



CAN-Verdrahtung

Hinweise zur Verdrahtung
von CAN-Bussystemen
und zur Leitungsauswahl

Hinweis

Der Inhalt dieses Handbuches wurde mit größter Sorgfalt erarbeitet und geprüft. esd electronics 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 electronics 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 electronics. Die Weitergabe an Dritte und Vervielfältigung jeder Art, auch auszugsweise, sind nur mit schriftlicher Genehmigung durch esd electronics gestattet.

© 2022 esd electronics gmbh, Hannover

esd electronics 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



Dieses Handbuch enthält wichtige Informationen und Anweisungen für eine sichere und sachgerechte Verdrahtung von CAN-Netzwerken. Lesen Sie das Handbuch sorgfältig durch, bevor sie die CAN-Verdrahtung verwenden und befolgen Sie die Anweisungen. Bewahren Sie dieses Handbuch für eine spätere Verwendung auf.

Trademark Hinweise

CANopen® und CiA® sind registrierte Unionsmarken des CAN in Automation e.V. .

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

Dokument-Information

Pfad und Dateiname des Dokuments:	I:\Texte\Doku\MANUALS\CAN\VERDRAHT\Deutsch\CAN-Verdrahtungshinweise_de_46.docx
Datum der Erstellung:	2022-06-14

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
4.0	-	Text importiert in OpenOffice und komplett überarbeitet	2012-09-19
		Teiltexthe "Korrekte Verdrahtung" und "Troubleshooting Guide" eingefügt	
4.1	1.5	Leitungslänge für Bitrate 83,3 kBit/s eingefügt und redaktionelle Überarbeitung	2013-11-20
4.2	1.1	Kapitel „Standards zur CAN-Verdrahtung“ eingefügt	2014-09-23
4.2	-	Neuen CAN-Abschlusswiderstand „CAN-Termination-DSUB9“ in Beschreibungen aufgenommen	2014-09-23
4.2	1.8	Kapitel „1.8 Wirkwiderstand der Leitung“ gestrichen, weil in der Praxis der Einfluss auf die Funktion vernachlässigbar ist.	2014-11-27
4.3	-	Klassifikation der Warn- und Sicherheitshinweise einfügen	2016-05-06
	1.3.3, 1.4.3, 3.	Begriff "(Gender Changer)" entfernt	
	1.6	Verweis auf CiA 303-1 in Hinweis eingefügt und CiA Empfehlungen für den Kabeldurchmesser in Tabelle 1 aufgenommen.	
4.4	1.3.3	Kapitel „Verzweigung“ neu	2018-01-15
	1.4.2	Hinweise zum T-Connector in Kapitel „Verzweigung“ verschoben	
	1.4.3	Kapitel „Verzweigung“ neu	
4.5	1.	Hinweis zu CAN FD aufgenommen	2018-05-08
4.6	alle	Übertragung in Word-Datei und Überarbeitung	2022-06-03
	-	Hinweise auf Seite 4 aufgenommen	
	1.6	Beschreibung zur Buslänge von der Webseite übernommen. Hinweis auf CiA106 aufgenommen.	
	2.	Komplettes Kapitel überarbeitet, Änderungen von der Webseite übernommen, Widerstandswert unter Ergebnis in Kapitel 2.5 geändert	

Weitere technische Änderungen vorbehalten.

Zielgruppe dieses Dokuments

Dieses Dokument wendet sich ausschließlich an ausgebildetes Fachpersonal der Steuer- und Automatisierungstechnik. Die Installation und Inbetriebnahme unserer Produkte und des Zubehörs 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 Zubehör für die CAN-Verdrahtung (CAN-Kabel und Stecker, siehe Bestellhinweise) sind industrielle Produkte und erfüllen die jeweils in ihren Konformitätserklärungen angegebenen EU-Richtlinien und Normen.

Bestimmungsgemäßer Gebrauch

Die bestimmungsgemäße Verwendung der CAN-Kabel und Stecker ist der Einsatz zum Aufbau der CAN-Verdrahtung. Der Hersteller haftet nicht für Schäden, die durch unsachgemäßen Gebrauch, nicht bestimmungsgemäße Verwendung oder in Folge von Nichtbeachtung der Sicherheitshinweise und Warnungen verursacht werden.

- Das Zubehör für die CAN-Verdrahtung ist nur für die Verwendung in Innenräumen vorgesehen.
- Das Zubehör für die CAN-Verdrahtung 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 und außerhalb des Zubehörs für die CAN-Verdrahtung (CAN-Kabel und Stecker) befinden sich keine vom Anwender zu wartenden Komponenten und es benötigt keine manuelle Konfiguration. Jeder Eingriff in das Zubehör durch nicht von esd autorisierte Personen führt zum Verlust aller Garantieansprüche.

Rücknahme und Entsorgung



Mit einer durchgestrichenen Mülltonne gekennzeichnete Produkte dürfen nicht im Hausmüll entsorgt werden!

Auf Dauer unbrauchbar gewordene Produkte sind in geeigneter Weise zu entsorgen oder dem Hersteller zur Entsorgung zu übergeben.

Bitte leisten auch Sie Ihren Beitrag zum Schutz unserer Umwelt.

Klassifikation der Warn- und Sicherheitshinweise

Dieses Handbuch enthält wichtige Warnhinweise, Sicherheitsanweisungen und Beschreibungen, die Sie befolgen müssen, um Personenschäden oder Sachschäden zu vermeiden.

