

Betriebsanleitung zu

# KL4001, KL4002 und KL4004

Ein-, zwei- und vierkanalige Analog-Ausgangsklemmen  
Signalbereich: 0 V bis 10 V

Version: 3.2  
Datum: 03.04.2013

**BECKHOFF**

# Inhaltsverzeichnis

<b>1. Vorwort</b>	<b>1</b>
Hinweise zur Dokumentation	1
Sicherheitshinweise	2
<b>2. Technische Daten</b>	<b>3</b>
<b>3. Anschluss</b>	<b>4</b>
KL4001	4
KL4002	4
KL4004	5
<b>4. ATEX - Besondere Bedingungen</b>	<b>6</b>
<b>5. Funktionsbeschreibung</b>	<b>7</b>
<b>6. Klemmenkonfiguration</b>	<b>8</b>
<b>7. Registerbeschreibung</b>	<b>9</b>
Allgemeine Registerbeschreibung	9
Klemmenspezifische Registerbeschreibung	12
Control- und Status-Byte	14
Registerkommunikation	14
<b>8. Anhang</b>	<b>16</b>
Mapping	16
Registertabelle	19
Support und Service	20

# Vorwort

## Hinweise zur Dokumentation

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 nachfolgenden Hinweise und Erklärungen unbedingt notwendig.

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. Deshalb ist die Dokumentation nicht in jedem Fall vollständig auf die Übereinstimmung mit den beschriebenen Leistungsdaten, Normen oder sonstigen Merkmalen geprüft. Falls sie technische oder redaktionelle Fehler enthält, behalten wir uns das Recht vor, Änderungen jederzeit und ohne Ankündigung vorzunehmen. Aus den Angaben, Abbildungen und Beschreibungen in dieser Dokumentation können keine Ansprüche auf Änderung bereits gelieferter Produkte geltend gemacht werden.

## Lieferbedingungen

Es gelten darüber hinaus die allgemeinen Lieferbedingungen der Fa. Beckhoff Automation GmbH.

## Marken

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

## Patente

Die TwinCAT Technologie ist patentrechtlich geschützt, insbesondere durch folgende Anmeldungen und Patente: EP0851348, US6167425 mit den entsprechenden Anmeldungen und Eintragungen in verschiedenen anderen Ländern.

## Copyright

© Beckhoff Automation GmbH.

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.




# Sicherheitshinweise

## Auslieferungszustand

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.

## Erklärung der Sicherheitssymbole

In der vorliegenden Dokumentation werden die folgenden Sicherheitssymbole verwendet. Diese Symbole sollen den Leser vor allem auf den Text des nebenstehenden Sicherheitshinweises aufmerksam machen.

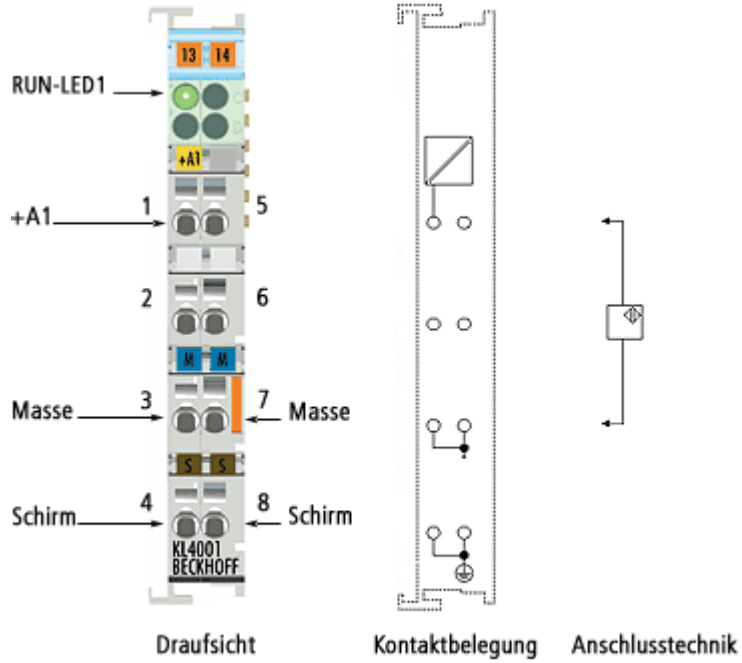
 GEFAHR	<b>Akute Verletzungsgefahr!</b> Wenn der Sicherheitshinweis neben diesem Symbol <b>nicht</b> beachtet wird, besteht unmittelbare Gefahr für Leben und Gesundheit von Personen.
 VORSICHT	<b>Schädigung von Personen!</b> Wenn der Sicherheitshinweis neben diesem Symbol <b>nicht</b> beachtet wird, können Personen geschädigt werden.
 Hinweis	<b>Tipp oder Fingerzeig</b> Dieses Symbol kennzeichnet Informationen, die zum besseren Verständnis beitragen.

