



CAN-DP/2

PROFIBUS-DP[®]/CAN-Gateway

CANopen-DP/2

PROFIBUS-DP/CANopen[®]-Gateway



Hardware-Handbuch

zu Produkt C.2907.02 und C.2909.02

Hinweis

Der Inhalt dieses Handbuches wurde mit größter Sorgfalt erarbeitet und geprüft. **esd** übernimmt jedoch keine Verantwortung für Schäden, die aus Fehlern in der Dokumentation resultieren könnten. Insbesondere Beschreibungen und technische Daten sind keine zugesicherten Eigenschaften im rechtlichen Sinne.

esd hat das Recht, Änderungen am beschriebenen Produkt oder an der Dokumentation ohne vorherige Ankündigung vorzunehmen, wenn sie aus Gründen der Zuverlässigkeit oder Qualitätssicherung vorgenommen werden oder dem technischen Fortschritt dienen.

Sämtliche Rechte an der Dokumentation liegen bei **esd**. Die Weitergabe an Dritte und Vervielfältigung jeder Art, auch auszugsweise, sind nur mit schriftlicher Genehmigung durch **esd** gestattet.

© 2013 esd electronic system design gmbh, Hannover

esd electronic system design gmbh

Vahrenwalder Str. 207
30165 Hannover

Tel.: 0511/372 98-0
FAX : 0511/372 98-68
E-Mail: info@esd.eu
Internet: www.esd.eu

Trademark Hinweise

CANopen® ist eine eingetragene Gemeinschaftsmarke von CAN in Automation e.V.
PROFIBUS® und PROFINET® sind eingetragene Markenzeichen der PROFIBUS and PROFINET International (PI).
PROFIBUS DP® ist ein eingetragenes Markenzeichen der Siemens AG.
PowerPC™ und das PowerPC-Logo™ sind Markenzeichen von IBM in den Vereinigten Staaten von Amerika und/oder anderen Ländern.

Alle anderen hier aufgeführten Markenzeichen, Produktnamen, Firmennamen und Firmenlogos sind Eigentum des jeweiligen Rechteinhabers.

Dokument-Datei:	I:\Texte\Doku\MANUALS\CAN\CAN-DP2\Deutsch\CAN-DP2_Hardware_de_11.odt
Datum des Ausdrucks:	2013-02-14

Hardware Version:	DP405 Rev. 1.4
--------------------------	----------------

Änderungen in den Kapiteln

Die hier aufgeführten Änderungen im Dokument betreffen sowohl Änderungen am Produkt als auch reine Änderungen in der Beschreibung der Sachverhalte.

Rev.	Kapitel	Änderungen gegenüber Vorversion	Datum
1.1	9	Neues Kapitel "Anhang InRailBus (Option)" eingefügt	2013-02-14
1.1	11	Kapitel "Bestellhinweise" überarbeitet	

Weitere technische Änderungen vorbehalten.



Sicherheitshinweise

- Bitte beachten Sie im Umgang mit den CAN-DP/2, CANopen-DP/2 die folgenden Sicherheitshinweise und lesen Sie dieses Handbuch aufmerksam durch, um Schäden am Gerät und Verletzungen zu vermeiden.
- Das CAN-DP/2, CANopen-DP/2 darf nicht geöffnet werden.
- Das Gerät muss vor der Inbetriebnahme fest montiert sein.
- Lassen Sie keine Flüssigkeiten in das CAN-DP/2, CANopen-DP/2 eindringen, da sonst elektrische Schläge oder Kurzschlüsse die Folge sein können.
- Schützen Sie das CAN-DP/2, CANopen-DP/2 vor Feuchtigkeit und Dämpfen.
- Schützen Sie das CAN-DP/2, CANopen-DP/2 vor Stößen und Vibrationen.
- CAN-DP/2, CANopen-DP/2 wird möglicherweise während des normalen Betriebs warm. Achten Sie stets auf ausreichende Luftzufuhr, damit die Wärme abgeführt werden kann.
- Betreiben Sie das CAN-DP/2, CANopen-DP/2 nicht in unmittelbarer Nähe von Wärmequellen und setzen Sie es keiner unnötigen Wärmestrahlung aus. Die zulässige Umgebungstemperatur ist in den technischen Daten festgelegt.
- Verwenden Sie keine beschädigten Leitungen für den Anschluss des CAN-DP/2, CANopen-DP/2 und beachten Sie die Verdrahtungshinweise zum CAN-Bus am Ende dieses Handbuchs.
- Bei Beschädigungen am Gerät, die die Sicherheit betreffen könnten, müssen unverzüglich geeignete Maßnahmen getroffen werden, die eine Gefährdung von Personen oder Sachen verhindern.
- Mit der Einrichtung verbundene Stromkreise müssen gegen gefährliche Spannungen ausreichend geschützt sein (SELV nach EN 60950-1).
- Das CAN-DP/2, CANopen-DP/2 darf nur an Versorgungsstromkreisen betrieben werden, die berührungssicher sind. Ein Netzteil, welches eine Schutzkleinspannung (SELV oder PELV) nach EN 60950-1 zur Verfügung stellt, erfüllt diese Bedingung.

Qualifiziertes Personal

Diese Dokumentation wendet sich ausschließlich an ausgebildetes Fachpersonal. Die Installation und Inbetriebnahme des Produkts darf nur von qualifiziertem Personal vorgenommen werden, das berechtigt ist, Geräte, Systeme und Stromkreise gemäß den Standards der Sicherheitstechnik in Betrieb zu nehmen.

Konformität

Das CAN-DP/2, CANopen-DP/2 ist ein industrielles Produkt und erfüllt die EG-Richtlinien und Normen zur EMV für industrielle Umgebungen der Konformitätserklärung am Ende dieses Handbuchs.

Warnung: In Wohnbereich, Geschäfts- und Gewerbebereichen sowie Kleinbetrieben kann das CAN-DP/2, CANopen-DP/2 Funkstörungen verursachen. In diesem Fall ist es erforderlich, dass der Anwender angemessene Maßnahmen ergreift.

Bestimmungsgemäßer Gebrauch

Die bestimmungsgemäße Verwendung ist der Einsatz des CAN-DP/2, CANopen-DP/2 als Gateway zwischen CAN/CANopen und PROFIBUS-DP®.

Der Hersteller haftet nicht für Schäden, die durch unsachgemäßen Gebrauch, nicht bestimmungsgemäße Verwendung oder in Folge von Nichtbeachtung der Sicherheitshinweise und Warnungen verursacht werden.

Jeder Eingriff in das CAN-DP/2, CANopen-DP/2 durch nicht von esd autorisierte Personen führt zum Verlust aller Garantieansprüche.

- Das CAN-DP/2, CANopen-DP/2 ist nur für den Einbau in Schaltschränke vorgesehen.
- Das CAN-DP/2, CANopen-DP/2 darf nicht in explosionsgefährdeten Bereichen und Zonen für Gase und Stäube sowie in explosivstoffgefährdeten Bereichen eingesetzt werden.
- Der Einsatz zu medizinischen Zwecken ist nicht zulässig.

Wartungshinweis

Innerhalb des CAN-DP/2, CANopen-DP/2 befinden sich keine vom Anwender zu wartenden Komponenten. Jeder Eingriff in das Gerät durch nicht von esd autorisierte Personen führt zum Verlust aller Garantieansprüche.

Umwelthinweis

Auf Dauer unbrauchbar gewordene Geräte sind in geeigneter Weise zu entsorgen oder dem Hersteller zur Entsorgung zu übergeben. Bitte leisten auch Sie Ihren Beitrag zum Schutz unserer Umwelt.

Inhaltsverzeichnis

1. Übersicht.....	6
2. Anschlussplan.....	7
3. Inbetriebnahme.....	8
4. LEDs und Kodierschalter.....	9
4.1 LED-Belegung.....	9
4.1.1 Bedeutung der LED-Anzeigen.....	9
4.2 Einstellung der PROFIBUS-DP-Adresse über die Kodierschalter.....	10
5. Technische Daten.....	11
5.1 Allgemeine technische Daten.....	11
5.2 Mikroprozessor und Speicher.....	11
5.3 CAN-Schnittstelle.....	11
5.4 PROFIBUS-DP-Schnittstelle	12
5.5 Service-Schnittstelle (DIAG).....	12
6. Steckerbelegung.....	13
6.1 CAN-Bus (5-pol. MINI COMBICON-Style).....	13
6.2 PROFIBUS-DP- Interface (9-pol. DSUB).....	14
6.3 Spannungsversorgung.....	15
6.4 Leiteranschluss/Leiterquerschnitt.....	16
7. Korrekte Verdrahtung galvanisch getrennter CAN-Netze.....	17
7.1 Leicht störbehaftete Industrieumgebung (zweiadrig verdrehte Leitung).....	17
7.1.1 Grundregeln.....	17
7.1.2 Verkabelung.....	19
7.1.3 Abschlusswiderstand.....	19
7.2 Stark störbehaftete Industrieumgebung (vieradrig verdrehte Leitung).....	20
7.2.1 Grundregeln.....	20
7.2.2 Verkabelung.....	21
7.2.3 Abschlusswiderstand.....	21
7.3 Erdung.....	22
7.4 Buslänge.....	22
7.5 Beispiele für CAN-Kabel.....	23
7.5.1 Kabel für leicht störbehaftete Industrieumgebung (zweiadrig).....	23
7.5.2 Kabel für stark störbehaftete Industrieumgebung (vieradrig).....	23
8. CAN-Bus Troubleshooting Guide.....	24
8.1 Bus-Abschluss.....	24
8.2 Erdung.....	25
8.3 Kurzschluss in der CAN-Verdrahtung.....	25
8.4 CAN_H/CAN_L-Spannungen	25
8.5 CAN Transceiver Widerstands-Test.....	26
9. Anhang InRailBus (Option).....	27
9.1 Steckerbelegung 24V und CAN über InRailBus.....	27
9.2 Verwendung des InRailBus.....	28
9.2.1 Einbau des Moduls bei Verwendung des InRailBus-Verbinders.....	28
9.2.2 Anschluss über den CBX-InRailBus.....	29
9.2.3 Anschluss der Versorgungsspannung.....	30
9.2.4 Anschluss von CAN.....	31
9.3 Ausbau des CAN-CBX-Moduls vom InRailBus.....	31
10. Konformitätserklärung.....	32
11. Bestellhinweise.....	33