ACHTUNG

Das Signalwort ACHTUNG weist auf eine möglicherweise schädliche Situation hin, die zu einem Sachschaden führen kann, wenn sie nicht vermieden wird.



ACHTUNG

Diese Hinweisbox enthält das allgemeine Gebotszeichen und gibt Anweisungen, die für einen sicheren Gebrauch befolgt und eingehalten werden müssen.

HINWEIS



HINWEIS

Diese Hinweisbox enthält Anwendungstipps und andere besonders nützliche Informationen.

Inhaltsverzeichnis

1	Korrekte Verdrahtung galvanisch getrennter CAN-Netze	6
1.1	Standards zur CAN-Verdrahtung.....	6
1.2	Auswahl der Leitungen.....	7
1.3	Leicht störbehaftete Industrieumgebung (zweiadrig verdrehte Leitung)	8
1.3.1	Grundregeln.....	8
1.3.2	Verkabelung	9
1.3.3	Verzweigung.....	9
1.3.4	Abschlusswiderstand	9
1.4	Stark störbehaftete Industrieumgebung (vieradrig verdrehte Leitung).....	10
1.4.1	Grundregeln.....	10
1.4.2	Verkabelung	11
1.4.3	Verzweigung.....	11
1.4.4	Abschlusswiderstand	11
1.5	Erdung	12
1.6	Buslänge.....	12
1.7	Beispiele für CAN-Kabel	13
1.7.1	Kabel für leicht störbehaftete Industrieumgebung (zweiadrig).....	13
1.7.2	Kabel für stark störbehaftete Industrieumgebung (vieradrig).....	13
2	CAN-Bus Troubleshooting Guide	14
2.1	Bus-Abschluss	14
2.2	Erdung des CAN-Bus.....	15
2.3	Kurzschluss in der CAN-Verdrahtung.....	15
2.4	Spannungspegel auf CAN_H und CAN_L	15
2.5	CAN-Transceiver Widerstandstest	16
2.6	Support von esd.....	16
3	Bestellhinweise	17

1 Korrekte Verdrahtung galvanisch getrennter CAN-Netze



ACHTUNG

Dieses Kapitel gilt für CAN-Netzwerke mit Bitraten bis zu 1 MBit/s. Wenn Sie mit höheren Bitraten arbeiten, wie zum Beispiel beim Einsatz von CAN FD, muss die Anwendbarkeit der in diesem Kapitel gegebenen Informationen für jeden Einzelfall überprüft werden. Weitere Informationen hierzu entnehmen Sie bitte den CiA® „CAN FD Guidelines and Recommendations“ (<https://www.can-cia.org/>).

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

1.1 Standards zur CAN-Verdrahtung

Die Flexibilität beim Entwurf von CAN-Netzwerken ist eine wesentliche Stärke der verschiedenen, auf dem CAN-Standard ISO11898-2 aufbauenden Erweiterungen wie z.B. CANopen, ARINC825, DeviceNet und NMEA2000. Die Nutzung dieser Flexibilität erfordert jedoch zwingend ein Netzwerk-Design, das die Wechselwirkungen aller Netzwerkparameter berücksichtigt.

Zum Teil haben die CAN-Organisationen in ihren Spezifikationen den Einsatzbereich von CAN angepasst, um Anwendungen außerhalb des ISO 11898-Standards zu ermöglichen. Sie haben Einschränkungen auf Systemebene bei der Datenrate, der Leitungslänge und bei parasitären Bus-Lasten vorgenommen. Beim Entwurf von CAN-Netzwerken muss jedoch immer ein Spielraum für Signalverluste über das Gesamtsystem und die Verdrahtung, parasitäre Lasten, Netzwerk-Unsymmetrien, Potenzialunterschiede gegen Erde und Signal-Integritäten eingeplant werden. **Daher kann die maximal erreichbare Anzahl an Knoten, Buslängen und Stichleitungslängen von der theoretisch möglichen Anzahl abweichen!**

esd hat sich bei seinen Empfehlungen zur CAN-Verdrahtung auf die Vorgaben der ISO 11898-2 beschränkt. Auf die Beschreibung der Besonderheiten der abgeleiteten Spezifikationen CANopen, ARINC825, DeviceNet und NMEA2000 wird an dieser Stelle verzichtet.

Die konsequente Einhaltung der ISO 11898-2-Vorgaben bietet wesentliche Vorteile:

- Zuverlässiger Betrieb durch bewährte Design-Vorgaben
- Minimieren von Fehlerquellen durch ausreichend Abstand zu den physikalischen Grenzwerten.
- Unproblematische Wartung, weil bei zukünftigen Anpassungen und bei Fehlersuche keine „Sonderfälle“ zu berücksichtigen sind.

Selbstverständlich lassen sich auch zuverlässige Netzwerke nach den Spezifikationen von CANopen, ARINC825, DeviceNet und NMEA2000 aufbauen. **Zu beachten ist jedoch, dass die Verdrahtungsvorgaben der verschiedenen Spezifikationen nicht bedenkenlos miteinander vermischt werden dürfen!**

1.2 Auswahl der Leitungen

Für die Auswahl der CAN-Leitungen sind folgende Eigenschaften von Bedeutung:

Wellenwiderstand Der Wellenwiderstand der verwendeten Leitung sollte ca. 120 Ω betragen.