## Technische Daten

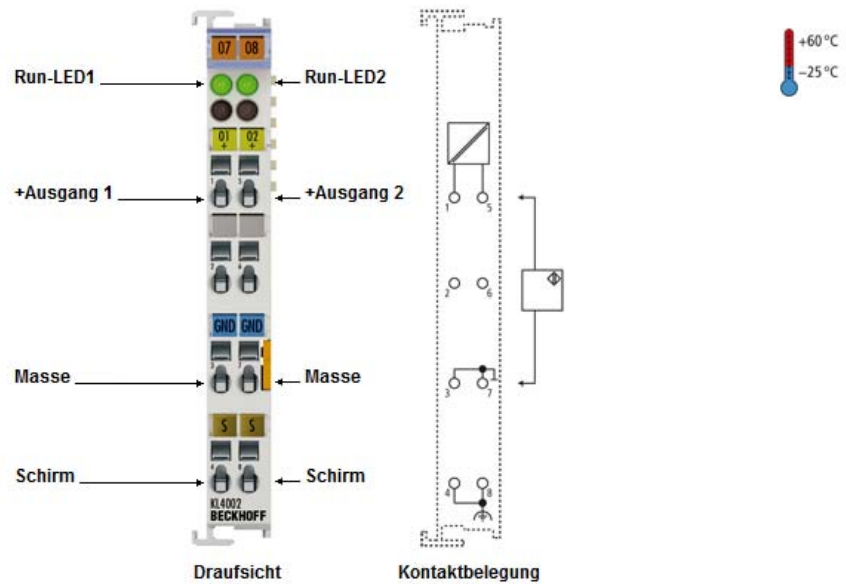
Technische Daten	KL4001	KL4002	KL4004
Anzahl der Ausgänge	1	2	4
Spannungsversorgung	über den K-Bus		
Signalspannung	0 ... 10 V		
Bürde	> 5 k $\Omega$ (kurzschlussfest)		
Genauigkeit	$\pm 0,5$ LSB Linearitätsfehler, $\pm 0,5$ LSB Offsetfehler		
Ausgabefehler	< $\pm 0,1$ % (bezogen auf den Endwert)	< $\pm 0,1$ % (bei 0°C ... +55°C) < $\pm 0,75$ % (bei Ausnutzung des erweiterten Temperaturbereichs)	< $\pm 0,1$ % (bezogen auf den Endwert)
Auflösung	12 Bit		
Potentialtrennung	500 V (K-Bus / Signalspannung)		
Wandlungszeit	~ 1,5 ms		~ 2 ms
Stromaufnahme vom K-Bus	75 mA typ.		85 mA typ.
Bitbreite im Prozessabbild	Output: 1 x 16 Bit Daten (1 x 8 Bit Control/ Status optional)	Output: 2 x 16 Bit Daten (2 x 8 Bit Control/ Status optional)	Output: 4 x 16 Bit Daten (4 x 8 Bit Control/ Status optional)
Konfiguration	keine Adress- oder Konfigurationseinstellung		
Gewicht ca.	ca. 85 g		
Betriebstemperatur	0°C ... +55°C	-25°C ... +60°C im Betrieb (erweiterter Temperaturbereich) 0°C ... +55°C (gemäß cULus für Canada und USA) 0°C ... +55°C (gemäß ATEX, siehe besondere Bedingungen)	0°C ... +55°C
Lagertemperatur	-25°C ... +85°C	-40°C ... +85°C	-25°C ... +85°C
relative Feuchte	95% ohne Betauung		
Vibrations- / Schockfestigkeit	gemäß EN 60068-2-6 / EN 60068-2-27		
EMV-Festigkeit / Aussendung	gemäß EN 61000-6-2 (EN 50082) / EN 61000-6-4 (EN 50081)		
Einbaulage	beliebig		
Schutzart	IP20		
Zulassungen	CE, cULus, ATEX		

# Anschluss

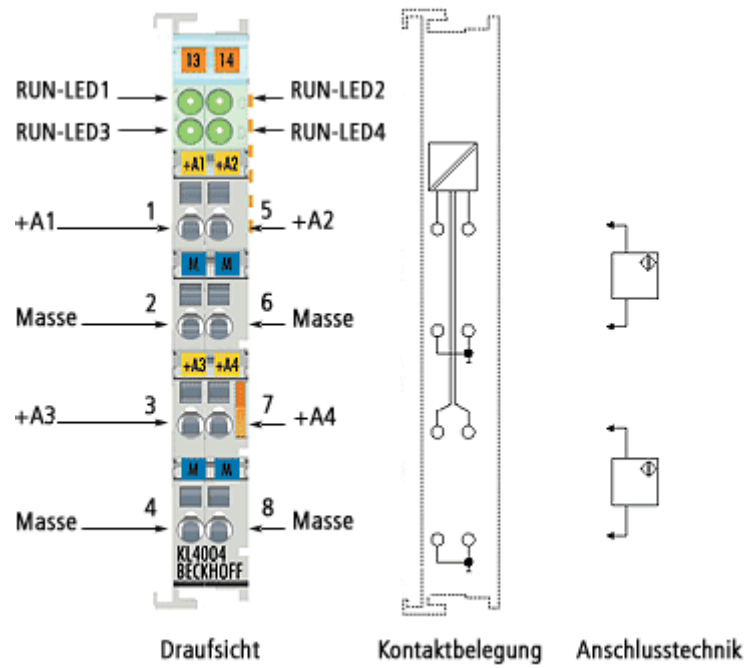
## KL4001



## KL4002



# KL4004



# ATEX - Besondere Bedingungen



**WARNUNG**

**Beachten Sie die besonderen Bedingungen für die bestimmungsgemäße Verwendung von Beckhoff-Feldbuskomponenten in explosionsgefährdeten Bereichen (Richtlinie 94/9/EG)!**

- Die zertifizierten Komponenten sind in ein geeignetes Gehäuse zu errichten, das eine Schutzart von mindestens IP54 gemäß EN 60529 gewährleistet! Dabei sind die Umgebungsbedingungen bei der Verwendung zu Berücksichtigungen!
- Wenn die Temperaturen bei Nennbetrieb an den Einführungsstellen der Kabel, Leitungen oder Rohrleitungen höher als 70°C oder an den Aderverzweigungsstellen höher als 80°C ist, so müssen Kabel ausgewählt werden, deren Temperaturdaten den tatsächlich gemessenen Temperaturwerten entsprechen!
- Beachten Sie beim Einsatz von Beckhoff-Feldbuskomponenten in explosionsgefährdeten Bereichen den zulässigen Umgebungstemperaturbereich von 0 - 55°C!
- Es müssen Maßnahmen zum Schutz gegen Überschreitung der Nennbetriebsspannung durch kurzzeitige Störspannungen um mehr als 40% getroffen werden!
- Die einzelnen Klemmen dürfen nur aus dem Busklemmensystem gezogen oder entfernt werden, wenn die Versorgungsspannung abgeschaltet wurde bzw. bei Sicherstellung einer nicht-explosionsfähigen Atmosphäre!
- Die Anschlüsse der zertifizierten Komponenten dürfen nur verbunden oder unterbrochen werden, wenn die Versorgungsspannung abgeschaltet wurde bzw. bei Sicherstellung einer nicht-explosionsfähigen Atmosphäre!
- Die Sicherung der Einspeiseklemmen KL92xx dürfen nur gewechselt werden, wenn die Versorgungsspannung abgeschaltet wurde bzw. bei Sicherstellung einer nicht-explosionsfähigen Atmosphäre!
- Adresswahlschalter und ID-Switche dürfen nur eingestellt werden, wenn die Versorgungsspannung abgeschaltet wurde bzw. bei Sicherstellung einer nicht-explosionsfähigen Atmosphäre!



**Hinweis**

**Einsatz des Busklemmensystems in explosionsgefährdeten Bereichen (ATEX)!**

Beachten Sie auch die weiterführende Dokumentation

*Hinweise zum Einsatz des Busklemmen-Systems in explosionsgefährdeten Bereichen (ATEX)* die Ihnen auf der Beckhoff-Homepage <http://www.beckhoff.de> im Bereich [Download](#) zur Verfügung steht!



