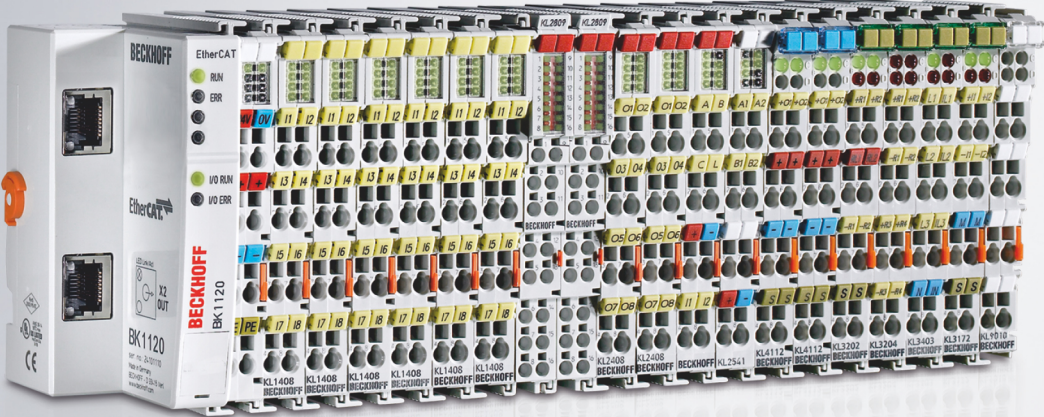


Dokumentation | DE

KL3681/KS3681

Multimeter-Klemmen



Inhaltsverzeichnis

1	Vorwort	5
1.1	Hinweise zur Dokumentation	5
1.2	Sicherheitshinweise	6
1.3	Ausgabestände der Dokumentation	7
1.4	Beckhoff Identification Code (BIC)	8
2	Produktübersicht	10
2.1	Einführung	10
2.2	Technische Daten	11
2.3	Technologie	12
2.4	Grundlagen zur Funktion	15
2.5	Prozessdaten	17
2.6	LED-Anzeigen	19
3	Hinweise zu analogen Spezifikationen	20
3.1	Messbereichsendwert (MBE)	20
3.2	Messfehler/ Messabweichung	20
3.3	Temperaturkoeffizient tK [ppm/K]	21
3.4	Langzeiteinsatz	22
3.5	Typisierung SingleEnded / Differentiell	22
3.6	Gleichtaktspannung und Bezugsmasse (bezogen auf Differenzeingänge)	27
3.7	Spannungsfestigkeit	27
3.8	Zeitliche Aspekte der analog/digital Wandlung	28
3.9	Begriffsklärung GND/Ground	31
4	Montage und Verdrahtung	33
4.1	Hinweise zum ESD-Schutz	33
4.2	Tragschienenmontage	34
4.3	Anschluss	37
4.3.1	Anschlusstechnik	37
4.3.2	Verdrahtung	39
4.3.3	Schirmung	40
4.3.4	Entsorgung	40
4.4	Anschlussbelegung	41
5	Konfigurations-Software KS2000	42
5.1	KS2000 - Einführung	42
5.2	Parametrierung mit KS2000	43
5.3	Register	45
5.4	Einstellungen	46
5.5	Beispielprogramm zur KL-Register-Kommunikation über EtherCAT, am Beispiel der KL3314	47
6	Zugriff aus dem Anwenderprogramm	50
6.1	Prozessabbild	50
6.2	Control- und Status-Bytes	51
6.3	Registerübersicht	53
6.4	Registerbeschreibung	55
6.5	Beispiele für die Register-Kommunikation	59

6.5.1	Beispiel 1: Lesen des Firmware-Stands aus Register 9	59
6.5.2	Beispiel 2: Beschreiben eines Anwender-Registers	59
7	Anhang	63
7.1	Zubehör	63
7.2	Support und Service	64

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
2.5.0	<ul style="list-style-type: none"> • Kapitel <i>Prozessabbild</i> korrigiert • Kapitel <i>Entsorgung</i> hinzugefügt • Zulassungen/Kennzeichnungen aktualisiert
2.4.0	<ul style="list-style-type: none"> • Kapitel <i>Technologie</i> hinzugefügt • Neue Titelseite
2.3.0	<ul style="list-style-type: none"> • Kapitel <i>Hinweise zum ESD-Schutz</i> aktualisiert • Kapitel <i>Beckhoff Identification Code (BIC)</i> hinzugefügt
2.2.0	<ul style="list-style-type: none"> • Sicherheitshinweise neues Layout • Kapitel <i>Hinweise zum ESD-Schutz</i> hinzugefügt • Beispielprogramm zum Kapitel <i>Konfigurations-Software KS2000</i> hinzugefügt
2.1.0	<ul style="list-style-type: none"> • Kapitel <i>Hinweise zur Dokumentation</i> aktualisiert • Kapitel <i>Anschluss</i> aktualisiert
2.0.0	<ul style="list-style-type: none"> • Migration (gesamtes Dokument) • LED-Anzeigen: Bedeutung der K-Bus RUN-LED getauscht (off/on)
1.0.0	<ul style="list-style-type: none"> • Technische Daten aktualisiert • Beschreibung der Parametrierung mittels Konfigurations-Software KS2000 erweitert • Beschreibung von Control- und Status-Byte korrigiert • Beschreibung des Prozessabbilds hinzugefügt
0.5	<ul style="list-style-type: none"> • vorläufige Version

Firm- und Hardware-Stände

Dokumentation Version	KL3681-0000, KS3681-0000	
	Firmware	Hardware
2.5.0	1C	04
2.4.0	1C	04
2.3.0	1C	02
2.2.0	1C	02
2.1.0	1C	02
2.0.0	1C	01
1.0.0	1C	01
0.5	1C	01

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 02 13 00 01:
 02 - Produktionswoche 02
 13 - Produktionsjahr 2013
 00 - Firmware-Stand 00
 01 - Hardware-Stand 01

1.4 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.

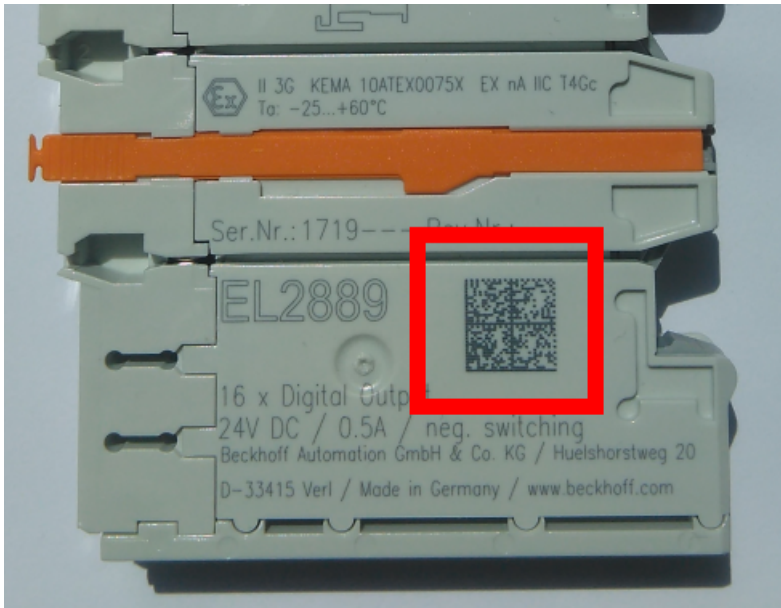


Abb. 1: BIC als Data Matrix Code (DMC, Code-Schema ECC200)

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. Die Daten unter den Positionen 1 bis 4 sind immer vorhanden.

Folgende Informationen sind enthalten:

Pos-Nr.	Art der Information	Erklärung	Datenidentifikator	Anzahl Stellen inkl. Datenidentifikator	Beispiel
1	Beckhoff-Artikelnummer	Beckhoff - Artikelnummer	1P	8	1P 072222
2	Beckhoff Traceability Number (BTN)	Eindeutige Seriennummer, Hinweis s. u.	S	12	S BTNk4p562d7
3	Artikelbezeichnung	Beckhoff Artikelbezeichnung, z. B. EL1008	1K	32	1K EL1809
4	Menge	Menge in Verpackungseinheit, z. B. 1, 10...	Q	6	Q 1
5	Chargennummer	Optional: Produktionsjahr und -woche	2P	14	2P 401503180016
6	ID-/Seriennummer	Optional: vorheriges Seriennummer-System, z. B. bei Safety-Produkten oder kalibrierten Klemmen	51S	12	51S 678294104
7	Variante	Optional: Produktvarianten-Nummer auf Basis von Standardprodukten	30P	32	30P F971, 2*K183
...					

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

Aufbau des BIC

Beispiel einer zusammengesetzten Information aus den Positionen 1 bis 4 und 6. Die Datenidentifikatoren sind zur besseren Darstellung jeweils rot markiert:

BTN

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

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

2 Produktübersicht

2.1 Einführung

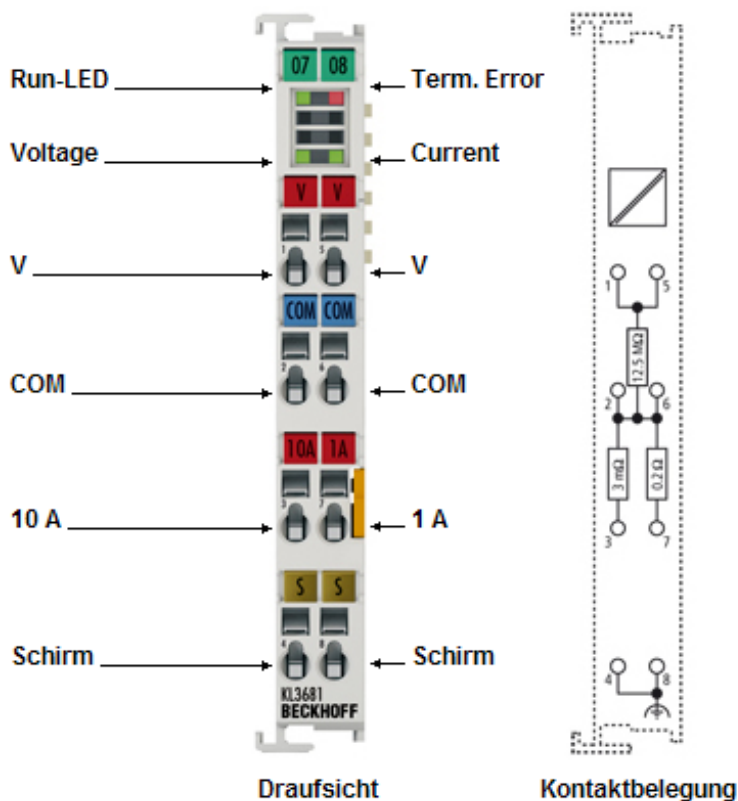


Abb. 2: KL3681-0000 - Digital-Multimeter-Klemme

Die Busklemme KL3681 ermöglicht das Messen von Strömen und Spannungen in einem großen Eingangsbereich. Die Messbereiche werden automatisch umgeschaltet, wie es bei modernen digitalen Multimetern üblich ist. Für die Strommessung stehen zwei Strompfade zur Verfügung. Einer davon ist ein Hochstrompfad für bis zu 10 A. Die Strom- und die Spannungsmessung kann für DC und AC verwendet werden. Die Wechselgrößen werden als Echteffektivwert (RMS) ausgegeben. Die Messwerte können mit marktüblichen Feldbus-Systemen ausgelesen und weiter verarbeitet werden. Zugleich erlaubt die KL3681, dass Messart und Messbereich über den Bus eingestellt werden.

Durch den vollständig galvanisch getrennten Aufbau der Messelektronik und das Dual-Slope-Wanderverfahren wird eine sehr gute Störunempfindlichkeit erreicht. Hohe Genauigkeit und einfache, hochohmige Messung von 300 mV bis 300 V erlauben es, die Busklemme wie ein digitales Multimeter zu verwenden.

Besonders in messtechnischen Anwendungen ist die zu erwartende Spannung häufig in der Planungsphase noch nicht bekannt. Eine automatische Anpassung an den Messbereich vereinfacht die Anwendung und reduziert den Lagerbestand. Die gewählte Messart und Überlast werden durch LEDs angezeigt.

2.2 Technische Daten

Technische Daten	KL3681-0000	KS3681-0000
Anzahl Eingänge	1, Spannung oder Strom (1 A / 10 A)	
Technik	Digital-Multimeter mit automatischer Bereichswahl	
Messwerte	Strom, Spannung (AC/DC)	
Messspannung	300 mV, 3 V, 30 V, 300 V	
Messstrom	100 mA, 1 A; 10 A über Hochstrompfad	
Auflösung	18 Bit + Vorzeichen in jedem Messbereich	
Innenwiderstand	Messbereich DC 300 mV - 300 V: 12,5 MΩ	
	Messbereich DC 100 mA - 1 A: 0,2 Ω	
	Messbereich DC 10 A: 3 mΩ	
	Messbereich AC 300 mV - 300 V: 1 MΩ, ca. 33 pF	
	Messbereich AC 100 mA - 1 A: 0,2 Ω	
	Messbereich AC 10 A: 3 mΩ	
Messfehler	siehe Tabelle im Kapitel Genauigkeit [► 13]	
Messverfahren	DC mit arithmetischer Mittelwertbildung AC mit Echteffektivwertbildung TrueRMS, 0...1 kHz Eingangssignal, Crest-Faktor < 3 zugelassen	
Updatezeit	0,5 s; 1 s bei Messbereichsumschaltung	
Potenzialtrennung	1500 V (Anschlussklemme / E-Bus)	
Spannungsversorgung für interne Elektronik	über den K-Bus	
Stromaufnahme aus dem K-Bus	typisch 100 mA	
Konfiguration	über Konfigurations-Software KS2000	
Steckbare Verdrahtung	nein	ja
Gewicht	ca. 70 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 [► 34]	auf 35 mm Tragschiene nach EN 60715	
Vibrations- / Schockfestigkeit	gemäß EN 60068-2-6 / EN 60068-2-27	
EMV-Festigkeit / Aussendung	gemäß EN 61000-6-2 / EN 61000-6-4	
Schutzart	IP20	
Einbaulage	beliebig	
Zulassungen/Kennzeichnungen*	CE, UKCA, EAC	

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

2.3 Technologie

Allgemeine Beschreibung

Das Verhalten der KL3681 ist angelehnt an ein handelsübliches Digital-Multimeter. Die Klemme verfügt über folgende Eigenschaften:

- Einkanalige Messung
- Spannungsmessung AC/DC, Bereichswahl automatisch „Autorange“ oder durch die Steuerung vorgegeben; Messbereiche 300 mV, 3 V, 30 V, 300 V
- Strommessung AC/DC im 1 A- (interne Sicherung: 1.25 A) oder 10 A-Pfad (keine interne Sicherung) Messbereiche: 100 mA, 1 A, 10 A
- Messwertbildung:
Wechselstrom/-spannung wird als Echteffektivwert RMS ohne Gleichspannungsanteil berechnet; es erfolgt im ADC eine Integration des Signalverlaufs
Gleichstrom/-spannung wird als arithmetischer Mittelwert berechnet; es erfolgt im ADC eine Integration des Signalverlaufs
- Galvanische Trennung vom Feldbus
- Sehr gute Störuneempfindlichkeit durch Dual-Slope-Wandlungsverfahren
- Anzeige von Messart (Strom/Spannung) und Überlast durch LED
- Typ. Aktualisierungsrate ca. 2/s, nach Messbereichsänderung bis ca. 1/s - bei deaktiviertem Filter ca. 16/s.

Die Datenerfassung wird in Abb. KL3681 - Datenfluss dargestellt.

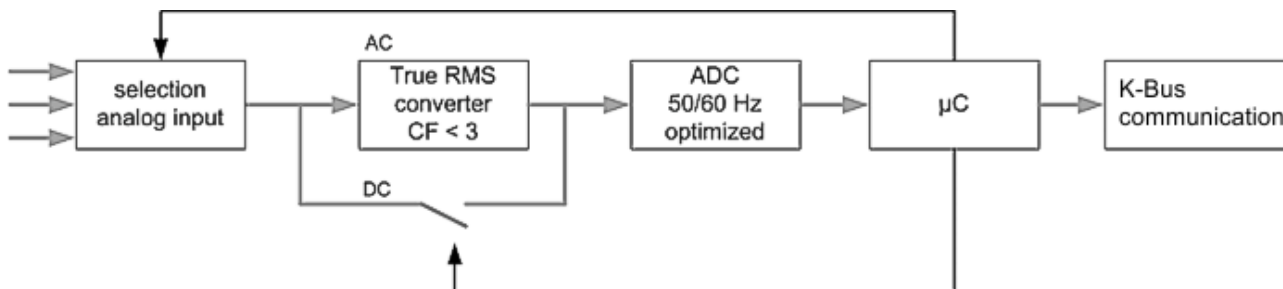


Abb. 3: KL3681 - Datenfluss

Einsatzhinweise

Für die Messung eines Signals mit 60 Hz Frequenz ist die entsprechende Einstellung im Register R32.7 vorzunehmen. Bei allen anderen Signalfrequenzen ist die 50 Hz-Einstellung anzuwenden, da dann die Integrationszeit länger ist. Die u.a. Genauigkeitsangaben beziehen sich auf ein Eingangssignal im Frequenzbereich > 0 ... 1 KHz. Bei höheren Frequenzen verringert sich die Messgenauigkeit (-3 dB > 500 kHz).

Es kann auch ein nicht-sinus-förmiges AC-Eingangssignal gemessen werden, wenn es einen Crest Faktor (Scheitelfaktor) von 3 nicht überschreitet. Die u.a. Genauigkeitsangaben beziehen sich auf einen Crest Faktor von max. 2.

Der gleichzeitige elektrische Anschluss von beiden Strompfaden (10, 1 A) und dem Spannungspfad mit dann abwechselnder Messung der anliegenden Größen ist technisch möglich. Sie wird aber nicht empfohlen, da bei Vorliegen von Wechselanteilen in den Signalen unter Umständen ein Übersprechen von einem Pfad auf den anderen eintreten kann. Die Prozessdatenaktualisierungszeit nach Umschaltung kann bis zu 1 Sekunde betragen.

Spezifikationen

Genauigkeit

Für eine möglichst genaue Auswertung und um Störeinflüsse zu minimieren, sollte der jeweils unbenutzte Messeingang mit dem COM-Anschluss der Klemme verbunden werden.

- Mögliche Messeingänge der Klemme:
 - Spannungsmessung 300 mV – 300 V (Anschlusspunkt 1 + 5)
 - Strommessung 100 mA – 1 A (Anschlusspunkt 7)
 - Strommessung 10 A (Anschlusspunkt 3)

Die Messgenauigkeit ist abhängig von der Art des zu messenden Signals und von den Einstellungen der Klemme.