Ohmscher
Leitungswiderstand Der ohmsche Widerstand der verwendeten Leitung muss so gering sein, dass die Spannungsschaltswelle des Receiver-Bausteins am Ende der Leitung nicht unterschritten wird. Für die Berechnung des Spannungsabfalls am Receiver wird der angeschlossene Abschlusswiderstand und die Anzahl der Teilnehmer herangezogen.

EU-Konformität



ACHTUNG

esd garantiert die EU-Konformität des Produkts, wenn für die CAN-Verdrahtung die für das jeweilige Produkt erforderliche Leitungen verwendet werden.

Je nach Produkt müssen mindestens Leitungen mit einfach abgeschirmten, zweiadrig oder vieradrig paarweise verdrehten Adern verwendet werden, die die Anforderungen der Norm ISO 118982-2 erfüllen.

Ob für ein Produkt zweiadrige oder vieradrige Leitungen benötigt werden, entnehmen Sie bitte dem Hardware-Handbuch des jeweiligen Produkts.

Hinweise zur Verdrahtung einfach abgeschirmter zweiadrig verdrehter Leitungen entnehmen Sie bitte Kapitel 1.3.

Hinweise zur Verdrahtung einfach abgeschirmter vieradrig verdrehter Leitungen entnehmen Sie bitte Kapitel 1.4.

Bitrate/
Leitungslänge Bedingt durch die Signallaufzeiten auf der Leitung sinkt die mögliche Gesamtleitungslänge eines CAN-Netzes mit zunehmender Bitrate (siehe Kapitel 1.6).

1.3 Leicht störbehaftete Industrieumgebung (zweiadrig verdrillte Leitung)

1.3.1 Grundregeln

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

1.	Es ist ein geeigneter Leitungstyp (Wellenwiderstand ca. $120 \Omega \pm 10\%$) mit ausreichendem Aderquerschnitt ($\geq 0,22 \text{ mm}^2$) 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, dessen Adern wie folgt zu belegen sind: <ul style="list-style-type: none"> • Zwei verdrillte Adern sind mit den CAN-Signalleitungen (CAN_H, CAN_L) zu belegen. • Die Kabel-Abschirmung ist mit dem Bezugspotenzial (CAN_GND) zu belegen.
3.	Das Bezugspotenzial CAN_GND muss an genau einem Punkt mit Funktionserde (FE) verbunden sein.
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 CAN_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.

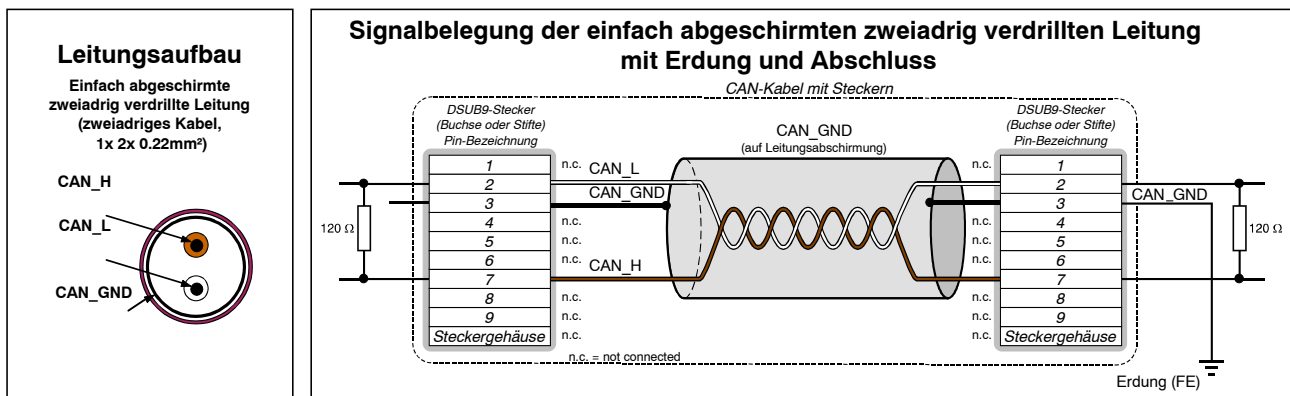


Abbildung 1: CAN-Verdrahtung in leicht störbehafteter Industrieumgebung

1.3.2 Verkabelung

- Geräte, die pro CAN-Netz nur einen CAN-Stecker besitzen, sind über eine kurze Stichleitung ($< 0,3\text{ m}$) und ein T-Stück (als Zubehör lieferbar) anzuschließen. Werden sie am Ende des CAN-Netzes angeschlossen, kann auch der CAN-Abschlussstecker „CAN-Termination DSUB9“ verwendet werden.