## Funktionsbeschreibung

Die analogen Ausgangsklemmen KL4001, KL4002 und KL4004 erzeugen Ausgangssignale im Bereich von 0 bis 10 V mit einer Auflösung von 12 Bit (4095 Schritte). Die Ausgangsspannung ist vom K-Bus galvanisch getrennt.

Eingabeformat der Prozessdaten

Die Prozessdaten werden in Auslieferungszustand im Zweierkomplement eingegeben (integer -1 entspricht 0xFFFF). Über das Feature-Register sind andere Darstellungsarten anwählbar.

Prozessdatum		Ausgangsspannung
hexadezimal	dezimal	
0x0000	0	0 V
0x3FFF	16383	5 V
0x7FFF	32767	10 V

LED-Anzeige

Die RUN-LEDs geben den Betriebszustand des dazugehörigen Klemmenkanals wieder.

grüne LED: RUN

- Ein: normaler Betrieb
- Aus: Watchdog-Timer Overflow ist aufgetreten. Werden vom Buskoppler 100 ms keine Prozessdaten übertragen, so erlöschen die grünen LEDs. Der Ausgang nimmt eine vom Anwender vorgegebene Spannung an (siehe Feature-Register).

Prozessdaten

Die Prozessdaten, die vom Buskoppler kommen, werden wie folgt an den Prozess ausgegeben:

X = Prozessdaten der SPS

B\_h, A\_h = Hersteller-Skalierung (R19, R20)

B\_w, A\_w = Anwender-Skalierung (R33, R34)

Y\_dac = Ausgabewert zum D/A-Wandler

weder Anwender noch Herstellerskalierung aktiv:

$$Y_{\text{dac}} = X \quad (1.0)$$

Herstellerskalierung aktiv:

$$Y_1 = B_h + A_h * X \quad (1.1)$$

$$Y_{\text{dac}} = Y_1$$

Anwenderskalierung aktiv:

$$Y_2 = B_w + A_w * X \quad (1.2)$$

$$Y_{\text{dac}} = Y_2$$

Hersteller- und Anwenderskalierung aktiv:

$$Y_1 = B_h + A_h * X \quad (1.3)$$

$$Y_{\text{dac}} = B_w + A_w * Y_1 \quad (1.4)$$

Die Geradengleichungen werden über Register R32 aktiviert.

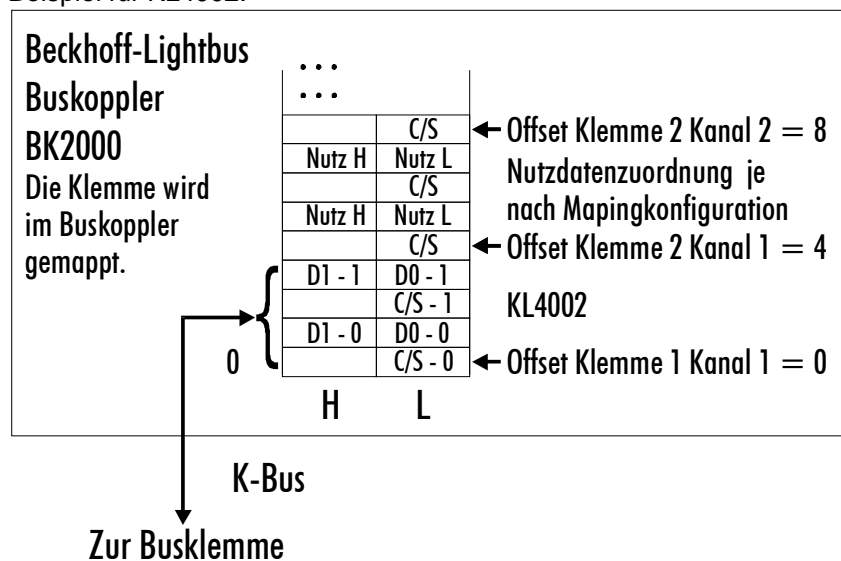
# Klemmenkonfiguration

Die Klemme kann über die interne Registerstruktur konfiguriert und parametrieren werden. Jeder Klemmenkanal wird im Buskoppler gemappt. In Abhängigkeit vom Typ des Buskopplers und von der eingestellten Mapping-Konfiguration (z.B. Motorola/Intel Format, Wort-Alignment usw.) werden die Daten der Klemme unterschiedlich im Speicher des Buskopplers abgebildet. Zur Parametrierung einer Klemme ist es erforderlich, das Control- und Status-Byte mit abzubilden.

Lightbus-Koppler BK2000

Beim Lightbus-Koppler BK2000 wird neben den Datenbytes auch immer das Control- und Status-Byte gemappt. Dieses liegt stets im Low-Byte auf der Offsetadresse des Klemmenkanals.

Beispiel für KL4002:

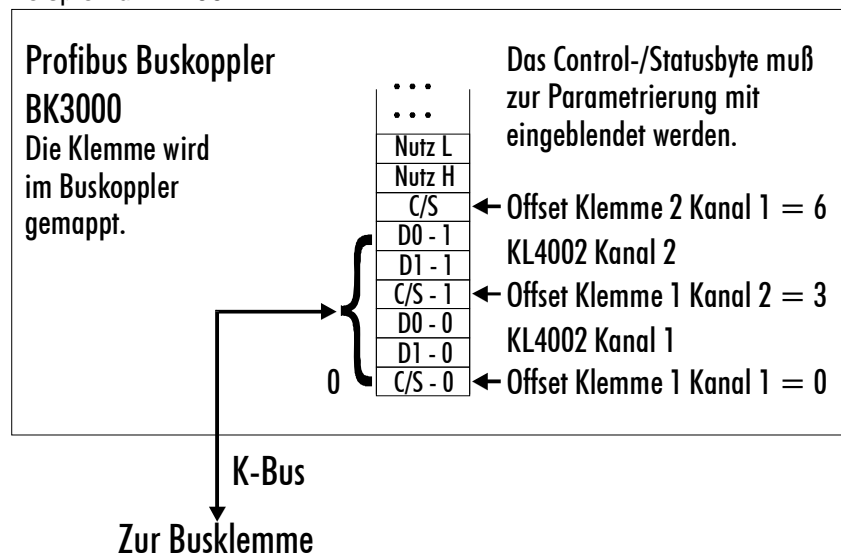


Profibus-Koppler BK3000

Beim Profibus-Koppler BK3000 muss in der Masterkonfiguration festgelegt werden, für welche Klemmenkanäle das Control- und Status-Byte mit einblendend werden soll. Werden Control- und Status-Byte nicht ausgewertet, belegen die Klemmen 2 Byte pro Kanal:

