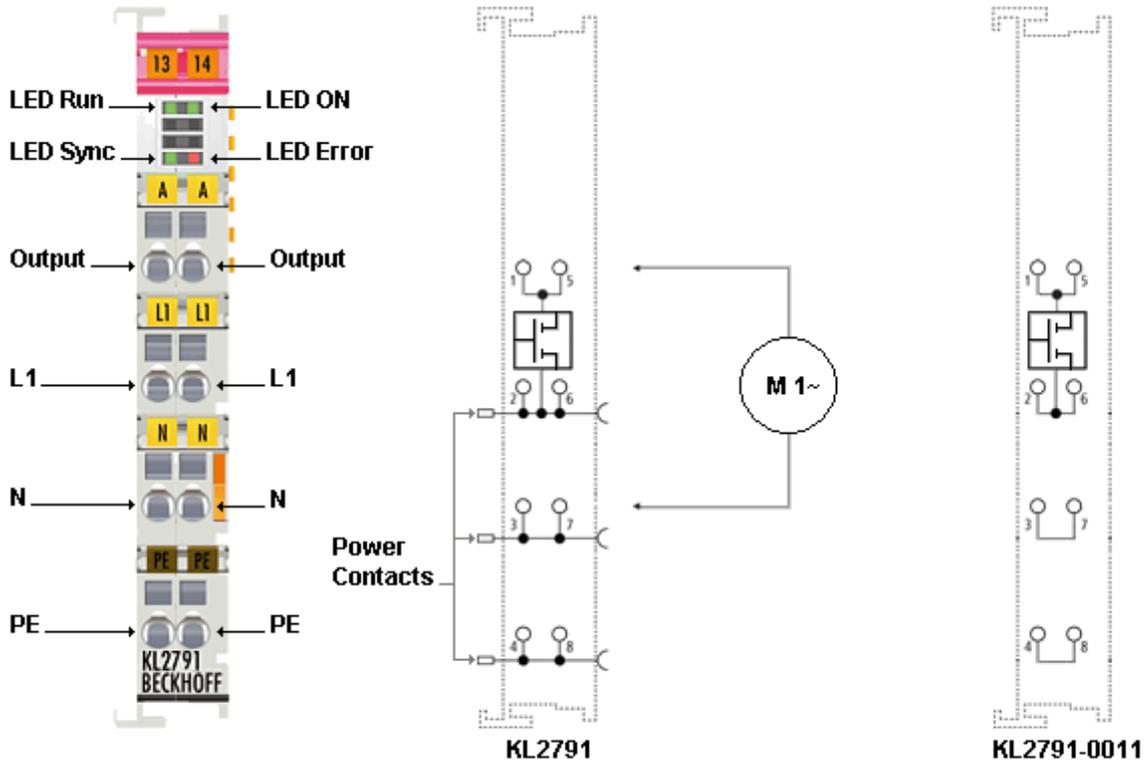


Abb. 12: Anschlussbelegung

Klemmstelle	Nr.	KL2791, Anschluss für	KL2791-0011, Anschluss für
Output	1	Last (intern verbunden mit Klemmstelle 5)	Last (intern verbunden mit Klemmstelle 5)
L1	2	Phase (intern verbunden mit Klemmstelle 6 und Power-Kontakt für L1)	Phase (intern verbunden mit Klemmstelle 6)
N	3	Neutralleiter (intern verbunden mit Klemmstelle 7 und Power-Kontakt für N)	Neutralleiter (intern verbunden mit Klemmstelle 7)
PE	4	Schutzleiter (intern verbunden mit Klemmstelle 8 und Power-Kontakt für PE)	Schutzleiter (intern verbunden mit Klemmstelle 8)
Output	5	Last (intern verbunden mit Klemmstelle 1)	Last (intern verbunden mit Klemmstelle 1)
L1	6	Phase (intern verbunden mit Klemmstelle 2 und Power-Kontakt für L1)	Phase (intern verbunden mit Klemmstelle 2)
N	7	Neutralleiter (intern verbunden mit Klemmstelle 3 und Power-Kontakt für N)	Neutralleiter (intern verbunden mit Klemmstelle 3)
PE	8	Schutzleiter (intern verbunden mit Klemmstelle 4 und Power-Kontakt für PE)	Schutzleiter (intern verbunden mit Klemmstelle 4)

Einspeiseklemme

Eine Einspeiseklemme kann mehrere Drehzahlstellerklemmen versorgen.

HINWEIS

Netzspannung nur über für 230 V_{AC} / 120 V_{AC} geeignete Einspeiseklemme einspeisen!

Verwenden Sie zum Einspeisen der Netzspannung (230 V_{AC} / 120 V_{AC}) in die Powerkontakte unbedingt eine für 230 V_{AC} / 120 V_{AC} ausgelegte Einspeiseklemme (z. B.: KL9150, KL9160, KL9250, KL9260)!

Buskoppler, Busklemmen-Controller und Einspeiseklemmen für 24 V sind nicht für die Einspeisung von Netzspannung in die Powerkontakte geeignet!

Sie sind nur für Spannungen bis 24 V ausgelegt und werden beim Anlegen von 230 V_{AC} / 120 V_{AC} an ihre Powerkontakte zerstört!

● Trennklemme

i Falls Sie in einem Busklemmenblock auf den Powerkontakten Spannungen von 24 V und 230 V_{AC} / 120 V_{AC} verwenden, können Sie die Trennklemme KL9080 verwenden um die Potentialblöcke auch optisch eindeutig voneinander zu trennen.

Kurzschlussstrombegrenzung

Die Drehzahlstellerklemmen sind mit einer Kurzschlussstrombegrenzung ausgestattet. Der Strom wird auf ca. 10 bis 15 A begrenzt. Ein Auslösen der Sicherung wird damit typischerweise verhindert.

Der Kurzschlussstrom fließt für weniger als 0,5 ms und wird automatisch angeschaltet. Die KL2791 versucht nach einem erkannten Kurzschluss den Betrieb wieder aufzunehmen und testet die Leitung mit kleiner Spannung. Ist der Kurzschluss beseitigt, fährt die Drehzahlstellerklemme auf den vorherigen Stellwert zurück.

Ein Kurzschluss auf der Leitung sollte immer vermieden und keines falls willentlich herbeigeführt werden! Die Bauteile in der Drehzahlstellerklemme werden durch den Kurzschluss gestresst. Eine hohe Kurzschlussanzahl verringert die Lebensdauer der Drehzahlstellerklemme!

Sicherungen

Die Drehzahlstellerklemme darf mit Sicherungen bis 10 A abgesichert werden.

Die Drehzahlstellerklemme schützt sich selbst vor Zerstörungen durch Kurzschluss und Überlast. Dieser eingebaute Schutz greift beim Kurzschluss auf der Verbindungsleitung zwischen Drehzahlstellerklemme und Last.

HINWEIS

Überlastschutz verwenden!

Auf den Überlastschutz der Last darf trotzdem nicht verzichtet werden. Die häufig in Geräten mit Transformator verwendete Feinsicherung darf nicht überbrückt oder in ihrem Wert verändert werden. Es droht sonst eine Überhitzung des Transformators.

3.5 Hinweise zum Betrieb

Bestimmungsgemäße Verwendung

Versorgungsnetz

Die Drehzahlstellerklemme KL2791 ist für den direkten Betrieb an Versorgungsnetzen (230 V_{AC}/120 V_{AC}) ohne vorgeschalteten Trafo vorgesehen.