1. Übersicht

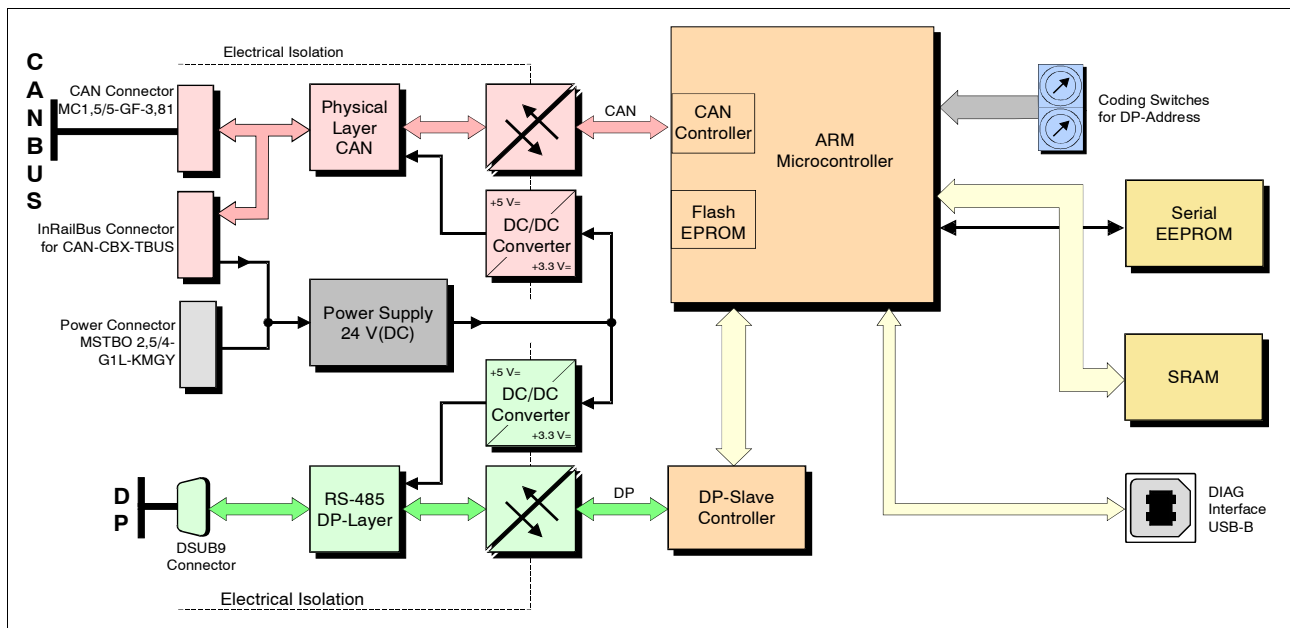


Abb. 1: Blockschaltbild der CAN-DP/2, CANopen-DP/2 Gateways

Mit den Gateways CAN-DP/2 und CANopen-DP/2 kann ein beliebiger PROFIBUS-DP-Master mit einem CAN-Netzwerk verbunden werden.

Das CAN-DP/2-Gateway (Best.-Nr.: C.2907.02) ist mit einem VPC3+ DP-Slave-Controller bestückt und verhält sich auf dem DP-Bus wie ein Slave-I/O-Baustein mit maximal 300 Byte Ein-/Ausgangsdaten. Von den 300 Bytes können jeweils maximal 244 Bytes als Eingangsdaten (mit **max.** 56 Bytes Ausgangsdaten) oder maximal 244 Bytes als Ausgangsdaten (mit **max.** 56 Bytes als Eingangsdaten) verwendet werden.

Das CANopen-DP-Gateway (Best.-Nr.: C.2909.02) ist mit einem VPC3+ DP-Slave-Controller bestückt und verhält sich auf dem DP-Bus wie ein Slave-I/O-Baustein mit jeweils maximal 240 Bytes als Eingangsdaten und maximal 240 Bytes als Ausgangsdaten.

Sowohl das CAN-DP/2-Gateway als auch das CANopen-DP/2-Gateway arbeitet intern mit einem ARM Cortex™-M3 Prozessor, der die CAN- und PROFIBUS-DP-Daten in einem lokalen SRAM zwischenspeichert. Die Firmware und die Konfigurationsdaten werden im Flash gehalten. Zur Speicherung von Parametern dient ein serielles EEPROM.

Die zu ISO 11898 kompatible CAN-Schnittstelle gestatten eine maximale Datenübertragungsrate von 1 Mbit/s. Die PROFIBUS-DP-Slave-Schnittstelle erkennt automatisch alle gängigen Baudraten bis zu 12 Mbit/s. Sowohl das PROFIBUS-DP als auch das CAN-Interface sind vom Rest der Schaltung galvanisch getrennt.

Der CAN-Anschluss erfolgt über einen 5-poligen Steckverbinder in MINI COMBICON-Bauweise mit Federkraftanschluss. Die DP-Schnittstelle ist dem Standard entsprechend mit einem 9-poligen DSUB-Stecker (Buchsenkontakte) ausgestattet. Die Konfiguration des Gateways erfolgt über ein PROFIBUS-Tool, wie z.B. den SIMATIC Manager.

2. Anschlussplan

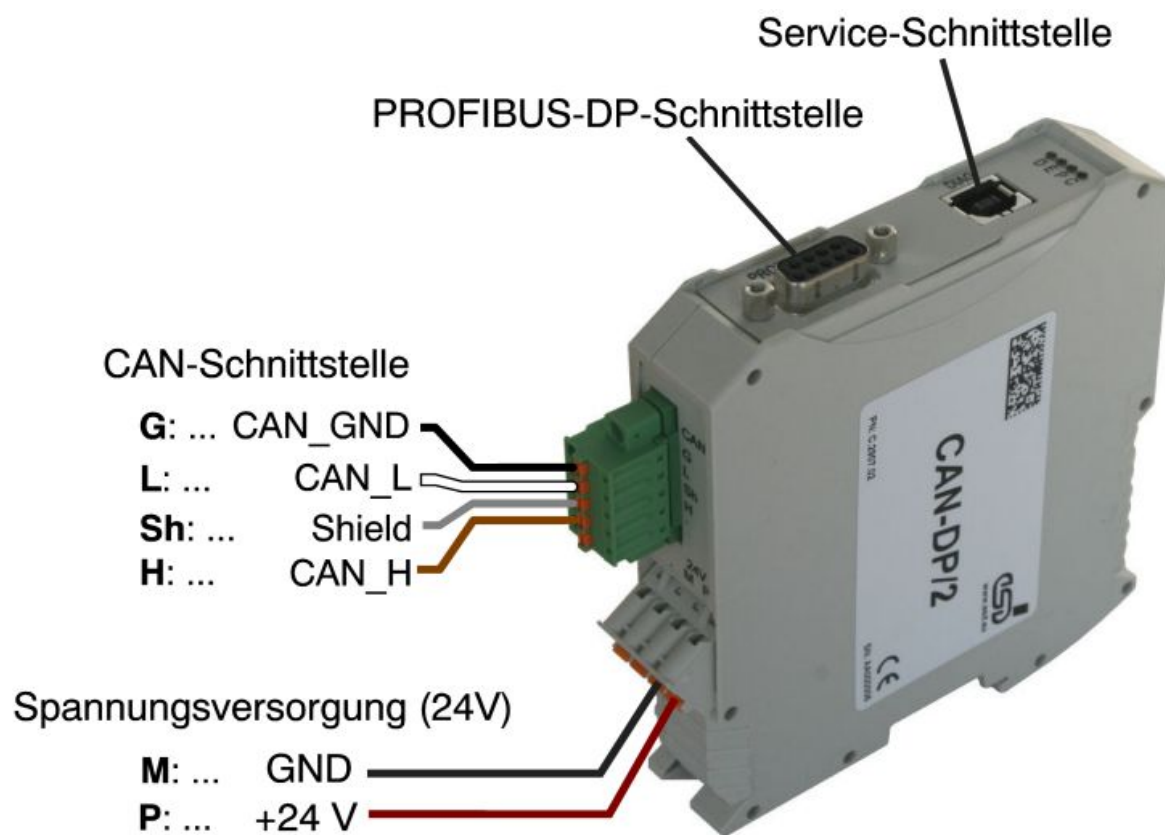



Abb. 2: Anschlüsse im betriebsbereiten Zustand

3. Inbetriebnahme

Schritt	Aktion
	Bevor Sie mit der Inbetriebnahme beginnen, lesen Sie die Sicherheitshinweise am Anfang des Handbuches sorgfältig!
1.	Überprüfen sie die Einstellungen der Kodierschalter.
2.	Montieren und verdrahten Sie das CAN-DP/2, CANopen-DP/2 (Spannungsversorgung, CAN, Profibus-DP-Schnittstelle).
3.	Beachten Sie beim Anschluss des CAN-Bus bitte, dass der CAN-Bus an beiden Enden abgeschlossen werden muss. esd bietet hierzu T-Stücke und Terminatoren. Das CAN-GND-Signal ist außerdem an genau einem Punkt im CAN-Netz zu erden. Die Terminator-Stecker sind daher zusätzlich mit einem Erdungskontakt versehen. Ein CAN-Teilnehmer, dessen CAN-Interface nicht galvanisch getrennt ist, ist mit einer Erdung des CAN-GND gleichzusetzen.
4.	Schalten Sie die 24 V-Spannungsversorgung des CAN-DP/CANopen-DP-Gateways an.