- KL4001: 2 Byte Ausgangsdaten
- KL4002: 4 Byte Ausgangsdaten
- KL4004: 8 Byte Ausgangsdaten

Beispiel für KL4002:



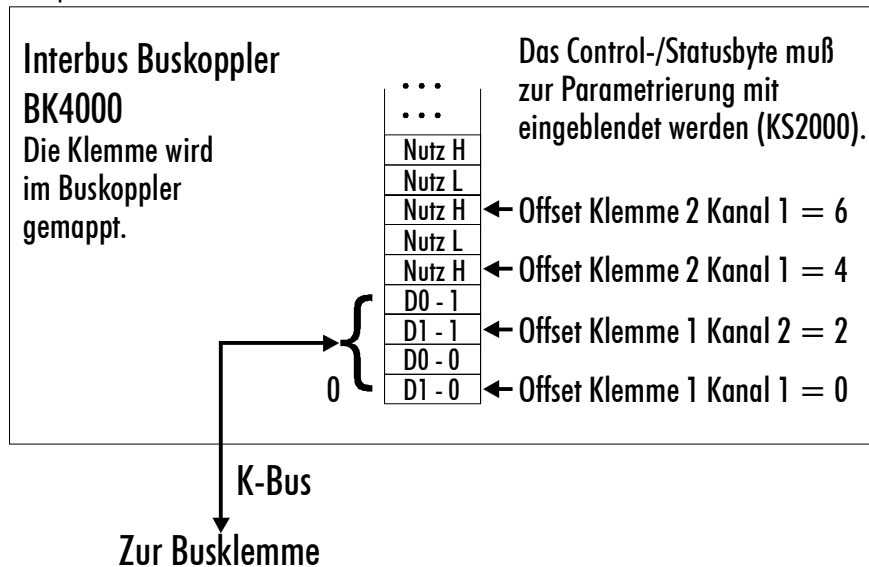
Interbus-Koppler BK4000

Der Interbus-Koppler BK4000 mappt die Klemmen im Auslieferungszustand mit 2 Byte pro Kanal:

- KL4001: 2 Byte Ausgangsdaten
- KL4002: 4 Byte Ausgangsdaten
- KL4004: 8 Byte Ausgangsdaten

Eine Parametrierung über den Feldbus ist nicht möglich. Soll das Control- und Status-Byte verwendet werden, wird die Konfigurations-Software KS2000 benötigt.

Beispiel für KL4002:



andere Buskoppler und weitere Angaben

Nähere Angaben zur Mapping-Konfiguration von Buskopplern finden Sie im jeweiligen Buskoppler-Handbuch im Anhang unter *Konfiguration der Master*.



Hinweis

Im Anhang befindet sich eine Übersicht über die möglichen Mapping-Konfigurationen in Abhängigkeit der einstellbaren Parameter.

Parametrierung KS2000

Die Parametrierungen können unabhängig vom Feldbussystem mit der Konfigurationssoftware KS2000 über die serielle Konfigurationsschnittstelle im Buskoppler durchgeführt werden.

## Registerbeschreibung

Bei den komplexen Klemmen können verschiedene Betriebsarten bzw. Funktionalitäten eingestellt werden. Die *Allgemeine Registerbeschreibung* erläutert den Inhalt der Register, die bei allen komplexen Klemmen identisch sind.

Die klemmenspezifischen Register werden in dem darauf folgendem Kapitel erklärt.

Der Zugriff auf die internen Register der Klemme wird im Kapitel *Registerkommunikation* beschrieben.

### Allgemeine Registerbeschreibung

Komplexe Klemmen die einen Prozessor besitzen, sind in der Lage mit der übergeordneten Steuerung bidirektional Daten auszutauschen. Diese Klemmen werden im folgenden als intelligente Busklemmen bezeichnet. Zu

ihnen zählen die analogen Eingänge, die analogen Ausgänge, serielle Schnittstellenklemmen (RS485, RS232, TTY usw.), Zähler-Klemmen, Encoder-Interface, SSI-Interface, PWM-Klemme und alle anderen parametrierbaren Klemmen.

Alle intelligenten Klemmen besitzen intern eine in ihren wesentlichen Eigenschaften identisch aufgebaute Datenstruktur. Dieser Datenbereich ist wortweise organisiert und umfasst 64 Register. Über diese Struktur sind die wesentlichen Daten und Parameter der Klemme les- und einstellbar. Zusätzlich sind Funktionsaufrufe mit entsprechenden Parametern möglich. Jeder logische Kanal einer intelligenten Klemme besitzt eine solche Struktur (Vierkanal-Analogklemmen besitzen also 4 Registersätze).

Diese Struktur gliedert sich in folgende Bereiche:  
(Eine detaillierte Liste aller Register finden Sie im Anhang.)

Register	Verwendung
0 bis 7	Prozessvariablen
8 bis 15	Typ-Register
16 bis 30	Hersteller-Parameter
31 bis 47	Anwender-Parameter
48 bis 63	Erweiterter Anwenderbereich

#### Prozessvariablen

#### **R0 bis R7 Register im internen RAM der Klemme:**

Die Prozessvariablen können ergänzend zum eigentlichen Prozessabbild genutzt werden und sind in ihrer Funktion klemmenspezifisch.

#### **R0 bis R5: Klemmenspezifische Register**

Die Funktion dieser Register ist abhängig vom jeweiligen Klemmentyp (siehe klemmenspezifische Registerbeschreibung).

#### **R6: Diagnoseregister**

Das Diagnoseregister kann zusätzliche Diagnose-Information enthalten. So werden z.B. bei seriellen Schnittstellenklemmen Paritätsfehler, die während der Datenübertragung aufgetreten sind, angezeigt.

#### **R7: Kommandoregister**

High-Byte\_Write = Funktionsparameter

Low-Byte\_Write = Funktionsnummer

High-Byte\_Read = Funktionsergebnis

Low-Byte\_Read = Funktionsnummer

#### Typ-Register

#### **R8 bis R15: Register im internen ROM der Klemme**

Die Typ- und Systemparameter sind fest vom Hersteller programmiert und können vom Anwender nur ausgelesen und nicht verändert werden.

#### **R8: Klemmentyp**

Der Klemmentyp in Register R8 wird zur Identifizierung der Klemme benötigt.

#### **R9: Softwareversion (X.y)**

Die Software-Version kann als ASCII-Zeichenfolge gelesen werden.