HINWEIS**Keine vorgeschalteten Trafos!**

Zu große Induktivitäten in der Zuleitung der Drehzahlstellerklemme führen im Kurzschlussfall zur Zerstörung der Drehzahlstellerklemme!

Auch die automatische Lasterkennung arbeitet bei vorgeschaltetem Trafo nicht zuverlässig.

HINWEIS**Kapazitive und induktive Lasten nicht mischen!**

Kapazitive und induktive Lasten dürfen an einer Drehzahlstellerklemme nicht gemischt werden!

Stell-Modus**HINWEIS****Benutzen Sie den richtigen Stell-Modus!**

Vollwellenansteuerung:

Die Vollwellenansteuerung ist grundsätzlich für einphasige rotatorische Wechselstrommotoren geeignet.

Phasenanschnitt:

Bei sehr dynamischen Motoren kann die Vollwellenansteuerung zu Laufunruhen führen. Für diese Motoren gibt es den Betriebsmodus Phasenanschnitt. Dieser erzeugt die beste Laufruhe, kann aber unter Umständen die Lebensdauer des Motors negativ beeinflussen.

Mischansteuerung:

Die Mischansteuerung stellt einen Mittelweg zwischen Vollwellenansteuerung und Phasenanschnitt dar und bietet somit einen Kompromiss aus Laufruhe und Motorschonung.

Minimale Unterbrechung der Netzspannungszuführung**HINWEIS****Minimale Netzunterbrechung**

Jede Unterbrechung der Netzspannungszuführung der Drehzahlstellerklemme darf nicht kürzer als 3 Sekunden sein (z. B. Aus- und Wiedereinschalten eines Sicherheitsautomaten)!

Bei kürzeren Unterbrechungen verliert der Drehzahlsteller seine Netzsynchronisierung nicht und kann (bedingt durch die Einschaltflanke) für kurze Zeit die Last mit der falschen Ansteuer-Art betreiben.

Dieses kann bei Betrieb von gewickelten Trafos zu Zerstörung der Drehzahlstellerklemme führen!

4 Anwendungsbeispiele - Übersicht

- [KL2791](#) [[▶ 22](#)]: Drehzahlstellerklemme mit Power-Kontakten
- [KL2791-0011](#) [[▶ 23](#)]: Drehzahlstellerklemme ohne Power-Kontakte

4.1 KL2791 - Anwendungsbeispiel

⚠ WARNUNG

Verletzungsgefahr durch Stromschlag und Beschädigung des Gerätes möglich!

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

Das Beispiel zeigt die Ansteuerung eines Wechselstrommotors durch eine KL2791. Die Netzspannung (230 V_{AC}) wird über die Einspeiseklemme KL9160 den Powerkontakten zugeführt.

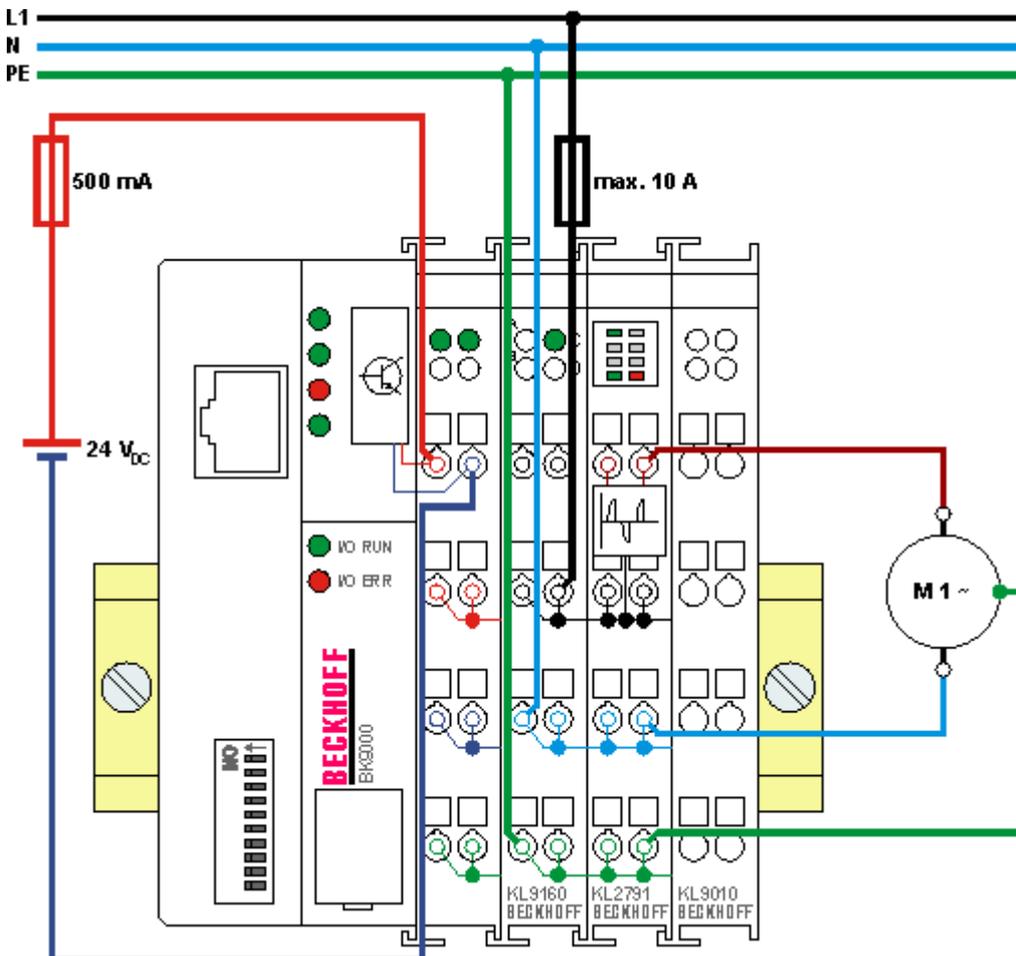


Abb. 13: KL2791 - Anwendungsbeispiel

Einspeiseklemme

Eine Einspeiseklemme kann mehrere Drehzahlstellerklemmen versorgen.

HINWEIS

Netzspannung nur über für 230 V_{AC} / 120 V_{AC} geeignete Einspeiseklemme einspeisen!
 Verwenden Sie zum Einspeisen der Netzspannung (230 V_{AC} / 120 V_{AC}) in die Powerkontakte unbedingt eine für 230 V_{AC} / 120 V_{AC} ausgelegte Einspeiseklemme (z.B.: KL9150, KL9160, KL9250, KL9260)!
 Buskoppler, Busklemmen-Controller und Einspeiseklemmen für 24 V sind nicht für die Einspeisung von Netzspannung in die Powerkontakte geeignet!
 Sie sind nur für Spannungen bis 24 V ausgelegt und werden beim Anlegen von 230 V_{AC} / 120 V_{AC} an ihre Powerkontakte zerstört!

4.2 KL2791-0011 - Anwendungsbeispiel

⚠️ WARNUNG

Verletzungsgefahr durch Stromschlag und Beschädigung des Gerätes möglich!
 Setzen Sie das Busklemmen-System in einen sicheren, spannungslosen Zustand, bevor Sie mit der Montage, Demontage oder Verdrahtung der Busklemmen beginnen!

Das Beispiel zeigt die Ansteuerung eines Motors durch eine KL2791-0011. Die Netzspannung (230 V_{AC}) wird direkt auf die Drehzahlstellerklemme geführt.