4. LEDs und Kodierschalter

4.1 LED-Belegung

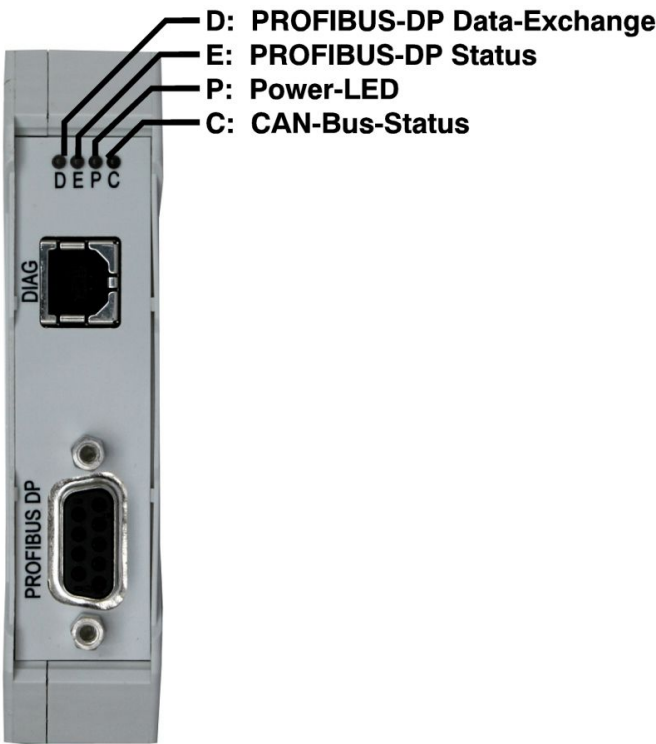


Abb. 3: Position der LEDs in der Frontplatte

4.1.1 Bedeutung der LED-Anzeigen

LED	Farbe	Name	Bedeutung
D	grün	PROFIBUS-DP Data Exchange	Die komplexe Anzeigefunktion dieser LEDs wird von der Firmware festgelegt. Sie kann im Software-Handbuch des Gateways nachgelesen werden.
E	rot	PROFIBUS-DP Status	
P	grün	Power-LED	
C	grün	CAN-Bus-Status	

4.2 Einstellung der PROFIBUS-DP-Adresse über die Kodierschalter

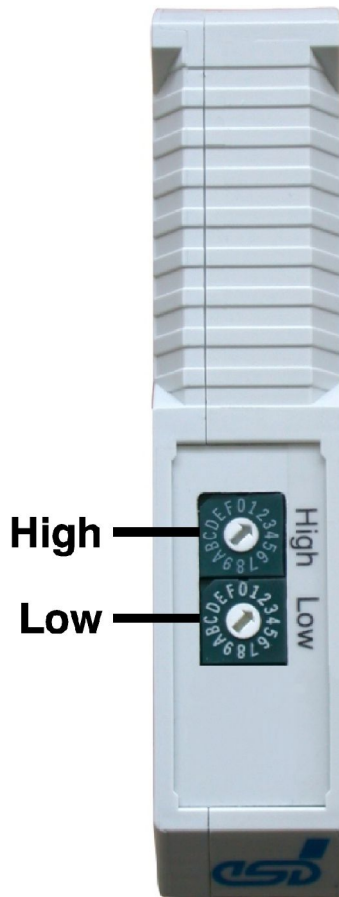


Abb. 4: Position der Kodierschalter

Die Kodierschalter dienen zur Einstellung der PROFIBUS-DP-Adresse. Die Auswertung der Kodierschalter durch die Firmware erfolgt beim Einschalten des Gateways. Änderungen der Einstellungen müssen daher vor dem Einschalten durchgeführt werden, da Änderungen während des Betriebes keine Auswirkungen haben.

Das CAN-DP/2, CANopen-DP/2 wird als Slave-Station betrieben, dessen einstellbarer Adress-Bereich *dezimal* von 3 bis 124 bzw. *hexadezimal* von 03_h bis 7C_h reicht. Wird eine Adresse kleiner als 3 eingestellt, so gilt die Adresse 3. Bei einer Adresseinstellung höher als 124 (dezimal) bzw. höher als 7C_h gilt die Adresse 124.

Der Kodierschalter HIGH dient zur Einstellung der höherwertigen Bits, der Kodierschalter LOW zur Einstellung der niederwertigen Bits.

Die CAN-Identifizierung des CAN-DP/2, CANopen-DP/2 werden mit Hilfe eines PROFIBUS-DP Konfigurationstools (z.B. SIMATIC Manager) eingestellt. Im Software-Handbuch 'CAN-DP/2 Software-Handbuch' bzw. 'CANopen-DP/2-Software-Handbuch' finden Sie hierzu ausführliche Hinweise.

5. Technische Daten

5.1 Allgemeine technische Daten

Versorgungsspannung	Nennspannung: 24 V/DC \pm 20%, Stromaufnahme (24 V, 20 °C): typisch: 40 mA
Steckverbinder	CAN-Schnittstelle: 5-pol. MINI COMBICON oder InRailBus PROFIBUS-DP-Schnittstelle: 9-pol. DSUB Buchsenkontakte Spannungsversorgung: 4-pol. COMBICON mit Federkraftanschluss oder InRailBus Service-Schnittstelle: USB Typ B Stecker
Temperaturbereich	0 °C ... 55 °C Umgebungstemperatur
Luftfeuchtigkeit	max. 90 %, nicht kondensierend
Abmessungen	Breite: 22,5 mm, Höhe: 99 mm, Tiefe: 114,5 mm
Gewicht	ca. 125 g

5.2 Mikroprozessor und Speicher

CPU	ARM®Cortex™-M3, STM2F205, 32 Bit
Speicher	SRAM: 512 KB x 16 Bit (1MB)
	Flash-EPROM: 256 KB integriert
	Seriellles EEPROM 4 KB

5.3 CAN-Schnittstelle

Anzahl der CAN-Schnittstellen	1 x CAN
CAN-Controller	ISO11898-1 (CAN 2.0)
Physical Layer	Physical Layer gemäß ISO 11898-2, Übertragungsrate programmierbar von 10 Kbit/s bis 1 MBit/s
Galvanische Trennung des CAN-Interfaces gegenüber den anderen Baugruppen	über magnetische Datenkoppler und DC/DC-Wandler
Busabschluss	Abschlusswiderstand ist bei Bedarf extern anzuschließen
Steckverbinder	5-pol. MINI COMBICON mit Federkraftanschluss-Kontakten

5.4 PROFIBUS-DP-Schnittstelle

Anzahl der PROFIBUS-DP Schnittstellen	1x PROFIBUS-DP
DP-Controller	VPC3, PROFIBUS-DP Slave
DP-Schnittstelle	RS 485, galvanisch getrennt, max.12 Mbit/s
Stecker	9-pin DSUB Buchsenkontakte

5.5 Service-Schnittstelle (DIAG)

Ausführung	USB, nur für Fertigungszwecke
USB-Spezifikation	USB 2.0 Full Speed (12 MBit/s)
Steckverbinder	DIAG, USB-Steckverbinder Typ-B

6. Steckerbelegung

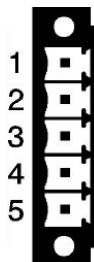
6.1 CAN-Bus (5-pol. MINI COMBICON-Style)

Gerätestecker: COMBICON MC 1,5/5-GF-3,81

Leitungsstecker: COMBICON FK-MCP 1,5/5-STF-3,81 (Federkraftanschluss-Kontakte)
(im Lieferumfang enthalten)

Informationen zum Leiteranschluss und Leiterquerschnitt finden Sie auf Seite 16.

Pin Zuordnung:



Pin Belegung:

Pin	Signal
1	CAN_GND
2	CAN_L
3	Shield
4	CAN_H
5	-

Signalbeschreibung:

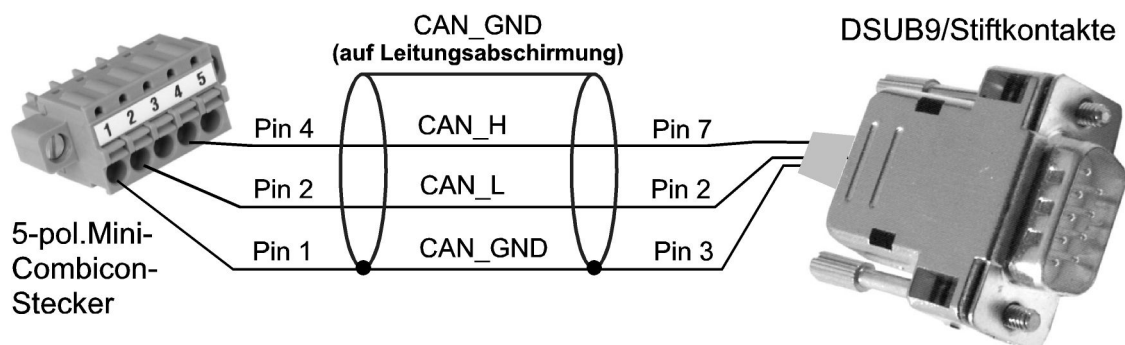
CAN_L, CAN_H ... CAN-Signale

CAN_GND... Bezugspotential des lokalen CAN-Physical Layers

Shield... Abschirmung (verbunden mit dem Schirmkontakt des Gehäuses, der eine leitende Verbindung zur Hutschiene herstellt)

-... nicht angeschlossen

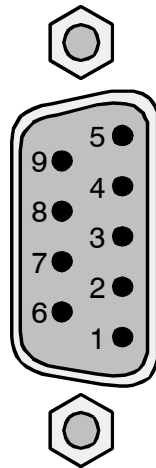
Empfehlung eines Adapterkabels 5-pol. COMBICON (hier Leitungsstecker FK-MCP1,5/5-STF-3,81 mit Federkraftanschluss-Kontakten) auf 9-pol-DSUB:



6.2 PROFIBUS-DP- Interface (9-pol. DSUB)

Gerätestecker: 9-pol. DSUB Buchsenkontakte

Pin-Zuordnung:



Pin-Belegung:

Signal		Pin	Signal
-		9	5 DGND
(Ein-/Ausgang)	RxD/TxD-N	8	4 CNTR-P (Ausgang)
-		7	3 RxD/TxD-N (Ein-/Ausgang)
(Ausgang)	P5V	6	2 reserviert
		1	1 Shield

Signalbeschreibung:

RxD/TxD-P, Empfangs- und Sendedaten
RxD/TxD-N...

