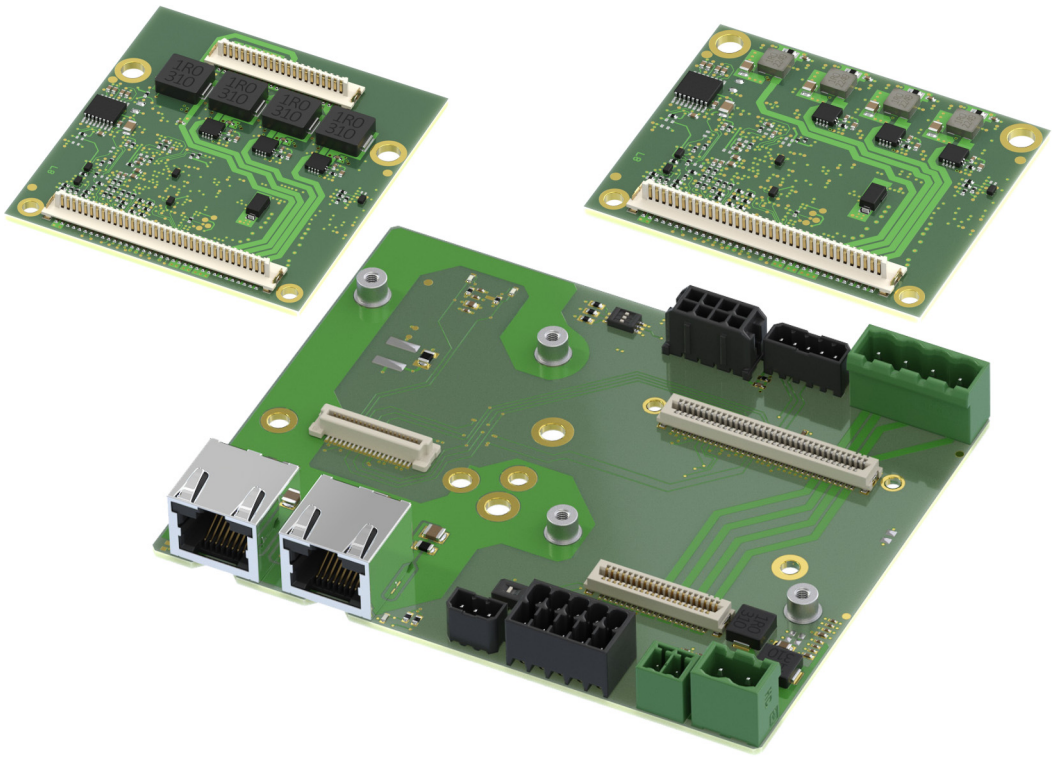
FAULHABER

Gerätehandbuch

MC 3602 B

MC 3606 B



WE CREATE MOTION

DE

Impressum

Version:
1. Auflage, 16.10.2024

Copyright
by Dr. Fritz Faulhaber GmbH & Co. KG
Faulhaberstraße 1 · 71101 Schönaich

Alle Rechte, auch die der Übersetzung, vorbehalten.
Ohne vorherige ausdrückliche schriftliche Genehmigung der Dr. Fritz Faulhaber GmbH & Co. KG darf kein Teil dieser Beschreibung vervielfältigt, reproduziert, in einem Informationssystem gespeichert oder verarbeitet oder in anderer Form weiter übertragen werden.

Dieses Dokument wurde mit Sorgfalt erstellt.
Die Dr. Fritz Faulhaber GmbH & Co. KG übernimmt jedoch für eventuelle Irrtümer in diesem Dokument und deren Folgen keine Haftung. Ebenso wird keine Haftung für direkte Schäden oder Folgeschäden übernommen, die sich aus einem unsachgemäßen Gebrauch der Geräte ergeben.

Bei der Anwendung der Geräte sind die einschlägigen Vorschriften bezüglich Sicherheitstechnik und Funkentstörung sowie die Vorgaben dieses Dokuments zu beachten.

Änderungen vorbehalten.