Die Genauigkeitsangaben der folgenden Tabelle gelten für die Default-Einstellungen der Klemmen-Parameter:

- Enable vendor calibration: true
- Enable filter: true
- Frequency 50 Hz
- Zero compensation interval: Off (0)
- Presentation: Scaled (1Bit/1µV) (2)

Messtoleranzen in Abhängigkeit von Temperaturen. MBE = Messbereichsendwert

Zu messendes Signal		typ. max. Abweichung in % MBE ¹⁾		typ. Temperaturdrift ²⁾⁶⁾
Messart	Messbereich	40°C ³⁾	0 ... 55°C	ppm/°C
DC	3 V - 300 V ⁸⁾	0,01	0,2	35
	300 mV ⁸⁾	0,05	0,2	35
	100 mA ⁷⁾	0,1	0,5	50
	1 A	0,1	0,5	50
	10 A	0,2	1,2	170
AC ⁴⁾⁵⁾	3 V - 300 V	0,25	0,75	130
	300 mV	0,25	0,5	50
	100 mA	0,5	1	50
	1 A	0,5	0,7	50
	10 A	0,5	1,2	150

- 1) Im 60 Hz-Modus des ADC ist zur angegebenen Abweichung 0,02 zu addieren
- 2) Werte gelten für eine Mindest-Aufwärmzeit der Klemme von 30 min
- 3) Abgleichtemperatur ist 40°C
- 4) Alle Wechselspannungs- und Wechselstrombereiche sind für den Bereich von 5% bis 100% spezifiziert
- 5) Scheitelfaktor < 2
- 6) Im 60 Hz-Betrieb muss mit einer zusätzlichen Temperaturdrift von 20 ppm/°C gerechnet werden.
- 7) Die maximale Abweichung unter EMV-Testbedingungen nach IEC 61131 beträgt 1 %
- 8) Die maximale Abweichung unter EMV-Testbedingungen nach IEC 61131 beträgt 0,2 %

Messverfahren

Das Messverfahren in der Klemme beruht auf dem Dual-Slope-Verfahren. Die Funktion „Zero Offset Compensation“ liest den internen ADC-Offset aus und korrigiert den analogen Wert entsprechend. Zyklisch oder extern angesteuert kann so die zusätzliche Temperaturdrift teilweise kompensiert werden.

Einsatzbedingungen

- Zur Vermeidung von Störungen müssen für die Analogsignale geschirmte Leitungen verwendet werden und diese dürfen nicht länger als 30 Meter sein.

- Bei Gleichspannungsmessungen darf der Wechselanteil nicht größer als $150 V_{pp}$ betragen.
- Bei Wechselspannungsmessungen darf der Gleichanteil nicht größer als 150 V bei Sinusspannung betragen.
- Die Spitzenspannung (bezogen auf die COM-Anschlussklemme) darf 600 V nicht überschreiten.

Innenwiderstände

Messart	Messbereich	Innenwiderstand
DC	300 mV - 300 V	12,5 M Ω
	100 mA - 1 A	0,2 Ω
	10 A	3 m Ω
AC ^{4) 5)}	300 mV - 300 V	1 M Ω , ca. 33 pF
	100 mA - 1 A	0,2 Ω
	10 A	3 m Ω

Default-Einstellung

Die Multimeter-Klemme ist ab Werk so parametrierung, dass Spannungen bis 300 V_{DC} ohne weitere Einstellungen direkt gemessen werden können. Die Autorange-Funktion ist aktiv und wählt den Messbereich automatisch. Der Messwert wird mit 1 Bit / μ V dargestellt, d.h. eine Anpassung des Wertes ist nicht notwendig.

2.4 Grundlagen zur Funktion

Eigenschaften

Das Verhalten der KL3681 ist angelehnt an ein handelsübliches Digital-Multimeter. Die Klemme verfügt über folgende Eigenschaften:

- Einkanalige Messung
- Spannungsmessung AC/DC, Bereichswahl automatisch „Autorange“ oder durch die Steuerung vorgegeben
Messbereiche: 300 mV, 3 V, 30 V, 300 V
- Strommessung AC/DC im 1 A (interne Sicherung: 1,25 A) oder 10 A-Pfad (keine interne Sicherung)
Messbereiche: 100 mA, 1 A, 10 A
- Messwertbildung:
Wechselstrom und Wechselspannung werden als Echteffektivwert RMS berechnet, kein Gleichspannungsanteil
Gleichstrom und Gleichspannung werden als arithmetischer Mittelwert berechnet
- Galvanische Trennung vom Feldbus
- Sehr gute Störnempfindlichkeit durch Dual-Slope-Wandlungsverfahren
- Anzeige von Messart (Strom/Spannung) und Überlast durch LED
- Typische Aktualisierungsrate ca. zwei Sekunden, nach Messbereichsänderung ca. eine Sekunde

Schnellstart

Die Multimeterklemme ist ab Werk so parametrierung, dass Spannungen bis 300 V_{DC} ohne weitere Einstellungen direkt gemessen werden können. Die Autorange Funktion ist aktiv und wählt den Messbereich automatisch.

Der Messwert wird mit 1 Bit pro Mikrovolt dargestellt, d.h. eine Anpassung des Wertes ist nicht notwendig.

Funktionsbeschreibung

Messbereiche und Ausgabe

Die Klemme beginnt automatisch mit der Messung. Neue Messwerte werden ausgegeben, sobald die Berechnung abgeschlossen ist. Stimmen der zuletzt verwendete und der angeforderte Messbereich nicht überein, wird das Bit „Data invalid“ gesetzt. Im Falle eines Fehlers (in der Regel Messbereichsüberschreitung) werden die entsprechenden Fehlerbits gesetzt. Neue Messwerte liegen etwa alle 0,5 Sekunden an. Wird durch Autorange oder Anwendereinwirkung der Messbereich während einer Filterperiode umgestellt beginnt die Filterzeit erneut. Schwankt der Wert im Autorange Modus zu stark, kann unter Umständen kein neuer Messwert ermittelt werden. Abhilfe schafft das Abschalten des Filters.

Die Klemme besitzt einen erweiterten Messbereich, wenn ein größerer Messbereich vorhanden ist (Beispiel: Im 30 V Bereich, größerer Messbereich ist 300 V). Im Autorange Betrieb dient der Erweiterte Messbereich als Hysterese-Bereich. Im erweiterten Messbereich werden die Über- und Unterlaufbits bzw. das Error-Bit erst bei 115 % des normalen Messbereiches gesetzt.

i Bitte beachten Sie

- Im AC Modus wird nur der Effektivwert der Wechselspannung angezeigt (Kein Gleichspannungsanteil).
- Fehler-Bits sind Under- und Overrange und Data-Invalid. Das Error-Bit wird zusammen mit diesen Bits gesetzt. Es kann vorkommen, dass gleichzeitig mehrere Bits bei einem Fehler gesetzt werden (z.B. Overrange und Data invalid).
- Da die Klemme den Eingangswert über einen Zeitraum von 20 ms (16,66 ms im 60 Hz Modus) integriert, können überlagernde Störungen der Eingangswerte aus dem Versorgungsnetz zu großen Teilen kompensiert werden.

Messbereichs-Auswahl

Der Messbereich wird im Prozessdatenbetrieb über das Control-Byte [► 51] ausgewählt.

Die Autorange Funktion kann nur innerhalb der gewählten Messart den besten Messbereich wählen. Die 10 A Messbereiche stellen im Autorange Betrieb eigene Messarten dar, d.h. ein Sprung von 1 A nach 10 A oder zurück ist nicht möglich (Ursachen: unterschiedliche Eingangskontakte sowie die Absicherung des 1 A Bereichs mit 1,25 A).

Die Grenzen zum Wechseln des Messbereiches liegen bei 10 % über Messbereichsendwert (Erweiterter Messbereich, größerer Range) und 10 % des Messbereichsendwertes (kleinerer Range). Wird die Darstellung „Linksbündig“ gewählt, liegen die Grenzen bei 100 % bzw. 5 % des Messbereichsendwertes.

Filter

Der eingebaute Filter mittelt die Werte der letzten halben Sekunde. Im Falle einer Messbereichsumschaltung wird der Filter neu gestartet. Standardmäßig ist der Filter aktiv. Bei abgeschaltetem Filter liefert die Klemme ca. 16 Messwerte pro Sekunde.

Netzfrequenz

Anpassung der Integrationszeiten an die verwendete Netzfrequenz (50, 60 Hz). Voreingestellt ist 50 Hz

Darstellung

Die Darstellung der Werte in den Prozessdaten kann geändert werden.

left aligned (0)

Linksbündige Darstellung, Messbereichsendwert entspricht 0x7FFFE000 (0x7FFFFFFF) bzw. 0x80000000.

right aligned (1)

Rechtsbündige Darstellung: 18 Bit Auflösung des Messbereiches, Endwert entspricht 0x0003FFFF (262143_{dez}) bzw. 0xFFFC0000 (-262144_{dez}).

Im erweiterten Messbereich werden diese Grenzen überschritten!

scaled (2)

Skalierte Darstellung: die Darstellung entspricht einem Bit pro μV / μA , Beispiele:

- Mode 0, Autorange, 2,5 V: 2500000_{dez}

- Mode 2, 800 mA: 800000_{dez}

float (5)

Skalierte Darstellung im Floatingpoint-Format

Die skalierte Darstellung (2) ist voreingestellt.

● Bitte beachten Sie



- Nur Die Skalierte Darstellung verrechnet die Faktoren 0,1/1/10/100 zwischen den Messbereichen!
- Die linksbündige Darstellung schließt die Nutzung des erweiterten Messbereiches aus!

Zero Compensation Intervall

Die Abgleichfunktion kompensiert die interne Offset-Drift des ADCs. Die Intervall Länge ist wählbar.

Wird die Einstellung 4: Triggered by PDO verwendet, kann über das Prozessdatenbit „Start Calibration“ der Zeitpunkt zum Lesen des internen Offsets manuell gewählt werden.

● 50 Hz Modus



Im 50 Hz Modus wird empfohlen, die Funktion nicht zu benutzen (0: Off).

Kalibrierung

Die Klemme besitzt sowohl Hersteller- als auch eine Anwenderkalibrierung, die beide unabhängig voneinander ein- und ausgeschaltet werden können. Die Kalibrierung kann immer nur für alle Messbereiche ein- oder ausgeschaltet werden. Die Anpassung im 60 Hz Modus sowie die Kompensation des AC System Offsets können nicht abgeschaltet werden.

2.5 Prozessdaten

Berechnung der Prozessdaten

Die Berechnung der Prozessdaten benötigt bis zu sieben Schritte zwischen dem Lesen des A/D-Cs und der Ausgabe der Prozessdaten.

Bezeichnung	Berechnungsformel	nicht aktiv
Offset-Korrektur	$Y_Z = X_{ADC} - (B_Z - B_{ZCal})$	$Y_Z = X_{ADC}$
Filter Mittelwertbildung über 8 Werte	$Y_F = \frac{1}{8} \cdot \sum_{i=0}^8 Y_{Zi}$	$Y_F = Y_Z$
60 Hz Modus Anpassung	$Y_{60} = (Y_F - B_F) \cdot \frac{7}{8} + (Y_F - B_F) \cdot A_F$	$Y_{60} = Y_F$
Kalibrierung aktiv	$Y_H = (Y_{60} - B_K) \cdot \frac{7}{8} + (Y_{60} - B_K) \cdot A_K$	$Y_H = Y_{60}$
	$Y_A = (Y_H - B_A) \cdot \frac{7}{8} + (Y_H - B_A) \cdot A_A$	$Y_A = Y_H$
AC-System-Offset	$Y = (Y_A - X_{SO}) \cdot 2$ für $0 < Y_A < 2 \cdot X_{SO}$	$Y = Y_A$ (Bedingung nicht erfüllt)
Skalierung	$Y_{Scal} = Y \cdot \frac{F_{Scal}}{2^{18}} \cdot 10^{Range}$	-

Die Skalierung beinhaltet die durch den Range gewählten Zehnerpotenzen.

Alle Gain-Faktoren müssen also 1/8 entsprechen um einen gesamten Faktor von 1 zu erhalten. Der Wert 8192 (0x2000) bewirkt einen Gesamt Faktor von 1.

Bezeichnung	Bedeutung	Register	Bezeichnung	Bedeutung	Register
X _{ADC}	Ausgabewert des A/D-Wandlers	R0 [► 55]			
Y _Z	Messwert nach ADC-Offset Korrektur		B _Z	Aktueller ADC Zero Wert	
			B _{ZCal}	ADC Zero zum Kalibrierungszeitpunkt	
Y _F	Messwert nach Mittelwertbildung				
Y ₆₀	Messwert nach Anpassung der 60 Hz Integrationszeit		B _F	60 Hz Offset	
			A _F	60 Hz Gain	
Y _H	Messwert nach Herstellerkalibrierung		B _K	Hersteller Offset	
			A _K	Hersteller Gain	
Y _A	Messwert nach Anwenderkalibrierung		B _A	Anwender Offset	
			A _A	Anwender Gain	
Y	Messwert nach AC-System-Offset		X _{SO}	AC-System-Offset	
Y _{Scal}	Messwert nach Skalierung		F _{Scal}	Endwert in 1 Bit pro 1µV / 1µA	

Ermittlung der (Anwender-) Gain-Werte

Die Klemme verfügt über ein Anwenderabgleich-Wertepaar pro Messbereich und Messart, also insgesamt 14 Paare. Um die Auflösung des Gain-Wertes zu erhöhen wird auf das „+1“ (0x4000) verzichtet.

Da auch Gain-Werte kleiner als 1 vorkommen können, wird der Gain-Wert mit einem Faktor von 1/8 versehen. Für eine Verstärkung von 1 muss der Gain-Wert entsprechend 0x2000 betragen.

Für Verstärkung $G = 1$ gilt:

$$A_A = \left(G - \frac{7}{8}\right) \cdot 2^{16}$$

$$A_A = 0x2000$$

Für andere Werte muss „G“ durch den gewünschten Verstärkungsfaktor ersetzt werden.

Vor dem Abgleich sollte die Darstellung (Presentation) der Werte auf „rechtsbündig“ eingestellt werden: Register R32.12 bis R32.15 [► 57] Wertezuweisung mit 1_{dez}.

2.6 LED-Anzeigen

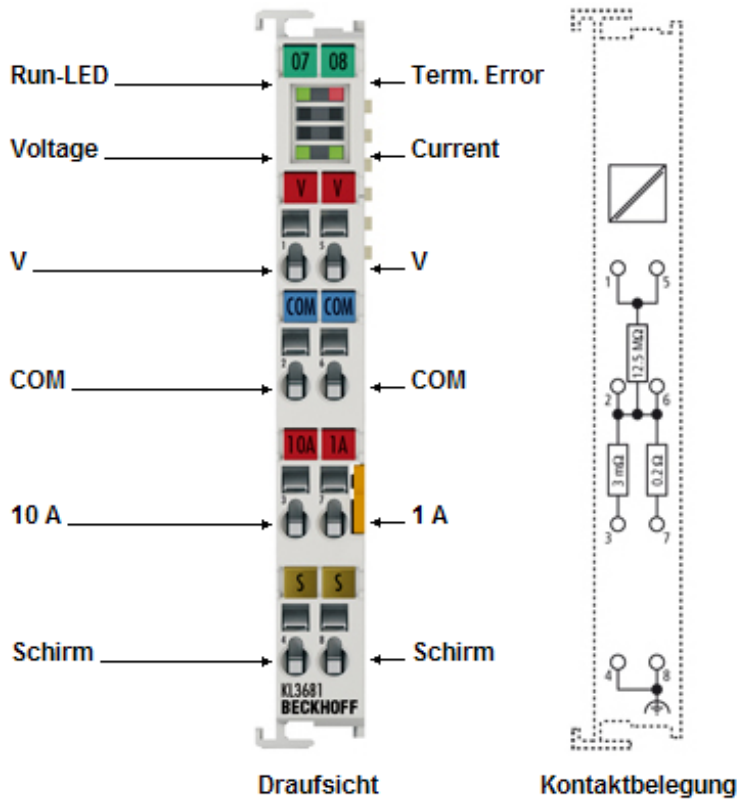


Abb. 4: KL3681-0000 - LED-Anzeigen

LED	Farbe	Bedeutung	
RUN	grün	aus	Datenübertragung auf dem K-Bus nicht aktiv
		an	Datenübertragung auf dem K-Bus aktiv
Term. Error	rot	an	Es ist ein Fehler aufgetreten (siehe Status-Byte [► 51])
Voltage	grün	an	Anzeige für Spannungsmessung
Current	grün	an	Anzeige für Strommessung

3 Hinweise zu analogen Spezifikationen

Beckhoff IO-Geräte (Klemmen, Boxen, Module) mit analogen Eingängen sind durch eine Reihe technischer Kenndaten charakterisiert, siehe dazu die Technischen Daten in den jeweiligen Dokumentationen.

Zur korrekten Interpretation dieser Kenndaten werden im Folgenden einige Erläuterungen gegeben.

3.1 Messbereichsendwert (MBE)

Ein IO-Gerät mit analogem Eingang misst über einen nominellen Messbereich, der durch eine obere und eine untere Schranke (Anfangswert und Endwert) begrenzt wird die meist schon der Gerätebezeichnung entnommen werden kann.

Der Bereich zwischen beiden Schranken wird Messspanne genannt und entspricht der Formel (Endwert - Anfangswert). Entsprechend zu Zeigergeräten ist dies die Messskala (vgl. IEC 61131) oder auch der Dynamikumfang.

Für analoge IO-Geräte von Beckhoff gilt, dass als Messbereichsendwert (MBE) des jeweiligen Produkts (auch: Bezugswert) die betragsmäßig größte Schranke gewählt und mit positivem Vorzeichen versehen wird. Dies gilt für symmetrische und asymmetrische Messspannen.

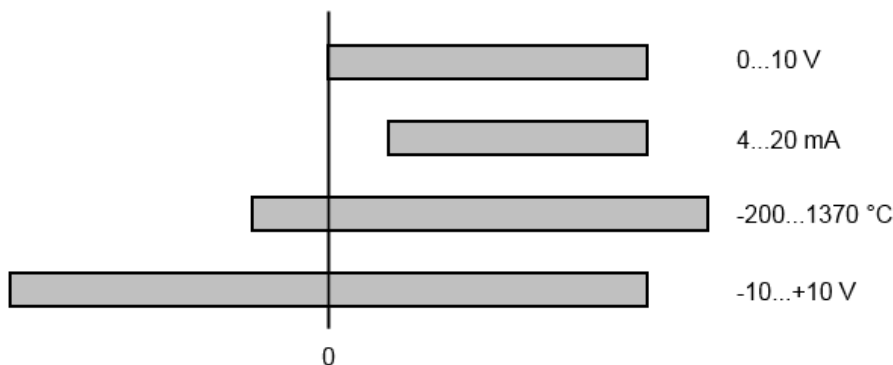


Abb. 5: Messbereichsendwert, Messspanne

Für die obigen **Beispiele** bedeutet dies:

- Messbereich 0...10 V: asymmetrisch unipolar, MBE = 10 V, Messspanne = 10 V
- Messbereich 4...20 mA: asymmetrisch unipolar, MBE = 20 mA, Messspanne = 16 mA
- Messbereich -200...1370°C: asymmetrisch bipolar, MBE = 1370°C, Messspanne = 1570°C
- Messbereich -10...+10 V: symmetrisch bipolar, MBE = 10 V, Messspanne = 20 V

Dies gilt entsprechend für analoge Ausgangsklemmen/-boxen (bzw. verwandten Beckhoff-Produktgruppen).