CNTR-P... Steuersignal für Repeater ('Request To Send')

P5V... Spannungsversorgung für externe Abschlusswiderstandsnetzwerke
(+5 V, max. 50 mA)

DGND... Bezugspotential

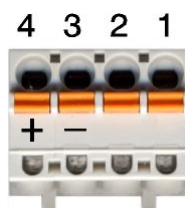
-... nicht angeschlossen

6.3 Spannungsversorgung

Gerätebuchse: COMBICON MSTBO 2,5/4-G1L-KMGY

Leitungsstecker: COMBICON FKCT 2,5/4-ST, 5.0 mm Raster, Federkraftanschluss-Kontakte, PHOENIX-CONTACT Bestell-Nr.: 19 21 90 0 (im Lieferumfang enthalten)
Informationen zum Leiteranschluss und Leiterquerschnitt finden Sie auf Seite 16.

Pin-Zuordnung:



Pin-Belegung:

Pin	4	3	2	1
Signal	+24V	GND	-	-

Signalbeschreibung:

+24V... Zuführung der Spannungsversorgung

GND... Bezugspotential

-... nicht angeschlossen

6.4 Leiteranschluss/Leiterquerschnitt

Die folgende Tabelle enthält einen Auszug aus den technischen Daten der verwendeten Stecker.

Schnittstelle	Spannungsversorgung 24 V	CAN-Stecker
Steckertyp Leitungsstecker (Artikelfamilie)	FKCT 2,5/...-ST KMGY	FK-MCP 1,5/5-STF-3,81
Anschlussart	Federkraftanschluss	Federkraftanschluss
Abisolierlänge	10 mm	9 mm
Leiterquerschnitt starr min	0,2 mm ²	0.14 mm ²
Leiterquerschnitt starr max	2,5 mm ²	1.5 mm ²
Leiterquerschnitt flexibel min	0,2 mm ²	0,14 mm ²
Leiterquerschnitt flexibel max	2,5 mm ²	1,5 mm ²
Leiterquerschnitt flexibel mit Aderendhülse ohne Kunststoffhülse min	0,25 mm ²	0,25 mm ²
Leiterquerschnitt flexibel mit Aderendhülse ohne Kunststoffhülse max	2,5 mm ²	1,5 mm ²
Leiterquerschnitt flexibel mit Aderendhülse mit Kunststoffhülse min	0,25 mm ²	0,25 mm ²
Leiterquerschnitt flexibel mit Aderendhülse mit Kunststoffhülse max	2, 5 mm ²	0,5 mm ²
Leiterquerschnitt AWG/kcmil min	24	26
Leiterquerschnitt AWG/kcmil max	12	16
2 Leiter starr	unzulässig	unzulässig
2 Leiter flexibel	unzulässig	unzulässig
2 Leiter flexibel mit Aderendhülse ohne Kunststoffhülse	unzulässig	unzulässig
2 Leiter gleichen Querschnitts flexibel mit Zwillingsaderendhülsen (TWIN-AEH) mit Kunststoffhülse min	0,5 mm ²	unzulässig
2 Leiter gleichen Querschnitts flexibel mit Zwillingsaderendhülsen (TWIN-AEH) mit Kunststoffhülse max	1,5 mm ²	unzulässig
AWG nach UL/cUL min	26	28
AWG nach UL/cUL max	12	16

7. Korrekte Verdrahtung galvanisch getrennter CAN-Netze

Generell sind bei der CAN Verdrahtung sämtliche gültigen Richtlinien (DIN, VDE) bzgl. EMV-gerechtem Aufbau, Leitungsführung, Leiterquerschnitte, zu verwendende Materialien, Mindestabstände zu beachten.

7.1 Leicht störbehaftete Industrieumgebung (zweiadrig verdrehte Leitung)

7.1.1 Grundregeln



Hinweis:

esd garantiert die EC Konformität des Produkts, wenn für die CAN-Verdrahtung mindestens Kabel mit einfach abgeschirmten zweiadrig verdrehten Leitungen verwendet werden, die die Anforderungen der Norm ISO 11898-2 erfüllen. Einfach abgeschirmte vieradrig verdrehte Leitungen, wie in Kapitel 7.2 beschrieben, stellen die EC Konformität ebenfalls sicher.

Die folgenden **Grundregeln** für die CAN-Bus Verdrahtung mit einfach abgeschirmten zweiadrig verdrehten Leitungen sollten unbedingt beachtet werden:

1	Es ist ein geeigneter Leitungstyp (Wellenwiderstand ca. $120 \Omega \pm 10\%$) mit ausreichendem Aderquerschnitt (0.22 mm^2) zu verwenden. Der Spannungsabfall auf der Leitung ist zu berücksichtigen!
2	Für den Einsatz in leicht störbehafteter Industrieumgebung ist mindestens ein zweiadriges CAN Kabel zu verwenden. Verbinden von <ul style="list-style-type: none"> • zwei verdrehten Adern mit den CAN Signalleitungen (CAN_H, CAN_L) und • der Kabel-Abschirmung mit dem Bezugspotenzial (CAN_GND)!
3	Das Bezugspotenzial CAN_GND muss an genau einem Punkt mit Funktionserde (FE) verbunden werden.
4	Ein CAN-Netz darf sich nicht verzweigen (Ausnahme: kurze Stichleitungen) und muss an beiden Enden mit dem Wellenwiderstand der Leitung (in der Regel $120 \Omega \pm 10\%$) abgeschlossen werden (zwischen den Signalen CAN_L und CAN_H und nicht an GND)!
5	Stichleitungen sind so kurz wie möglich zu halten ($l < 0,3 \text{ m}$)!
6	Die Baudrate muss an die Leitungslänge angepasst werden.
7	Die CAN-Leitungen sollten nicht in unmittelbarer Nähe von Störquellen verlegt werden. Lässt sich dies nicht vermeiden, so sind doppelt abgeschirmte Leitungen vorzuziehen.

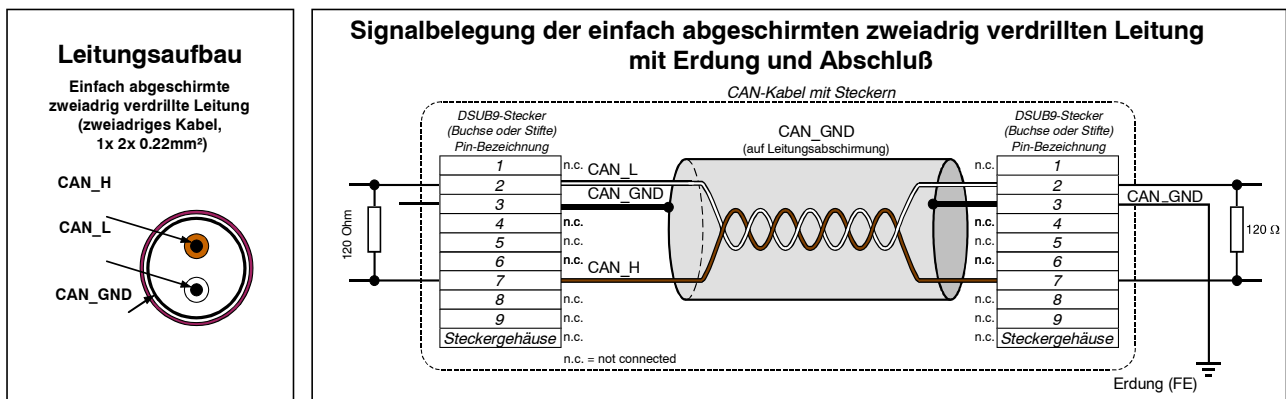


Abb. 5: CAN Verdrahtung für Einsatz in leicht störbehafteter Industrieumgebung

7.1.2 Verkabelung

- Bei Geräten, die pro CAN-Netz nur einen CAN-Stecker besitzen, T-Stück und Stichleitung (kürzer als 0,3 m) verwenden (als Zubehör lieferbar).