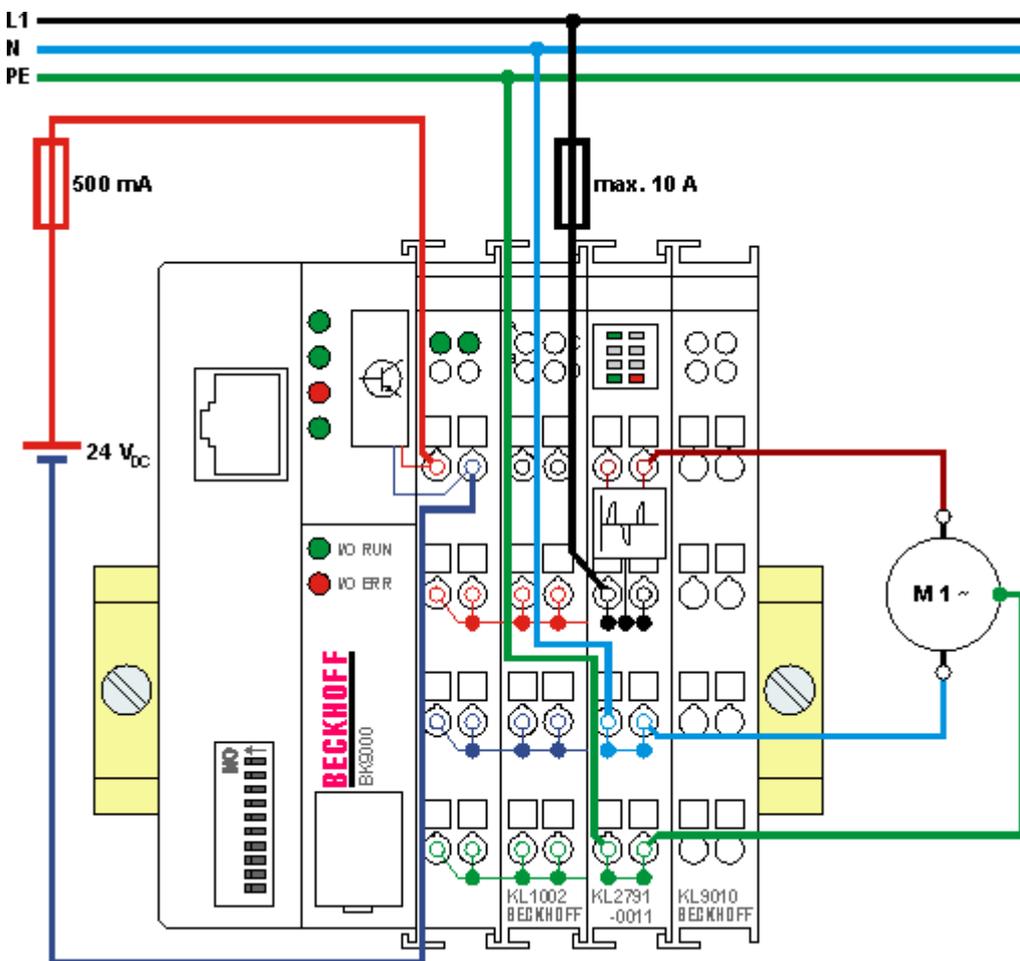


Abb. 14: KL2791-0011 - Anwendungsbeispiel

HINWEIS

Beschädigung des Gerätes möglich!
 Die Einspeisung der Netzspannung ohne Einspeiseklemme ist nur für Drehzahlstellerklemmen ohne Power-Kontakte (KL2791-0011) zulässig!

5 Konfigurations-Software KS2000

5.1 KS2000 - Einführung

Die Konfigurations-Software KS2000 ermöglicht die Projektierung, Inbetriebnahme und Parametrierung von Feldbuskopplern und den dazugehörigen Busklemmen sowie der Feldbus Box Module. Die Verbindung zwischen Feldbuskoppler / Feldbus Box und PC wird über ein serielles Konfigurationskabel oder über den Feldbus hergestellt.



Abb. 15: Konfigurations-Software KS2000

Projektierung

Sie können mit der Konfigurations-Software KS2000 die Feldbusstationen offline projektieren, das heißt vor der Inbetriebnahme den Aufbau der Feldbusstation mit sämtlichen Einstellungen der Buskoppler und Busklemmen bzw. der Feldbus Box Module vorbereiten. Diese Konfiguration kann später in der Inbetriebnahmephase per Download an die Feldbusstation übertragen werden. Zur Dokumentation wird Ihnen der Aufbau der Feldbusstation, eine Stückliste der verwendeten Feldbus-Komponenten, eine Liste der von Ihnen geänderten Parameter etc. aufbereitet. Bereits existierende Feldbusstationen stehen nach einem Upload zur weiteren Bearbeitung zur Verfügung.

Parametrierung

KS2000 bietet auf einfache Art den Zugriff auf die Parameter einer Feldbusstation: Für sämtliche Buskoppler und alle intelligenten Busklemmen sowie Feldbus Box Module stehen spezifische Dialoge zur Verfügung, mit deren Hilfe die Einstellungen leicht modifiziert werden können. Alternativ haben Sie vollen Zugriff auf sämtliche internen Register. Die Bedeutung der Register entnehmen Sie bitte der Registerbeschreibung.

Inbetriebnahme

KS2000 erleichtert die Inbetriebnahme von Maschinenteilen bzw. deren Feldbusstationen: Projektierte Einstellungen können per Download auf die Feldbus-Module übertragen werden. Nach dem *Login* auf die Feldbusstation besteht die Möglichkeit, Einstellungen an Koppler, Klemmen und Feldbus Box Modulen direkt *online* vorzunehmen. Dazu stehen die gleichen Dialoge und der Registerzugriff wie in der Projektierungsphase zur Verfügung.

KS2000 bietet den Zugriff auf die Prozessabbilder von Buskoppler und Feldbus Box:

- Sie können per Monitoring das Ein- und Ausgangsabbild beobachten.
- Zur Inbetriebnahme der Ausgangsmodule können im Ausgangsprozessabbild Werte vorgegeben werden.

Sämtliche Möglichkeiten des Online-Modus können parallel zum eigentlichen Feldbus-Betrieb der Feldbusstation vorgenommen werden. Das Feldbus-Protokoll hat dabei natürlich stets die höhere Priorität.

5.2 Parametrierung mit KS2000

Verbinden Sie Konfigurationsschnittstelle Ihres Feldbuskopplers über das Konfigurationskabel mit der seriellen Schnittstelle Ihres PCs und starten Sie die Konfigurations-Software *KS2000*.



Klicken Sie auf den Button *Login*. Die Konfigurations-Software lädt nun die Informationen der angeschlossenen Feldbusstation.