Die jeweils aktuelle Version dieses Dokuments finden Sie auf der Internetseite von FAULHABER:
www.faulhaber.com

Inhalt

1 Zu diesem Dokument 5
1.1 Gültigkeit dieses Dokuments 5
1.2 Mitgeltende Dokumente 5
1.3 Umgang mit diesem Dokument 5
1.4 Abkürzungsverzeichnis 6
1.5 Symbole und Kennzeichnungen 7
2 Sicherheit 8
2.1 Bestimmungsgemäße Verwendung 8
2.2 Sicherheitshinweise 9
2.2.1 Gefahren bei Beschädigungen und Änderungen 9
2.2.2 Korrekte Installation und Inbetriebnahme 9
2.2.3 Wärmeentwicklung 10
2.3 Umgebungsbedingungen 11
2.4 EG-Richtlinien zur Produktsicherheit 11
3 Produktbeschreibung 12
3.1 Allgemeine Produktbeschreibung 12
3.2 Produktinformation 13
3.3 Produktvarianten 13
3.3.1 Controllerplatinen 14
3.3.1.1 MC 3602 B 14
3.3.1.2 MC 3606 B 16
3.3.2 Evaluationboard 18
4 Installation 20
4.1 Montage 20
4.1.1 Montagehinweise 20
4.1.2 Montage der Motion Controller Platinen auf dem Evaluationboard 21
4.2 Elektrischer Anschluss 22
4.2.1 Hinweise zum elektrischen Anschluss 22
4.2.2 Anschlüsse des Antriebs 23
4.2.3 Anschluss der Versorgungsspannung 24
4.2.3.1 Spannungsversorgung 24
4.2.4 Steckerbelegung 25
4.2.4.1 Pinbelegung des B2B-Steckers (X100) 25
4.2.4.2 Pinbelegung des B2B-Steckers (X101) 29
4.2.4.3 Steckerbelegung des Evaluationboards (Motorseite) 31
4.2.4.4 Steckerbelegung des Evaluationboards (Versorgungsseite) 36
4.2.5 Evaluationboard: Anschluss der Motorseite 38
4.2.6 I/O-Schaltbilder 43
4.2.7 Schaltbilder extern 44
4.3 Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) 49
4.3.1 Betrachtete Systeme 49
4.3.2 Funktionserdung 51
4.3.3 Leitungsführung 52
4.3.4 Schirmung 53
4.3.4.1 Schirmverbindung herstellen 54
4.3.4.2 Schirmverbindung mit Kabelschuh herstellen 55

Inhalt

4.3.5 Sensor- und Encoder-Schnittstellen 56
4.3.5.1 Analoge Sensorik und Analoge Hallsensoren 57
4.3.5.2 Inkremental-Encoder / Digitale Hallsensoren / Digitale Sensorik 57
4.3.5.3 Encoder mit Absolutschnittstelle 57
4.3.6 Verwendung von Filtern 58
4.3.6.1 PWM-Filter (motorseitig) 58
4.3.6.2 Abstrahlungsreduzierende, ferritbasierte Filter (motorseitig) 58
4.3.6.3 Eingangsseitige Filter 59
4.3.6.4 Isolationswiderstand 59
4.3.6.5 Ferritring wickeln 59
4.3.7 Fehlervermeidung und Fehlersuche 60

5 Wartung und Diagnose 62

5.1 Wartungstätigkeiten 62
5.2 Diagnose 62
5.3 Störungshilfe 63

6 Zubehör 64

7 Gewährleistung 65

8 Zusatzdokumente 66

8.1 Konformitätserklärung 66
8.2 Einbauerklärung 69

1 Zu diesem Dokument

1.1 Gültigkeit dieses Dokuments

Dieses Dokument beschreibt Installation und Gebrauch der MC 360x B Baureihe.

Dieses Dokument richtet sich an ausgebildete Fachkräfte mit Befähigung zur Montage und zum elektrischen Anschluss des Produkts.

Alle Angaben in diesem Dokument beziehen sich auf Standardausführungen der oben genannten Baureihen. Änderungen auf Grund von kundenspezifischen Ausführungen können dem entsprechenden Datenblatt entnommen werden.

1.2 Mitgeltende Dokumente

Für bestimmte Handlungsschritte bei der Inbetriebnahme und Bedienung der FAULHABER Produkte sind zusätzliche Informationen aus folgenden Handbüchern hilfreich:

Handbuch	Beschreibung
Motion Manager 7	Bedienungsanleitung zur FAULHABER Motion Manager PC Software
Schnellstartanleitung	Beschreibung der ersten Schritte zur Inbetriebnahme und Bedienung des FAULHABER Motion Controllers
Antriebsfunktionen	Beschreibung der Betriebsarten und Funktionen des Antriebs
Zubehörhandbuch	Beschreibung der Zubehörartikel
EtherCAT-Modul	Anleitung zur Installation und zum Gebrauch des FAULHABER EtherCAT-Moduls.