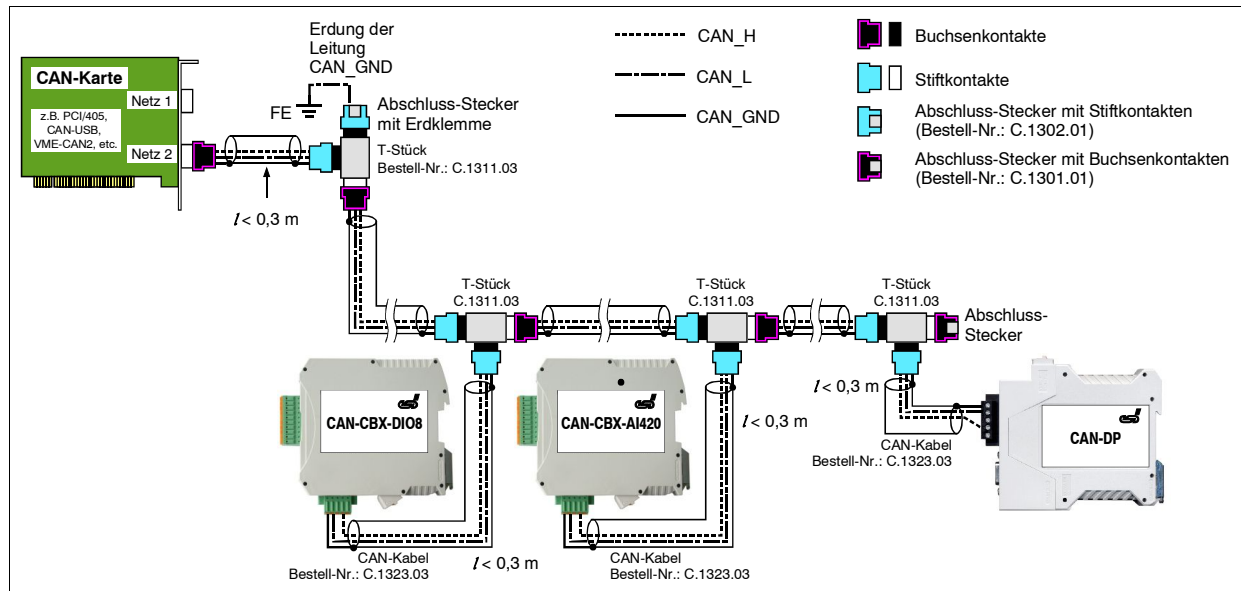


Abb. 6: Beispiel für korrekte Verdrahtung einfach abgeschirmter zweiadrig verdrehter Leitung

7.1.3 Abschlusswiderstand

- Externen** Abschlussstecker verwenden, weil dieser später leichter auffindbar ist!
- 9-polige DSUB-Abschlussstecker mit Stift- oder Buchsenkontakten und Erdungsklemme sind als Zubehör erhältlich.

7.2 Stark störbehaftete Industrieumgebung (vieradrig verdrehte Leitung)

7.2.1 Grundregeln

Die folgenden **Grundregeln** für die CAN-Bus Verdrahtung mit einfach abgeschirmten vieradrig verdrehten Leitungen sollten unbedingt beachtet werden:

1	Es ist ein geeigneter Leitungstyp (Wellenwiderstand ca. $120\ \Omega \pm 10\%$) mit ausreichendem Aderquerschnitt ($0.22\ \text{mm}^2$) zu verwenden. Der Spannungsabfall auf der Leitung ist zu berücksichtigen!
2	Für den Einsatz in stark störbehafteter Industrieumgebung ist ein vieradriges CAN-Kabel zu verwenden. Verbinden von <ul style="list-style-type: none"> • zwei verdrehten Adern mit den CAN Signalleitungen (CAN_H, CAN_L) und • die anderen beiden verdrehten Adern mit dem Bezugspotenzial (CAN_GND) und • die Leitungsabschirmung an Funktionserde (FE) an mindestens einem Punkt!
3	Das Bezugspotenzial CAN_GND muss an genau einem Punkt mit Funktionserde (FE) verbunden werden.
4	Ein CAN-Netz darf sich nicht verzweigen (Ausnahme: kurze Stichleitungen) und muss an beiden Enden mit dem Wellenwiderstand der Leitung (in der Regel $120\ \Omega \pm 10\%$) abgeschlossen werden (zwischen den Signalen CAN_L und CAN_H und nicht an GND)!
5	Stichleitungen sind so kurz wie möglich zu halten ($l < 0,3\ \text{m}$)!
6	Die Baudrate muss an die Leitungslänge angepasst werden.
7	Die CAN-Leitungen sollten nicht in unmittelbarer Nähe von Störquellen verlegt werden. Lässt sich dies nicht vermeiden, so sind doppelt abgeschirmte Leitungen vorzuziehen.

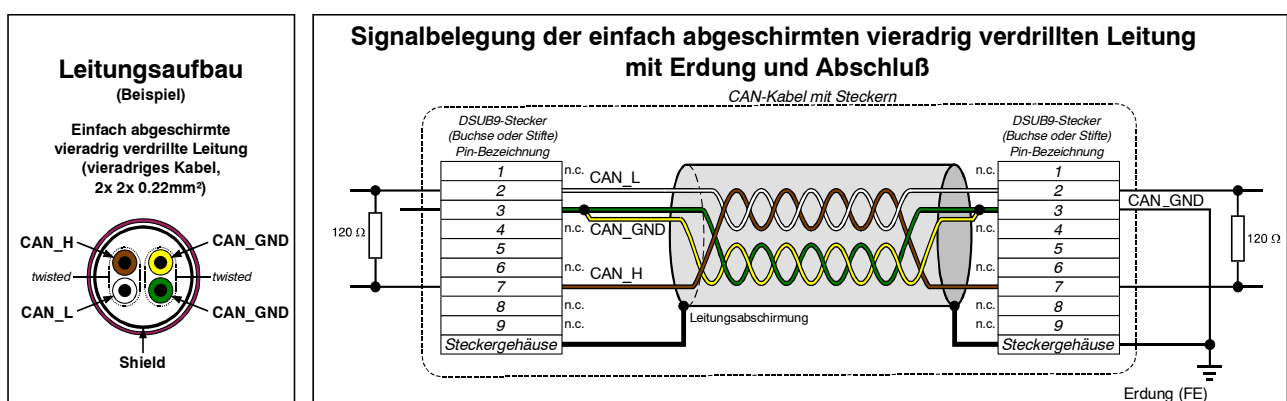


Abb. 7: CAN Verdrahtung für stark störbehaftete Industrieumgebung

7.2.2 Verkabelung



Achtung:

Werden einfach abgeschirmte vieradrig verdrehte Leitungen verwendet, ist für den CAN-Bus Steckverbinder ein T-Verbindungsstecker zu verwenden, der den Anschluss zweier CAN-Kabel gestattet, und bei dem die Kabel-Abschirmung (Shield) durchgeführt wird, z.B. DSUB9-Stecker von ERNI (ERBIC CAN BUS MAX, Bestell-Nr.:154039).

Die Verwendung des esd T-Connectors (Bestell-Nr: C.1311.03) wird für einfach abgeschirmte vieradrig verdrehte Leitungen nicht empfohlen, da das Schirm-Potenzial des leitenden DSUB Gehäuses nicht durch diesen T-Connector-Typ durchgeführt wird.

Darüber hinaus ist die gemischte Verwendung von zwei- und vieradrig verdrehten Leitungen zu vermeiden!

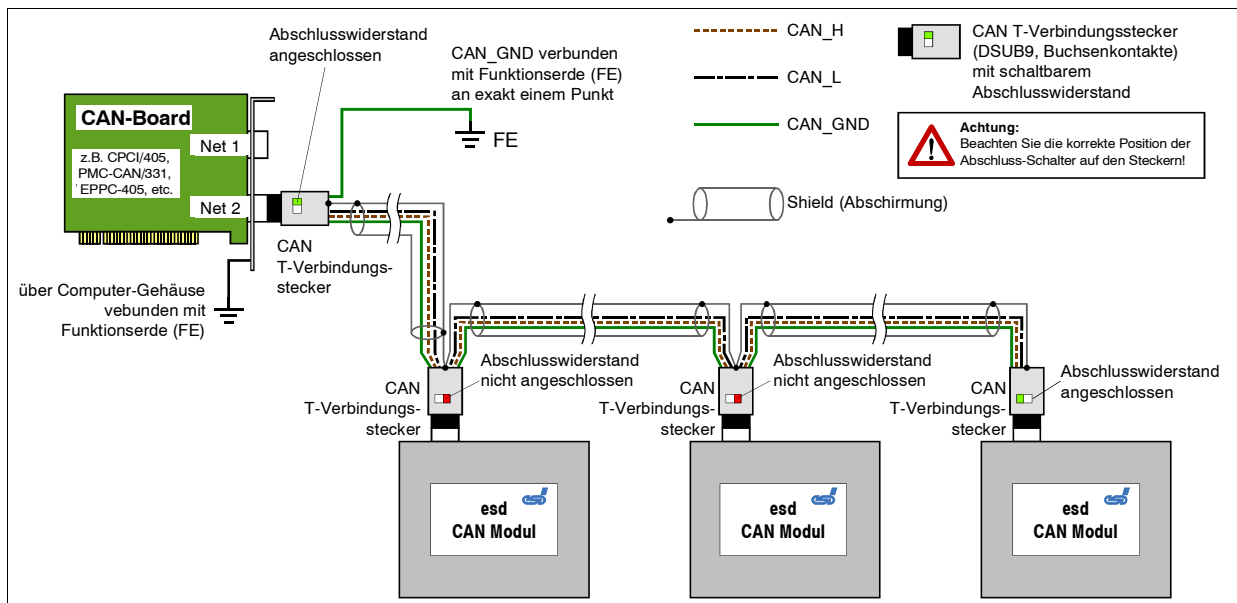


Abb. 8: Beispiel für korrekte Verdrahtung einfach abgeschirmter vieradrig verdrehter Leitungen

7.2.3 Abschlusswiderstand

- 9-polige DSUB-Abschlussstecker mit integriertem, umschaltbarem Abschlusswiderstand können z.B. von ERNI (ERBIC CAN BUS MAX, Buchsenkontakte, Bestell-Nr.:154039) bezogen werden.
- Bei Erweiterung des CAN-Netzes ist immer zu beachten, dass nur zwei Abschlusswiderstände gesetzt sind!

7.3 Erdung

- CAN_GND muss zwischen den CAN-Modulen verbunden werden, weil die einzelnen esd-Module galvanisch voneinander getrennt sind!
- CAN_GND muss an **exakt einem** Punkt im Netz mit dem Erdpotenzial (FE) verbunden werden!
- Jeder CAN-Teilnehmer ohne galvanisch getrenntes Interface wirkt wie eine Erdung. Darum: Maximal einen CAN-Teilnehmer ohne galvanische Trennung anschließen!
- Erdung kann z.B. an einem Abschlussstecker vorgenommen werden

7.4 Buslänge

- Optokoppler verzögern die CAN-Signale. esd-Module erreichen typischerweise eine Leitungslänge von 37 m bei 1 MBit/s. Voraussetzung hierfür ist ein abgeschlossenes Netz ohne Impedanzstörungen, wie z.B. längere Stichleitungen >> 0.3 m.