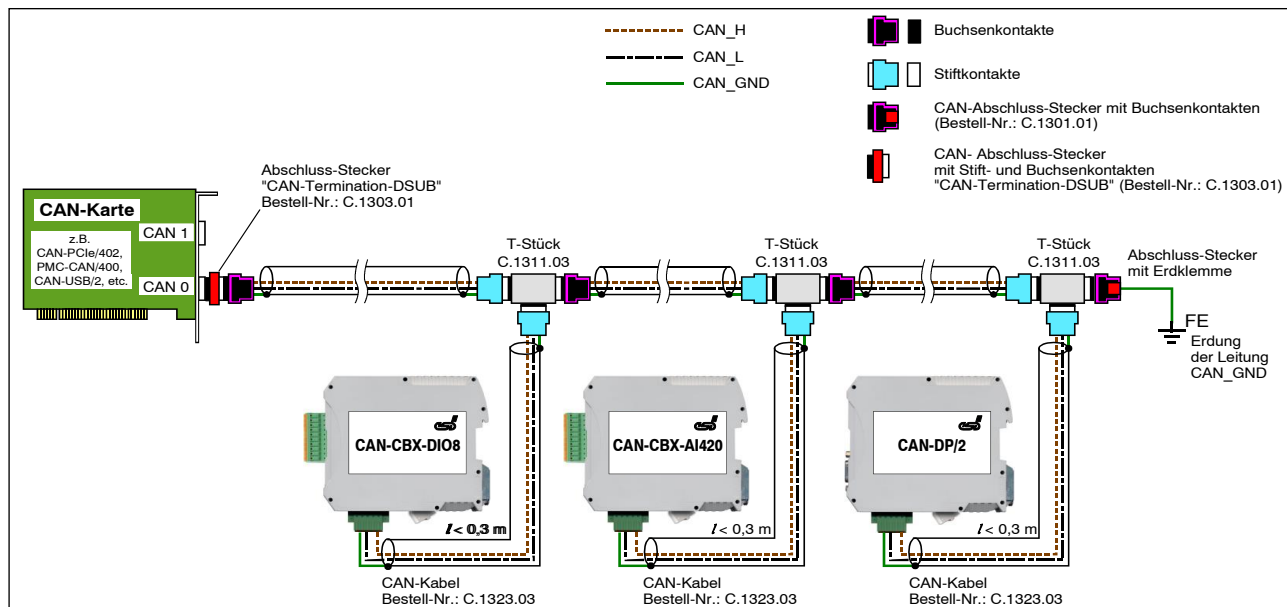


Abbildung 2: Beispiel für korrekte Verdrahtung einfach abgeschirmter zweiadrig verdrehter Leitung

1.3.3 Verzweigung

- Der CAN-Bus ist prinzipiell als Strang auszuführen. Die Teilnehmer werden über kurze Stichleitungen an den Hauptstrang angefügt. Dies erfolgt in der Regel über sogenannte T-Connectoren. esd bietet hierzu einen T-Connector (Bestell-Nr: C.1311.03)
- Ist eine gemischte Verwendung von zwei- und vieradrig verdrehten Leitungen nicht zu vermeiden, ist auf eine durchgehende CAN-GND-Verbindung zu achten!
- Abweichungen von der Bus-Struktur können durch den Einsatz von Repeatern ermöglicht werden.

1.3.4 Abschlusswiderstand

- An beiden Enden des CAN-Bus ist ein Abschlusswiderstand anzuschließen. Ist auf dem CAN-Interface am Ende des CAN-Busses ein integrierter CAN-Busabschluss angeschlossen, so ist dieser an Stelle eines externen Abschlusswiderstands zu verwenden.
- 9-polige DSUB-Verbinder mit integriertem Abschlusswiderstand und Stift- und Buchsenkontakten sind unter der Artikelnummer C.1303.01 lieferbar.
- Für den Abschluss des CAN-Bus und Erdung des CAN_GND sind DSUB-Abschlussstecker mit Stiftkontakten (C.1302.01) oder Buchsenkontakten (C.1301.01) mit Erdungsklemme erhältlich.

HINWEIS
Eine Auswahl der lieferbaren CAN-Kabel, T-Stücke (T-Connector) und Abschlusswiderstände ist im Kapitel „Bestellhinweise“ auf Seite 17 abgedruckt.

1.4 Stark störbehaftete Industrieumgebung (vieradrig verdrillte Leitung)

1.4.1 Grundregeln

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

1	Es ist ein geeigneter Leitungstyp (Wellenwiderstand ca. $120 \Omega \pm 10\%$) mit ausreichendem Aderquerschnitt ($\geq 0,22 \text{ mm}^2$) 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, dessen Adern wie folgt zu belegen sind: <ul style="list-style-type: none"> • Zwei verdrillte Adern sind mit den CAN-Signalleitungen (CAN_H, CAN_L) zu belegen. • Die anderen beiden verdrillten Adern sind mit dem Bezugspotenzial (CAN_GND) zu belegen. • Die Leitungsabschirmung ist an mindestens einem Punkt an Funktionserde (FE) anzuschließen.
3	Das Bezugspotenzial CAN_GND muss an genau einem Punkt mit Funktionserde (FE) verbunden sein.
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 CAN_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.