Im dargestellten Beispiel ist dies

- ein Buskoppler für Ethernet BK9000
- eine Einspeiseklemme für 230 V mit Diagnose KL9160
- eine Drehzahlstellerklemme KL2791
- eine Bus-Endklemme KL9010

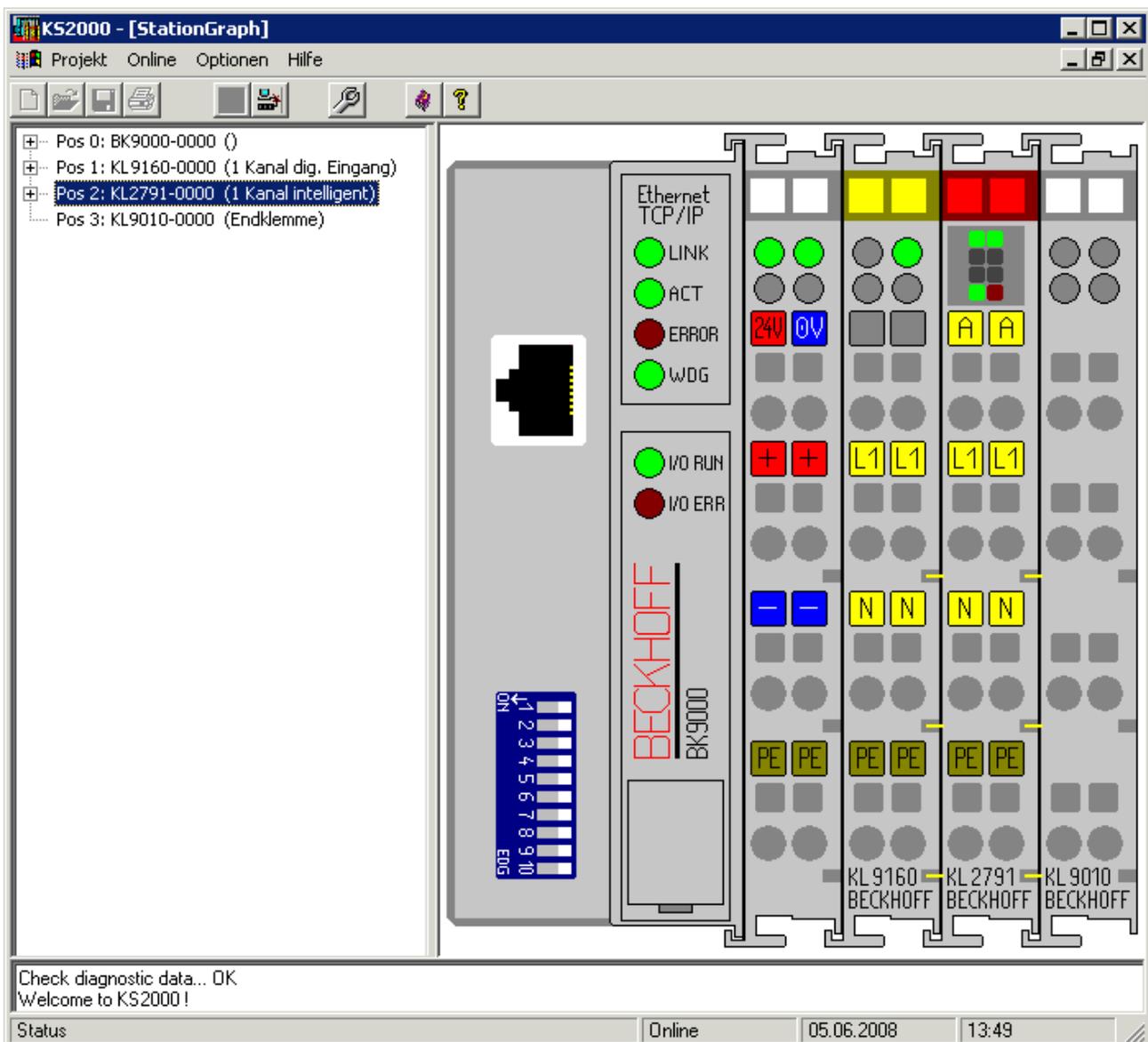


Abb. 16: Darstellung der Feldbusstation in KS2000

Das linke Fenster der KS2000 zeigt die Klemmen der Feldbusstation in einer Baumstruktur an.

Das rechte Fenster der KS2000 zeigt die Klemmen der Feldbusstation grafisch an.

Klicken Sie nun in der Baumstruktur des linken Fensters auf das Plus-Zeichen vor der Klemme, deren Parameter sie verändern möchten (im Beispiel Position 2).



Abb. 17: KS2000 Baumzweig für Kanal 1 der KL2791

Für die KL2791 werden die Baumzweige *Register*, *Einstellungen* und *ProcData* angezeigt:

- Register [► 28] erlaubt den direkten Zugriff auf die Register der KL2791.
- Unter Einstellungen [► 29] finden Sie Dialogmasken zur Parametrierung der KL2791.
- ProcData [► 31] zeigt die Prozessdaten der KL2791.

5.3 Register

Unter *Register* können Sie direkt auf die Register der Drehzahlstellerklemme zugreifen. Die Bedeutung der Register entnehmen Sie bitte der [Registerübersicht](#) [► 35].

Das folgende Bild zeigt die Register der KL2791.

The screenshot shows the Beckhoff KS2000 software interface. The main window is titled "Beckhoff KS2000" and contains a menu bar (Projekt, Online, Optionen, Hilfe) and a toolbar. On the left, a tree view shows the project structure, with "Pos2: KL2791-0000 (1 Kanal intelligent)" expanded to show "Kanal 1" and "Register" selected. The main area displays a table titled "Register" with the following data:

Offset	HEX	UINT	BIN	Description
000	0x0000	0	0000 0000 0000 0000	
001	0x0000	0	0000 0000 0000 0000	
002	0x0000	0	0000 0000 0000 0000	
003	0x0000	0	0000 0000 0000 0000	
004	0x0000	0	0000 0000 0000 0000	
005	0x0000	0	0000 0000 0000 0000	
006	0x0000	0	0000 0000 0000 0000	
007	0x0000	0	0000 0000 0000 0000	
008	0x0AE7	2791	0000 1010 1011 1111	
009	0x3141	12609	0011 0001 0100 0001	
010	0x0118	280	0000 0001 0001 1000	
011	0x0118	280	0000 0001 0001 1000	
012	0x9800	38912	1001 1000 0000 0000	
013	0x0004	4	0000 0000 0000 0100	
014	0x0000	0	0000 0000 0000 0000	
015	0x7F80	32640	0111 1111 1000 0000	
016	0x0000	0	0000 0000 0000 0000	
017	0x0001	1	0000 0000 0000 0001	
018	0x0000	0	0000 0000 0000 0000	
019	0x0000	0	0000 0000 0000 0000	
020	0x0000	0	0000 0000 0000 0000	
021	0x0000	0	0000 0000 0000 0000	
022	0x0000	0	0000 0000 0000 0000	
023	0x0000	0	0000 0000 0000 0000	
024	0x0000	0	0000 0000 0000 0000	
025	0x0000	0	0000 0000 0000 0000	
026	0x0000	0	0000 0000 0000 0000	

The interface also includes an "Exit" button in the top right, a "Refresh" button in the bottom right, and a status bar at the bottom showing "Online", "Check diagnostic data... OK", "Status", "Online", "05.06.2008", and "13:46".

Abb. 18: Registeransicht In KS2000

5.4 Einstellungen

Unter *Einstellungen* finden Sie die Dialogmaske zur Parametrierung der KL2791.

Pos.: 2 Kanal: 1 Firmware: Version 1 A
Typ: KL2791-0000

Betriebsmodus

Watchdog Timer aktiv
 Anwender Skalierung aktiv

Registerwerte

Anwender Offset: 0
Anwender Gain: 1,0000
Timeout: 100 ms
Stellwert bei Timeout (Ein): 50 %
Stellwert bei Timeout (Aus): 0 %
Stell-Modus: Vollwellenansteuerung
Verhalten nach Kurzschluss: wieder einschalten
Netzfrequenz: 50 Hz

Übernehmen
Abbrechen

Abb. 19: Einstellungen über KS2000

Betriebsmodus

Watchdog-Timer aktiv ([R32.2](#) [[▶](#)] [36](#))

Hier können Sie den Watchdog deaktivieren (Default: aktiv).

Anwenderskalierung aktiv ([R32.0](#) [[▶](#)] [36](#))

Hier können Sie die Anwenderskalierung aktivieren (Default: inaktiv).