Bit-Rate [kBit/s]	typische Werte der erreichbaren Leitungslänge mit esd-Interface l_{\max} [m]	CiA-Empfehlungen (07/95) für erreichbare Leitungslängen l_{\min} [m]
1000	37	25
800	59	50
666.6	80	-
500	130	100
333.3	180	-
250	270	250
166	420	-
125	570	500
100	710	650
66.6	1000	-
50	1400	1000
33.3	2000	-
20	3600	2500
12.5	5400	-
10	7300	5000

Tabelle 1: Erreichbare Leitungslängen in Abhängigkeit von der Bitrate (mit esd-CAN Interfaces)



Hinweis:

Bitte beachten Sie die Empfehlungen gemäß ISO 11898 für die Auswahl der Leitungsquerschnitte in Abhängigkeit von der Kabellänge.

7.5 Beispiele für CAN-Kabel

7.5.1 Kabel für leicht störbehaftete Industrieumgebung (zweiadrig)

Hersteller	Leitungstyp
U.I. LAPP GmbH Schulze-Delitzsch-Straße 25 70565 Stuttgart Germany www.lappkabel.de	z.B. UNITRONIC ®-BUS CAN UL/CSA (1x 2x 0.22) (UL/CSA approved) Bestell-Nr.: 2170260
	UNITRONIC ®-BUS-FD P CAN UL/CSA (1x 2x 0.25) (UL/CSA approved) Bestell-Nr.: 2170272
ConCab GmbH Äußerer Eichwald 74535 Mainhardt Germany www.concab.de	z.B. BUS-PVC-C (1x 2x 0,22 mm²) Bestell-Nr.: 93 022 016 (UL appr.)
	BUS-Schleppflex-PUR-C (1x 2x 0,25 mm²) Bestell-Nr.: 94 025 016 (UL appr.)

7.5.2 Kabel für stark störbehaftete Industrieumgebung (vieradrig)

Hersteller	Leitungstyp
U.I. LAPP GmbH Schulze-Delitzsch-Straße 25 70565 Stuttgart Germany www.lappkabel.de	z.B. UNITRONIC ®-BUS CAN UL/CSA (2x 2x 0.22) (UL/CSA approved) Bestell-Nr.: 2170261
	UNITRONIC ®-BUS-FD P CAN UL/CSA (2x 2x 0.25) (UL/CSA approved) Bestell-Nr.: 2170273
ConCab GmbH Äußerer Eichwald 74535 Mainhardt Germany www.concab.de	z.B. BUS-PVC-C (2x 2x 0,22 mm²) Bestell-Nr.: 93 022 026 (UL appr.)
	BUS-Schleppflex-PUR-C (2x 2x 0,25 mm²) Bestell-Nr.: 94 025 026 (UL appr.)


Hinweis:

Fertig konfektionierte Leitungen können bei **esd** bezogen werden.

8. CAN-Bus Troubleshooting Guide

Der CAN-Bus Troubleshooting Guide ist eine Anleitung zum Auffinden und Beseitigen der häufigsten Hardware-Fehlerursachen in der CAN-Bus-Verdrahtung.

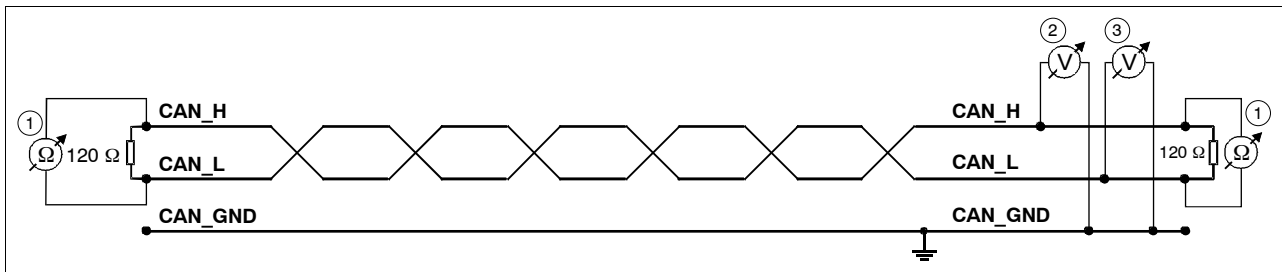


Abb. 9: Vereinfachtes Schaltbild eines CAN-Netzwerks

8.1 Bus-Abschluss

Der Bus-Abschluss wird verwendet, um den Widerstand eines Knotens an den Widerstand der verwendeten Busleitung anzupassen. Ist die Impedanz falsch angepasst, wird das gesendete Signal nicht ganz von der Last aufgenommen und zum Teil in die Übertragungsleitung zurück reflektiert. Sind die Quellen-, Übertragungsleitungs- und Last-Impedanz gleich groß, so werden die Reflexionen beseitigt. Dieser Test misst den Gesamtwiderstand der beiden CAN-Datenleitungen und des angeschlossenen Abschlusswiderstandes.

Zum Testen, verfahren Sie bitte wie folgt:

1. Schalten Sie die Versorgungsspannungen aller angeschlossenen CAN-Knoten aus.
2. Messen Sie den DC-Widerstand zwischen CAN_H und CAN_L in der Mitte und an den Enden des Netzwerks ① (siehe obere Abbildung) und in der Mitte des Netzwerks (sofern das Netzwerk-Kabel aus mehr als einem Leitungsabschnitt besteht).

Der gemessene Wert sollte zwischen 50 Ω und 70 Ω liegen. Der gemessene Wert sollte an jedem Punkt des Netzwerks etwa groß gleich sein.

Liegt der ermittelte Wert unter 50 Ω , stellen Sie bitte sicher, dass:

- kein **Kurzschluss** zwischen den CAN_H- und CAN_L-Leitungen besteht
- **nicht mehr als zwei** Abschlusswiderstände angeschlossen sind
- die Transceiver der einzelnen Knoten nicht defekt sind.

Liegt der ermittelte Wert über 70 Ω , stellen Sie bitte sicher, dass:

- alle CAN_H- und CAN_L- Leitungen korrekt angeschlossen sind
- zwei Abschlusswiderstände von **je 120 Ω** an Ihr CAN-Netzwerk angeschlossen sind (einer an jedem Ende).

8.2 Erdung

CAN_GND des CAN-Netzwerks darf nur an einer einzigen Stelle mit dem Funktionserde-Potenzial (FE) verbunden sein. Dieser Test zeigt an, ob die Abschirmung an mehreren Stellen geerdet ist. Zum Testen verfahren Sie bitte wie folgt:

1. Trennen Sie die CAN_GND von dem Erdpotenzial (FE).
2. Messen Sie den DC-Widerstand zwischen CAN_GND und Erdpotenzial (siehe nebenstehende Abbildung).
3. Verbinden Sie die CAN_GND mit dem Erdpotenzial.

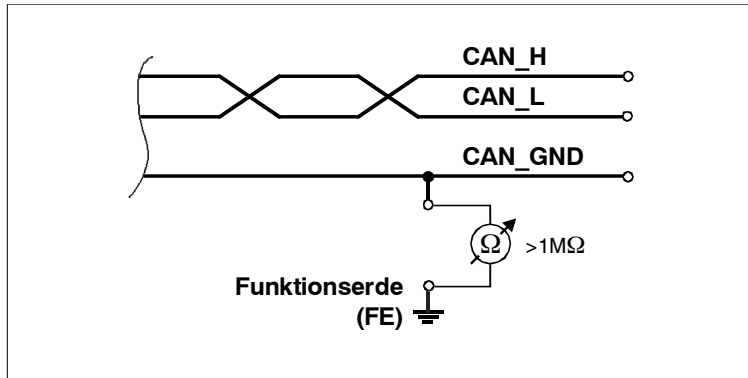


Abb. 10: Vereinfachtes Schaltbild Erdungsmessung

Der Widerstand sollte größer als ein 1 MΩ sein. Ist er kleiner, suchen Sie bitte nach zusätzlichen Erdungen der CAN_GND-Leitung.

8.3 Kurzschluss in der CAN-Verdrahtung

Ein CAN Bus kann möglicherweise auch dann noch Daten übertragen, wenn CAN_GND und CAN_L kurzgeschlossen sind, dadurch wird aber die Fehlerrate stark ansteigen. Stellen Sie sicher, dass zwischen CAN_GND und CAN_L kein Kurzschluss besteht!

8.4 CAN_H/CAN_L-Spannungen

Jeder Knoten verfügt über einen CAN-Transceiver, der differentielle Signale auf den Datenleitungen generiert. Ruht die Netzwerk-Kommunikation, betragen die CAN_H- und CAN_L-Spannungen etwa 2.5 V. Defekte Transceiver können diese Ruhespannungen verändern und die Netzwerk-Kommunikation unterbrechen.

Um auf defekte Transceiver zu testen, verfahren Sie bitte wie folgt:

1. Schalten Sie alle Versorgungsspannungen an.
2. Beenden sie jegliche Netzwerk-Kommunikation.
3. Messen Sie die DC-Spannung zwischen CAN_H und GND ② (siehe Abbildung auf vorhergehender Seite).
4. Messen Sie die DC-Spannung zwischen CAN_L und GND ③ (siehe Abbildung auf vorhergehender Seite).

Die gemessene Spannung sollte zwischen 2.0 V und 4.0 V liegen.