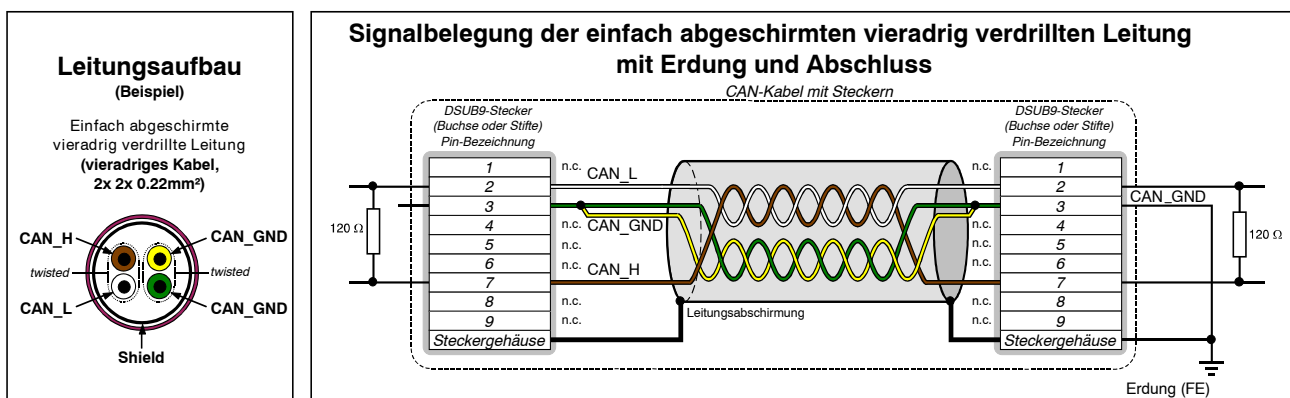


Abbildung 3: CAN-Verdrahtung in stark störbehafteter Industrieumgebung

1.4.2 Verkabelung

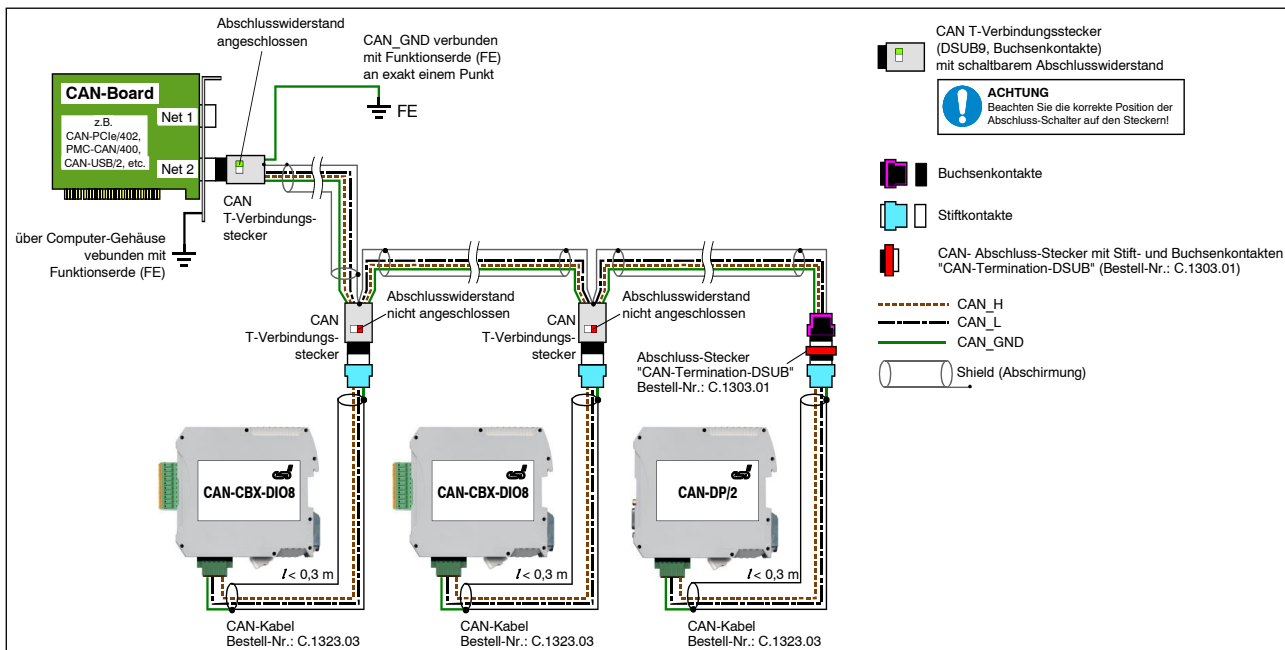


Abbildung 4: Beispiel für korrekte Verdrahtung einfach abgeschirmter vieradrig verdrehter Leitungen

1.4.3 Verzweigung

- Der CAN-Bus ist prinzipiell als Strang auszuführen. Die Teilnehmer werden über kurze Stichleitungen an den Hauptstrang angefügt. Dies erfolgt in der Regel über sogenannte T-Connectoren. Bei Verwendung des esd T-Connectors (Bestell-Nr: C.1311.03) ist zu beachten, dass das Schirmpotenzial (Shield) des leitenden DSUB-Gehäuses nicht durch diesen T-Connector-Typ durchgeführt wird. Die Abschirmung wird damit unterbrochen. Daher müssen Sie geeignete Maßnahmen zur Verbindung der Schirmpotentiale, wie im Handbuch des T-Connectors beschrieben, ergreifen. Weitere Informationen dazu entnehmen Sie bitte dem CAN-T-Connector-Manual (Bestell-Nr: C.1311.21). Alternativ kann ein T-Verbindungsstecker verwendet werden, bei dem das Schirmpotenzial durchgeführt wird, z.B. DSUB9-Stecker von ERNI (ERBIC CAN BUS MAX, Bestell-Nr.:154039).
- Ist eine gemischte Verwendung von zwei- und vieradrig verdrehten Leitungen nicht zu vermeiden, ist auf eine durchgehende CAN-GND-Verbindung zu achten!
- Abweichungen von der Bus-Struktur können durch den Einsatz von Repeatern ermöglicht werden.