Registerwerte

Anwender-Offset ([R33](#) [[▶](#)] [37](#))

Hier können Sie den Offset für die Anwender-Skalierung festlegen (Default: 0).

Anwender-Gain ([R34](#) [[▶](#)] [37](#))

Hier können Sie den Verstärkungsfaktor (Gain) für die Anwender-Skalierung festlegen (Default: 1).

Timeout ([R36](#) [[▶](#)] [37](#))

Hier können Sie die Timeout-Zeit für das Erkennen eines Feldbus-Fehlers festlegen (Default: 100 ms).

Stellwert bei Timeout (Ein) ([R37](#) [[▶](#)] [37](#))

Hier können Sie den Stellwert für einen Timeout festlegen, bei dessen Auftreten die Last eingeschaltet war (Default: 50%).

Stellwert bei Timeout (Aus) (R38 [▶ 37])

Hier können Sie den Stellwert für einen Timeout festlegen, bei dessen Auftreten die Last ausgeschaltet war (Default: 0%).

Stell-Modus (R39 [▶ 37])

Hier können Sie den Stell-Modus des Drehzahlstellers vorgeben:

- Vollwellenansteuerung (Default)
- Mischsteuerung (für sehr dynamische Motoren, bitte lesen Sie die [Hinweise zum Betrieb \[▶ 20\]!](#))
- Phasenanschnitt (ab Firmware-Version 2 A)

Verhalten nach Kurzschluss (R40 [▶ 37])

Hier können Sie das Verhalten der Drehzahlstellerklemme nach einem Kurzschluss am Lastausgang festlegen.

Die Drehzahlstellerklemme ist mit einer Kurzschlussstrombegrenzung ausgestattet. Der Strom wird auf ca. 10 bis 15 A begrenzt. Ein Auslösen der Sicherung wird damit typischerweise verhindert. Der Kurzschlussstrom fließt für weniger als 0,5 ms und wird automatisch abgeschaltet.

- Ausgeschaltet bleiben:
Das Wiedereinschalten nach einem Kurzschluss muss durch den Anwender erfolgen.
- Wieder Einschalten (Default):
Die Drehzahlstellerklemme versucht nach einem erkannten Kurzschluss den Betrieb wieder aufzunehmen und testet die Leitung mit kleiner Spannung. Ist der Kurzschluss beseitigt, fährt die Drehzahlstellerklemme auf den vorherigen Stellwert zurück.

Netzfrequenz (R41 [▶ 37])

Hier können Sie die Drehzahlstellerklemme auf Ihre Netzfrequenz einstellen, Default: 50 Hz

5.5 Prozessdaten

Unter *ProcData* werden das Status-Byte (Status), das Control-Byte (Ctrl) und die Prozessdaten (Data) in einer Baumstruktur dargestellt.

Prozessdaten (Hex.)								
Pos	Typ	E-Adresse	Wert	Bitlänge	A-Adresse	Wert	Bitlänge	
2	KL2791-0000							
	Kanal 1							
	Status	0.0	0x00	8				
	Data In	2.0	0x0000	16				
	Ctrl				0.0	0x00	8	
	Data Out				2.0	0x0000	16	

Abb. 20: ProcData

Die Lesebrille markiert die Daten, die gerade im Feld *Verlauf* graphisch dargestellt werden.

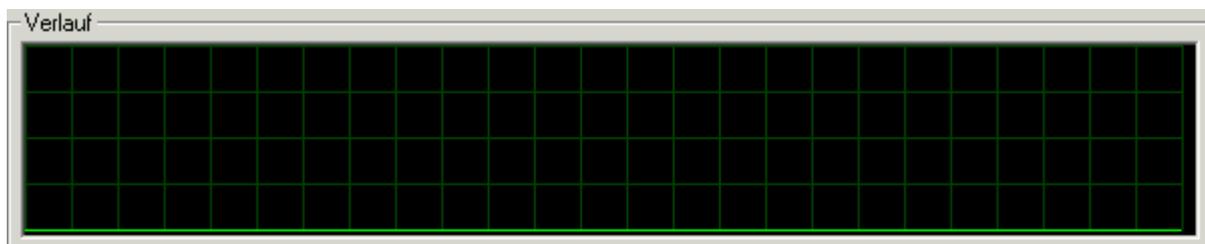


Abb. 21: Feld Verlauf

Im Feld *Wert* wird der aktuelle Eingangswert numerisch dargestellt.



Abb. 22: Feld Wert

Ausgangswerte können Sie durch Eingabe oder über den Fader verändern.



Abb. 23: Feld Wert

⚠ VORSICHT

Gefahr für Personen, Umwelt oder Geräte!

Beachten Sie, das Verändern von Ausgangswerten (Forcen) direkten Einfluss auf Ihre Automatisierungsanwendung haben kann. Nehmen Sie nur Veränderungen an den Ausgangswerten vor, wenn Sie sich sicher sind, dass Ihr Anlagenzustand dies erlaubt und keine Gefährdung von Mensch oder Maschine besteht!

Nach Drücken der Schaltfläche *Einstellungen* können Sie die numerische Darstellungsform auf hexadezimal, dezimal oder binär einstellen.

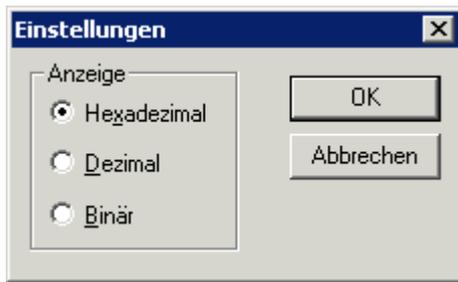


Abb. 24: Einstellungen

6 Datenstrukturen

6.1 Prozessabbild

Die KL2791 stellt sich im komplexen Prozessabbild mit 3 Byte Ein- und 3 Byte Ausgangsdaten dar. Diese sind wie folgt aufgeteilt:

Byte-Offset (ohne Word-Alignment)	Byte-Offset (mit Word-Alignment*)	Format	Eingangsdaten	Ausgangsdaten
0	0	Byte	SB [►_33]	CB [►_33]
1	2	Wort	DataIN	DataOUT

Die KL2791 stellt sich im kompakten Prozessabbild ohne Eingangsdaten und mit 2 Byte Ausgangsdaten dar. Diese sind wie folgt aufgeteilt:

Byte-Offset (ohne Word-Alignment)	Byte-Offset (mit Word-Alignment*)	Format	Eingangsdaten	Ausgangsdaten
0	0	Wort	-	DataOUT

*) Word-Alignment: Der Buskoppler legt Worte auf gerade Byte-Adressen

Legende

SB: Status-Byte
 CB: Control-Byte
 DataIN: Eingangswort
 DataOUT: Ausgangswort

Im Prozessdatenbetrieb steuert das Ausgangswort DataOUT die Ausgangsleistung der Drehzahlstellerklemme. Gültige Werte sind 0_{dez} bis 32767_{dez} .

6.2 Control- und Status-Bytes

Prozessdatenbetrieb

Control-Byte (bei Prozessdatenbetrieb)

Das Control-Byte (CB) befindet sich im Ausgangsabbild [►_33] und wird von der Steuerung zur Klemme übertragen.

Bit	CB.7	CB.6	CB.5	CB.4	CB.3	CB.2	CB.1	CB.0
Name	RegAccess	-	-	-	-	-	-	-

Legende

Bit	Name	Beschreibung
CB.7	RegAccess	0_{bin} Registerkommunikation ausgeschaltet (Prozessdatenbetrieb)
CB.6 bis CB.0	-	0_{bin} reserviert

Status-Byte (bei Prozessdatenbetrieb)

Das Status-Byte (SB) befindet sich im Eingangsabbild [►_33] und wird von der Klemme zur Steuerung übertragen.