#### **R10: Datenlänge**

R10 beinhaltet die Anzahl der gemultiplexten Schieberegister und deren Länge in Bit.

Der Buskoppler sieht diese Struktur.

#### **R11: Signalkanäle**

Im Vergleich 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: Datentypregister**

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

**R14: reserviert****R15: Alignment-Bits (RAM)**

Mit den Alignment-Bits wird die Analogklemme im Buskoppler auf eine Bytegrenze gelegt.

## Herstellerparameter

**R16 bis R30: Bereich der Herstellerparameter (SEEROM)**

Die Herstellerparameter sind spezifisch für jeden Klemmentyp. Sie sind vom Hersteller programmiert, können jedoch auch von der Steuerung geändert werden. Die Herstellerparameter sind spannungsausfallsicher in einem seriellen EERPOM in der Klemme gespeichert.

Diese Register können nur nach dem Setzen eines Code-Worts in R31 geändert werden.

## Anwenderparameter

**R31 bis R47: Bereich der Anwenderparameter (SEEROM)**

Die Anwenderparameter sind spezifisch für jeden Klemmentyp. Sie können vom Programmierer geändert werden. Die Anwenderparameter sind spannungsausfallsicher in einem seriellen EEPROM in der Klemme gespeichert. Der Anwenderbereich ist über ein Code-Wort schreibgeschützt.



Hinweis

**R31: Code-Word-Register im RAM**

Damit Parameter im Anwender-Bereich geändert werden können muss hier das Code-Wort **0x1235** eingetragen werden. Wird ein abweichender Wert in dieses Register eingetragen, so wird der Schreibschutz gesetzt. Bei inaktivem Schreibschutz wird das Code-Wort beim Lesen des Registers zurückgegeben. Ist der Schreibschutz aktiv, enthält das Register den Wert Null.

**R32: Feature-Register**

Dieses Register legt die Betriebsarten der Klemme fest. So kann z.B. eine anwenderspezifische Skalierung bei den analogen E/As aktiviert werden.

**R33 bis R47 Klemmenspezifische Register**

Die Funktion dieser Register ist abhängig vom jeweiligen Klemmentyp (siehe klemmenspezifische Registerbeschreibung).

Erweiterter  
Anwendungsbereich

**R47 bis R63**

Registererweiterung mit zusätzlichen Funktionen.

## Klemmenspezifische Registerbeschreibung

Prozessvariablen

**R0 bis R4: reserviert****R5: DAC-Rohwert (Y\_dac)**

Als DAC-Rohwert wird der zum D/A-Wandler übertragene 12-Bit Wert bezeichnet. Dieser berechnet sich aus den Prozessdaten über die Hersteller- und Anwenderskalierung.

**R6 bis R7: reserviert**

Herstellerparameter

**R17: Hardware-Abgleich - Offset**

Über dieses Register erfolgt der hardwaremäßige Offset-Abgleich (8-Bit digitales Potentiometer) der Klemme. Das Register wird nach jedem Prozessor-Reset oder bei jedem Schreibzugriff auf R17 an die Hardware übertragen. Zu beachten ist, dass der zu übertragene Offset nicht den DAC-Werten entspricht.

High-Byte: reserviert

Low-Byte: Offset-Wert (0 bis 255)

**R18: Hardware-Abgleich - Gain**

Über dieses Register erfolgt der hardwaremäßige Gain-Abgleich (8-Bit digitales Potentiometer) der Klemme. Das Register wird nach jedem Prozessor-Reset oder bei jedem Schreibzugriff auf R17 an die Hardware übertragen.

High-Byte: reserviert

Low-Byte: Gain-Wert (0 bis 255)

**R19: Hersteller-Skalierung - Offset (B\_h)**

16 Bit signed Integer [0x0000]

Dieses Register beinhaltet den Offset der Herstellergeradengleichung (1.1). Die Geradengleichung wird über Register R32 aktiviert.

**R20: Hersteller-Skalierung - Gain (A\_h)**

16 Bit Unsigned Integer \*  $2^{-8}$  [0x0020]

Dieses Register beinhaltet den Skalierungsfaktor der Herstellergeradengleichung (1.1). Die Geradengleichung wird über Register R32 aktiviert.

Eine 1 entspricht dem Registerwert 0x0100

**R21: Hersteller-Einschaltwert**

[0V], 12 Bit unsigned Integer in X [0x000]

Der Hersteller-Einschaltwert wird nach einem System-Reset oder einem Watchdog-Timer-Overflow (Klemme hat 100 ms lang keine Prozessdaten empfangen) an den Ausgang der Klemme gelegt.

Der Hersteller-Einschaltwert wird über Register R32 aktiviert.

Anwenderparameter

**R32: Feature-Register:**

[0x0006]

Das Feature-Register legt die Betriebsarten der Klemme fest.

Feature Bit Nr.		Beschreibung der Betriebsart
Bit 0	1	Anwender-Skalierung (1.2) aktiv [0]
Bit 1	1	Hersteller-Skalierung (1.1) aktiv [1]
Bit 2	1	Watchdog-Timer aktiv [1] Der Watchdog-Timer ist im Auslieferungszustand eingeschaltet. Bei einem Watchdog Overflow wird entweder der Hersteller- oder der Anwendereinschaltwert an den Ausgang der Klemme gelegt.
Bit3	1	Betrags-Vorzeichen-Darstellung [0]
Bit4	-	reserviert
Bit5	1	Betragsbildung [0] 0x7FFF ⇒ 10V 0x8000 ⇒ 10V
Bit 7...6	-	reserviert, don't change
Bit 8	0/1	0 <sub>bin</sub> : Hersteller-Einschaltwert [0] 1 <sub>bin</sub> : Anwender-Einschaltwert
Bit 15...9	-	reserviert, don't change

**R33: Anwender-Skalierung - Offset (B\_w)**

16 Bit signed Integer [0x0000]

Dieses Register beinhaltet den Offset der Anwendergeradengleichung (4.1.). Die Geradengleichung wird über das Register R32 aktiviert.

**R34: Anwender-Skalierung - Gain (A\_w)**16 Bit signed Integer \* 2<sup>-8</sup> [0x0100]

Dieses Register beinhaltet den Skalierungsfaktor der Anwendergeradengleichung (4.1). Die Geradengleichung wird über Register R32 aktiviert.