1.4.4 Abschlusswiderstand

- An beiden Enden des CAN-Bus ist ein Abschlusswiderstand anzuschließen. Ist auf dem CAN-Interface am Ende des CAN-Busses ein integrierter CAN-Busabschluss angeschlossen, so ist dieser an Stelle eines externen Abschlusswiderstands zu verwenden.
- 9-polige DSUB-Verbinder mit integriertem Abschlusswiderstand und Stift- und Buchsenkontakten sind unter der Artikelnummer C.1303.01 lieferbar.
- 9-polige DSUB-Stecker mit integriertem, umschaltbarem Abschlusswiderstand können z.B. von ERNI (ERBIC CAN BUS MAX, Buchsenkontakte, Bestell-Nr.:154039) bezogen werden.

1.5 Erdung

- Bei CAN-Modulen mit galvanischer Trennung muss CAN_GND zwischen den CAN-Modulen verbunden werden.
- CAN_GND sollte an **exakt einem** Punkt im Netz mit dem Erdpotential (FE) verbunden sein.
- Jedes CAN-Modul mit galvanischer Verbindung zum Erdpotential wirkt wie eine Erdung. Aus diesem Grund sollte nicht mehr als ein CAN-Modul mit galvanischer Verbindung zum Erdpotential angeschlossen werden.
- Die Erdung kann z.B. an einem Abschlussstecker vorgenommen werden.

1.6 Buslänge

Die Buslänge eines CAN-Netzwerks muss an die eingestellte Bitrate angepasst sein.

Die Maximalwerte beruhen auf der Tatsache, dass die Zeit, die ein Bit im Bussystem benötigt, um übertragen zu werden, umso kürzer ist, je höher die Übertragungsrate ist. Mit zunehmender Leitungslänge steigt jedoch auch die Zeit, die ein Bit benötigt, um das andere Ende des Busses zu erreichen. Zu beachten ist, dass sich das Signal nicht nur ausbreitet, sondern der Empfänger auch innerhalb einer gewissen Zeit auf den Sender reagieren muss. Der Sender wiederum muss jede Änderung des Buspegels von dem/den Empfänger(n) erkennen. Dabei sind Verzögerungszeiten auf der Leitung, dem Transceiver, dem Controller, Oszillatortoleranzen und die eingestellte Abtastzeit zu berücksichtigen.

In der folgenden Tabelle finden Sie Richtwerte für die erreichbaren Buslängen bei bestimmten Bitraten.

Bit-Rate [kBit/s]	Theoretische Werte der erreichbaren Leitungslänge mit esd-Interface l_{max} [m]	CiA-Empfehlungen (07/95) für erreichbare Leitungslängen l_{min} [m]	Standardwerte der Leitungsquerschnitte nach CiA 303-1 [mm ²]
1000	37	25	0,25 bis 0,34
800	59	50	0,34 bis 0,6
666,6	80	-	
500	130	100	
333,3	180	-	
250	270	250	
166	420	-	0,5 bis 0,6
125	570	500	
100	710	650	0,75 bis 0,8
83,3	850	-	
66,6	1000	-	
50	1400	1000	
33,3	2000	-	in CiA 303-1 nicht definiert
20	3600	2500	
12,5	5400	-	
10	7300	5000	

Tabelle 1: Erreichbare Leitungslängen abhängig von Bitrate (mit esd-CAN-Interfaces)

- 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. durch längere Stichleitungen > 0.3 m verursacht.



ACHTUNG

Beachten Sie, dass die Kabel, Stecker und Abschlusswiderstände gemäß ISO11898-2 auszulegen sind. Weitere Empfehlungen der CiA dazu, wie Standardwerte der Leitungsquerschnitte in Abhängigkeit von der Kabellänge, sind in der CiA Spezifikation CiA 303-1 beschrieben (siehe CiA 303 CANopen Recommendation - Part 1: „Cabling and connector pin assignment“, Version 1.8.0, Table 2). Empfehlungen zur Steckerbelegung sind in CiA 106: "Connector pin assignment" beschrieben.

1.7 Beispiele für CAN-Kabel

Die folgenden zwei- und vieradrigen Kabel empfiehlt esd für den Aufbau von CAN-Netzwerken. Diese Kabeltypen werden auch für die bei esd erhältlichen CAN-Kabel verwendet.

1.7.1 Kabel für leicht störbehaftete Industrieumgebung (zweiadrig)

<i>Hersteller</i>	<i>Leitungstyp</i>
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 mm ²) Bestell-Nr.: 93 022 016 (UL appr.)
	BUS-Schleppflex-PUR-C (1x 2x 0,25 mm ²) Bestell-Nr.: 94 025 016 (UL appr.)

1.7.2 Kabel für stark störbehaftete Industrieumgebung (vieradrig)

<i>Hersteller</i>	<i>Leitungstyp</i>
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 mm ²) Bestell-Nr.: 93 022 026 (UL appr.)
	BUS-Schleppflex-PUR-C (2x 2x 0,25 mm ²) Bestell-Nr.: 94 025 026 (UL appr.)



HINWEIS

Fertig konfektionierte Kabel in Standard- und Sonderlängen können bei esd bezogen werden.

Für eine Auswahl lieferbarer CAN-Kabel siehe Bestellhinweise ab Seite 17.

2 CAN-Bus Troubleshooting Guide

Der CAN-Bus Troubleshooting Guide ist ein Leitfaden zum Auffinden und Beseitigen der häufigsten Probleme und Fehler bei der Einrichtung von CAN-Bus-Netzwerken und CAN-basierten Systemen.