Diese Handbücher können im PDF-Format von der Internetseite www.faulhaber.com heruntergeladen werden.

1.3 Umgang mit diesem Dokument

- Dokument vor der Konfiguration aufmerksam lesen, insbesondere das Kapitel Sicherheit.
- Dokument während der Lebensdauer des Produkts aufbewahren.
- Dokument dem Bedien- und ggf. Wartungspersonal jederzeit zugänglich halten.
- Dokument an jeden nachfolgenden Besitzer oder Benutzer des Produkts weitergeben.

1.4 Abkürzungsverzeichnis

Abkürzung	Bedeutung
AC	Alternating Current
AES	Absolutencoder
AGND	Analog Ground
AnIn	Analoger Eingang
CAN	Controller Area Network
CAN_L	CAN-Low
CAN_H	CAN-High
CLK	Taktleitung
$\overline{\text{CLK}}$	Taktleitung mit logisch invertiertem Signal
CS	Chip Select
$\overline{\text{CS}}$	Chip Select
Data	Datenleitung
$\overline{\text{Data}}$	Datenleitung mit logisch invertiertem Signal
DC	Direct Current
DigIn	Digitaler Eingang
DigOut	Digitaler Ausgang
DIP	Dual In-Line Package
EFC	Elektronikfilter Konformität
EFM	Elektronikfilter Motor
EFS	Elektronikfilter Versorgung
EMC	Elektromagnetische Verträglichkeit
ESD	Electrostatic Discharge
ET	EtherCAT (Ethernet for Control Automation Technology)
GND	Ground
I/O	Input/Output
IRQ	Interrupt Request
LA	Link LED EtherCAT
MC	Motion Controller
MISO	Master In Slave Out
MOSI	Master Out Slave In
Mot	Motor
n.c.	not connected
PWM	Pulse Width Modulation
RxD	Receive Data
SGND	Signalmasse
SPI	Serial Peripheral Interface
TxD	Transmit Data
U_{DD}	Versorgungsspannung

1.5 Symbole und Kennzeichnungen

⚠ GEFAHR

Gefahr mit einem hohen Risikograd, die, wenn sie nicht vermieden wird, den Tod oder eine schwere Verletzung zur Folge hat.

- Maßnahme zur Vermeidung

⚠ WARNUNG

Gefahr mit einem mittleren Risikograd, die, wenn sie nicht vermieden wird, den Tod oder eine schwere Verletzung zur Folge haben kann.

- Maßnahme zur Vermeidung

⚠ VORSICHT

Gefahr mit einem niedrigen Risikograd, die, wenn sie nicht vermieden wird, eine geringfügige oder mäßige Verletzung zur Folge haben könnte.

- Maßnahme zur Vermeidung

HINWEIS

Gefahr von Sachschäden.

- Maßnahme zur Vermeidung

Hinweise zum Verständnis oder zum Optimieren der Arbeitsabläufe

✓ Voraussetzung zu einer Handlungsaufforderung

1. Erster Schritt einer Handlungsaufforderung
   ↳ Resultat eines Schritts
2. Zweiter Schritt einer Handlungsaufforderung

↳ Resultat einer Handlung

- Einschrittige Handlungsaufforderung

2 Sicherheit

2.1 Bestimmungsgemäße Verwendung

Die hier beschriebenen Motion Controller sind als Devices, die von einem übergeordneten Master angesteuert werden, für Ansteuer- und Positionieraufgaben folgender Motoren konzipiert:

- DC-Kleinstmotoren
- Lineare DC-Servomotoren
- Bürstenlose DC-Motoren
- Schrittmotoren

Der Motion Controller eignet sich insbesondere für Aufgaben in folgenden Einsatzgebieten:

- Robotik
- Gerätebau
- Automatisierungstechnik
- Industrieller Geräte- und Sondermaschinenbau
- Medizintechnik
- Labortechnik

Bei Verwendung der Motion Controller sind folgende Aspekte zu beachten:

- Der Motion Controller enthält elektronische Bauteile und ist entsprechend der ESD-Vorschriften zu behandeln.
- Den Motion Controller **nicht** in Umgebungen mit Kontaktmöglichkeiten zu Wasser, Chemie und/oder Staub sowie **nicht** in explosionsgefährdeten Bereichen einsetzen.
- Der Motion Controller ist nur innerhalb der im Datenblatt spezifizierten Grenzwerte zu betreiben.
- Informationen über den individuellen Einsatz unter besonderen Umgebungsbedingungen erfragen Sie bitte beim Hersteller.