**R35: Anwender-Einschaltwert (Y\_2)**

16 Bit signed Integer [0x0000]

Ist der Anwender-Einschaltwert im Register R32 aktiviert, wird dieser Wert nach einem System-Reset oder einem Watchdog-Timer-Overflow (Klemme hat 100 ms keine Prozessdaten empfangen) an den Ausgang der Klemme gelegt.

## Control- und Status-Byte

Control-Byte im  
Prozessdatenaustausch  
Gain- und Offsetabgleich

Das Control-Byte wird von der Steuerung zur Klemme übertragen. Es kann  
- im Registermodus (REG = 1<sub>bin</sub>) oder  
- im Prozessdatenaustausch (REG = 0<sub>bin</sub>) genutzt werden.  
Ein Gain- und Offsetabgleich der Klemme kann mit dem Control-Byte durchgeführt werden (Prozessdatenaustausch). Damit ein Abgleich der Klemme durchgeführt werden kann, muss das Code-Wort in R31 eingetragen werden. Daraufhin kann der Gain und Offset der Klemme abgeglichen werden.  
Erst durch Zurücksetzen des Code-Worts werden die Parameter permanent gespeichert!

Control-Byte:

- Bit 7 = 0<sub>bin</sub>
- Bit 6 = 1<sub>bin</sub>: Abgleichfunktion der Klemme wird aktiviert
- Bit 4 = 1<sub>bin</sub>: Gain-Abgleich
- Bit 3 = 1<sub>bin</sub>: Offset-Abgleich
- Bit 2 = 0<sub>bin</sub>: langsamer Takt = 1000 ms,  
1<sub>bin</sub> schneller Takt = 50 ms
- Bit 1 = 1<sub>bin</sub>: rauf
- Bit 0 = 1<sub>bin</sub>: runter

Status-Byte im  
Prozessdatenaustausch

Das Status-Byte wird von der Klemme zur Steuerung übertragen. Bei den KL400x hat das Status-Byte im Prozessdatenaustausch keine Funktion.

## Registerkommunikation

Registerzugriff über den  
Prozessdatenaustausch  
Bit 7 = 1<sub>bin</sub>: Registermodus

Wenn Bit 7 des Control-Bytes gesetzt wird, werden die ersten zwei Byte der Nutzdaten nicht zum Prozessdatenaustausch verwendet, sondern in den Registersatz der Klemme geschrieben oder daraus ausgelesen.

Bit 6 = 0<sub>bin</sub>: lesen  
Bit 6 = 1<sub>bin</sub>: schreiben

In Bit 6 des Control-Bytes legen Sie fest, ob ein Register ausgelesen oder beschrieben werden soll. Wenn das Bit 6 nicht gesetzt ist, wird ein Register ausgelesen, ohne es zu verändern. Der Wert kann dem Eingangs-Prozessabbild entnommen werden.

Wird das Bit 6 gesetzt, werden die Nutzdaten in ein Register geschrieben. Sobald das Status-Byte im Eingangs-Prozessabbild eine Quittung geliefert hat, ist der Vorgang abgeschlossen (siehe Beispiel).

Bit 0 bis 5: Adresse

In die Bits 0 bis 5 des Control-Bytes wird die Adresse des anzusprechenden Registers eingetragen.

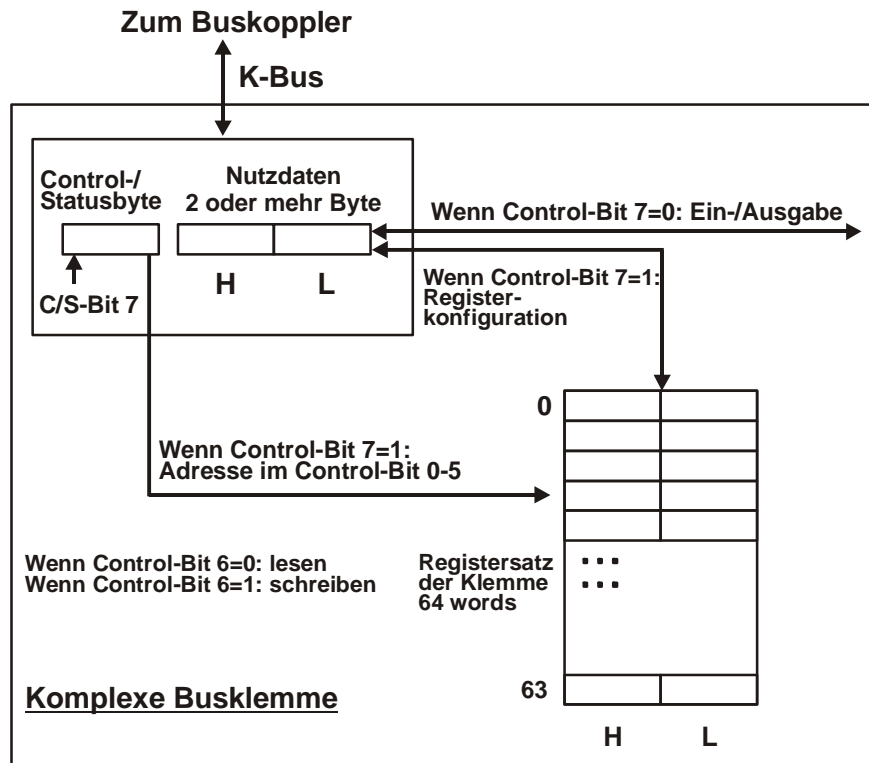
Control-Byte im  
Register-Modus

MSB

REG=1	W/R	A5	A4	A3	A2	A1	A0
-------	-----	----	----	----	----	----	----

- REG = 0<sub>bin</sub>: Prozessdatenaustausch
- REG = 1<sub>bin</sub>: Zugriff auf Registerstruktur
- W/R = 0<sub>bin</sub>: Register lesen
- W/R = 1<sub>bin</sub>: Register schreiben
- A5 bis A0 = Registeradresse
- Mit der Adress-Bits A5 bis A0 sind insgesamt 64 Register adressierbar.





Das Control- bzw. Status-Byte belegt die niedrigste Adresse eines logischen Kanals. Die entsprechenden Registerwerte befinden sich in den folgenden 2-Datenbytes. (Ausnahme ist der BK2000: hier wird nach dem Control- bzw. Status-Byte ein nicht genutztes Daten-Byte eingeschoben, und somit der Registerwert auf eine Wort-Grenze gelegt).