3.2 Messfehler/ Messabweichung

Der relative Messfehler (% vom MBE) bezieht sich auf den MBE und wird berechnet als Quotient aus der zahlenmäßig größten Abweichung vom wahren Wert („Messfehler“) in Bezug auf den MBE.

$$\text{Messfehler} = \frac{|\text{max. Abweichung}|}{\text{MBE}}$$

Der Messfehler hat im Allgemeinen Gültigkeit für den gesamten zulässigen Betriebstemperaturbereich, auch „Gebrauchsfehlergrenze“ genannt und enthält zufällige und systematische Anteile auf das bezogene Gerät (also „alle“ Einflüsse wie Temperatur, Eigenrauschen, Alterung usw.).

Er ist immer als positiv/negativ-Spanne mit \pm zu verstehen, auch wenn fallweise ohne \pm angegeben.

Die maximale Abweichung kann auch direkt angegeben werden.

Beispiel: Messbereich 0...10 V und Messfehler $< \pm 0,3\%$ MBE \rightarrow maximale Abweichung ± 30 mV im zulässigen Betriebstemperaturbereich.

● Geringerer Messfehler

i Da diese Angabe auch die Temperaturdrift beinhaltet, kann bei Sicherstellung einer konstanten Umgebungstemperatur des Geräts und thermischer Stabilisierung in der Regel nach einem Anwenderabgleich von einem signifikant geringeren Messfehler ausgegangen werden.

Dies gilt entsprechend für analoge Ausgangsgeräte.

3.3 Temperaturkoeffizient tK [ppm/K]

Eine elektronische Schaltung ist in der Regel mehr oder weniger temperaturabhängig. Im Bereich der analogen Messtechnik bedeutet dies, dass der mittels einer elektronischen Schaltung ermittelte Messwert reproduzierbar in seiner Abweichung vom „wahren“ Wert von der Umgebungs/Betriebstemperatur abhängig ist.

Lindern kann ein Hersteller dies durch Verwendung höherwertiger Bauteile oder Software-Maßnahmen.

Der von Beckhoff ggf. angegebene Temperaturkoeffizient erlaubt es dem Anwender den zu erwartenden Messfehler außerhalb der Grundgenauigkeit bei 23°C zu berechnen.

Aufgrund der umfangreichen Unsicherheitsbetrachtungen, die in die Bestimmungen der Grundgenauigkeit (bei 23°C) eingehen, empfiehlt Beckhoff eine quadratische Summierung.

Beispiel: Grundgenauigkeit bei 23°C sei $\pm 0,01\%$ typ. (MBE), tK = 20 ppm/K typ., gesucht ist die Genauigkeit G35 bei 35°C, somit $\Delta T = 12$ K

$$G35 = \sqrt{(0,01\%)^2 + (12\text{K} \cdot 20 \frac{\text{ppm}}{\text{K}})^2} = 0,026\% \text{ MBE, typ}$$

Anmerkungen: ppm $\triangleq 10^{-6}$ % $\triangleq 10^{-2}$

3.4 Langzeiteinsatz

Analoge Baugruppen (Eingänge, Ausgänge) unterliegen im Betrieb beständiger Umwelteinwirkung (Temperatur, Temperaturwechsel, Schock/Vibration, Einstrahlung etc.). Dies kann Einfluss auf die Funktion, insbesondere die analoge Genauigkeit (auch: Mess- bzw. Ausgabeunsicherheit) haben.

Als Industrieprodukte sind Beckhoff Analoggeräte für den 24h/7d Dauereinsatz ausgelegt. Die Geräte zeigen, dass sie insbesondere die Genauigkeitsspezifikation in der Regel auch im Langzeiteinsatz einhalten. Eine zeitlich unbeschränkte Funktionszusicherung (betrifft auch die Genauigkeit) kann wie üblich für technischen Geräte allerdings nicht gegeben werden.

Beckhoff empfiehlt die Verwendungsfähigkeit in Bezug auf das Einsatzziel im Rahmen üblicher Anlagenwartung z.B. alle 12-24 Monate zu prüfen.

3.5 Typisierung SingleEnded / Differentiell

Beckhoff unterscheidet analoge Eingänge grundsätzlich in den zwei Typen *Single-Ended* (SE) und *differentiell* (DIFF) und steht hier für den unterschiedlichen elektrischen Anschluss bezüglich der Potenzialdifferenz.

In dieser Abbildung sind ein SE und ein DIFF-Modul als 2-kanalige Variante aufgezeigt, exemplarisch für alle mehrkanaligen Ausführungen.

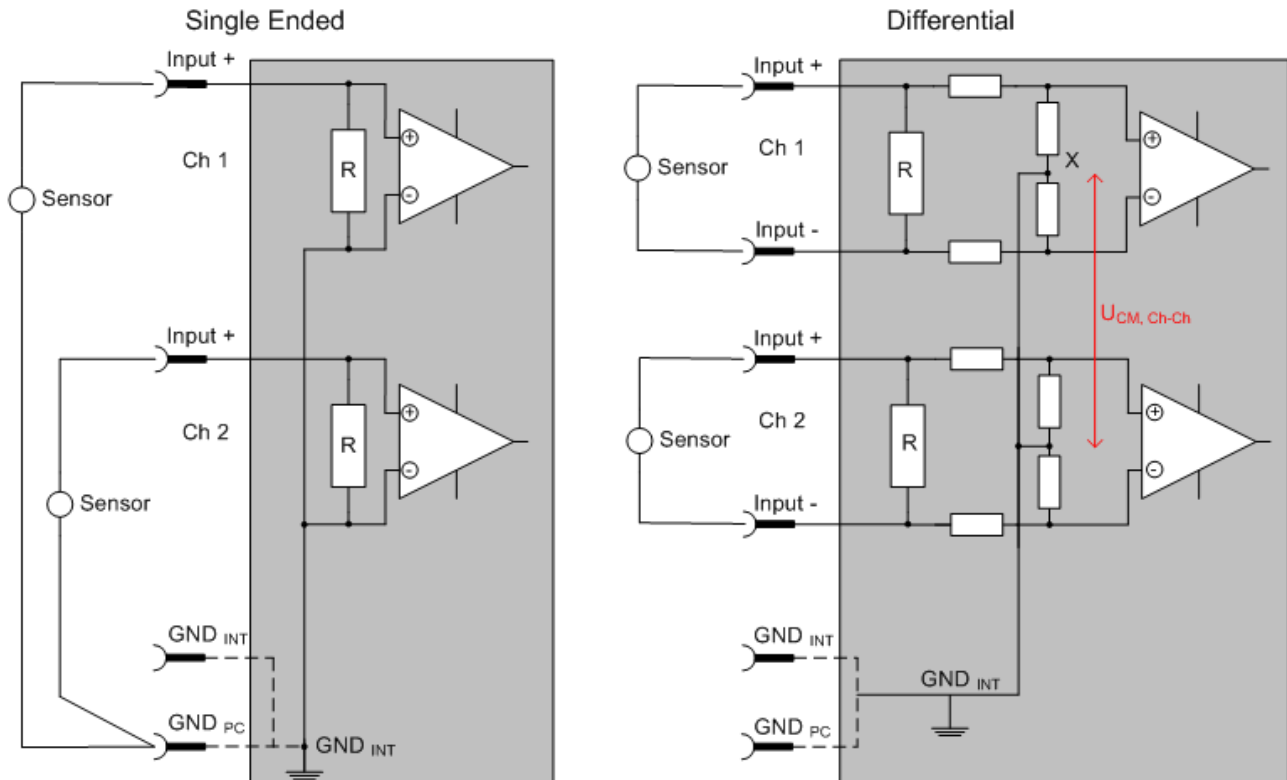


Abb. 6: SE und DIFF-Modul als 2-kanalige Variante

Hinweis: gestrichelte Linien bedeuten, dass diese Verbindung nicht unbedingt in jedem SE- oder DIFF-Modul vorhanden sein muss. Galvanisch getrennte Kanäle arbeiten grundsätzlich in differentieller Art, nur dass überhaupt kein direkter (galvanischer) Massebezug im Modul hergestellt ist. Spezifikationsangaben zu empfohlenen und maximalen Spannungen sind jeweils allerdings zu beachten.

Grundsätzlich gilt:

- Die analoge Messung erfolgt immer als Spannungsmessung zwischen zwei Potenzialpunkten. Bei einer Spannungsmessung ist R groß gewählt, um eine hohe Impedanz zu gewährleisten, bei einer Strommessung ist R als Shunt niedrig gewählt. Ist der Messzweck eine Widerstandsbestimmung, erfolgt die Betrachtung entsprechend.

- Dabei sind diese beiden Punkte bei Beckhoff üblicherweise als Input+/SignalPotenzial und Input-/BezugsPotenzial gekennzeichnet.
- Für die Messung zwischen zwei Potenzialpunkten sind auch zwei Potenziale heranzuführen.
- Bei den Begrifflichkeiten „1-Leiter-Anschluss“ oder „3-Leiter-Anschluss“ ist bezüglich der reinen Analog-Messung zu beachten: 3- oder 4-Leiter können zur Sensorversorgung dienen, haben aber mit der eigentlichen Analog-Messung nichts zu tun, diese findet immer zwischen zwei Potenzialen/Leitungen statt.
Dies gilt insbesondere auch für SE, auch wenn hier die Benennung suggeriert, dass nur eine Leitung benötigt wird.
- Es ist im Vorfeld der Begriff der "galvanischen Trennung" klarzustellen.
Beckhoff IO-Module verfügen über 1..8 oder mehr analoge Kanäle; bei Betrachtungen bezüglich des Kanalanschluss ist zu unterscheiden
 - wie sich die Kanäle INNERHALB eines Module zueinander stellen oder
 - wie sich die Kanäle MEHRERER Module zueinander stellen.
Ob die Kanäle zueinander direkt in Verbindung stehen wird u. a. mit der Eigenschaft der galvanischen Trennung spezifiziert.
 - Beckhoff Klemmen/ Boxen (bzw. verwandte Produktgruppen) sind immer mit einer galvanischen Trennung von Feld/Analog-Seite zu Bus/EtherCAT-Seite ausgerüstet. Wenn zwei analoge Klemmen/ Boxen also nicht über die Powerkontakte/ Powerleitung miteinander galvanisch verbunden sind, besteht faktisch eine galvanische Trennung zwischen den Modulen.
 - Falls Kanäle innerhalb eines Moduls galvanisch getrennt sind oder ein 1-Kanal-Modul keine Powerkontakte aufweist, handelt es sich faktisch immer um differentielle Kanäle, siehe dazu auch folgende Erläuterungen. Differentielle Kanäle sind nicht zwangsläufig galvanisch getrennt.
- Analoge Messkanäle unterliegen technischen Grenzen sowohl bezüglich des empfohlenen bestimmungsgemäßen Betriebsbereichs (Dauerbetrieb) als auch der Zerstörgrenze. Entsprechende Hinweise in den Dokumentationen zu den Klemmen/ Boxen sind zu beachten.

Erläuterung

- **differentiell (DIFF)**
 - Die differentielle Messung ist das flexibelste Konzept. Beide Anschlusspunkte Input+/SignalPotenzial und Input-/BezugsPotenzial sind vom Anwender im Potenzial im Rahmen der technischen Spezifikation frei wählbar.
 - Ein differentieller Kanal kann auch als SE betrieben werden, wenn das BezugsPotenzial von mehreren Sensoren verbunden wird. Dieser Verbindungspunkt kann auch Anlagen-GND sein.
 - Da ein differentieller Kanal intern symmetrisch aufgebaut ist (vgl. Abb. SE und DIFF-Modul als 2-kanalige Variante) stellt sich in der Mitte zwischen den beiden zugeführten Potenzialen ein Mittel-Potenzial ein (X), das gleichbedeutend mit dem internen Ground/Bezugsmasse dieses Kanals ist. Wenn mehrere DIFF-Kanäle ohne galvanische Trennung in einem Modul verbaut sind, kennzeichnet die technische Eigenschaft „ U_{CM} (common mode Spannung)“, wie weit die Kanäle in Ihrer Mittenspannung auseinander liegen dürfen.
 - Die interne Bezugsmasse kann ggf. als Anschlusspunkt an der Klemme/ Box zugänglich sein, um ein definiertes GND-Potenzial in der Klemme/ Box zu stabilisieren. Es ist allerdings dann besonders auf die Qualität dieses Potenzials (Rauschfreiheit, Spannungskonstanz) zu achten. An diesen GND-Punkt kann auch eine Leitung angeschlossen werden die dafür sorgt, dass bei der differentiellen Sensorleitung die $U_{CM,max}$ nicht überschritten wird.
Sind differentielle Kanäle nicht galvanisch getrennt, ist i. d. R nur eine $U_{CM,max}$ zulässig. Bei galvanischer Trennung sollte dieses Limit nicht vorhanden sein und die Kanäle dürfen nur bis zur spezifizierten Trennungsgrenze auseinander liegen.
 - Differentielle Messung in Kombination mit korrekter Sensorleitungsverlegung hat den besonderen Vorteil, dass Störungen die auf das Sensorkabel wirken (idealerweise sind Hin- und Rückleitung nebeneinander verlegt, so dass beide Leitungen von Störsignalen gleich getroffen werden) sehr wenig effektive Auswirkung auf die Messung haben, weil beide Leitungen gemeinsam (= common) im Potenzial verschoben werden - umgangssprachlich: Gleichtaktstörungen wirken auf beide Leitungen gleichzeitig in Amplitude und Phasenlage.
 - Trotzdem unterliegt die Unterdrückung von Gleichtaktstörungen innerhalb eines Kanals oder zwischen Kanälen technischen Grenzen, die in den technischen Daten spezifiziert sind.

- Weitere hilfreiche Ergänzungen dazu sind der Dokumentationsseite *Beschaltung von 0/4..20 mA Differenzeingängen* (siehe z. B. Dokumentation zu den Klemmen EL30xx) zu entnehmen.
- **Single Ended (SE)**
 - Ist die Analog-Schaltung als SE konzipiert, ist die Input-/Bezugsleitung intern fest auf ein bestimmtes nicht änderbares Potenzial gelegt. Dieses Potenzial muss an mindestens einer Stelle der Klemme/ Box von außen zum Anschluss des Bezugspotenzials zugänglich sein, z. B. über die Powerkontakte/ Powerleitung.
 - SE bietet dem Anwender die Möglichkeit, bei mehreren Kanälen zumindest eine der beiden Sensorleitungen nicht bis zur Klemme/ Box zurückführen zu müssen wie bei DIFF, sondern die Bezugsleitung bereits an den Sensoren zusammenzufassen, z. B. im Anlagen-GND.
 - Nachteilig dabei ist, dass es über die getrennte Vor- und Rückleitung zu Spannungs/ Stromveränderungen kommen kann, die von einem SE-Kanal nicht mehr erfasst werden können, s. Gleichtaktstörung. Ein U_{CM} -Effekt kann nicht auftreten da die interne Schaltung der Kanäle eines Moduls ja immer durch Input-/Bezugspotenzial hart miteinander verbunden sind.

Typisierung 2/3/4-Leiter-Anschluss von Stromsensoren

Stromgeber/Sensoren/Feldgeräte (im Folgenden nur „Sensor“ genannt) mit der industriellen 0/4-20mA-Schnittstelle haben typisch eine interne Wandlungselektronik von der physikalischen Messgröße (Temperatur, Strom...) auf den Stromregelausgang. Diese interne Elektronik muss mit Energie (Spannung, Strom) versorgt werden. Die Zuleitungsart dieser Versorgung trennt die Sensoren somit in *selbstversorgende* oder *extern versorgte* Sensoren:

Selbstversorgende Sensoren

- Die Energie für den Eigenbetrieb bezieht der Sensor über die Sensor/Signal-Leitung + und – selbst. Damit immer genug Energie für den Eigenbetrieb zur Verfügung steht und eine Drahtbruchererkennung möglich ist, wurde bei der 4-20mA-Schnittstelle als untere Grenze 4 mA festgelegt, d. h. minimal lässt der Sensor 4 mA, maximal 20 mA Strom passieren.
- 2-Leiter-Anschluss siehe Abb. *2-Leiter-Anschluss*, vgl. IEC60381-1
- Solche Stromgeber stellen i. d .R. eine Stromsenke dar, möchten also als „variable Last“ zwischen + und – sitzen. Vgl. dazu Angaben des Sensorherstellers.

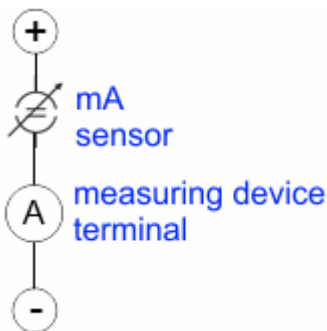


Abb. 7: 2-Leiter-Anschluss

Sie sind deshalb nach der Beckhoff-Terminologie wie folgt anzuschließen:

bevorzugt an „**single-ended**“ **Eingänge** wenn die +Supply-Anschlüsse der Klemme/ Box gleich mitgenutzt werden sollen - anzuschließen an +Supply und Signal

sie können aber auch an „**differentielle**“ **Eingänge** angeschlossen werden, wenn der Schluss nach GND dann applikationsseitig selbst hergestellt wird – polrichtig anzuschließen an +Signal und –Signal
Unbedingt die Hinweisseite *Beschaltung von 0/4..20 mA Differenzeingängen* (siehe z. B. Dokumentation zu den Klemmen EL30xx) beachten!