2.2 Sicherheitshinweise

Zusätzlich zu den in diesem Gerätehandbuch beschriebenen Sicherheitsrisiken können maschinenspezifische Gefahren entstehen, die für den Hersteller des Motion Controllers unvorhersehbar sind (z. B. Verletzungsgefahr durch angetriebene Bauteile). Der Hersteller der Maschine, in die der Motion Controller eingebaut wird, muss unter Berücksichtigung der für die Maschine geltenden Vorschriften eine Gefährdungsanalyse durchführen und den Endverbraucher über die Restrisiken in Kenntnis setzen.

2.2.1 Gefahren bei Beschädigungen und Änderungen

Eine Beschädigung des Motion Controllers kann dessen Funktion beeinträchtigen. Ein beschädigter Motion Controller kann unerwartet anlaufen, stoppen oder blockieren. Dies kann zu Beschädigungen anderer Komponenten und Materialien führen.

- Ein Antriebssystem mit einem defekten oder beschädigten Motion Controller **nicht** in Betrieb nehmen.
- Einen defekten oder beschädigten Motion Controller entsprechend kennzeichnen.
- Defekte oder beschädigte Bauteile des Motion Controllers **nicht** ersetzen.
- Keine Änderungen (Umbauten, Reparaturen) am Motion Controller durchführen.
- Lose oder defekte Anschlussverbindungen unverzüglich durch eine Elektrofachkraft ersetzen lassen.
- Nach dem Austausch eines defekten oder beschädigten Motion Controllers die korrekte Funktion prüfen und dokumentieren.

2.2.2 Korrekte Installation und Inbetriebnahme

Fehler bei der Installation und Inbetriebnahme des Motion Controllers können dessen Funktion beeinträchtigen. Ein falsch installierter Motion Controller kann unerwartet anlaufen, stoppen oder blockieren. Dies kann zu Beschädigungen anderer Komponenten und Materialien führen.

- Anweisungen zur Installation und Inbetriebnahme in dieser Montageanleitung genau befolgen.
- Arbeiten an elektrischen Betriebsmitteln nur von einer Elektrofachkraft durchführen lassen.
- Bei allen Arbeiten an der elektrischen Einrichtung die 5 Sicherheitsregeln beachten:
  a) Freischalten
  b) Gegen Wiedereinschalten sichern
  c) Spannungsfreiheit feststellen
  d) Erden und Kurzschließen
  e) Benachbarte, unter Spannung stehende Teile abdecken oder abschranken

Elektrostatische Ladungen können die Elektronik beschädigen.

- Den Motion Controller in geeigneter ESD-Verpackung aufbewahren und transportieren.
- Den Motion Controller unter Beachtung der ESD-Handhabungsvorschriften behandeln (z. B. ESD-Armband tragen, umliegende Bauteile erden).

- Bei der Montage sicherstellen, dass sich Bauteile in der Umgebung nicht elektrostatisch entladen können.

Verschmutzungen, Fremdkörper, Feuchtigkeit und mechanische Einwirkungen können die Elektronik beschädigen.

- Fremdkörper von der Elektronik fernhalten.
- Den Motion Controller in einem Gehäuse montieren, das ihn vor mechanischen Einwirkungen und schützt und den Umgebungsbedingungen angepasst ist (Schutzklassenbestimmung).

Montage- und Anschlussarbeiten bei anliegender Betriebsspannung am Gerät, kann die Elektronik beschädigen.

- Stecker bei anliegender Betriebsspannung am Motion Controller **nicht** ein- oder ausstecken.
- Vor allen Arten von Montage- und Anschlussarbeiten den Motion Controller spannungsfrei schalten.

Durch falsches Anschließen der Pins können elektronische Bauteile beschädigt werden.

- Verdrahtung gemäß der Anschlussbelegung durchführen.

2.2.3 Wärmeentwicklung

Durch aktive Bauelemente kann sich der Motion Controller erwärmen. Bei Berührung besteht Verbrennungsgefahr.