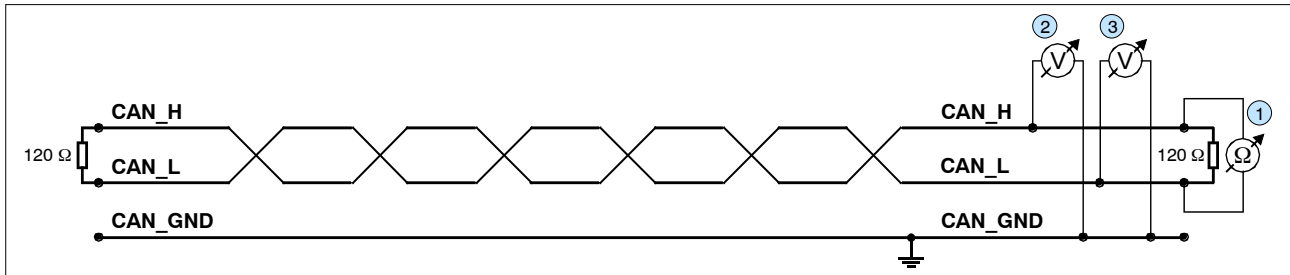


Abbildung 5: Vereinfachtes Schaltbild eines CAN-Netzwerks

2.1 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 vermieden. 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 an einem Ende des Netzwerks (Messstelle ①, siehe obere Abbildung).

Erwartetes Ergebnis:

Der gemessene Wert sollte zwischen 50 Ω und 70 Ω liegen.

Mögliche Fehlerursachen:

- 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).

2.2 Erdung des CAN-Bus

CAN_GND des CAN-Netzwerks sollte 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 CAN_GND vom Erdpotenzial (FE).
2. Messen Sie den DC-Widerstand zwischen CAN_GND und Erdpotenzial (siehe nebenstehende Abbildung).

Vergessen Sie nach dem Test nicht CAN_GND wieder mit dem Erdpotenzial zu verbinden.

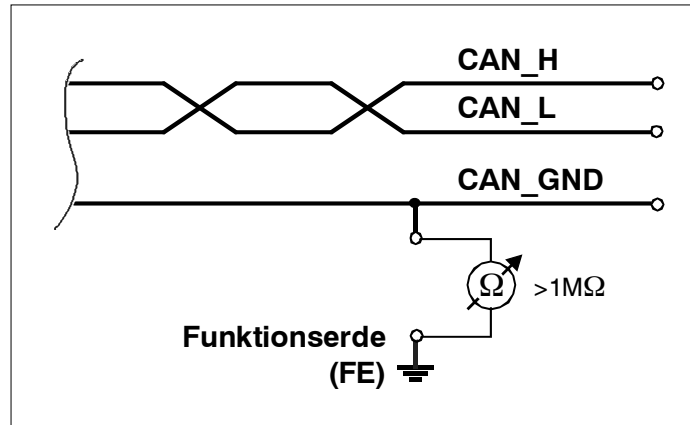


Abbildung 6: Vereinfachtes Schaltbild Erdungsmessung

Erwartetes Ergebnis:

Der gemessene Widerstand sollte größer als 1 MΩ sein.

Ist er kleiner, suchen Sie bitte nach zusätzlichen Erdungen der CAN_GND-Leitung.

2.3 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 in der Regel die Fehlerrate stark ansteigen. Stellen Sie sicher, dass zwischen CAN_GND und CAN_L kein Kurzschluss besteht!

2.4 Spannungspegel auf CAN_H und CAN_L

Jeder Knoten verfügt über einen CAN-Transceiver, der differenzielle Signale auf den Datenleitungen generiert. Ruht die Netzwerk-Kommunikation, betragen die CAN_H- und CAN_L-Spannungen etwa 2,5 V zu CAN_GND. 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, Messpunkt ② (siehe Abbildung „Vereinfachtes Schaltbild eines CAN-Netzwerks“ auf vorhergehender Seite).
4. Messen Sie die DC-Spannung zwischen CAN_L und GND, Messpunkt ③ (siehe Abbildung „Vereinfachtes Schaltbild eines CAN-Netzwerks“ auf vorhergehender Seite).

Erwartetes Ergebnis:

Die gemessene Spannung sollte zwischen 2,0 V und 3,0 V liegen.

Mögliche Fehlerursachen:

- Ist die Spannung kleiner als 2,0 V oder größer als 3,0 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.
- Um in einem Netzwerk einen Knoten mit einem defekten Transceiver zu finden, überprüfen Sie bitte einzeln die Widerstände der CAN-Transceiver der Knoten (siehe folgendes Kapitel).

2.5 CAN-Transceiver Widerstandstest

CAN-Transceiver verfügen über Schaltkreise, die CAN_H und CAN_L kontrollieren. Die Erfahrung zeigt, dass elektrische Beschädigungen den Leckstrom in diesen Schaltkreisen erhöhen können.

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

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, Messpunkt ⑤ (siehe untere Abbildung).
3. Messen Sie den DC-Widerstand zwischen CAN_L und CAN_GND, Messpunkt ⑥ (siehe untere Abbildung).