Beispiel 1

Lesen des Registers 8 im BK2000 mit einer KL4002 und der Endklemme: Werden die folgenden Bytes von der Steuerung zur Klemme übertragen,

Byte	Byte 3	Byte 2	Byte 1	Byte 0
Name	DataOUT 1	DataOUT 0	Nicht benutzt	Control-Byte
Wert	0xXX	0xXX	0xXX	0x88

so liefert die Klemme die folgende Typ-Bezeichnung zurück (0x0FA2 entspricht dem unsigned Integer 4002).

Byte	Byte 3	Byte 2	Byte 1	Byte 0
Name	DataIN 1	DataIN 0	Nicht benutzt	Status-Byte
Wert	0x0F	0xA2	0x00	0x88

Beispiel 2

Schreiben des Registers 31 im BK2000 mit einer intelligenten Klemme und der Endklemme:

Werden die folgenden Bytes (Code-Wort) von der Steuerung zur Klemme übertragen,

Byte	Byte 3	Byte 2	Byte 1	Byte 0
Name	DataOUT 1	DataOUT 0	Nicht benutzt	Control-Byte
Wert	0x12	0x35	0xXX	0xDF

so wird das Code-Wort gesetzt und die Klemme liefert als Quittung die Registeradresse mit dem Bit 7 für Registerzugriff zurück.

Byte	Byte 3	Byte 2	Byte 1	Byte 0
Name	DataIN 1	DataIN 0	Nicht benutzt	Status-Byte
Wert	0x00	0x00	0x00	0x9F

# Anhang

## Mapping

Wie bereits im Kapitel *Klemmenkonfiguration* beschrieben wurde, wird jede Busklemme im Buskoppler gemappt. Dieses Mapping vollzieht sich im Auslieferungszustand mit der Voreinstellungen des Buskopplers für diese Klemme. Mit der Konfigurationssoftware KS2000 oder mit einer Master-Konfigurationssoftware (z.B. TwinCAT System Manager oder ComProfibus) können Sie diese Default-Einstellungen verändern.

Wenn die Klemmen komplett ausgewertet werden, belegen sie Speicherplatz im Eingangs- und Ausgangs-Prozessabbild.

Die folgenden Tabellen geben Auskunft darüber, wie sich die Klemmen, abhängig von den im Buskoppler eingestellten Bedingungen mappen.

### KL4001

Default-Mapping für:  
CANopen, CANCAL,  
DeviceNet, ControlNet,  
Modbus, RS232, RS485

Bedingungen	Wort-Offset	High-Byte	Low-Byte
Komplette Auswertung: nein	0	Ch0 D1	Ch0 D0
Motorola-Format: nein	1	-	-
Word-Alignment: egal	2	-	-
	3	-	-

Default-Mapping für:  
Profibus, Interbus

Bedingungen	Wort-Offset	High-Byte	Low-Byte
Komplette Auswertung: nein	0	Ch0 D0	Ch0 D1
Motorola-Format: ja	1	-	-
Word-Alignment: egal	2	-	-
	3	-	-

Bedingungen	Wort-Offset	High-Byte	Low-Byte
Komplette Auswertung: ja	0	Ch0 D0	Ch0 CB/SB
Motorola-Format: nein	1	-	Ch0 D1
Word-Alignment: nein	2	-	-
	3	-	-

Bedingungen	Wort-Offset	High-Byte	Low-Byte
Komplette Auswertung: ja	0	Ch0 D1	Ch0 CB/SB
Motorola-Format: ja	1	-	Ch0 D0
Word-Alignment: nein	2	-	-
	3	-	-

Default-Mapping für:  
Lightbus, Ethernet,  
Busklemmen-Controller  
(BCxxxx)

Bedingungen	Wort-Offset	High-Byte	Low-Byte
Komplette Auswertung: ja	0	res.	Ch0 CB/SB
Motorola-Format: nein	1	Ch0 D1	Ch0 D0
Word-Alignment: ja	2	-	-
	3	-	-

Bedingungen	Wort-Offset	High-Byte	Low-Byte
Komplette Auswertung: ja	0	res.	Ch0 CB/SB
Motorola-Format: ja	1	Ch0 D0	Ch0 D1
Word-Alignment: ja	2	-	-
	3	-	-

Legende

Siehe Mapping der KL4002.

**KL4002**

Default-Mapping für:  
CANopen, CANCAL,  
DeviceNet, ControlNet,  
Modbus, RS232, RS485

Bedingungen	Wort-Offset	High-Byte	Low-Byte
Komplette Auswertung: nein	0	Ch0 D1	Ch0 D0
Motorola-Format: nein	1	Ch1 D1	Ch1 D0
Word-Alignment: egal	2	-	-
	3	-	-

Default-Mapping für:  
Profibus, Interbus

Bedingungen	Wort-Offset	High-Byte	Low-Byte
Komplette Auswertung: nein	0	Ch0 D0	Ch0 D1
Motorola-Format: ja	1	Ch1 D0	Ch1 D1
Word-Alignment: egal	2	-	-
	3	-	-

Bedingungen	Wort-Offset	High-Byte	Low-Byte
Komplette Auswertung: ja	0	Ch0 D0	Ch0 CB/SB
Motorola-Format: nein	1	Ch1 CB/SB	Ch0 D1
Word-Alignment: nein	2	Ch1 D1	Ch1 D0
	3	-	-

Bedingungen	Wort-Offset	High-Byte	Low-Byte
Komplette Auswertung: ja	0	Ch0 D1	Ch0 CB/SB
Motorola-Format: ja	1	Ch1 CB/SB	Ch0 D0
Word-Alignment: nein	2	Ch1 D0	Ch1 D1
	3	-	-

Default-Mapping für:  
Lightbus, Ethernet,  
Busklemmen-Controller  
(BCxxxx)

Bedingungen	Wort-Offset	High-Byte	Low-Byte
Komplette Auswertung: ja	0	res.	Ch0 CB/SB
Motorola-Format: nein	1	Ch0 D1	Ch0 D0
Word-Alignment: ja	2	res.	Ch1 CB/SB
	3	Ch1 D1	Ch1 D0

Bedingungen	Wort-Offset	High-Byte	Low-Byte
Komplette Auswertung: ja	0	res.	Ch0 CB/SB
Motorola-Format: ja	1	Ch0 D0	Ch0 D1
Word-Alignment: ja	2	res.	Ch1 CB/SB
	3	Ch1 D0	Ch1 D1

Legende

Komplette Auswertung:  
Die Klemme wird mit Control- und Status-Byte gemappt.

Motorola Format:  
Einstellbar ist das Motorola oder Intel-Format

Word-Alignment:  
Die Klemme liegt auf einer Wortgrenze im Buskoppler.