- Motion Controller vor Berührung schützen und ausreichend kühlen.
- Gegebenenfalls ein geeignetes Warnschild in unmittelbarer Nähe des Controllers anbringen.

Abb. 1: Geeignetes Warnschild nach DIN EN ISO 7010

2.3 Umgebungsbedingungen

- Einbauort so wählen, dass für die Kühlung des Motion Controllers saubere und trockene Kühlluft zur Verfügung steht.
- Aufstellungsort so wählen, dass die Luft den Antrieb ungehindert umströmen kann.
- Speziell beim Einbau in Gehäuse und Schränke die Kühlung des Motion Controllers sicherstellen.
- Versorgungsspannung innerhalb des definierten Toleranzbereichs wählen.
- Motion Controller vor starkem Staubanfall, insbesondere Metallstaub und chemischen Schadstoffen schützen.
- Motion Controller vor Feuchtigkeit und Nässe schützen.

2.4 EG-Richtlinien zur Produktsicherheit

- Folgende EG-Richtlinien zur Produktsicherheit beachten.
- Bei Verwendung des Motion Controllers außerhalb der EG zusätzlich internationale, nationale und regionale Richtlinien beachten.

Maschinenrichtlinie (2006/42/EG)
Die in diesem Gerätehandbuch beschriebenen Controller mit angeschlossenem Motor können Antriebssysteme nach Maschinenrichtlinie sein. Sie sind damit als unvollständige Maschinen nach Maschinenrichtlinie anzusehen. Die Übereinstimmung wird durch die Einbauerklärung zum Produkt und durch die EG-Konformitätserklärung dokumentiert.

EMV-Richtlinie (2014/30/EU)
Die Richtlinie über die Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) gilt für alle elektronischen und elektrischen Geräte, Anlagen und Systeme, die an Endnutzer vertrieben werden. Darüber hinaus kann auch für Einbaukomponenten eine CE-Kennzeichnung nach EMV-Richtlinie vorgenommen werden. Die Übereinstimmung wird durch die Konformitätserklärung dokumentiert.

Angewendete Normen
Auf die in diesem Gerätehandbuch beschriebenen Produkte wurden verschiedene Harmonisierte Normen angewandt, die in der EG-Konformitätserklärung dokumentiert sind. Die Einbauerklärung zum Produkt und die EG-Konformitätserklärung finden Sie in Kap. 8, S. 66.

WEEE-Richtlinie (2012/19/EU)
Die Richtlinie über die Entsorgung von Elektro- und Elektronikgeräten schreibt die getrennte Sammlung von Elektro- und Elektroaltgeräten vor. Die in diesem Gerätehandbuch beschriebenen Produkte fallen in den Geltungsbereich dieser Richtlinie.

3 Produktbeschreibung

3.1 Allgemeine Produktbeschreibung

Die Produkte MC 3602 B und MC 3606 B sind ungehäuste Varianten der FAULHABER Motion Controller und steuern wahlweise DC-, LM-, BL- oder Schritt-Motoren an. Die Konfiguration der Motion Controller erfolgt dabei über den FAULHABER Motion Manager V7.

Über die CANopen- oder EtherCAT-Feldbusschnittstelle (EtherCAT nur zusammen mit EtherCAT-Modul) können die Antriebe im Netzwerk betrieben werden. In kleineren Aufbauten kann eine Vernetzung auch über die RS232-Schnittstelle erfolgen. Der Motion Controller arbeitet im Netzwerk prinzipiell als untergeordnetes Device, eine Masterfunktionalität zur Ansteuerung weiterer Achsen ist nicht gegeben. Alternativ können die Controller nach der Grundinbetriebnahme über den Motion Manager auch ohne Kommunikationsschnittstelle betrieben werden.

Die Controller können über B2B-Steckverbinder auf eine Trägerplatine aufgesteckt werden. Hierfür bietet FAULHABER ein Evaluationboard zum Anschluss eines MC 3602 B oder eines MC 3606 B Controllers an. Für die Kundenanwendung muss jedoch zwingend eine Kunden-Trägerplatine erstellt werden.

Durch die integrierte Endstufe mit optimierter Strommessung können DC-, BL-, LM- und Schritt-Motoren aus dem FAULHABER Produktportfolio von 08 – 32 mm geregelt werden.