Extern versorgte Sensoren

- 3- und 4-Leiter-Anschluss siehe Abb. *Anschluss extern versorgte Sensoren*, vgl. IEC60381-1

- Die Energie/Betriebsspannung für den Eigenbetrieb bezieht der Sensor aus zwei eigenen Versorgungsleitungen. Für die Signalübertragung der Stromschleife werden ein oder zwei weitere Sensorleitungen verwendet:
 - 1 Sensorleitung: nach der Beckhoff-Terminologie sind solche Sensoren an „**single-ended**“ **Eingänge** anzuschließen in 3 Leitungen mit +/-Signal und ggf. FE/Schirm.
 - 2 Sensorleitungen: Bei Sensoren mit 4-Leiter-Anschluss nach +Supply/-Supply/+Signal/-Signal ist zu prüfen ob der +Signal mit +Supply oder der –Signal-Anschluss mit –Supply verbunden werden darf.
 Ja:
 Dann kann entsprechend an einen Beckhoff „**single-ended**“ **Eingang** angeschlossen werden.
 Nein:
 es ist der Beckhoff „**differenziell**“ **Eingang** für +Signal und –Signal zu wählen, +Supply und –Supply sind über extra Leitungen anzuschließen.
 Unbedingt die Hinweisseite *Beschaltung von 0/4..20 mA Differenzeingängen* (siehe z. B. Dokumentation zu den Klemmen EL30xx) beachten!

Hinweis: fachspezifische Organisationen wie NAMUR fordern einen nutzbaren Messbereich <4 mA/>20 mA zur Fehlererkennung und Justage, vgl. NAMUR NE043.
 Es ist in der Beckhoff Gerätedokumentation einzusehen, ob das jeweilige Gerät solch einen erweiterten Signalbereich unterstützt.
 Bei unipolaren Klemmen/ Boxen (und verwandten Produktgruppen) ist üblicherweise eine interne Diode vorhanden, dann ist die Polarität/Stromrichtung zu beachten:

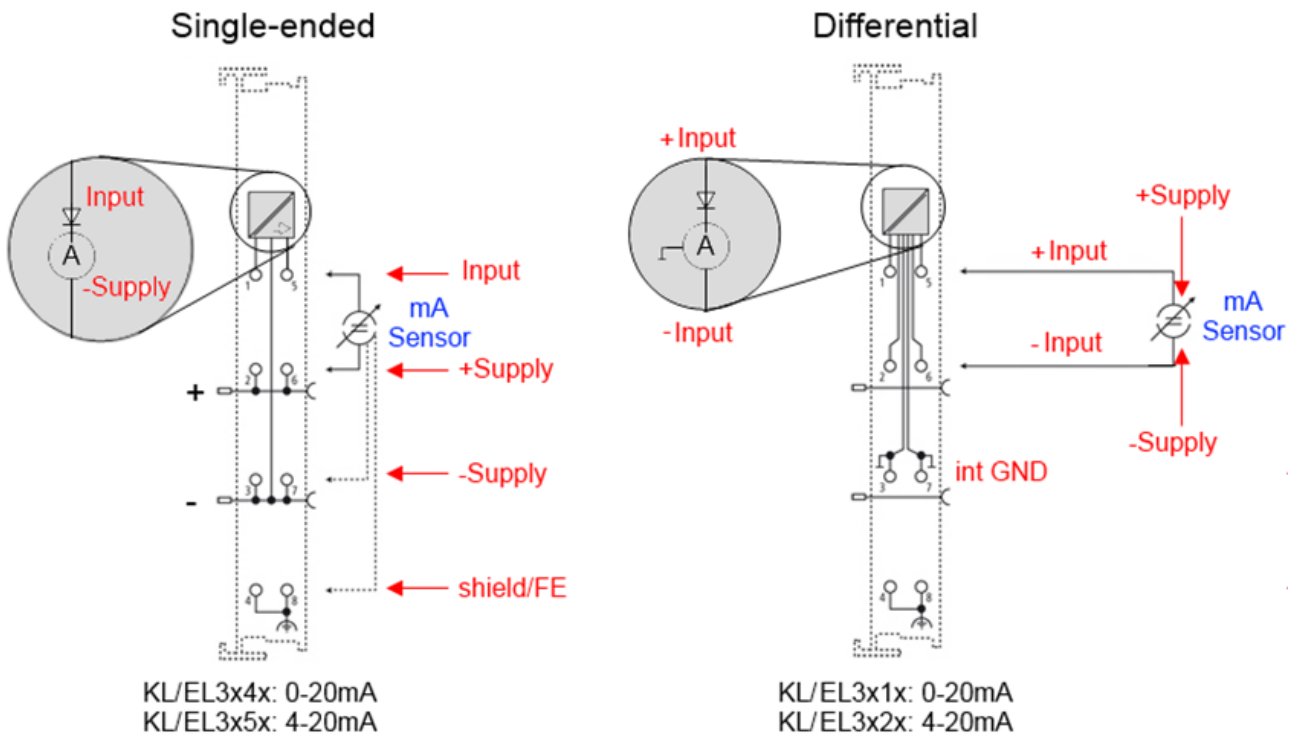


Abb. 8: Anschluss extern versorgte Sensoren

Einordnung der Beckhoff-Klemmen/ Boxen - Beckhoff 0/4-20mA Klemmen/ Boxen (und verwandten Produktgruppen) sind als **differenziell** und **single-ended** verfügbar:

Single-ended

EL3x4x: 0-20 mA, EL3x5x: 4-20 mA, genauso KL und verwandten Produktgruppen

Stromvorzugsrichtung da interne Diode

Sind für den Anschluss von extern versorgenden Sensoren im 3/4-Leiter-Anschluss konzipiert.

Sind für den Anschluss von selbstversorgenden Sensoren im 2-Leiter-Anschluss konzipiert

differenziell

EL3x1x: 0-20 mA, EL3x2x: 4-20 mA, genauso KL und verwandten Produktgruppen

Stromvorzugsrichtung da interne Diode

Die Klemme/ Box ist eine passive differentielle Strommessvorrichtung, „passiv“ bedeutet, dass keine Sensorspeisung erfolgt.

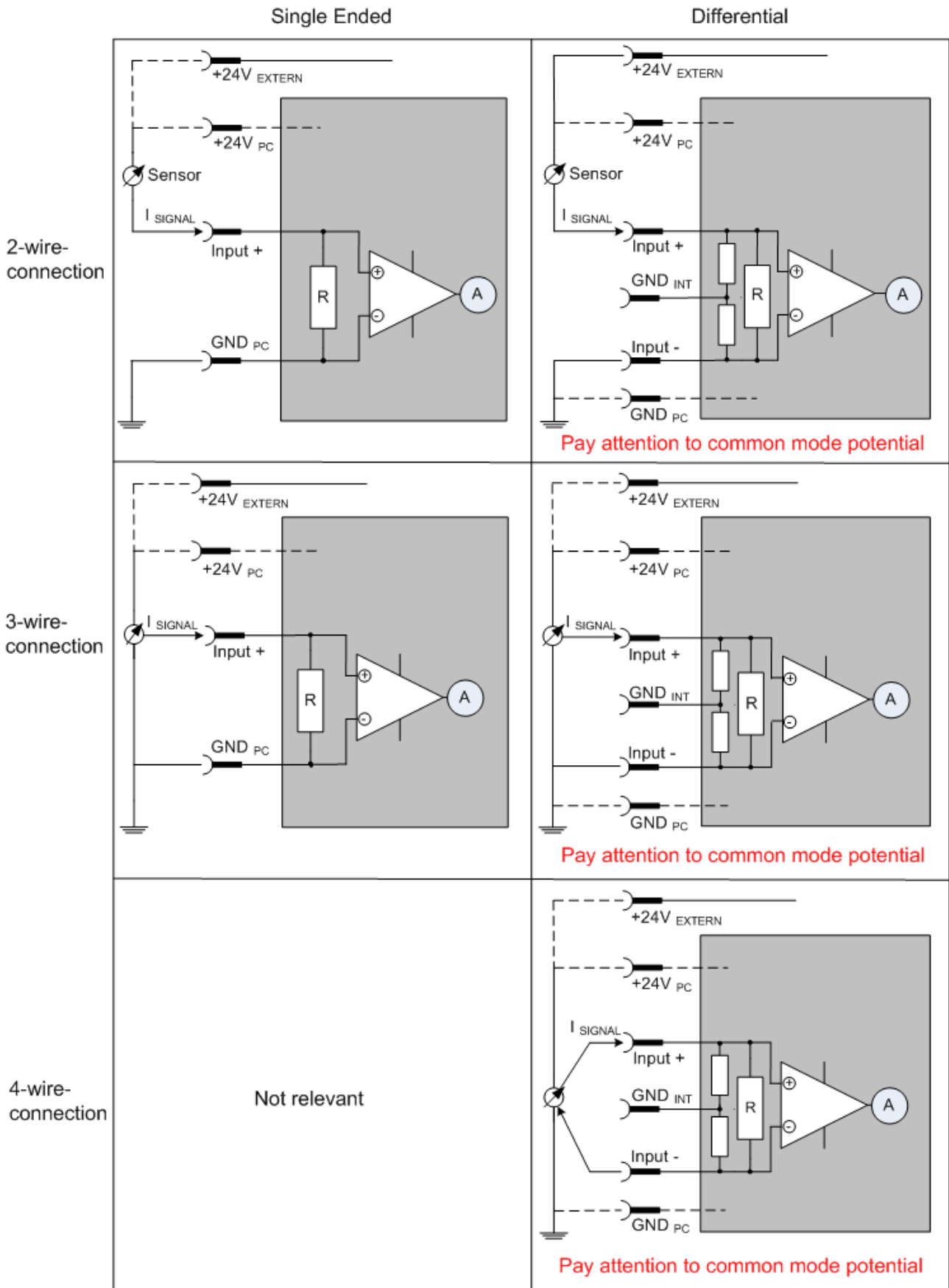


Abb. 9: 2-, 3- und 4-Leiter-Anschluss an Single Ended - und Differenz Eingänge

3.6 Gleichtaktspannung und Bezugsmasse (bezogen auf Differenzeingänge)

Gleichtaktspannung (CommonMode, U_{cm}) wird als der Mittelwert der Spannungen an den einzelnen Anschlüssen/Eingängen definiert und wird gegen eine Bezugsmasse gemessen/angegeben.

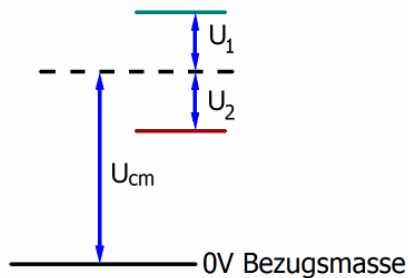


Abb. 10: Gleichtaktspannung (U_{cm})

Bei der Definition des zulässigen Gleichtaktspannungsbereiches und bei der Messung der Gleichtaktunterdrückung (CMRR, common mode rejection ratio) bei differenziellen Eingängen ist die Definition der Bezugsmasse wichtig.

Die Bezugsmasse ist auch das Potential, gegen welches der Eingangswiderstand und die Eingangsimpedanz bei single-ended-Eingängen bzw. der Gleichtaktwiderstand und die Gleichtaktimpedanz bei differenziellen Eingängen gemessen werden.

Die Bezugsmasse ist an/bei der Klemme/ Box i.d.R. zugänglich. Orte dafür können Klemmkontakte, Powerkontakte/ Powerleitung oder auch nur eine Tragschiene sein. Zur Verortung siehe Dokumentation, die Bezugsmasse sollte beim betrachteten Gerät angegeben sein.

Bei mehrkanaligen Klemmen/ Boxen mit resistiver (=direkter, ohmscher, galvanischer) oder kapazitiver Verbindung zwischen den Kanälen ist die Bezugsmasse vorzugsweise der Symmetriepunkt aller Kanäle, unter Betrachtung der Verbindungswiderstände.

Beispiele für Bezugsmassen bei Beckhoff IO Geräten:

1. internes AGND (analog GND) herausgeführt:
EL3102/EL3112, resistive Verbindung der Kanäle untereinander
2. 0V-Powerkontakt:
EL3104/EL3114, resistive Verbindung der Kanäle untereinander an AGND, AGND niederohmig verbunden mit 0V-Powerkontakt
3. Erde bzw. SGND (shield GND):
 - EL3174-0002: Kanäle haben keine resistive Verbindung untereinander, aber sind kapazitiv durch Ableitkondensatoren an SGND gekoppelt
 - EL3314: keine interne Masse auf die Klemmpunkte herausgeführt, aber kapazitive Kopplung an SGND

3.7 Spannungsfestigkeit

Es ist zu unterscheiden zwischen:

- Spannungsfestigkeit (Zerstörgrenze): eine Überschreitung kann irreversible Veränderungen an der Elektronik zur Folge haben, Wertbetrachtung dabei
 - gegen eine festgelegte Bezugsmasse oder
 - differentiell
- Empfohlener Einsatzspannungsbereich: Bei einer Überschreitung kann nicht mehr von einem spezifikationsgemäßem Betrieb ausgegangen werden, Wertbetrachtung dabei
 - gegen eine festgelegte Bezugsmasse oder
 - differentiell

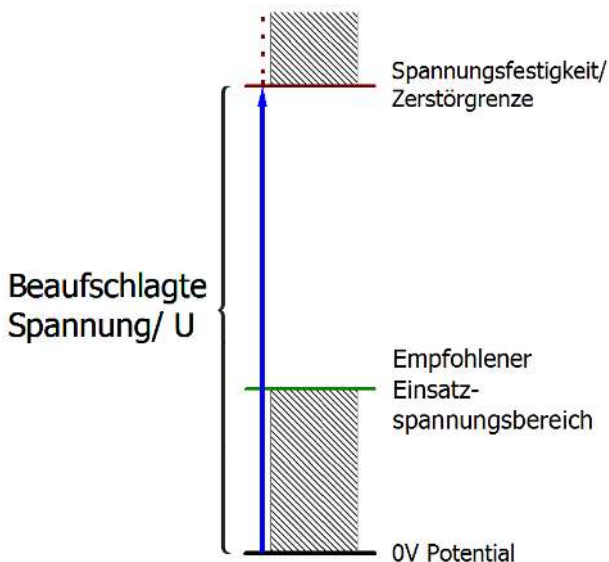


Abb. 11: Empfohlener Einsatzspannungsbereich

Es können in den Gerätedokumentationen besondere Spezifikationsangaben dazu und zur Zeitangabe gemacht werden, unter Berücksichtigung von:

- Eigenerwärmung
- Nennspannung
- Isolationsfestigkeit
- Flankensteilheit der Anlege-Spannung bzw. Haltedauern
- Normatives Umfeld (z. B. PELV)

3.8 Zeitliche Aspekte der analog/digital Wandlung

Die Umwandlung des stetigen analogen elektrischen Eingangssignals in eine wertdiskrete digitale und maschinenlesbare Form wird in den Beckhoff analogen Eingangsbaugruppen EL/KL/EP mit sog. ADC (analog digital converter) umgesetzt. Obgleich verschiedene ADC-Technologien gängig sind, haben sie alle aus Anwendersicht ein gemeinsames Merkmal: nach dem Ende der Umwandlung steht ein bestimmter digitaler Wert zur Weiterverarbeitung in der Steuerung bereit. Dieser Digitalwert, das sog. Analoge Prozessdatum, steht in einem festen zeitlichen Zusammenhang mit der „Ur-Größe“, dem elektrischen Eingangswert. Deshalb können für Beckhoff analoge Eingangsgeräte auch entsprechende zeitliche Kenndaten ermittelt und spezifiziert werden.

In diesen Prozess sind mehrere funktionale Komponenten involviert, die mehr oder weniger stark ausgeprägt in jeder AI (analog input) Baugruppe wirken:

- die elektrische Eingangsschaltung
- die Analog/Digital-Wandlung
- die digitale Weiterverarbeitung
- die finale Bereitstellung der Prozess- und Diagnosedaten zur Abholung an den Feldbus (EtherCAT, K-Bus etc.)

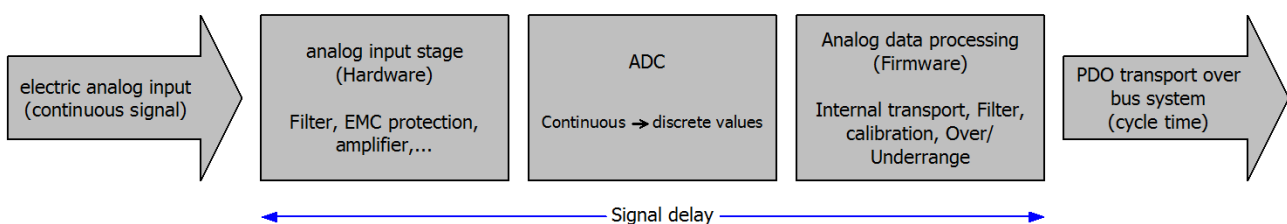


Abb. 12: Signalverarbeitung Analogeingang

Aus Anwendersicht sind dabei zwei Aspekte entscheidend:

- „Wie oft bekomme ich neue Werte?“, also eine Sampling-Rate im Sinne einer Schnelligkeit in Bezug auf das Gerät/den Kanal
- Wieviel Verzögerung verursacht die (gesamte) AD-Wandlung des Gerätes/des Kanals?
Also Hard- und Firmware-Teile in toto. Aus technologischen Gründen muss zur Bestimmung dieser Angabe die Signalcharakteristik betrachtet werden: je nach Signalfrequenz kann es zu unterschiedlichen Laufzeiten durch das System kommen.

Dies ist die „äußere“ Betrachtung des Systems „Beckhoff AI Kanal“ – intern setzt sich insbesondere die Signalverzögerung aus den verschiedenen Anteilen Hardware, Verstärker, Wandlung selbst, Datentransport und Verarbeitung zusammen. Auch kann ggf. intern eine höhere Abtastrate verwendet werden (z.B. bei deltaSigma-Wandlern) als „außen“ aus Anwendersicht angeboten wird. Dies ist aber für ein nutzseitige Betrachtung der Komponente „Beckhoff AI Kanal“ normalerweise ohne Belang bzw. wird entsprechend spezifiziert, falls es doch für die Funktion relevant ist.

Damit können für Beckhoff AI Geräte folgende Spezifikationsangaben zum AI Kanal aus zeitlicher Sicht für den Anwender angegeben werden:

1. Minimale Wandlungszeit [ms, µs]

Dies ist der Kehrwert der maximalen **Sampling-Rate** [Sps, Samples per second]:

Gibt an, wie oft der analoge Kanal einen neu festgestellten Prozessdatenwert zur Abholung durch den Feldbus bereitstellt. Ob der Feldbus (EtherCAT, K-Bus) diesen dann auch genauso schnell (also im Gleichtakt), schneller (weil der AI Kanal im langsame FreeRun läuft) oder langsamer (z.B. bei Oversampling) abholt, ist dann eine Frage der Einstellung des Feldbusses und welche Betriebsmodi das AI Gerät unterstützt.

Bei EtherCAT Geräten zeigt das sog. ToggleBit bei den Diagnose-PDO an (indem es toggelt), dass ein neu ermittelter Analogwert vorliegt.

Entsprechend kann eine maximale Wandlungszeit, also eine minimal vom AI Gerät unterstützte Samplingrate spezifiziert werden.