Bit	SB.7	SB.6	SB.5	SB.4	SB.3	SB.2	SB.1	SB.0
Name	RegAccess	Error	Temperature warning	Overload	Operation mode			Synchron

Legende

Bit	Name	Beschreibung	
SB.7	RegAccess	0 _{bin}	Quittung für Prozessdatenbetrieb
SB.6	Error	1 _{bin}	Ein lastseitiger Kurzschluss wurde erkannt
SB.5	Temperature warning	1 _{bin}	Übertemperatur erkannt (> 80°C): die Prozessdaten werden auf 20% begrenzt (die Begrenzung wird automatisch zurückgesetzt, wenn die Temperatur unter 60°C fällt)
SB.4	Overload	1 _{bin}	Überlast erkannt (z. B. beim Einschalten hohen Lasten)
SB.3 bis SB.1	Operation mode	0 _{dez}	Vollwellenansteuerung
		1 _{dez}	Mischansteuerung
SB.0	Synchron	0 _{bin}	Klemme ist nicht mit dem Netz synchronisiert oder ein lastseitiger Kurzschluss wurde erkannt
		1 _{bin}	Klemme hat sich mit dem Netz synchronisiert

Registerkommunikation

Control-Byte (bei Registerkommunikation)

Das Control-Byte (CB) befindet sich im [Ausgangsabbild \[► 33\]](#) und wird von der Steuerung zur Klemme übertragen.

Bit	CB.7	CB.6	CB.5	CB.4	CB.3	CB.2	CB.1	CB.0
Name	RegAccess	R/W	Reg-Nr.					

Legende

Bit	Name	Beschreibung	
CB.7	RegAccess	1 _{bin}	Registerkommunikation eingeschaltet
CB.6	R/W	0 _{bin}	Lesezugriff
		1 _{bin}	Schreibzugriff
CB.5 bis CB.0	Reg-Nr.	Registernummer: Tragen Sie hier die Nummer des Registers [► 35] ein, das Sie - mit dem Eingangsdatenwort DataIN [► 33] lesen oder - mit dem Ausgangsdatenwort DataOUT [► 33] beschreiben wollen.	

Status-Byte (bei Registerkommunikation)

Das Status-Byte (SB) befindet sich im [Eingangsabbild \[► 33\]](#) und wird von der Klemme zur Steuerung übertragen.

Bit	SB.7	SB.6	SB.5	SB.4	SB.3	SB.2	SB.1	SB.0
Name	RegAccess	R/W	Reg-Nr.					

Legende

Bit	Name	Beschreibung	
SB.7	RegAccess	1 _{bin}	Quittung für Registerzugriff
SB.6	R	0 _{bin}	Lesezugriff
SB.5 bis SB.0	Reg-Nr.	Nummer des Registers, das gelesen oder beschrieben wurde.	

6.3 Registerübersicht

Die Register dienen zur Parametrierung der Drehzahlstellerklemme. Sie können über die Registerkommunikation ausgelesen oder beschrieben werden.

Register-Nr.	Kommentar		Default-Wert		R/W	Speicher
R0	reserviert		-	-	-	-
...
R6	reserviert		-	-	-	-
R7 [▶ 36]	Kommando-Register		0x0000	0 _{dez}	R/W	RAM
R8 [▶ 36]	Klemmentyp	KL2791	0x0AE7	2791 _{dez}	R	ROM
		KL2791-0011				
R9 [▶ 36]	Firmware-Stand		z. B. 0x3141	z. B. 1A _{ASCII}	R	ROM
R10	Multiplex-Schieberegister		0x0118	280 _{dez}	R	ROM
R11	Signalkanäle		0x0118	280 _{dez}	R	ROM
R12	minimale Datenlänge		0x9800	38912 _{dez}	R	ROM
R13	Datenstruktur		0x0004	4 _{dez}	R	ROM
R14	reserviert		-	-	-	-
R15	Alignment-Register		0x7F80	32640 _{dez}	R/W	RAM
R16 [▶ 36]	Hardware-Versionsnummer		z. B. 0x0000	z. B. 0 _{dez}	R/W	EEPROM
R17	reserviert		-	-	-	-
...
R28	reserviert		-	-	-	-
R29	Klemmentyp, Sondervariante	KL2791	0x0000	0 _{dez}	R	ROM
		KL2791-0011				
R30	reserviert		-	-	-	-
R31 [▶ 36]	Kodewort-Register		0x0000	0 _{dez}	R/W	RAM
R32 [▶ 36]	Feature-Register		0x0000	0 _{dez}	R/W	EEPROM
R33 [▶ 37]	Anwender-Skalierung - Offset		0x0000	0 _{dez}	R/W	EEPROM
R34 [▶ 37]	Anwender-Skalierung - Gain		0x0100	256 _{dez}	R/W	EEPROM
R35	reserviert		-	-	-	-
R36 [▶ 37]	Watchdog-Timeout		0x000A	10 _{dez}	R/W	EEPROM
R37 [▶ 37]	Stellwert bei Timeout (Ein)		0x3FFF	16383 _{dez}	R/W	EEPROM
R38 [▶ 37]	Stellwert bei Timeout (Aus)		0x0000	0 _{dez}	R/W	EEPROM
R39 [▶ 37]	Stell-Modus		0x0000	0 _{dez}	R/W	EEPROM
R40 [▶ 37]	Verhalten nach Kurzschluss		0x0001	1 _{dez}	R/W	EEPROM
R41 [▶ 37]	Netzfrequenz	KL2791	0x0000	0 _{dez} (50 Hz)	R/W	EEPROM
		KL2791-0011				
R42	reserviert		-	-	-	-
...
R63	reserviert		-	-	-	-

6.4 Registerbeschreibung

Alle Register können über die [Registerkommunikation](#) [[▶ 38](#)] ausgelesen oder beschrieben werden. Sie dienen zur Parametrierung der Klemme.

R7: Kommando-Register

● Anwender-Kodewort



Um die folgenden Kommandos auszuführen muss zuvor in [Register R31](#) [[▶ 36](#)] das Anwender-Kodewort 0x1235 eingetragen sein!

Kommando 0x7000: Restore Factory Default Settings

Mit dem Eintrag 0x7000 in Register R7 werden für die folgenden Register die Werte des Auslieferungszustands wiederhergestellt:

R33: 0_{dez}
 R34: 256_{dez}
 R35: 3_{dez}
 R36: 10_{dez}
 R37: 16383_{dez}
 R38: 0_{dez}
 R39: 0_{dez}
 R40: 1_{dez}
 R41: 0_{dez}

R8: Klemmentyp

Im Register R8 steht die Bezeichnung der Klemme: KL2791

R9: Firmware-Stand

Im Register R9 steht in ASCII-Codierung der Firmware-Stand der Klemme, z. B. **0x3141** = **'1A'**. Hierbei entspricht die **'0x31'** dem ASCII-Zeichen **'1'** und die **'0x41'** dem ASCII-Zeichen **'A'**. Dieser Wert kann nicht verändert werden.

R16: Hardware-Versionsnummer

Im Register R16 steht der Hardware-Stand der Klemme.

R29: Klemmentyp, Sondervariante

Im Register R29 steht die Sondervariante der Klemme.