Auf dem B2B-Steckverbinder stehen folgende Anschlüsse zur Verfügung:

- Kommunikationsschnittstellen
- Gemeinsame oder getrennte Spannungsversorgung von Motor und Controller
- Diverse Ein- und Ausgänge
- Motorphasen
- Feedbackkomponenten, wie z. B. :
  - Digitale/analoge Hallsensoren
  - Inkrementalencoder mit und ohne Linedriver.

Nicht alle Optionen der BiSS-C-Schnittstelle werden von FAULHABER Motion Controllern der Serie V3.0 unterstützt. Klären Sie bei Verwendung von Encodern anderer Hersteller vorab die Kompatibilität über den FAULHABER Support.

Motion Controller mit RS232-, CANopen- oder EtherCAT-Schnittstelle können auch unabhängig von der Kommunikationsschnittstelle betrieben werden, wenn zuvor eine Funktion oder ein Ablaufprogramm ohne digitale Befehlssteuerung programmiert wurde.

3.2 Produktinformation

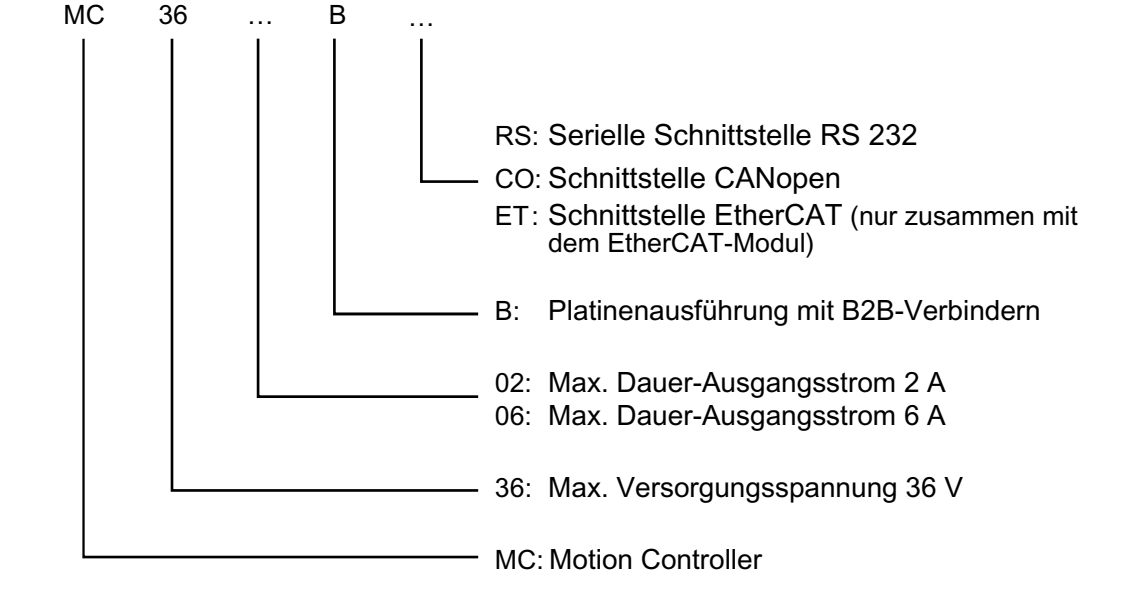


Abb. 2: Bezeichnungsschlüssel

3.3 Produktvarianten

Folgende Produktvarianten sind möglich:

- MC3602 B RS/CO
- MC3602 B ET
- MC3606 B RS/CO
- MC3606 B ET

Die Motion Controller Platinen müssen auf eine Trägerplatine aufgesteckt werden. Das FAULHABER Evaluationboard bietet Platz für eine Motion Controller Platine. Für die Kundenanwendung ist zwingend eine Kunden-Trägerplatine zu erstellen.

Die EtherCAT-Varianten (ET) können nur mit einem zusätzlichen EtherCAT-Modul verwendet werden (siehe separates Handbuch).