Entspricht IEC 61131-2 Kap 7.10.2 2) „Abtast-Wiederholzeit“

2. Typ. Signalverzögerung

Entspricht IEC 61131-2 Kap 7.10.2 1) „Abtastdauer“. Sie inkludiert nach dieser Betrachtung alle geräteinternen Hard- und Firmware-Anteile, aber nicht „äußere“ Verzögerungsanteile aus dem Feldbus oder der Steuerung (TwinCAT).

Diese Verzögerung ist insbesondere relevant für absolute Zeitbetrachtungen, wenn AI Kanäle zum Amplitudenwert auch einen zugehörigen Zeitstempel (timestamp) mitliefern – von dem ja angenommen werden darf, dass er in seinem Zeitwert zu dem außen ehemals physikalisch anliegenden Amplitudenwert passt.

Aufgrund der frequenzabhängigen Laufzeit eines Signals, kann ein dezidierter Wert nur für ein gegebenes Signal spezifiziert werden. Der Wert ist auch abhängig von ggf. veränderlichen Filtereinstellungen des Kanals.

Eine typische Charakterisierung in der Gerätedokumentation kann sein:

2.1 Signalverzögerung (Sprungantwort)

Stichworte: Einschwingzeit

Das Rechtecksignal kann extern mit einem Frequenzgenerator (Impedanz beachten!) erzeugt werden.

Als Erkennungsschwelle wird die 90% Grenze verwendet.

Die Signalverzögerung [ms, µs] ist dann der zeitliche Abstand zwischen dem (idealen) elektrischen Rechtecksignal und der Zeitpunkt wo der analoge Prozesswert die 90% Amplitude erreicht hat.

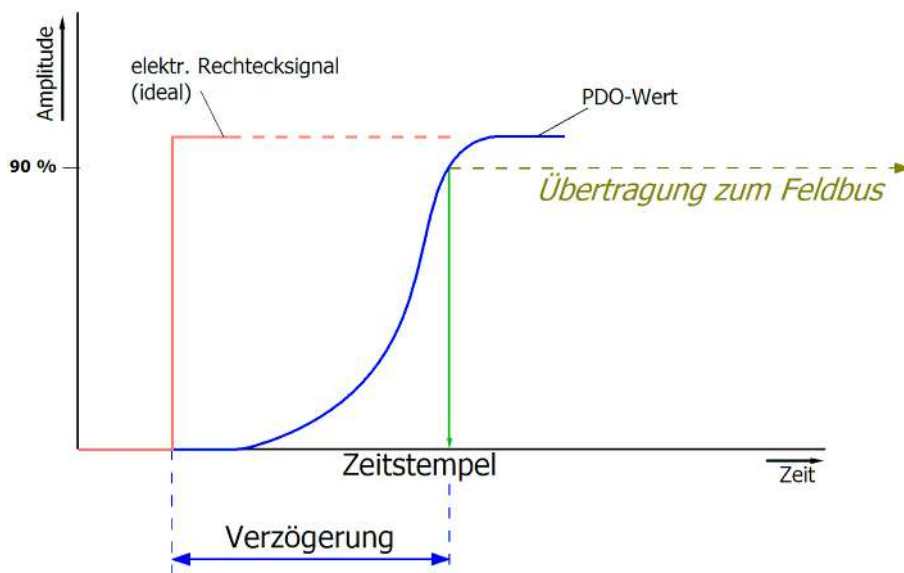


Abb. 13: Diagramm Signalverzögerung (Sprungantwort)

2.2 Signalverzögerung (linear)

Stichwort: Gruppenlaufzeit

Beschreibt die Verzögerung eines frequenzkonstanten Signals

Testsignal kann extern mit einem Frequenzgenerator erzeugt werden, z. B. als Sägezahn oder Sinus.

Referenz wäre dann ein zeitgleiches Rechtecksignal.

Die Signalverzögerung [ms, μ s] ist dann der zeitliche Abstand zwischen dem eingespeisten elektrischen Signal einer bestimmten Amplitude und dem Moment wo der analoge Prozesswert denselben Wert erreicht. Dazu muss die Testfrequenz in einem sinnvollen Bereich gewählt werden; diese kann z. B. bei 1/20 der maximalen Sampling-Rate liegen.

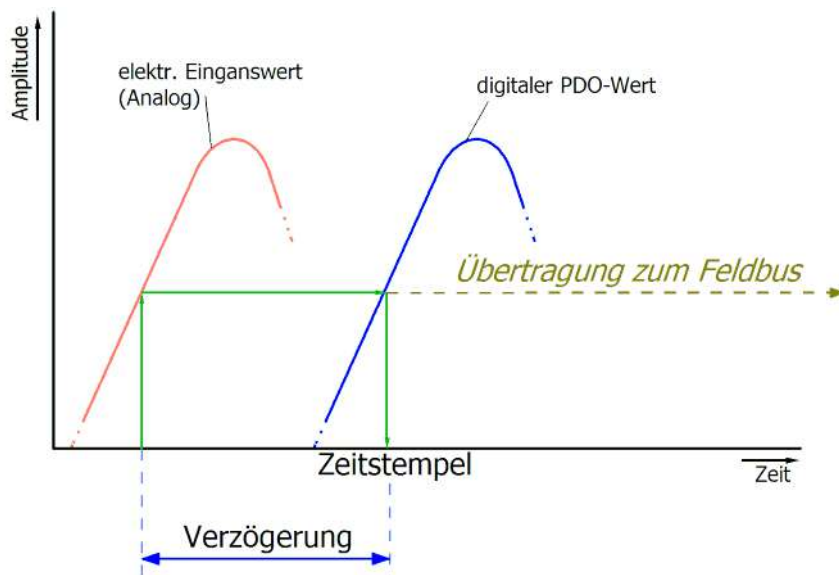


Abb. 14: Diagramm Signalverzögerung (linear)

3. Weitere Angaben

Weitere Angaben können in der Spezifikation optional angeführt sein, wie z. B.

- Tatsächliche Sampling-Rate des ADC (wenn unterschiedlich von der Kanal-Sampling-Rate)
- Zeit-Korrekturwerte für Laufzeiten bei unterschiedlichen Filtereinstellungen
- usw.


3.9 Begriffsklärung GND/Ground

IO Geräte haben immer irgendwo ein Referenzpotential. Schließlich entsteht die arbeitsfähige elektrische Spannung erst dadurch, dass zwei Orte unterschiedliche Potentiale annehmen – der eine Ort sei dann Referenzpotential/Bezugspotential genannt.

Im Beckhoff IO Bereich und insbesondere bei den Analogprodukten werden verschiedene Bezugspotentiale verwendet und benannt, diese seien hier definiert, benannt und erläutert.


Hinweis: aus historischen Gründen werden bei verschiedenen Beckhoff IO Produkten unterschiedliche Benennungen verwendet. Die nachfolgenden Erläuterungen stellen diese auf ein einheitliches technisches Fundament.

SGND

- Auch genannt: FE, Functional Earth, Shield GND, Shield.
- Verwendung: Ableitung von Störungen und Abstrahlungen, vorrangig stromlos.
- Symbol: .
- Hinweise und Empfehlungen zu SGND/FE sind im separaten Kapitel „Inbetriebnahme“/ „Analogtechnische Hinweise – Schirm und Erde“ genannt.
- SGND endet i.d.R. am Ende in den baulichen Erdungsternpunkt.
- Um bestimmungsgemäß verwendet werden zu können, sollte SGND selbst eine rauscharme/ rauschfreie, „saubere“ Strom- und Spannungssenke sein.

PE

- Auch genannt: Protective Earth.
- Verwendung: Schutzmaßnahme gegen das Auftreten von gefährlichen Berührungsspannungen, indem diese Berührungsspannungen abgeleitet werden und dann vorgeschaltete Schutzeinrichtungen auslösen. Bei korrekter Installation ist der PE-Leiter stromlos, muss aber für den Schutzfall vorgabegemäß stromtragfähig sein.

- Symbol: .

- PE endet i.d.R. am Ende in den baulichen Erdungsternpunkt.
- Vorgaben und Hinweise zu PE siehe einschlägiges Regelwerk.

PGND, AGND

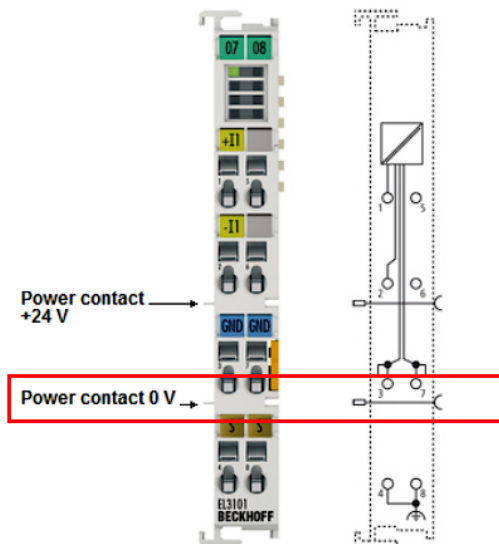
- Verwendung: Bezugsmasse oder Rückleitung von analogen oder digitalen Signalen.
- Je nach Verwendung nominell stromlos als Bezugspotential oder stromführend als Rückleitung.
- Im Analogbereich können das sog. Normsignale 0...10 V und 4...20 mA, Messbrückensignale und Thermoelemente im Bereich weniger mV und Widerstandsmessung in beliebigem Ohm-Bereich sowie Spannungen von μV bis einige 1000 V usw. sein.
- Im Digitalbereich können das z.B. 0/24 V, -5/+5 V usw. sein.
- Symbole:

bevorzugt: .

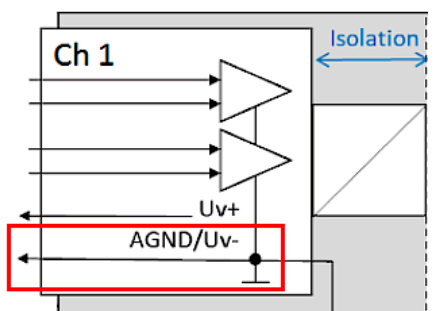
selten auch noch verwendet aber eigentlich Erdbodenpotential bedeutend: .

- Es kann in der Anlage mehrere, also voneinander galvanisch getrennte PGND/AGND Netze geben.
- Verfügt ein Gerät wegen kanalweiser Trennung über mehreren AGND, können diese nummeriert sein: AGND1, AGND2, ...
- PGND
 - auch genannt: GND_{PC} , 0 V, Powerkontakt 0 V, GND.

- Ausführung: PGND ist eine bauliche Beschreibung für die „negative“ Powerkontaktschiene des Busklemmensystems.
- kann mit der Geräteelektronik verbunden sein z.B. zur Geräteversorgung oder als Signalmrückführung (siehe Kapitel „Inbetriebnahme“/ „Hinweise zu analogen Messwerten“/ „Hinweise zu analogen Spezifikationen“/ „Typisierung SingleEnded / Differentiell“ [▶ 22]). Siehe dazu die jeweilige Gerätedokumentation.
- Beispiel, PGND ist nicht mit der Geräteelektronik verbunden:



- AGND
 - Auch genannt: GND_{int} , GND, analoge Masse, Analog-Ground, GND_{analog} .
 - AGND kennzeichnet elektrisch die analoge Bezugsmasse des Geräts.
 - AGND kann intern z.B. mit PGND verbunden sein, oder auf einer Anschlussstelle liegen damit es extern mit einem gewünschten Potential verbunden werden kann. Dabei sind elektrische Einschränkungen lt. Gerätedokumentation zu beachten, z.B. CommonMode-Grenzen.
 - AGND ist meist ein stromloses Bezugspotential. Das Einwirken von Störungen auf AGND ist zu vermeiden.
 - Beispiel, AGND wird auf dem Gerätestecker herausgeführt:



4 Montage und Verdrahtung

4.1 Hinweise zum ESD-Schutz

HINWEIS

Zerstörung der Geräte durch elektrostatische Aufladung möglich!

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

- 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.

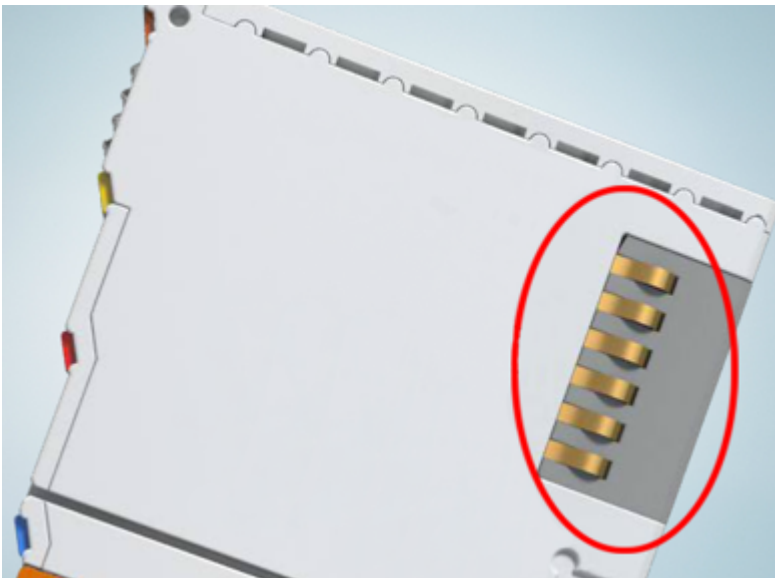


Abb. 15: Federkontakte der Beckhoff I/O-Komponenten

4.2 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

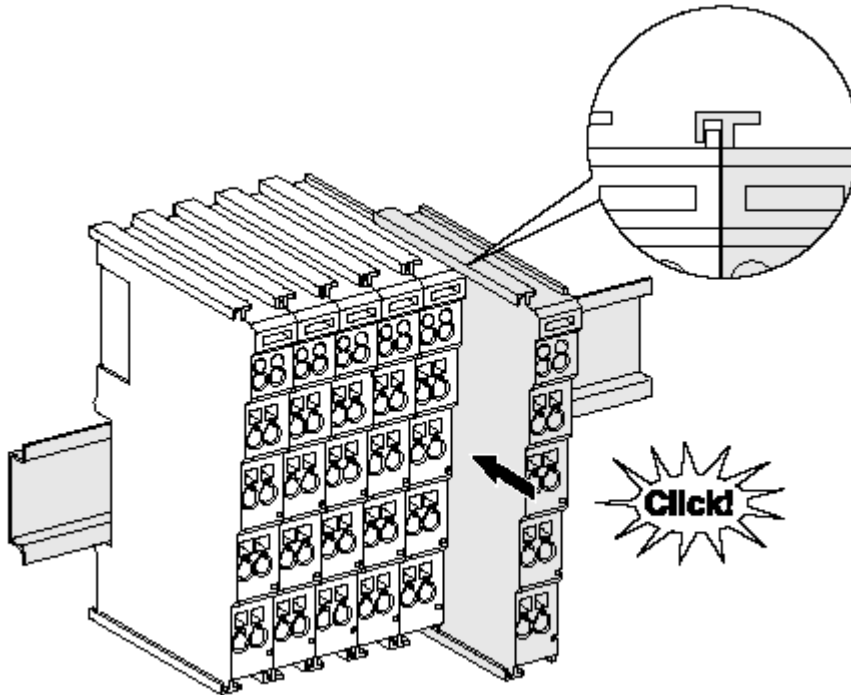


Abb. 16: Montage auf Tragschiene

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

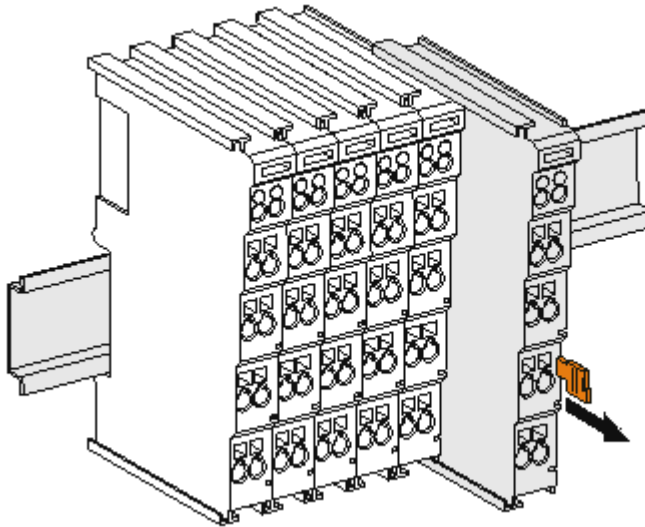


Abb. 17: Demontage von Tragschiene

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.