R31: Kodewort-Register

Wenn Sie in die Anwender-Register Werte schreiben ohne zuvor das Anwender-Kodewort (0x1235) in das Kodewort-Register eingetragen zu haben, werden diese Werte von der Klemme nicht übernommen. Das Kodewort wird bei einem Neustart der Klemme zurückgesetzt.

R32: Feature-Register

Das Feature-Register legt die Konfiguration der Klemme fest.

Bit	R32.15	R32.14	R32.13	R32.12	R32.11	R32.10	R32.9	R32.8
Name	-	-	-	-	-	-	-	-

Bit	R32.7	R32.6	R32.5	R32.4	R32.3	R32.2	R32.1	R32.0
Name	-	-	-	-	-	disWatchdog	-	enUserScale

Legende

Bit	Name	Beschreibung	Default
R32.15 - R32.3	-	reserviert	
R32.2	disWatchdog	1 _{bin} interner Watchdog (Zeit einstellbar) deaktiviert	0 _{bin}
R32.1	-	reserviert	
R32.0	enUserScale	1 _{bin} Anwender-Skalierung aktiv (siehe R33 [▶ 37] + R34 [▶ 37])	0 _{bin}

R33: Anwender-Skalierung - Offset

In diesem Register wird der Offset der Anwender-Skalierung eingetragen, wenn die Anwenderskalierung freigeschaltet ([R32.0](#) [▶ [36](#)]=1_{bin}) ist (Default: 0).

R34: Anwender-Skalierung - Gain

In diesem Register wird der Verstärkungsfaktor (Gain) der Anwender-Skalierung eingetragen, wenn die Anwenderskalierung freigeschaltet ([R32.0](#) [▶ [36](#)]=1_{bin}) ist.

Beispielwerte:

128_{dez} = 0x80 = Faktor 0,5

256_{dez} = 0x100 = Faktor 1,0 (Default)

512_{dez} = 0x200 = Faktor 2,0

R36: Watchdog-Timeout

Dieses Register legt den Timeout, bei einem Feldbusfehler fest. Die Einheit ist 10 ms (Default: 10_{dez} = 100 ms).

R37: Stellwert bei Timeout (Ein)

Dieses Register legt den Lichtwert fest, der bei einem Feldbusfehler und aktuellen Prozessdaten > 0 ausgegeben wird (Default: 16383_{dez}).

Die Einheit ist 1. ([R32.2](#) [▶ [36](#)]=1_{bin}).

R38: Stellwert bei Timeout (Aus)

Dieses Register legt den Lichtwert fest, der bei einem Feldbusfehler und aktuellen Prozessdaten = 0 ausgegeben wird (Default: 0_{dez}).

Die Einheit ist 1. ([R32.2](#) [▶ [36](#)]=1_{bin}).

R39: Stell-Modus

Dieses Register legt den Stell-Modus fest (siehe [Hinweise zum Betrieb](#) [▶ [20](#)):

0_{dez}: Vollwellenansteuerung (Default)

1_{dez}: Mischsteuerung

2_{dez}: Phasenanschnitt (ab Firmware-Version 2A)

R40: Verhalten nach Kurzschluss

Dieses Register legt das Verhalten nach Kurzschluss:

0_{dez}: ausgeschaltet bleiben

1_{dez}: wieder einschalten (Default)

R41: Netzfrequenz

Dieses Register legt die Netzfrequenz fest:

0_{dez}: 50 Hz (Default)

1_{dez}: 60 Hz

6.5 Beispiele für die Register-Kommunikation

Die Nummerierung der Bytes in den Beispielen entspricht der Darstellung ohne Word-Alignment.

6.5.1 Beispiel 1: Lesen des Firmware-Stands aus Register 9

Ausgangsdaten

Byte 0: Control-Byte	Byte 1: DataOUT1, High-Byte	Byte 2: DataOUT1, Low-Byte
0x89 (1000 1001 _{bin})	0xXX	0xXX

Erläuterung:

- Bit 0.7 gesetzt bedeutet: Register-Kommunikation eingeschaltet.
- Bit 0.6 nicht gesetzt bedeutet: lesen des Registers.
- Bit 0.5 bis Bit 0.0 geben mit 00 1001_{bin} die Registernummer 9 an.
- Das Ausgangsdatenwort (Byte 1 und Byte 2) ist beim Lesezugriff ohne Bedeutung. Will man ein Register verändern, so schreibt man in das Ausgangswort den gewünschten Wert hinein.

Eingangsdaten (Antwort der Busklemme)

Byte 0: Status-Byte	Byte 1: DataIN1, High-Byte	Byte 2: DataIN1, Low-Byte
0x89	0x33	0x41

Erläuterung:

- Die Klemme liefert im Status-Byte als Quittung den Wert des Control-Bytes zurück.
- Die Klemme liefert im Eingangsdatenwort (Byte 1 und Byte 2) den Firmware-Stand 0x3341 zurück. Dies ist als ASCII-Code zu interpretieren:
 - ASCII-Code 0x33 steht für die Ziffer 3
 - ASCII-Code 0x41 steht für den Buchstaben A
Die Firmware-Version lautet also 3A.

6.5.2 Beispiel 2: Beschreiben eines Anwender-Registers

i Code-Wort

Im normalen Betrieb sind bis auf das Register 31, alle Anwender-Register schreibgeschützt. Um diesen Schreibschutz aufzuheben, müssen Sie das Code-Wort (0x1235) in Register 31 schreiben. Das Schreiben eines Wertes ungleich 0x1235 in Register 31 aktiviert den Schreibschutz wieder. Beachten Sie, dass Änderungen an einigen Registern erst nach einem Neustart (Power-Off/Power-ON) der Klemme übernommen werden.

I. Schreiben des Code-Worts (0x1235) in Register 31

Ausgangsdaten

Byte 0: Control-Byte	Byte 1: DataOUT1, High-Byte	Byte 2: DataOUT1, Low-Byte
0xDF (1101 1111 _{bin})	0x12	0x35

Erläuterung:

- Bit 0.7 gesetzt bedeutet: Register-Kommunikation eingeschaltet.
- Bit 0.6 gesetzt bedeutet: schreiben des Registers.
- Bit 0.5 bis Bit 0.0 geben mit 01 1111_{bin} die Registernummer 31 an.

- Das Ausgangsdatenwort (Byte 1 und Byte 2) enthält das Code-Wort (0x1235) um den Schreibschutz zu deaktivieren.

Eingangsdaten (Antwort der Busklemme)

Byte 0: Status-Byte	Byte 1: DataIN1, High-Byte	Byte 2: DataIN1, Low-Byte
0x9F (1001 1111 _{bin})	0xXX	0xXX

Erläuterung:

- Die Klemme liefert im Status-Byte als Quittung einen Wert zurück der sich nur in Bit 0.6 vom Wert des Control-Bytes unterscheidet.
- Das Eingangsdatenwort (Byte 1 und Byte 2) ist nach dem Schreibzugriff ohne Bedeutung. Eventuell noch angezeigte Werte sind nicht gültig!

II. Lesen des Register 31 (gesetztes Code-Wort überprüfen)

Ausgangsdaten

Byte 0: Control-Byte	Byte 1: DataOUT1, High-Byte	Byte 2: DataOUT1, Low-Byte
0x9F (1001 1111 _{bin})	0xXX	0xXX

Erläuterung:

- Bit 0.7 gesetzt bedeutet: Register-Kommunikation eingeschaltet.
- Bit 0.6 nicht gesetzt bedeutet: lesen des Registers.
- Bit 0.5 bis Bit 0.0 geben mit 01 1111_{bin} die Registernummer 31 an.
- Das Ausgangsdatenwort (Byte 1 und Byte 2) ist beim Lesezugriff ohne Bedeutung.