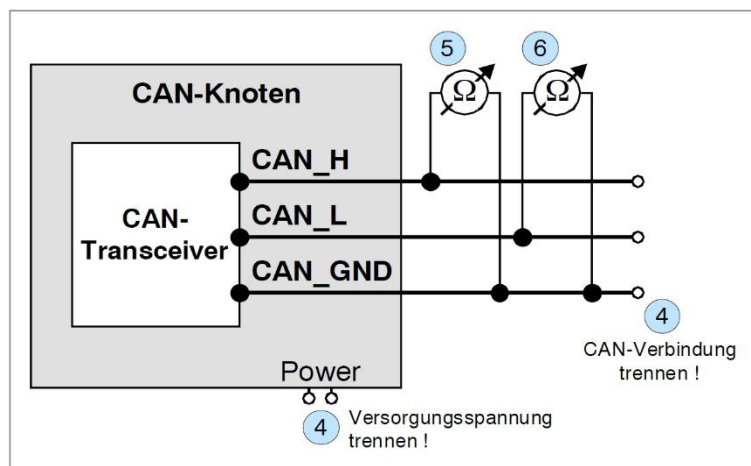


Abbildung 7: Messung des Eingangswiderstandes des CAN-Transceivers

Erwartetes Ergebnis:

Der gemessene Widerstand sollte bei jeder Messung größer als 10 k Ω sein.

Mögliche Fehlerursachen:

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%).

2.6 Support von esd

Sollten Sie trotz Anwendung des CAN-Bus Troubleshooting Guides zu keiner Lösung kommen, kontaktieren Sie gerne unseren Support unter support@esd.eu oder Tel. +49 (0)511-37298-130.

3 Bestellhinweise

Typ	Eigenschaften	Bestell-Nr.
Zubehör		
CAN-Termination-DSUB9 	Kompakter Abschlusswiderstand (120 Ω) in einem 9-poligem DSUB-Verbinder mit Stiftkontakten auf der einen und Buchsenkontakten auf der anderen Seite	C.1303.01
CAN-Termination 	Abschlusswiderstand (120 Ω) in 9-poligem DSUB-Stecker (Buchsenkontakte) mit einem 4,8 mm Fast-On-Steckkontakt für die Erdung des Bezugspotentials CAN_GND	C.1301.01
CAN-Termination 	Abschlusswiderstand (120 Ω) in 9-poligem DSUB-Stecker (Stiftkontakte) mit einem 4,8 mm Fast-On-Steckkontakt für die Erdung des Bezugspotentials CAN_GND	C.1302.01
CAN-T-Connector 	T-Stück mit 2 x 9-poligem DSUB-Stecker (Buchsenkontakte) und 1 x 9-poligem DSUB-Stecker (Stiftkontakte)	C.1311.03
Kabel		
CAN-Cable-SB, 0.3 m	CAN-Kabel mit zwei 9-poligen DSUB-Steckern (Güteklasse 3), 1 x Buchsenkontakt, 1 x Stiftkontakt, zweiadrig verdrillt + Schirm, Leiterquerschnitt 2 x 0,22 mm ²	C.1322.03
CAN-Cable-SB, 0.5 m		C.1322.05
CAN-Cable-SB, 1.0 m		C.1322.10
CAN-Cable-SB, 2.0 m		C.1322.20
CAN-Cable-SB, 3.0 m		C.1322.30
CAN-Cable-SB, 4.0 m		C.1322.40
CAN-Cable-SB, 5.0 m		C.1322.50
CAN-Cable-SB, 10.0 m		C.1322.99

Bestellhinweise



Typ	Eigenschaften	Bestell-Nr.
Kabel		
CAN-Cable-S, 0.3 m (male) 	CAN-Kabel mit 1x 9-pol. DSUB-Stecker (Stiftkontakte, Güteklasse 3), und einem offenen Ende mit 3 Aderendhülsen, zweiadrig verdrillt + Schirm, Leiterquerschnitt: 2 x 0,22 mm ²	C.1323.03
CAN-Cable-B, 0.3 m (female) 	CAN-Kabel mit 1x 9-pol. DSUB-Stecker (Buchsenkontakte, Güteklasse 3), und einem offenen Ende mit 3 Aderendhülsen, zweiadrig verdrillt + Schirm, Leiterquerschnitt: 2 x 0,22 mm ²	C.1323.04
CAN-Cable-BB, customised length	CAN-Kabel mit zwei 9-poligen DSUB-Steckern (Güteklasse 3), 2 x Buchsenkontakt, zweiadrig verdrillt + Schirm, Leiterquerschnitt: 2 x 0,22 mm ²	C.1321.00
CAN-Cable-BB, 1.0 m		C.1321.10
CAN-Cable-BB, 2.0 m		C.1321.20
CAN-Cable-SS, customised length	CAN-Kabel mit zwei 9-poligen DSUB-Steckern (Güteklasse 3), 2 x Stiftkontakt, Leiterquerschnitt: 2 x 0,22 mm ²	C.1320.00
CAN-Cable-SS, 1.0 m		C.1320.10
CAN-Cable-SS, 2.0 m		C.1320.20

Tabelle 2: Bestellhinweise

PDF-Handbücher

Die Verfügbarkeit der Handbücher entnehmen Sie bitte der unteren Tabelle.

Die Handbücher als PDF-Datei können Sie kostenlos von unserer Webseite www.esd.eu herunterladen.

Handbücher		Bestell-Nr.
CAN-Verdrahtungshinweise	Verdrahtungshinweise in Deutsch (dieses Handbuch)	C.1300.01
CAN-Wiring Hints	Verdrahtungshinweise in Englisch	C.1300.02

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.