Ist die Spannung kleiner als 2.0 V oder größer als 4.0 V, ist es möglich, dass ein oder mehrere Knoten defekte Transceiver haben. Bei einer Spannung die unter 2.0 V liegt, überprüfen Sie bitte den Anschluss der CAN_H- und CAN_L-Leitungen. Bei einer Spannung, die oberhalb von 4.0 V liegt, überprüfen Sie bitte auf überhöhte Spannung.

Um einen Knoten mit einem defekten Transceiver zu finden, überprüfen Sie bitte den Widerstand des CAN-Transceivers (siehe folgendes Kapitel).

8.5 CAN Transceiver Widerstands-Test

CAN Transceiver verfügen über einen Schaltkreis, der CAN_H und CAN_L kontrolliert. Die Erfahrung zeigt, dass elektrische Beschädigung an einem oder beiden der Schaltkreise den Leckstrom in diesen Schaltkreisen erhöhen kann.

Um den Leckstrom durch die CAN-Schaltungen zu messen, benutzen Sie bitte ein Widerstandsmessgerät und:

1. Schalten Sie den Knoten ④ **aus** und **trennen** Sie ihn vom CAN-Netzwerk. (siehe untere Abbildung).
2. Messen Sie den DC-Widerstand zwischen CAN_H und CAN_GND ⑤ (siehe untere Abbildung).
3. Messen Sie den DC-Widerstand zwischen CAN_L und CAN_GND ⑥ (siehe untere Abbildung).

Der gemessene Widerstand sollte für jedes Signal etwa 500 k Ω betragen. Liegt der Widerstand deutlich niedriger, ist der CAN-Transceiver möglicherweise defekt. Ein weiterer Hinweis auf einen fehlerhaften CAN-Transceiver ist eine sehr hohe Abweichung der beiden gemessenen Eingangswiderstände (>> 200%).

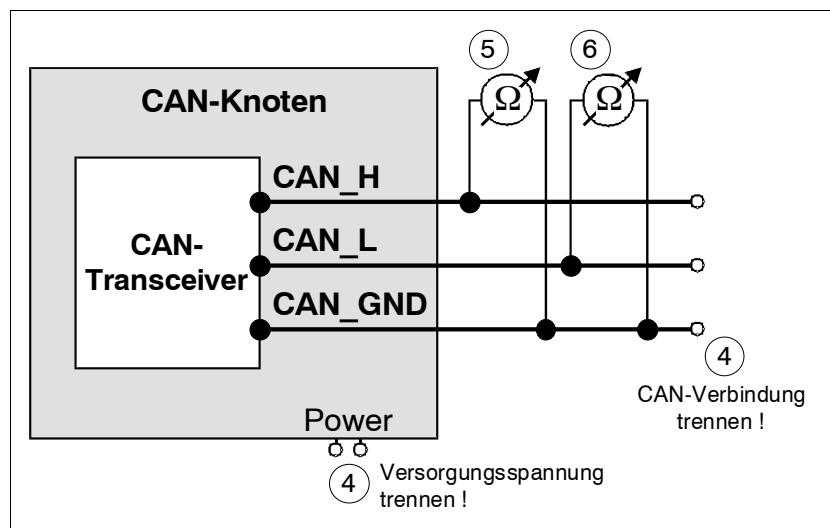
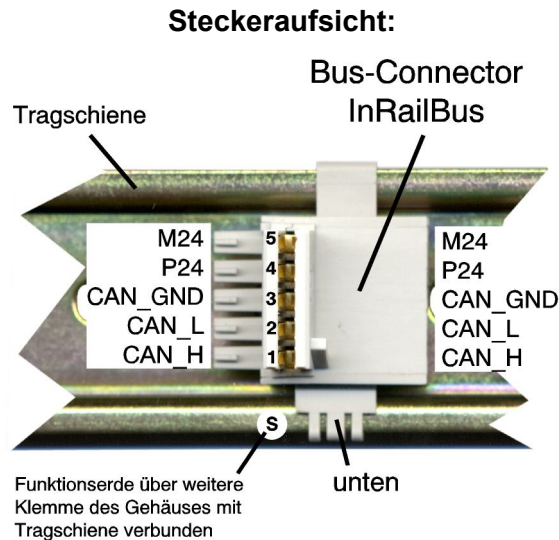


Abb. 11: Messung des Eingangswiderstandes des CAN-Transceivers

9. Anhang InRailBus (Option)

9.1 Steckerbelegung 24V und CAN über InRailBus

Steckertyp: Tragschienen-Busverbinder des CBX-InRailBus
Phoenix Contact ME 22,5 TBUS 1,5/5-ST-3,81 KMGY



Pin-Belegung:

Pin	Signal
5	M24 (GND)
4	P24 (+24 V)
3	CAN_GND
2	CAN_L
1	CAN_H
S	FE (PE_GND)

Signalbeschreibung:

CAN_L,
CAN_H ... CAN-Signale

CAN_GND ... Bezugspotenzial des lokalen CAN-Physical Layers

P24... Versorgungsspannung +24 V $\pm 10\%$

M24... Bezugspotenzial

FE... direkt am Gehäuse des Moduls: Funktionserde
(mit Hutschienenpotenzial verbunden)

9.2 Verwendung des InRailBus



Hinweis:

Dieses Kapitel beschreibt den Einbau bei Verwendung des InRailBus für CAN-CBX-Module. Für die CAN-DP/2- und CANopen-DP/2-Module gelten die beschriebenen Punkte entsprechend.

9.2.1 Einbau des Moduls bei Verwendung des InRailBus-Verbinders

Sollen der CAN-Bus und die Versorgungsspannung über den InRailBus angeschlossen werden, gehen Sie bitte wie folgt vor:

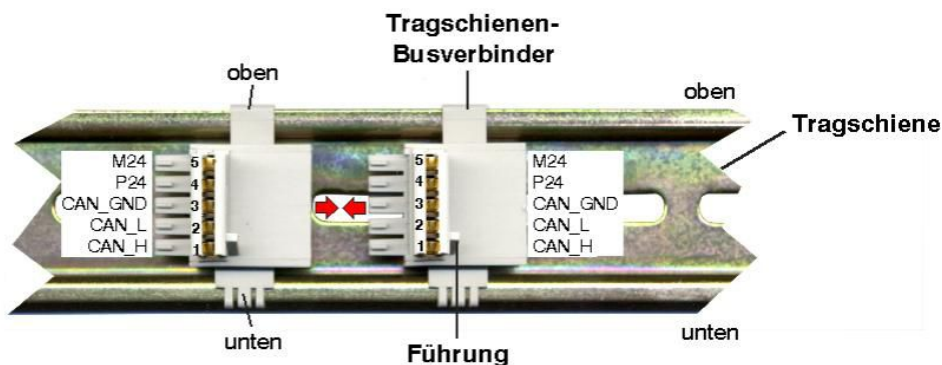


Abb. 12: Tragschiene mit Busverbinder

1. Der Tragschienen-Busverbinder des InRailBus wird an die Tragschiene angelegt und durch leichtes Andrücken auf der Tragschiene aufgerastet. Durch Zusammenstecken der einzelnen Busverbinder werden die Kommunikations- und Leistungssignale untereinander kontaktiert. Die Busverbinder können beliebig vor oder nach dem Aufstecken des CAN-CBX-Moduls verbunden werden. **Der Tragschienen-Busverbinder ist nicht im Lieferumfang der CAN-DP/2- und CANopen-DP/2-Module enthalten und muss separat bestellt werden.**
2. Halten Sie das Modul leicht schräg nach hinten gekippt und setzen Sie das CBX-Modul auf den Busverbinder, so dass der obere Teil der Tragschiene dabei in die Einkerbung greift.



Abb. 13: Einsetzen des CAN-CBX-Moduls

3. Schwenken Sie nun das CBX-Modul auf die Tragschiene auf, indem sie das Modul entsprechend der Pfeilrichtung in Abbildung 13 nach unten an die Tragschiene heran drücken. Dabei wird das Gehäuse durch die Führungsschiene des Busverbinders mechanisch geführt.
4. Beim Aufschwenken des CAN-CBX-Moduls rastet der untere Fußriegel auf dem unteren Teil der Tragschiene ein. Das Modul sitzt nun fest auf der Tragschiene und ist über den Busverbinder mit dem InRailBus verbunden.
Verbinden Sie ggf. noch die Busverbinder untereinander und schließen Sie die +24 V Versorgungsspannung und das CAN-Interface an den InRailBus an.



Abb. 14: Eingebautes CAN-CBX-Modul

9.2.2 Anschluss über den CBX-InRailBus

Um die Versorgungsspannung und die CAN-Signale über den InRailBus anschließen zu können, benötigen sie einen Anschlussstecker. Dieser Stecker ist nicht im Lieferumfang des CAN-CBX-Moduls enthalten. Er muss gesondert bestellt werden (Bestell-Nr. C.3000.02, siehe auch Bestellhinweise für InRailBus-Zubehör, Seite 33).

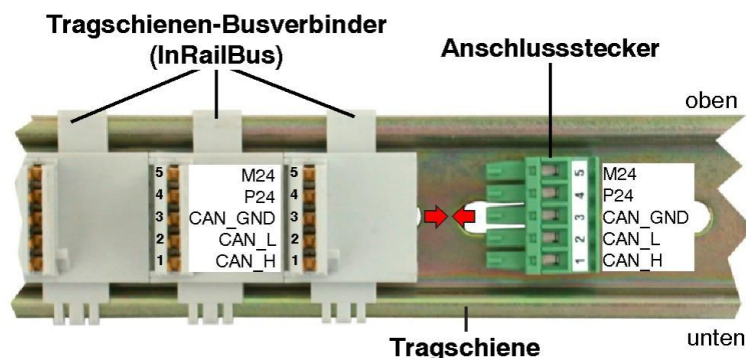


Abb. 15: Tragschiene mit InRailBus-Verbindern und Anschlussstecker

Stecken Sie den Anschlussstecker, wie in Abb. 15 beschrieben, von rechts in die Buchsenseite des äußeren Tragschienen-Busverbinders des InRailBus. Schließen sie nun das CAN-Interface und die Versorgungsspannung über den Anschlussstecker an.