Ch n SB: Status-Byte für Kanal n (erscheint im Eingangsprozessabbild).  
Ch n CB: Control- Byte für Kanal n (erscheint im Ausgangsprozessabbild).

Ch n D0: Kanal n, Daten-Byte 0 (niederwertigste Byte)  
Ch n D1: Kanal n, Daten-Byte 1 (höchstwertigste Byte)

"-": Diese Byte wird von der Klemme nicht benutzt und belegt.  
res.: reserviert:  
dieses Byte belegt den Prozessdatenspeicher, hat aber keine Funktion.

**KL4004**

Default-Mapping für:  
CANopen, CANCAL,  
DeviceNet, ControlNet,  
Modbus, RS232, RS485

Bedingungen	Wort-Offset	High-Byte	Low-Byte
Komplette Auswertung: nein	0	Ch0 D1	Ch0 D0
Motorola-Format: nein	1	Ch1 D1	Ch1 D0
Word-Alignment: egal	2	Ch2 D1	Ch2 D0
	3	Ch3 D1	Ch3 D0

Default-Mapping für:  
Profibus, Interbus

Bedingungen	Wort-Offset	High-Byte	Low-Byte
Komplette Auswertung: nein	0	Ch0 D0	Ch0 D1
Motorola-Format: ja	1	Ch1 D0	Ch1 D1
Word-Alignment: egal	2	Ch2 D0	Ch2 D1
	3	Ch3 D0	Ch3 D1

Bedingungen	Wort-Offset	High-Byte	Low-Byte
Komplette Auswertung: ja	0	Ch0 D0	Ch0 CB/SB
Motorola-Format: nein	1	Ch1 CB/SB	Ch0 D1
Word-Alignment: nein	2	Ch1 D1	Ch1 D0
	3	Ch2 D0	Ch2 CB/SB
	4	Ch3 CB/SB	Ch2 D1
	5	Ch3 D1	Ch3 D0

Bedingungen	Wort-Offset	High-Byte	Low-Byte
Komplette Auswertung: ja	0	Ch0 D1	Ch0 CB/SB
Motorola-Format: ja	1	Ch1 CB/SB	Ch0 D0
Word-Alignment: nein	2	Ch1 D0	Ch1 D1
	3	Ch2 D1	Ch2 CB/SB
	4	Ch3 CB/SB	Ch2 D0
	5	Ch3 D0	Ch3 D1

Default-Mapping für:  
Lightbus, Ethernet,  
Busklemmen-Controller  
(BCxxxx)

Bedingungen	Wort-Offset	High-Byte	Low-Byte
Komplette Auswertung: ja	0	res.	Ch0 CB/SB
Motorola-Format: nein	1	Ch0 D1	Ch0 D0
Word-Alignment: ja	2	res.	Ch1 CB/SB
	3	Ch1 D1	Ch1 D0
	4	res.	Ch2 CB/SB
	5	Ch2 D1	Ch2 D0
	6	res.	Ch3 CB/SB
	7	Ch3 D1	Ch3 D0

Bedingungen	Wort-Offset	High-Byte	Low-Byte
Komplette Auswertung: ja	0	res.	Ch0 CB/SB
Motorola-Format: ja	1	Ch0 D0	Ch0 D1
Word-Alignment: ja	2	res.	Ch1 CB/SB
	3	Ch1 D0	Ch1 D1
	4	res.	Ch2 CB/SB
	5	Ch2 D0	Ch2 D1
	6	res.	Ch3 CB/SB
	7	Ch3 D0	Ch3 D1

Legende

Siehe Mapping der KL4002.

## Registertabelle

Diese Register sind für jeden Kanal einmal vorhanden.

Adresse	Bezeichnung	Defaultwert	R/W	Speichermedium
R0	reserviert	0x0000	R	
...	...	...	...	...
R4	reserviert	0x0000	R	
R5	DAC-Rohwert	variabel	R	RAM
R6	Diagnose-Register nicht genutzt	0x0000	R	RAM
R7	Kommandoregister- nicht benutzt	0x0000	R	
R8	Klemmentyp	z.B. 4002	R	ROM
R9	Software-Versionsnummer	0x????	R	ROM
R10	Multiplex-Schieberegister	0x0218	R	ROM
R11	Signalkanäle	0x0218	R	ROM
R12	minimale Datenlänge	0x9800	R	ROM
R13	Datenstruktur	0x0000	R	ROM
R14	reserviert	0x0000	R	
R15	Alignment-Register	variabel	R/W	RAM
R16	Hardware Versionsnummer	0x????	R/W	SEEROM
R17	Hardware-Abgleich: Offset	spezifisch	R/W	SEEROM
R18	Hardware-Abgleich: Gain	spezifisch	R/W	SEEROM
R19	Hersteller-Skalierung: Offset	0x0000	R/W	SEEROM
R20	Hersteller-Skalierung: Gain	0x0020	R/W	SEEROM
R21	Hersteller-Einschaltwert	0x0000	R/W	SEEROM
R22	reserviert	0x0000	R/W	SEEROM
...	...	...	...	...
R30	reserviert	0x0000	R/W	SEEROM
R31	Code-Wort-Register	variabel	R/W	RAM
R32	Feature-Register	0x0006	R/W	SEEROM
R33	Anwender-Skalierung: Offset	0x0000	R/W	SEEROM
R34	Anwender-Skalierung: Gain	0x0100	R/W	SEEROM
R35	Anwender Einschaltwert	0x0000	R/W	SEEROM
R36	reserviert	0x0000	R/W	SEEROM
...	...	...	...	...
R47	reserviert	0x0000	R/W	SEEROM

## Support und Service

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

### 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:

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

Hotline: +49(0)5246/963-157  
Fax: +49(0)5246/963-199  
E-Mail: [support@beckhoff.com](mailto:support@beckhoff.com)

### BECKHOFF Service

Das BECKHOFF Service-Center unterstützt Sie rund um den After-Sale-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](mailto:service@beckhoff.com)

### BECKHOFF Firmenzentrale

Beckhoff Automation GmbH  
Eiserstr. 5  
33415 Verl  
Germany

Telefon: +49(0)5246/963-0  
Fax: +49(0)5246/963-198  
E-Mail: [info@beckhoff.com](mailto:info@beckhoff.com)

Die Adressen der weltweiten BECKHOFF Niederlassungen und Vertretungen entnehmen Sie bitte unseren Internetseiten:

<http://www.beckhoff.com>

Dort finden Sie auch weitere Dokumentationen zu BECKHOFF Komponenten.