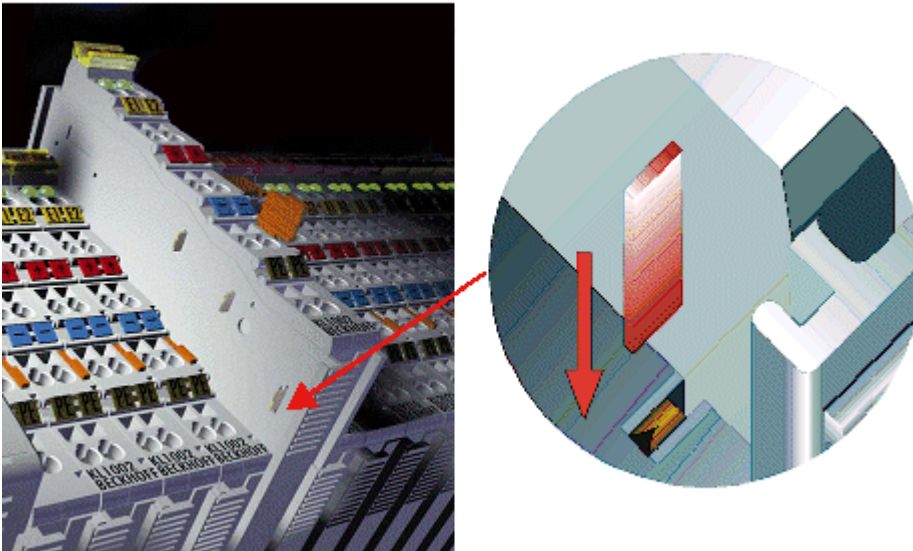


Abb. 18: Linksseitiger Powerkontakt

HINWEIS**Beschädigung des Gerätes möglich**

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

⚠️ WARNUNG**Verletzungsgefahr durch Stromschlag!**

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

4.3 Anschluss

4.3.1 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. 19: 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. 20: 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. 21: 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](#) [▶ 39!](#)

4.3.2 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

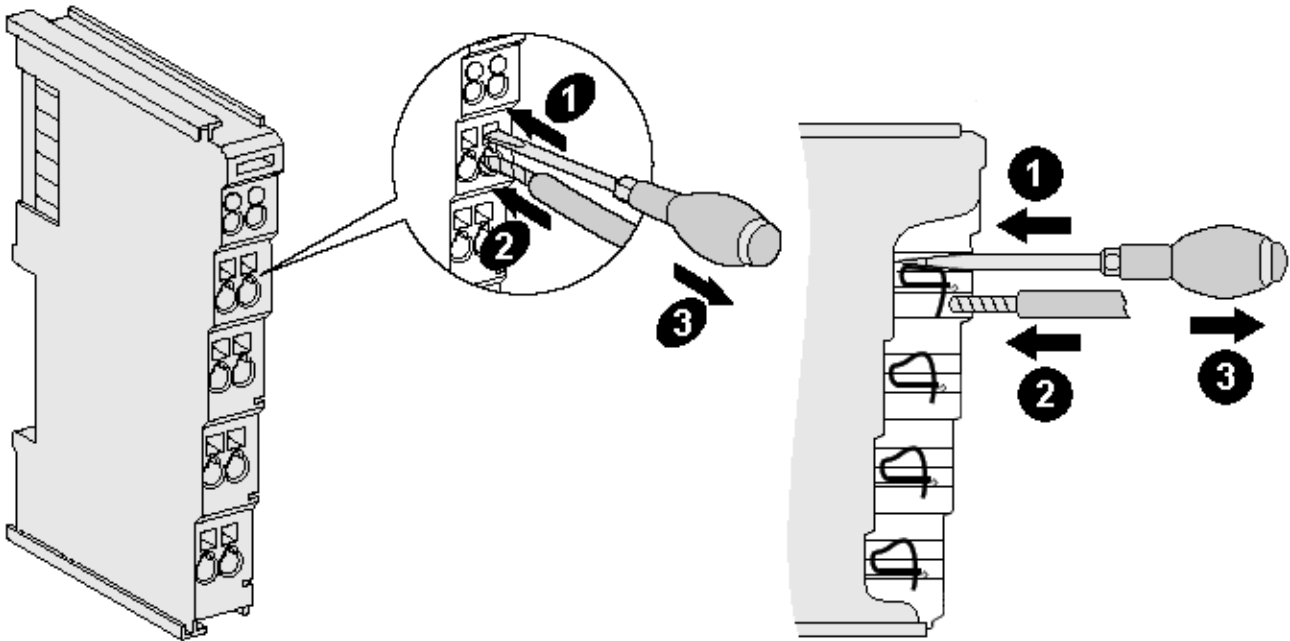


Abb. 22: Anschluss einer Leitung an eine Klemmstelle

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 [▶ 38]) 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 [► 38])
Abisolierlänge	8 ... 9 mm

4.3.3 Schirmung



Schirmung

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

4.3.4 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.

4.4 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!

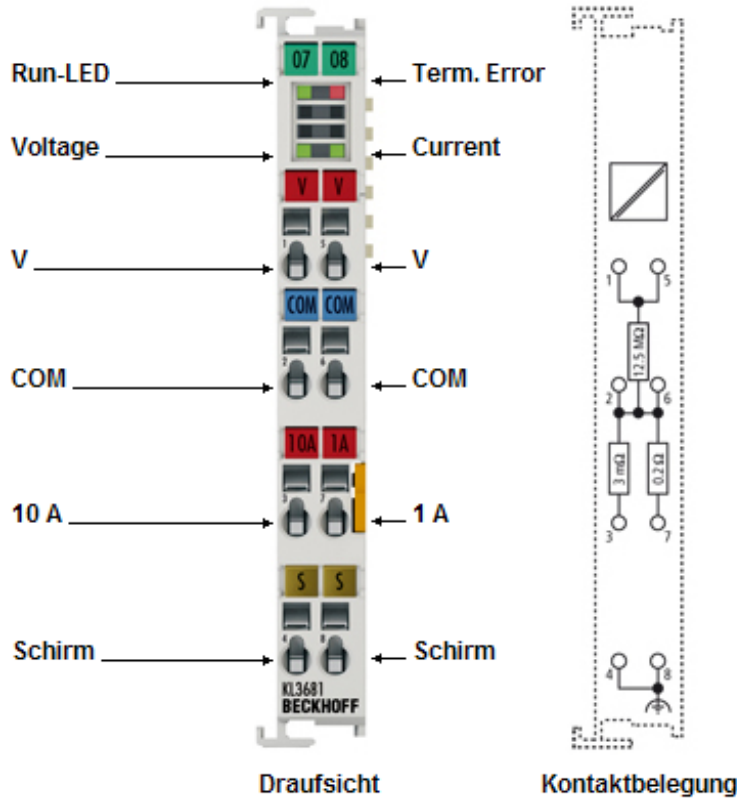


Abb. 23: KL3681 - Anschlussbelegung

Klemmstelle	Nr.	Kommentar
V	1	Anschlusspunkt für Spannungsmessung (intern verbunden mit Klemmstelle 5)
COM	2	Masse (intern verbunden mit Klemmstelle 6)
10 A	3	Anschlusspunkt für Strommessung, 10 A Bereich
Shield	4	Schirm (intern verbunden mit Klemmstelle 8)
V	5	Anschlusspunkt für Spannungsmessung (intern verbunden mit Klemmstelle 1)
COM	6	Masse (intern verbunden mit Klemmstelle 2)
1 A	7	Anschlusspunkt für Strommessung, 1 A Bereich
Shield	8	Schirm (intern verbunden mit Klemmstelle 4)

⚠️ WARNUNG

Verletzungsgefahr durch Stromschlag!

Bei Spannungen über 25 V_{AC} (42 V Spitze) oder 60 V_{DC} muss die Sicherungsöffnung im Betrieb durch eine weitere Klemme oder die Endklemme EL9011 abgedeckt werden!

HINWEIS

10 A Zweig ist nicht abgesichert

Der Strompfad für den 10 A-Bereich ist nicht abgesichert. Eine Belastung des Strompfades für den 10 A-Bereich mit mehr als 10 A ist nicht zulässig und kann das Gerät beschädigen!

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. 24: 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 digitale Eingangsklemme KL1xx2
- eine Multimeterklemme KL3681
- eine Bus-Endklemme KL9010

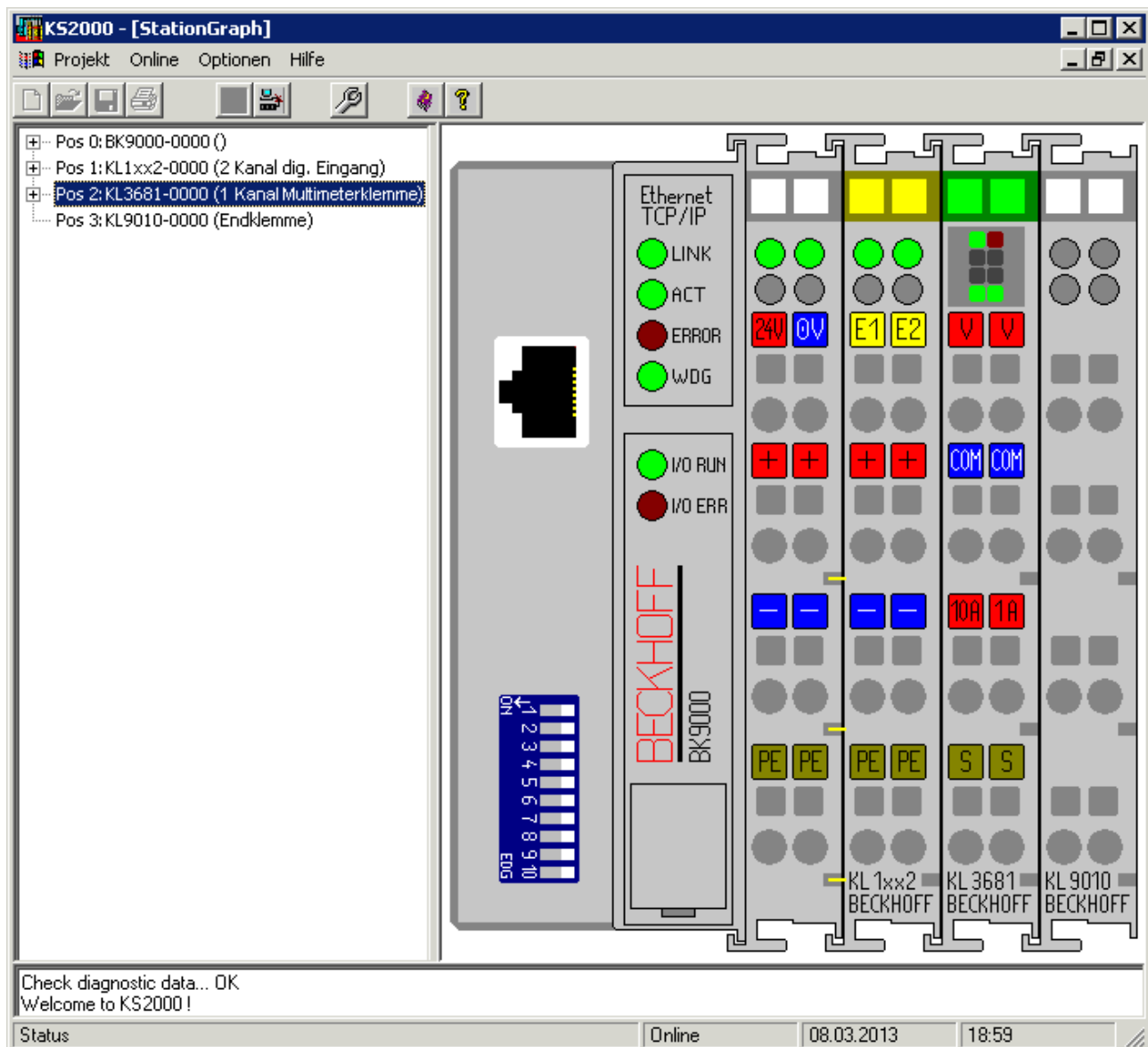


Abb. 25: Darstellung der Feldbusstation in KS2000

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).

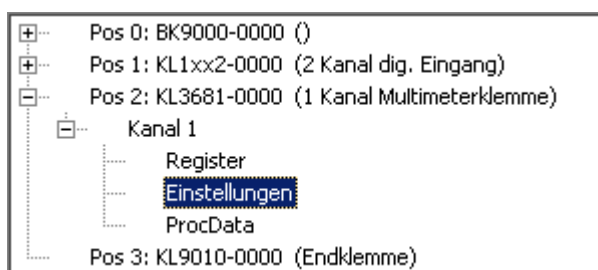


Abb. 26: KS2000-Baumzweige für Kanal 1 der KL3681

Für die KL3681 werden die Baumzweige *Register*, *Einstellungen* und *ProcData* angezeigt:

- [Register](#) [► 45] erlaubt den direkten Zugriff auf die Register der KL3681.
- Unter [Einstellungen](#) [► 46] finden Sie Dialogmasken zur Parametrierung der KL3681.
- ProcData zeigt die Prozessdaten der KL3681.

5.3 Register

Unter *Register* können Sie direkt auf die Register der KL3681 zugreifen. Die Bedeutung der Register entnehmen Sie bitte der *Registerübersicht* [► 53].

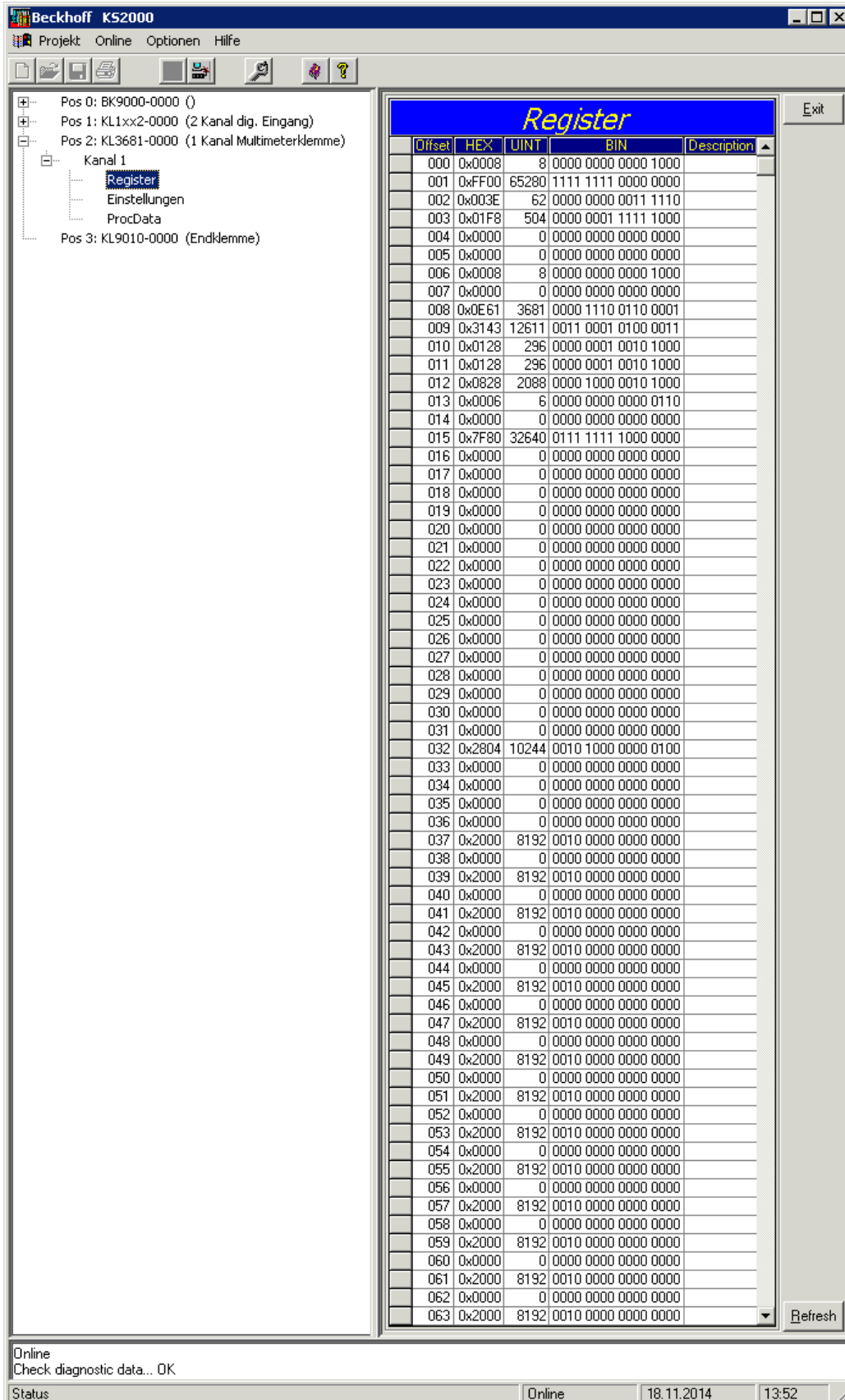


Abb. 27: Register-Ansicht in KS2000

5.4 Einstellungen

Unter *Einstellungen* finden Sie die Dialogmaske zur Parametrierung der KL3681.

Abb. 28: Einstellungen über KS2000

Betriebsmodus

- **Watchdog-Timer aktiv (Register-Page 0, Register [R32.2](#) [[▶](#) [57](#)])**
Hier können Sie den Watchdog-Timer deaktivieren (Default: aktiv).
- **Frequenz 60 Hz (Register-Page 0, Register [R32.7](#) [[▶](#) [57](#)])**
Hier können Sie die Klemme auf eine Netzfrequenz von 60 Hz umstellen (Default: 50 Hz).
- **Benutzerkalibrierung aktiv (Register-Page 0, Register [R32.8](#) [[▶](#) [57](#)])**
Hier können Sie die Benutzerkalibrierung aktivieren (Default: inaktiv)
- **Filter aktiv (Register-Page 0, Register [R32.11](#) [[▶](#) [57](#)])**
Hier können Sie die den Filter deaktivieren (Default: aktiv)

Presentation

Hier können Sie die Darstellungsform der Prozessdaten auswählen (Default: scaled).

- **Optionen (Register-Page 0, Register [R32.15](#) bis [R32.12](#) [[▶](#) [57](#)])**
 - Left aligned* (linksbündig)
 - right aligned (rechtsbündig)
 - scaled (skaliert)
 - real
- *) Die Linksbündige Darstellung schließt die Nutzung des erweiterten Messbereiches aus!

Zero Compensation Intervall

Hier können Sie das Intervall für die Nullstellenkompensierung vorgeben (Default: Abgeschaltet).

- **Optionen (Register-Page 0, Register [R33](#) [[▶](#) [57](#)])**

- Abgeschaltet
- 10 Sekunden
- 1 Minute
- 10 Minuten
- Automatische Korrektur

5.5 Beispielprogramm zur KL-Register-Kommunikation über EtherCAT, am Beispiel der KL3314

i Verwendung der Beispielprogramme

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 Anwenders 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 fehlenden Angaben.

Programmbeschreibung/ Funktion

Dieses Beispielprogramm (TwinCAT 3) erlaubt per AoE die Änderung einzelner Registerwerte der KL3314 wie die Auswahl des Element-Typs und charakteristische Einstellungen des Feature-Registers R32 sowie die Anwenderskalierung Offset und Gain (R33/ R34) ähnlich wie per KS2000.