9.2.3 Anschluss der Versorgungsspannung



Achtung:

Bitte beachten Sie die Sicherheitshinweise, die die Stromversorgung betreffen (siehe Seite 4)!

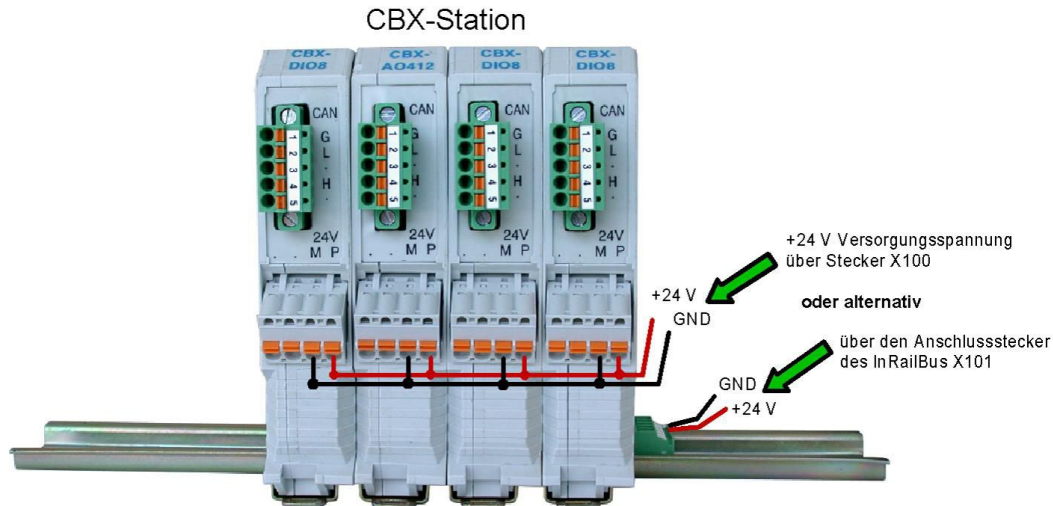


Abb. 16: CAN-CBX-Station mit Anschluss der Versorgungsspannung

Erdung der Tragschiene



Hinweis:

Die Tragschiene muss an den Funktionserde-Kontakt (FE) angeschlossen werden! Bitte achten Sie darauf den Widerstand des Kabels so gering wie möglich zu halten.

Der Funktionserdkontakt ist ein Strompfad mit geringem Widerstand zwischen Stromkreis und Erde, der nicht als Schutzmaßnahme gedacht ist sondern zur Erhöhung der Stabilität dient. Er bietet keinen Berührungsschutz für Personen.

9.2.4 Anschluss von CAN

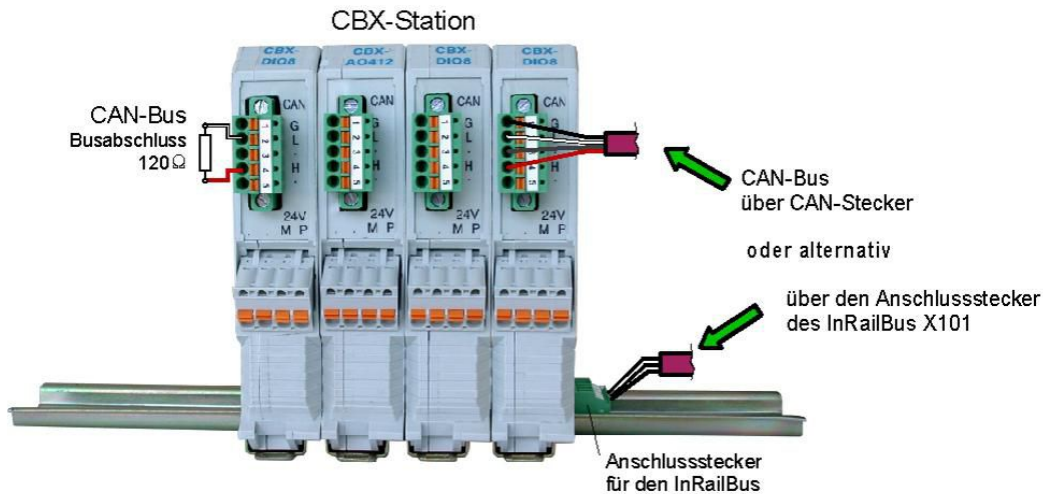


Abb. 17: Anschluss von CAN an die CBX-Station

Generell besteht die Möglichkeit die CAN-Signale über den InRailBus oder über den CAN-Stecker eines äußeren CAN-CBX-Moduls der CBX-Station einzuspeisen. Die Signale werden dann über den InRailBus an die folgenden CAN-CBX-Module der CAN-CBX-Station weitergeleitet. Die CAN-Signale dürfen über den CAN-Stecker des CAN-CBX-Moduls, das am anderen Ende der CBX-Station montiert ist, weitergeführt werden. Über die CAN-Stecker der mittleren CAN-CBX-Module der CBX-Station dürfen die CAN-Signale jedoch nicht weitergeführt werden, da dies zu unzulässigen Verzweigungen führt.

Bitte beachten Sie, dass an das CAN-CBX-Modul, das sich am Ende des InRailBus befindet ein Bus-Abschlusswiderstand angeschlossen werden muss, wenn der CAN-Bus dort endet (siehe Abb. 17).

9.3 Ausbau des CAN-CBX-Moduls vom InRailBus

Ist das CAN-CBX-Modul über den InRailBus verbunden, gehen Sie beim Ausbau wie folgt vor:

Lösen Sie das Modul von der Tragschiene indem Sie den Fußriegel (siehe Abb. 14) nach unten ziehen (z.B. mit einem Schraubendreher). Dabei löst sich das Modul unten von der Tragschiene und kann abgezogen werden.



Hinweis:

Es ist möglich, einzelne Gehäuse aus dem Verbund zu lösen, ohne die InRailBus-Verbindung zu unterbrechen, da beim Ziehen einzelner Module aus dem Verbund die Signalkette nicht unterbrochen wird.

10. Konformitätserklärung

EG-KONFORMITÄTSEKTLÄRUNG EC DECLARATION OF CONFORMITY



Adresse **esd electronic system design gmbh**
Address **Vahrenwalder Str. 207**
30165 Hannover
Germany

esd erklärt, dass das Produkt
esd declares, that the product

CAN-DP/2
CANopen-DP/2

Typ, Modell, Artikel-Nr.
Type, Model, Article No.

C.2907.02
C.2909.02

die Anforderungen der Normen
fulfills the requirements of the standards

EN 61000-6-2:2005,
EN 61000-6-4:2007+A1:2011

gemäß folgendem Prüfbericht erfüllt.
according to test certificate.

H-K00-490-12

Das Produkt entspricht damit der EG-Richtlinie „EMV“
Therefore the product corresponds to the EC-Directive 'EMC'

2004/108/EG

Das Produkt entspricht der EG-Richtlinie „RoHS“
The product corresponds to the EC-Directive 'RoHS'

2011/65/EU

Diese Erklärung verliert ihre Gültigkeit, wenn das Produkt nicht den Herstellerunterlagen entsprechend eingesetzt und betrieben wird, oder das Produkt abweichend modifiziert wird.
This declaration loses its validity if the product is not used or run according to the manufacturer's documentation or if non-compliant modifications are made.

Name / Name T. Ramm
Funktion / Title CE-Koordinator / CE Coordinator
Datum / Date Hannover, 2013-01-04

Rechtsgültige Unterschrift / authorized signature

11. Bestellhinweise




Typ	Eigenschaften	Bestell-Nr.
CAN-DP/2	Gateway CAN to PROFIBUS-DP Slave, physical layer ISO 11898-2, Firmware mit Gateway-Funktion, GSD-File enthalten	C.2907.02
CANopen-DP/2	Gateway CANopen to PROFIBUS-DP Slave, physical layer ISO 11898-2, Firmware mit Gateway-Funktion, GSD-File enthalten	C.2909.02
Zubehör		
 CAN-CBX-TBUS	Tragschienen-Busverbinder des CBX-InRailBus für CAN-CBX-Module	C.3000.01
 CAN-CBX-TBUS-Connector	Anschlussstecker des CBX-InRailBus zum Anschluss der +24V Versorgungsspannung und des CAN-Interface Buchsenkontakte	C.3000.02
 CAN-CBX-TBUS-Connection adapter	Anschlussstecker des CBX-InRailBus zum Anschluss der +24V Versorgungsspannung und des CAN-Interface Stiftkontakte	C.3000.03

Tabelle 2: Bestellhinweise

PDF-Handbücher

Handbücher sind in Englisch und üblicherweise auch in Deutsch erhältlich. Die Verfügbarkeit der Handbücher entnehmen Sie bitte der unteren Tabelle.

Die Handbücher im PDF-Format können Sie kostenlos von unserer Webseite www.esd.eu herunterladen.

Handbücher		Bestell-Nr.
CAN-DP/2-MD	CAN-DP/2 Manual in Deutsch	C.2907.20
CAN-DP/2-ME	CAN-DP/2 Manual in Englisch	C.2907.21
CANopen-DP/2-MD	CANopen-DP/2 Manual in Deutsch	C.2909.20
CANopen-DP/2-ME	CANopen-DP/2 Manual in Englisch	C.2909.21

Tabelle 3: Verfügbare Handbücher

Gedruckte Handbücher

Benötigen Sie zusätzlich einen Ausdruck des Handbuches, kontaktieren Sie bitte unser Sales-Team (sales@esd.eu) für ein Angebot. Gedruckte Handbücher können gegen eine Gebühr bestellt werden.