Eingangsdaten (Antwort der Busklemme)

Byte 0: Status-Byte	Byte 1: DataIN1, High-Byte	Byte 2: DataIN1, Low-Byte
0x9F (1001 1111 _{bin})	0x12	0x35

Erläuterung:

- Die Klemme liefert im Status-Byte als Quittung den Wert des Control-Bytes zurück.
- Die Klemme liefert im Eingangsdatenwort (Byte 1 und Byte 2) den aktuellen Wert des Code-Wort-Registers zurück.

III. Schreiben des Register 32 (Inhalt des Feature-Registers ändern)

Ausgangsdaten

Byte 0: Control-Byte	Byte 1: DataIN1, High-Byte	Byte 2: DataIN1, Low-Byte
0xE0 (1110 0000 _{bin})	0x00	0x02

Erläuterung:

- Bit 0.7 gesetzt bedeutet: Register-Kommunikation eingeschaltet.
- Bit 0.6 gesetzt bedeutet: schreiben des Registers.
- Bit 0.5 bis Bit 0.0 geben mit 10 0000_{bin} die Registernummer 32 an.
- Das Ausgangsdatenwort (Byte 1 und Byte 2) enthält den neuen Wert für das Feature-Register.

⚠ VORSICHT**Beachten Sie die Registerbeschreibung!**

Der hier angegebene Wert 0x0002 ist nur ein Beispiel!

Die Bits des Feature-Registers verändern die Eigenschaften der Klemme und haben je nach Klemmen-Typ unterschiedliche Bedeutung. Informieren Sie sich in der Beschreibung des Feature-Registers ihrer Klemme (Kapitel *Registerbeschreibung*) über die Bedeutung der einzelnen Bits, bevor Sie die Werte verändern.

Eingangsdaten (Antwort der Busklemme)

Byte 0: Status-Byte	Byte 1: DataIN1, High-Byte	Byte 2: DataIN1, Low-Byte
0xA0 (1010 0000 _{bin})	0xXX	0xXX

Erläuterung:

- Die Klemme liefert im Status-Byte als Quittung einen Wert zurück der sich nur in Bit 0.6 vom Wert des Control-Bytes unterscheidet.
- Das Eingangsdatenwort (Byte 1 und Byte 2) ist nach dem Schreibzugriff ohne Bedeutung. Eventuell noch angezeigte Werte sind nicht gültig!

IV. Lesen des Register 32 (geändertes Feature-Register überprüfen)**Ausgangsdaten**

Byte 0: Control-Byte	Byte 1: DataOUT1, High-Byte	Byte 2: DataOUT1, Low-Byte
0xA0 (1010 0000 _{bin})	0xXX	0xXX

Erläuterung:

- Bit 0.7 gesetzt bedeutet: Register-Kommunikation eingeschaltet.
- Bit 0.6 nicht gesetzt bedeutet: lesen des Registers.
- Bit 0.5 bis Bit 0.0 geben mit 10 0000_{bin} die Registernummer 32 an.
- Das Ausgangsdatenwort (Byte 1 und Byte 2) ist beim Lesezugriff ohne Bedeutung.

Eingangsdaten (Antwort der Busklemmen)

Byte 0: Status-Byte	Byte 1: DataIN1, High-Byte	Byte 2: DataIN1, Low-Byte
0xA0 (1010 0000 _{bin})	0x00	0x02

Erläuterung:

- Die Klemme liefert im Status-Byte als Quittung den Wert des Control-Bytes zurück.
- Die Klemme liefert im Eingangsdatenwort (Byte 1 und Byte 2) den aktuellen Wert des Feature-Registers zurück.

V. Schreiben des Register 31 (Code-Wort zurücksetzen)**Ausgangsdaten**

Byte 0: Control-Byte	Byte 1: DataOUT1, High-Byte	Byte 2: DataOUT1, Low-Byte
0xDF (1101 1111 _{bin})	0x00	0x00

Erläuterung:

- Bit 0.7 gesetzt bedeutet: Register-Kommunikation eingeschaltet.
- Bit 0.6 gesetzt bedeutet: schreiben des Registers.
- Bit 0.5 bis Bit 0.0 geben mit 01 1111_{bin} die Registernummer 31 an.

- Das Ausgangsdatenwort (Byte 1 und Byte 2) enthält 0x0000 um den Schreibschutz wieder zu aktivieren.

Eingangsdaten (Antwort der Busklemmen)

Byte 0: Status-Byte	Byte 1: DataIN1, High-Byte	Byte 2: DataIN1, Low-Byte
0x9F (1001 1111 _{bin})	0xXX	0xXX

Erläuterung:

- Die Klemme liefert im Status-Byte als Quittung einen Wert zurück der sich nur in Bit 0.6 vom Wert des Control-Bytes unterscheidet.
- Das Eingangsdatenwort (Byte 1 und Byte 2) ist nach dem Schreibzugriff ohne Bedeutung. Eventuell noch angezeigte Werte sind nicht gültig!

7 Anhang

7.1 Support und Service

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

Beckhoff Niederlassungen und Vertretungen

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

Die Adressen der weltweiten Beckhoff Niederlassungen und Vertretungen entnehmen Sie bitte unseren Internetseiten: <https://www.beckhoff.de>

Dort finden Sie auch weitere Dokumentationen zu Beckhoff Komponenten.

Beckhoff Support

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

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

Hotline: +49(0)5246 963 157
Fax: +49(0)5246 963 9157
E-Mail: support@beckhoff.com

Beckhoff Service

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

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

Hotline: +49(0)5246 963 460
Fax: +49(0)5246 963 479
E-Mail: service@beckhoff.com

Beckhoff Firmenzentrale

Beckhoff Automation GmbH & Co. KG

Hülshorstweg 20
33415 Verl
Deutschland

Telefon: +49(0)5246 963 0
Fax: +49(0)5246 963 198
E-Mail: info@beckhoff.com
Internet: <https://www.beckhoff.de>

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1	KL2791 - Einkanalige Drehzahlstellerklemme für Einphasen-Wechselstrommotoren	8
Abb. 2	KL2791 - Grundlagen zur Funktion	9
Abb. 3	LED-Anzeigen	11
Abb. 4	Federkontakte der Beckhoff I/O-Komponenten.....	12
Abb. 5	Montage auf Tragschiene	13
Abb. 6	Demontage von Tragschiene	14
Abb. 7	Linksseitiger Powerkontakt	15
Abb. 8	Standardverdrahtung	16
Abb. 9	Steckbare Verdrahtung	16
Abb. 10	High-Density-Klemmen	17
Abb. 11	Anschluss einer Leitung an eine Klemmstelle.....	18
Abb. 12	Anschlussbelegung	19
Abb. 13	KL2791 - Anwendungsbeispiel.....	22
Abb. 14	KL2791-0011 - Anwendungsbeispiel	23
Abb. 15	Konfigurations-Software KS2000	24
Abb. 16	Darstellung der Feldbusstation in KS2000.....	26
Abb. 17	KS2000 Baumzweig für Kanal 1 der KL2791.....	27
Abb. 18	Registeransicht In KS2000.....	28
Abb. 19	Einstellungen über KS2000.....	29
Abb. 20	ProcData	31
Abb. 21	Feld Verlauf.....	31
Abb. 22	Feld Wert.....	31
Abb. 23	Feld Wert.....	31
Abb. 24	Einstellungen.....	32

Mehr Informationen:
www.beckhoff.de/KL2791

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