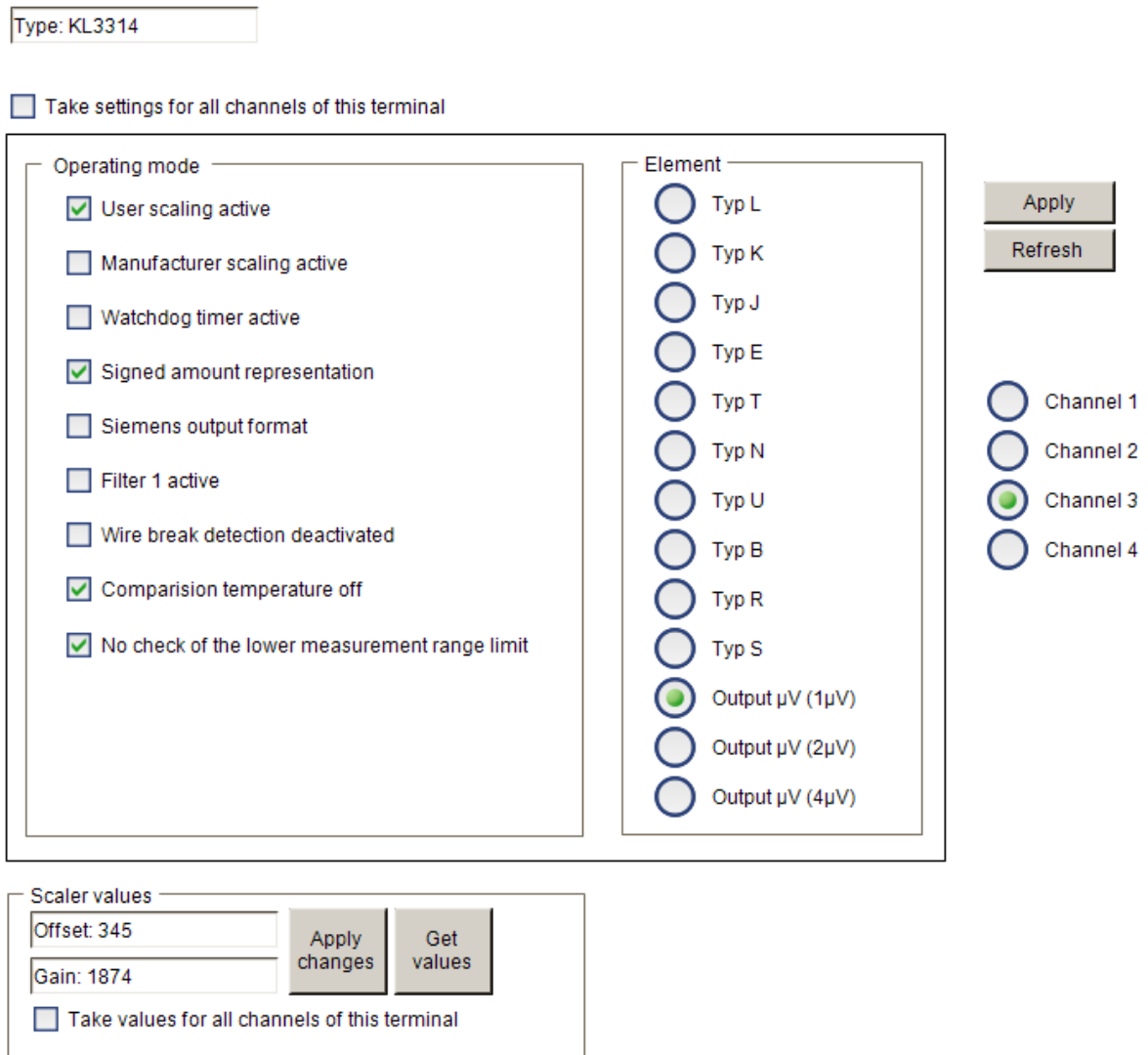


Abb. 29: Einstellungen der KL3314 über die Visualisierung von TwinCAT 3

Es sollte mindestens die folgende Konfiguration vorhanden sein:

[Koppler (z.B. BK1120) oder embedded PC] + KL3314 + KL9010.



Download:

<https://infosys.beckhoff.com/content/1031/KL3681/Resources/zip/5996114571.zip>

Vorbereitungen zum Starten des Beispielprogramms (tnzip-Datei/TwinCAT 3)

- Nach Klick auf den Download-Button speichern Sie das Zip-Archiv lokal auf ihrer Festplatte und entpacken die *.tnzip-Archivdatei in einem temporären Ordner.

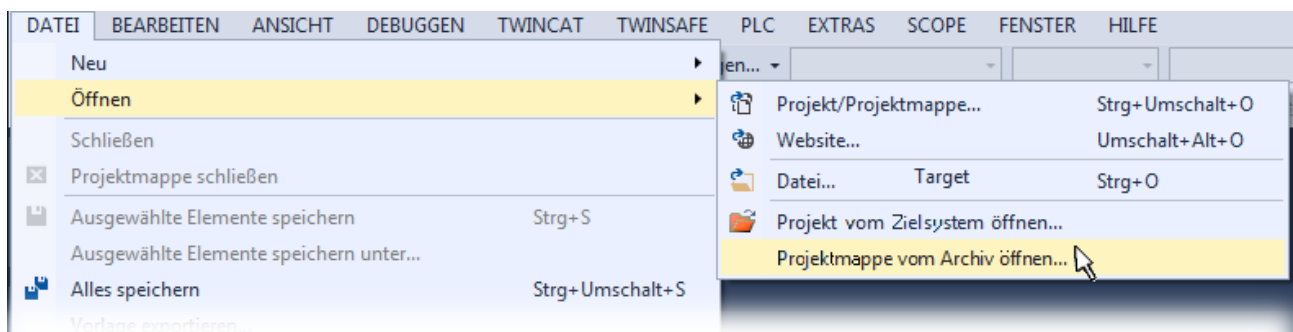


Abb. 30: Öffnen des *.tnzip-Archives

- Wählen Sie die zuvor entpackte .tnzip-Datei (Beispielprogramm) aus.
- Ein weiteres Auswahlfenster öffnet sich: wählen nun Sie das Zielverzeichnis, wo das Projekt gespeichert werden soll.
- Die generelle Vorgehensweise für die Inbetriebnahme der PLC bzw. dem Start des Programms kann u. a. den Klemmen-Dokumentationen oder der EtherCAT-Systemdokumentation entnommen werden.
- Das EtherCAT Gerät im Beispiel ist in der Regel, zuvor ihrem vorliegenden System bekannt zu machen. Verwenden Sie nach Auswahl des EtherCAT Gerätes im „Projektmappen-Explorer“ rechtsseitig den Karteireiter „Adapter“ und Klicken „Suchen...“:

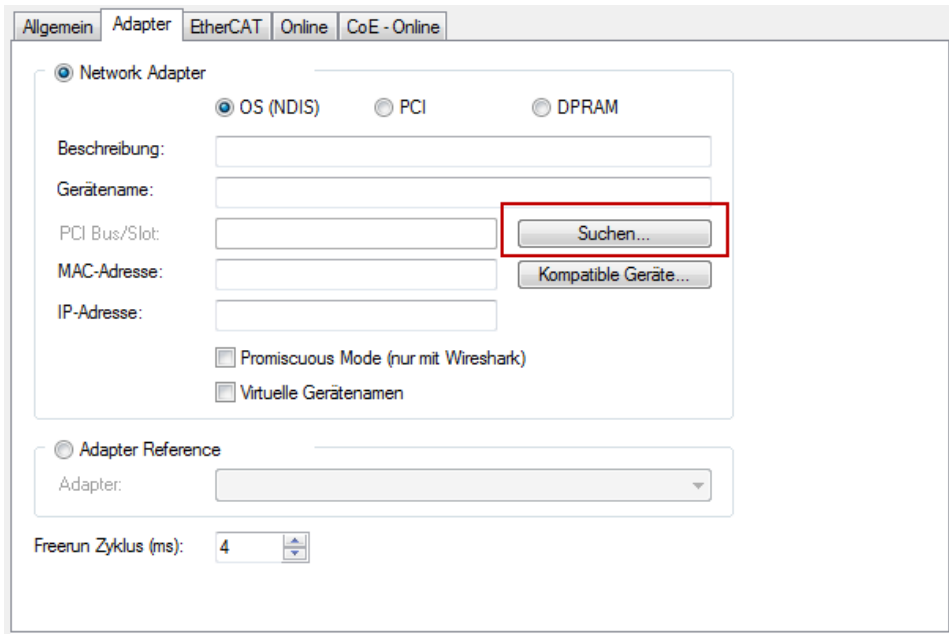
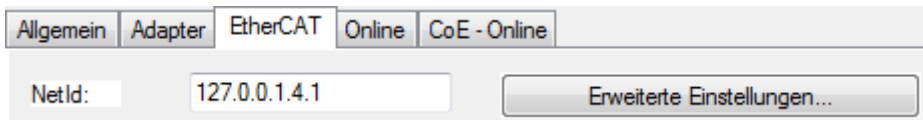


Abb. 31: Suche der bestehenden HW-Konfiguration zur bestehenden EtherCAT-Konfiguration

- Überprüfen der NetId: der Karteireiter „EtherCAT“ des EtherCAT Gerätes zeigt die konfigurierte NetId:



Diese muss mit den ersten vier Zahlenwerten mit der Projekt-NetId des Zielsystems übereinstimmen. Die NetId des Projektes kann oben in einem Textfeld der TwinCAT-Umgebung eingesehen werden. Ein pull-down Menü kann durch einen Klick rechts im Textfeld geöffnet werden; dort ist zu jedem Rechnernamen eines Zielsystems die NetId in Klammern angegeben.

- Ändern der NetId: mit einem Rechtsklick auf „Gerät EtherCAT“ im Projektmappen-Explorer öffnet sich das Kontextmenü, in dem „Ändern der NetId“ auszuwählen ist. Die ersten vier Zahlen der NetId des Projektes sind einzutragen, die beiden letzten Werte sind in der Regel 4.1.
Beispiel:
 - NetId des Projektes: myComputer (123.45.67.89.1.1)
 - Eintrag per „Change NetId...“: 123.45.67.89.4.1

6 Zugriff aus dem Anwenderprogramm

6.1 Prozessabbild

Komplexes Mapping

Die folgenden 5 Byte werden bidirektional zwischen KL3681 und Steuerung übertragen:

Byte-Offset (ohne Word-Alignment*)	Byte-Offset (mit Word-Alignment*)	Format	Eingangsdaten	Ausgangsdaten
0	0	Byte	Status-Byte (SB [► 51])	Control-Byte (CB [► 51])
1	2	Wort	DataIN0	DataOUT0
3	4	Wort	DataIN1	DataOUT1

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

Kompaktes Mapping (ab Firmware-Version 1C)

Die folgenden 4 Byte werden bidirektional zwischen KL3681 und Steuerung übertragen:

Byte-Offset (mit und ohne ohne Word-Alignment*)	Format	Eingangsdaten	Ausgangsdaten
0	Wort	DataIN0	DataOUT0
2	Wort	DataIN1	DataOUT1

*) Word-Alignment hat beim kompakten Mapping keine Auswirkung

6.2 Control- und Status-Bytes

Prozessdatenbetrieb

Control-Byte (bei Prozessdatenbetrieb)

Das Control-Byte (CB) befindet sich im [Ausgangsabbild \[► 50\]](#) 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	StartCalibration	disAutorange	Voltage/Current	DC/AC	Range	

Bit	Name	Beschreibung	
CB.7	RegAccess	0 _{bin}	Registerkommunikation ausgeschaltet (Prozessdatenbetrieb)
CB.6	R/W	0 _{bin}	Lesezugriff
		1 _{bin}	Schreibzugriff
CB.5	StartCalibration	1 _{bin}	Initialisiert eine automatische Korrektur des internen Messbereiches (nur wenn Register R33 = 4)
CB.4	disAutorange	0 _{bin}	Autorange aktiviert
		1 _{bin}	Autorange deaktiviert
CB.3	Voltage/Current	0 _{bin}	Voltage
		1 _{bin}	Current
CB.2	DC/AC	0 _{bin}	DC
		1 _{bin}	AC
CB.1, CB.0	Range	Messbereich (siehe auch CB.2)	
		00 _{bin}	3 V oder 1 A
		01 _{bin}	30 V oder 10 A
		10 _{bin}	300 V
		11 _{bin}	300 mV oder 100 mA

Status-Byte (bei Prozessdatenbetrieb)

Das Status-Byte (SB) befindet sich im [Eingangsabbild \[► 50\]](#) 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	-	noAutorange	range invalid	extended range	overrange	underrange

Bit	Name	Beschreibung	
SB.7	RegAccess	0 _{bin}	Prozessdatenbetrieb eingeschaltet
SB.6	Error	1 _{bin}	Messbereichsüberschreitung, Over- oder Underrange, die Error-LED leuchtet oder Wandlungsfehler oder ungültiger Messbereich
SB.5	-	0 _{bin}	reserviert
SB.4	noAutorange	0 _{bin}	Autorange aktiviert
		1 _{bin}	Autorange deaktiviert
SB.3	data invalid	1 _{bin}	Ungültige Prozessdaten, z.B. Wert ungültig, z.B. Filter Latency, Hochlauf
SB.2	extended range*	1 _{bin}	Der erweiterte Messbereich (~10 % des Messbereichsendwertes) wird genutzt (Hysteresebereich der Autorange-Funktion).
SB.1	overrange	1 _{bin}	Überschreitung des elektrischen Messbereiches
SB.0	underrange	1 _{bin}	Unterschreitung des elektrischen Messbereiches im DC-Modus (keine Anzeige im AC-Modus)

*) Der Extended Range steht nur für die Messbereiche 300 mV, 3 V, 30 V und 1 A zur Verfügung.

Registerkommunikation

Control-Byte (bei Registerkommunikation)

Das Control-Byte (CB) befindet sich im [Ausgangsabbild \[► 50\]](#) 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.					

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 [► 53] ein, das Sie - mit dem Eingangsdatenwort DataIN [► 50] lesen oder - mit dem Ausgangsdatenwort DataOUT [► 50] beschreiben wollen.	

Status-Byte (bei Registerkommunikation)

Das Status-Byte (SB) befindet sich im [Eingangsabbild \[► 50\]](#) 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.					

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

Alle Register können über die [Registerkommunikation \[► 59\]](#) ausgelesen oder beschrieben werden.

Register R0 bis R31 (direkter Zugriff)

Diese Register dienen zur Parametrierung der KL3681.

Register-Nr.	Kommentar	Default-Wert		R/W	Speicher
R0 [► 55]	Rohwert des A/D-Konverters	0x0000	0 _{dez}	R	RAM
R1 [► 55]	Aktueller Messbereich/Modus	0x0000	0 _{dez}	R	RAM
R2 [► 55]	Interner Abgleichwert	0x0000	0 _{dez}	R	RAM
R3 [► 55]	Sampling-Dauer in Millisekunden	0x0000	0 _{dez}	R	RAM
R4 [► 55]	Registerpage-Auswahlregister	0x0000	0 _{dez}	R/W	RAM
R5 [► 58]	reserviert	-	-	-	-
R6 [► 55]	Diagnose-Register	0x0000	0 _{dez}	R	RAM
R7 [► 55]	Kommando-Register	0x0000	0 _{dez}	R/W	RAM
R8 [► 55]	Klemmentyp	0x0E61	3681 _{dez}	R	ROM
R9 [► 55]	Firmware-Stand	z.B.	z.B. 1A _{ASCII}	R	ROM
R10	Multiplex-Schieberegister, Datenlänge	0x0130	304 _{dez}	R	ROM
R11	Signalkanäle			R	ROM
R12	minimale Datenlänge			R	ROM
R13	Datenstruktur			R	ROM
R14	reserviert	-	-	-	-
R15	Alignment-Register	typisch	typisch	R/W	RAM
R16 [► 56]	Hardware-Versionsnummer			R/W	SEEPROM
R17	reserviert	-	-	-	-
...	reserviert	-	-	-	-
R28	reserviert	-	-	-	-
R29	Klemmentyp, Variante	0x0000	0 _{dez}	R	ROM
R30	reserviert	-	-	-	-
R31 [► 56]	Kodewort-Register	0x0000	0 _{dez}	R/W	RAM

Register-Page 0

Auch diese Register dienen zur Parametrierung der KL3681 (Zugriff auswählbar über Register [R4 \[► 55\]](#)).

Register-Nr.	Kommentar	Default-Wert		R/W	Speicher
R32 [▶ 57]	Feature-Register	0x2804	10244 _{dez}	R/W	SEEPROM
R33 [▶ 57]	Zero Comp Intervall	0x0000	0 _{dez}	R/W	SEEPROM
R34	reserviert	-	-	-	-
R35	reserviert	-	-	-	-
R36 [▶ 57]	Anwenderskalierung, Messbereich 300 mV _{DC} , Offset	0x0000	0 _{dez}	R/W	SEEPROM
R37 [▶ 57]	Anwenderskalierung, Messbereich 300 mV _{DC} , Gain	0x2000	8192 _{dez}	R/W	SEEPROM
R38 [▶ 57]	Anwenderskalierung, Messbereich 3 V _{DC} , Offset	0x0000	0 _{dez}	R/W	SEEPROM
R39 [▶ 57]	Anwenderskalierung, Messbereich 3 V _{DC} , Gain	0x2000	8192 _{dez}	R/W	SEEPROM
R40 [▶ 58]	Anwenderskalierung, Messbereich 30 V _{DC} , Offset	0x0000	0 _{dez}	R/W	SEEPROM
R41 [▶ 58]	Anwenderskalierung, Messbereich 30 V _{DC} , Gain	0x2000	8192 _{dez}	R/W	SEEPROM
R42 [▶ 58]	Anwenderskalierung, Messbereich 300 V _{DC} , Offset	0x0000	0 _{dez}	R/W	SEEPROM
R43 [▶ 58]	Anwenderskalierung, Messbereich 300 V _{DC} , Gain	0x2000	8192 _{dez}	R/W	SEEPROM
R44 [▶ 58]	Anwenderskalierung, Messbereich 300 mV _{AC} , Offset	0x0000	0 _{dez}	R/W	SEEPROM
R45 [▶ 58]	Anwenderskalierung, Messbereich 300 mV _{AC} , Gain	0x2000	8192 _{dez}	R/W	SEEPROM
R46 [▶ 58]	Anwenderskalierung, Messbereich 3 V _{AC} , Offset	0x0000	0 _{dez}	R/W	SEEPROM
R47 [▶ 58]	Anwenderskalierung, Messbereich 3 V _{AC} , Gain	0x2000	8192 _{dez}	R/W	SEEPROM
R48 [▶ 58]	Anwenderskalierung, Messbereich 30 V _{AC} , Offset	0x0000	0 _{dez}	R/W	SEEPROM
R49 [▶ 58]	Anwenderskalierung, Messbereich 30 V _{AC} , Gain	0x2000	8192 _{dez}	R/W	SEEPROM
R50 [▶ 58]	Anwenderskalierung, Messbereich 300 V _{AC} , Offset	0x0000	0 _{dez}	R/W	SEEPROM
R51 [▶ 58]	Anwenderskalierung, Messbereich 300 V _{AC} , Gain	0x2000	8192 _{dez}	R/W	SEEPROM
R52 [▶ 58]	Anwenderskalierung, Messbereich 100 mA _{DC} , Offset	0x0000	0 _{dez}	R/W	SEEPROM
R53 [▶ 58]	Anwenderskalierung, Messbereich 100 mA _{DC} , Gain	0x2000	8192 _{dez}	R/W	SEEPROM
R54 [▶ 58]	Anwenderskalierung, Messbereich 1 A _{DC} , Offset	0x0000	0 _{dez}	R/W	SEEPROM
R55 [▶ 58]	Anwenderskalierung, Messbereich 1 A _{DC} , Gain	0x2000	8192 _{dez}	R/W	SEEPROM
R56 [▶ 58]	Anwenderskalierung, Messbereich 10 A _{DC} , Offset	0x0000	0 _{dez}	R/W	SEEPROM
R57 [▶ 58]	Anwenderskalierung, Messbereich 10 A _{DC} , Gain	0x2000	8192 _{dez}	R/W	SEEPROM
R58 [▶ 58]	Anwenderskalierung, Messbereich 100 mA _{AC} , Offset	0x0000	0 _{dez}	R/W	SEEPROM
R59 [▶ 58]	Anwenderskalierung, Messbereich 100 mA _{AC} , Gain	0x2000	8192 _{dez}	R/W	SEEPROM
R60 [▶ 58]	Anwenderskalierung, Messbereich 1 A _{AC} , Offset	0x0000	0 _{dez}	R/W	SEEPROM
R61 [▶ 58]	Anwenderskalierung, Messbereich 1 A _{AC} , Gain	0x2000	8192 _{dez}	R/W	SEEPROM
R62 [▶ 58]	Anwenderskalierung, Messbereich 10 A _{AC} , Offset	0x0000	0 _{dez}	R/W	SEEPROM
R63 [▶ 58]	Anwenderskalierung, Messbereich 10 A _{AC} , Gain	0x2000	8192 _{dez}	R/W	SEEPROM

Register-Page 1

Diese Register dienen zur Kalibrierung der KL3681 (Zugriff auswählbar über Register R4 [▶ 55]).

Register-Nr.	Kommentar	Default-Wert		R/W	Speicher
R32 [▶ 59]	Interne Abgleichdaten			R	SEEPROM
...
R35 [▶ 59]	Interne Abgleichdaten			R	SEEPROM
R36 [▶ 59]	Hersteller-Kalibrierung			R	SEEPROM
...
R63 [▶ 59]	Hersteller-Kalibrierung			R	SEEPROM

6.4 Registerbeschreibung

Die folgenden Register dienen zur Parametrierung der KL3681. Sie können mit Hilfe von [Control-](#) [[▶ 52](#)], [Status-](#) [[▶ 52](#)] und [Daten-Bytes](#) [[▶ 50](#)] über die [Registerkommunikation](#) [[▶ 52](#)] ausgelesen oder beschrieben werden.

- **R0: Rohwert A/D-C**
Rohwert des A/D-Wandlers (X_R)
- **R1: Aktueller Messbereich / Modus**
- **R2: Interner Abgleichwert**
- **R3: Sampling-Dauer**
In Millisekunden
- **R4: Register-Page-Auswahl-Register**
Dieses Register legt fest, welche Register-Page in den Registern [R32 bis R63](#) [[▶ 57](#)] angezeigt wird (default: 0x0000).
Die Klemme unterstützt zwei Register-Pages.
 - Register-Page 0 wird genutzt, um die Konfigurationsdaten zu speichern (siehe ab Register [RP0.R32](#) [[▶ 57](#)])
 - Register-Page 1 wird für interne Abgleichdaten sowie zur Hersteller-Kalibrierung genutzt und darf vom Anwender nicht verändert werden!
- **R6: Diagnose-Register**
In das niederwertige Byte (Bit 7 bis Bit 0) des Register R6 wird das [Status-Byte](#) [[▶ 51](#)] eingeblendet. Das höherwertige Byte (Bit 15 bis Bit 8) des Register R6 ist reserviert.
- **R7: Kommando-Register**

● Anwender-Kodewort

i Um die folgenden Kommandos auszuführen muss zuvor in [Register R31](#) [[▶ 56](#)] das Anwender-Kodewort 0x1235 eingetragen sein!

- **Kommando 0x7000: Restore Factory Settings**
Mit dem Eintrag 0x7000 in Register R7 setzen Sie die folgenden Register beider Kanäle auf die folgenden Standardwerte:
 - [RP0.R32](#) [[▶ 57](#)]: 0x2804 (10244_{dez})
 - [RP0.R33](#) [[▶ 57](#)]: 0x0000 (0_{dez})
 - RP0.R34: 0x0000 (0_{dez})
 - RP0.R35: 0x0000 (0_{dez})
 - [RP0.R36](#) [[▶ 57](#)], RP0.R38 ... RP0.R62: 0x0000 (0_{dez})
 - [RP0.R37](#) [[▶ 57](#)], RP0.R39 ... RP0.R63: 0x2000 (8192_{dez})
- **R8: Klemmenbezeichnung**
Im Register R8 steht die Bezeichnung der Klemme: KL3681: 0x0E61 (3681_{dez}).
- **R9: Firmware-Stand**
Im Register R9 steht in ASCII-Codierung der Firmware-Stand der Klemme, z.B. **0x3141 (1A)**_{ASCII}. Hierbei entspricht '0x31' dem ASCII-Zeichen '1' und '0x41' dem ASCII-Zeichen 'A'. Dieser Wert kann nicht verändert werden.
- **R10: Datenlänge (Multiplex-Schieberegister)**
R10 beinhaltet die Anzahl der gemultiplexten Schieberegister und deren Länge in Bit.
- **R11: Signalkanäle**
Im Gegensatz zu R10 steht hier die Anzahl der logisch vorhandenen Kanäle. So kann z.B. ein physikalisch vorhandenes Schieberegister durchaus aus mehreren Signalkanälen bestehen.
- **R12: Minimale Datenlänge**
Das jeweilige Byte enthält die minimal zu übertragene Datenlänge eines Kanals. Ist das MSB gesetzt, so ist das Control- und Status-Byte nicht zwingend notwendig für die Funktion der Klemme und wird bei entsprechender Konfiguration des Buskopplers nicht zur Steuerung übertragen.

- **R13: Datenstruktur (Datentyp-Register)**

Datentypregister	Bedeutung
0x00	Klemme ohne gültigen Datentyp
0x01	Byte-Array
0x02	Struktur: 1 Byte, n Bytes
0x03	Wort-Array
0x04	Struktur: 1 Byte, n Worte
0x05	Doppelwort-Array
0x06	Struktur: 1 Byte, n Doppelworte
0x07	Struktur: 1 Byte, 1 Doppelwort
0x08	Struktur: 1 Byte, 1 Doppelwort
0x11	Byte-Array mit variabler logischer Kanallänge
0x12	Struktur: 1 Byte, n Bytes mit variabler logischer Kanallänge (z.B. 60xx)
0x13	Word-Array mit variabler logischer Kanallänge
0x14	Struktur: 1 Byte, n Worte mit variabler logischer Kanallänge
0x15	Doppelwort-Array mit variabler logischer Kanallänge
0x16	Struktur: 1 Byte, n Doppelworte mit variabler logischer Kanallänge

- **R15: Alignment-Register**

Mit Hilfe der Bits des Alignment-Register legt der Buskoppler den Adressbereich einer Analogklemme so, das er auf einer auf Byte-Grenze beginnt.

- **R16: Hardware-Versionsnummer**

Im Register R16 steht der Hardware-Stand der Klemme, dieser Wert kann nicht verändert werden.

- **R29: Klemmentyp, Sondervariante**

Im Register R8 steht die Sonderbezeichnung der Klemme: KL3681-0000: 0x0000 (0)_{dez}.

- **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.
- Wenn Sie in die Anwender-Register Werte schreiben und haben zuvor das Anwender-Kodewort (0x1235) in das Kodewort-Register eingetragen, werden diese Werte in die RAM-Register und in die SEEPROM-Register gespeichert und bleiben somit bei einem Neustart der Klemme erhalten. Das Kodewort wird bei jedem Neustart der Klemme zurückgesetzt.

Register-Page 0

Wenn mit dem Register R4 [► 55] die Register-Page 0 ausgewählt wurde, haben die Register R32 bis R63 die folgende Bedeutung.

- **R32: Feature-Register**

Das Feature-Register legt die Konfiguration der Klemme fest. Default: 0x2804 (10244_{dez})

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

Bit	R32.7	R32.6	R32.5	R32.4	R32.3	R32.2	R32.1	R32.0
Name	frequency	-	-	-	-	enWdTimer	-	-

Bit	Name	Beschreibung		Default
R32.15 bis R32.12	presentation (Darstellung)	0 _{dez}	linksbündig (Die Linksbündige Darstellung schließt die Nutzung des erweiterten Messbereiches aus!)	2 _{dez}
		1 _{dez}	rechtsbündig	
		2 _{dez}	skaliert: 1 Bit pro µV/µA	
		3 _{dez}	reserviert	
		4 _{dez}	reserviert	
		5 _{dez}	float: Skalierte Darstellung im Floatingpoint-Format	
		6 _{dez}	reserviert	
		7 _{dez}	reserviert	
R32.12	-	reserviert		0 _{bin}
R32.11	enFilter	0 _{bin}	Filter nicht aktiv	1 _{bin}
		1 _{bin}	Filter aktiv	
R32.10	enLimit2	0 _{bin}	Grenzwert 2 nicht aktiv	0 _{bin}
		1 _{bin}	Grenzwert 2 aktiv	
R32.9	enLimit1	0 _{bin}	Grenzwert 1 nicht aktiv	0 _{bin}
		1 _{bin}	Grenzwert 1 aktiv	
R32.8	enUserCalli	0 _{bin}	Anwender-Kalibrierung nicht aktiv	0 _{bin}
		1 _{bin}	Anwender-Kalibrierung aktiv	
R32.7	frequency	0 _{bin}	50 Hz Netzfrequenz	0 _{bin}
		1 _{bin}	60 Hz Netzfrequenz	
R32.6	-	reserviert		0 _{bin}
...
R32.3	-	reserviert		0 _{bin}
R32.2	enWdTimer	0 _{bin}	Watchdog-Timer nicht aktiv	1 _{bin}
		1 _{bin}	Watchdog-Timer aktiv (werden 100 ms keine Prozessdaten empfangen, löst der Watchdog aus)	
R32.1	-	reserviert		0 _{bin}
R32.0	-	reserviert		0 _{bin}

- **R33: Zero Comp Intervall**
- **R36: Anwenderskalierung, Messbereich 300 mV DC, Offset** (Default: 0x0000)
- **R37: Anwenderskalierung, Messbereich 300 mV DC, Gain** (Default: 0x2000)
- **R38: Anwenderskalierung, Messbereich 3 V DC, Offset** (Default: 0x0000)
- **R39: Anwenderskalierung, Messbereich 3 V DC, Gain** (Default: 0x2000)

- **R40: Anwenderskalierung, Messbereich 30 V DC, Offset**
(Default: 0x0000)
- **R41: Anwenderskalierung, Messbereich 30 V DC, Gain**
(Default: 0x2000)
- **R42: Anwenderskalierung, Messbereich 300 V DC, Offset**
(Default: 0x0000)
- **R43: Anwenderskalierung, Messbereich 300 V DC, Gain**
(Default: 0x2000)
- **R44: Anwenderskalierung, Messbereich 300 mV AC, Offset**
(Default: 0x0000)
- **R45: Anwenderskalierung, Messbereich 300 mV AC, Gain**
(Default: 0x2000)
- **R46: Anwenderskalierung, Messbereich 3 V AC, Offset**
(Default: 0x0000)
- **R47: Anwenderskalierung, Messbereich 3 V AC, Gain**
(Default: 0x2000)
- **R48: Anwenderskalierung, Messbereich 30 V AC, Offset**
(Default: 0x0000)
- **R49: Anwenderskalierung, Messbereich 30 V AC, Gain**
(Default: 0x2000)
- **R50: Anwenderskalierung, Messbereich 300 V AC, Offset**
(Default: 0x0000)
- **R51: Anwenderskalierung, Messbereich 300 V AC, Gain**
(Default: 0x2000)
- **R52: Anwenderskalierung, Messbereich 100 mA DC, Offset**
(Default: 0x0000)
- **R53: Anwenderskalierung, Messbereich 100 mA DC, Gain**
(Default: 0x2000)
- **R54: Anwenderskalierung, Messbereich 1 A DC, Offset**
(Default: 0x0000)
- **R55: Anwenderskalierung, Messbereich 1 A DC, Gain**
(Default: 0x2000)
- **R56: Anwenderskalierung, Messbereich 10 A DC, Offset**
(Default: 0x0000)
- **R57: Anwenderskalierung, Messbereich 10 A DC, Gain**
(Default: 0x2000)
- **R58: Anwenderskalierung, Messbereich 100 mA AC, Offset**
(Default: 0x0000)
- **R59: Anwenderskalierung, Messbereich 100 mA AC, Gain**
(Default: 0x2000)
- **R60: Anwenderskalierung, Messbereich 1 A AC, Offset**
(Default: 0x0000)
- **R61: Anwenderskalierung, Messbereich 1 A AC, Gain**
(Default: 0x2000)
- **R62: Anwenderskalierung, Messbereich 10 A AC, Offset**
(Default: 0x0000)
- **R63: Anwenderskalierung, Messbereich 10 A AC, Gain**
(Default: 0x2000)

Register-Page 1

Wenn mit dem Register [R4](#) [[▶ 55](#)] die Register-Page 1 ausgewählt wurde, haben die Register R32 bis R63 die folgende Bedeutung.

- **R32 bis R35: Interne Abgleichdaten**
Diese Register beinhalten interne Abgleichdaten und dürfen vom Anwender nicht verändert werden!
- **R36 bis R63: Hersteller-Kalibrierung**
Diese Register dienen zur Hersteller-Kalibrierung und dürfen vom Anwender nicht verändert werden!

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



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 Zubehör

Sicherung

Ersatzsicherungen sind als Zubehör erhältlich. Die obere der beiden eingebauten Sicherungen in der KL3681 ist bereits als Ersatzsicherung vorgesehen.

⚠️ WARNUNG

Verletzungsgefahr durch Stromschlag!

Die Sicherung darf nur getauscht werden, wenn sich die Busklemme in einen sicheren, spannungslosen Zustand befindet!

Die Sicherung kann mittels einer Zange gleichmäßig nach oben aus den Fassungen gezogen werden (siehe Abbildung)

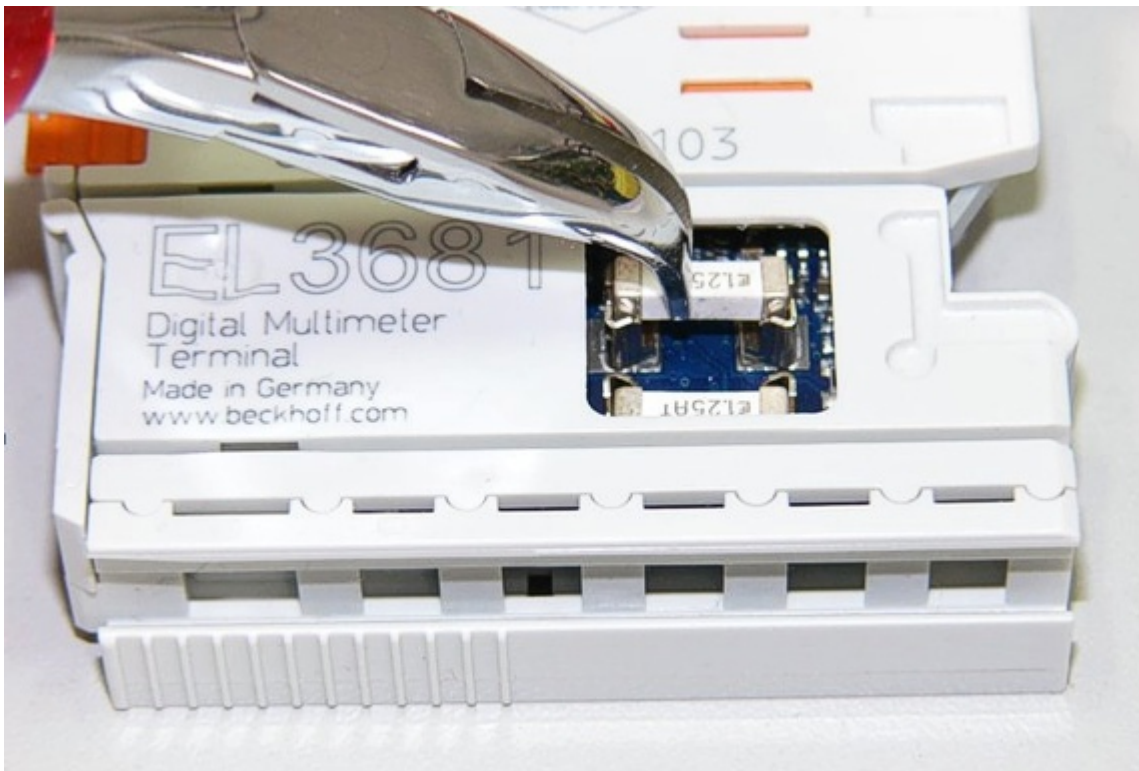


Abb. 32: Austausch der Sicherung

HINWEIS

Beschädigung der Fassungen möglich

Durch unsachgemäßes Heraushebeln der Sicherungen können die Fassungen beschädigt werden!

Bestellnummer der Sicherung

ZB8000-0001, 10 Stk. Sicherung 1,25 A

7.2 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	BIC als Data Matrix Code (DMC, Code-Schema ECC200)	8
Abb. 2	KL3681-0000 - Digital-Multimeter-Klemme	10
Abb. 3	KL3681 - Datenfluss	12
Abb. 4	KL3681-0000 - LED-Anzeigen	19
Abb. 5	Messbereichsendwert, Messspanne	20
Abb. 6	SE und DIFF-Modul als 2-kanalige Variante	22
Abb. 7	2-Leiter-Anschluss	24
Abb. 8	Anschluss extern versorgte Sensoren	25
Abb. 9	2-, 3- und 4-Leiter-Anschluss an Single Ended - und Differenz Eingänge	26
Abb. 10	Gleichtaktspannung (Ucm)	27
Abb. 11	Empfohlener Einsatzspannungsbereich	28
Abb. 12	Signalverarbeitung Analogeingang	28
Abb. 13	Diagramm Signalverzögerung (Sprungantwort)	30
Abb. 14	Diagramm Signalverzögerung (linear)	30
Abb. 15	Federkontakte der Beckhoff I/O-Komponenten	33
Abb. 16	Montage auf Tragschiene	34
Abb. 17	Demontage von Tragschiene	35
Abb. 18	Linksseitiger Powerkontakt	36
Abb. 19	Standardverdrahtung	37
Abb. 20	Steckbare Verdrahtung	37
Abb. 21	High-Density-Klemmen	38
Abb. 22	Anschluss einer Leitung an eine Klemmstelle	39
Abb. 23	KL3681 - Anschlussbelegung	41
Abb. 24	Konfigurations-Software KS2000	42
Abb. 25	Darstellung der Feldbusstation in KS2000	44
Abb. 26	KS2000-Baumzweige für Kanal 1 der KL3681	44
Abb. 27	Register-Ansicht in KS2000	45
Abb. 28	Einstellungen über KS2000	46
Abb. 29	Einstellungen der KL3314 über die Visualisierung von TwinCAT 3	48
Abb. 30	Öffnen des *.tnzip-Archives	48
Abb. 31	Suche der bestehenden HW-Konfiguration zur bestehenden EtherCAT-Konfiguration	49
Abb. 32	Austausch der Sicherung	63

Mehr Informationen:
www.beckhoff.de/KL3681

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