3.3.1 Controllerplatinen

3.3.1.1 MC 3602 B

Stecker und LED

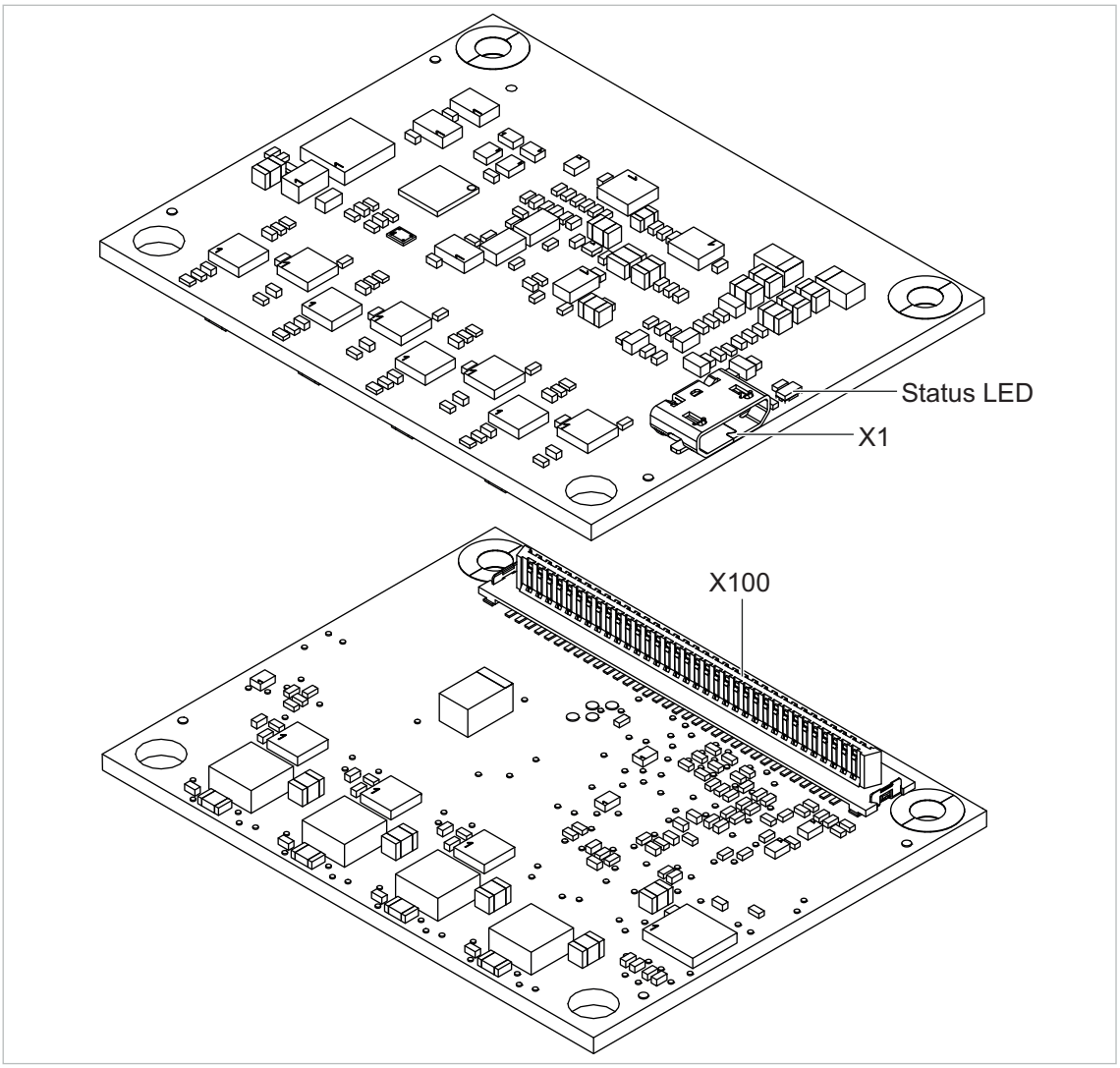


Abb. 3: Stecker- und LED-Übersicht MC 3602 B

Tab. 1: Steckerübersicht

Bezeichnung	Funktion
USB (X1)	Anschluss der USB-Kommunikation
B2B (X100)	Anschluss aller Controller-Signale

Tab. 2: LED-Funktionen

Bezeichnung	Funktion
Status LED	▪ Grün (Dauerlicht): Gerät aktiv. ▪ Grün (blinkend): Gerät aktiv. Die Zustandsmaschine hat aber noch nicht den Zustand *Operation Enabled* erreicht. ▪ Rot (dauernd blinkend): Der Antrieb hat in den Fehlerzustand gewechselt. Die Endstufe wird abgeschaltet oder wurde bereits abgeschaltet. ▪ Rot (Fehler-Code): Boot-Vorgang fehlgeschlagen. Bitte den FAULHABER Support kontaktieren.

Abmessungen

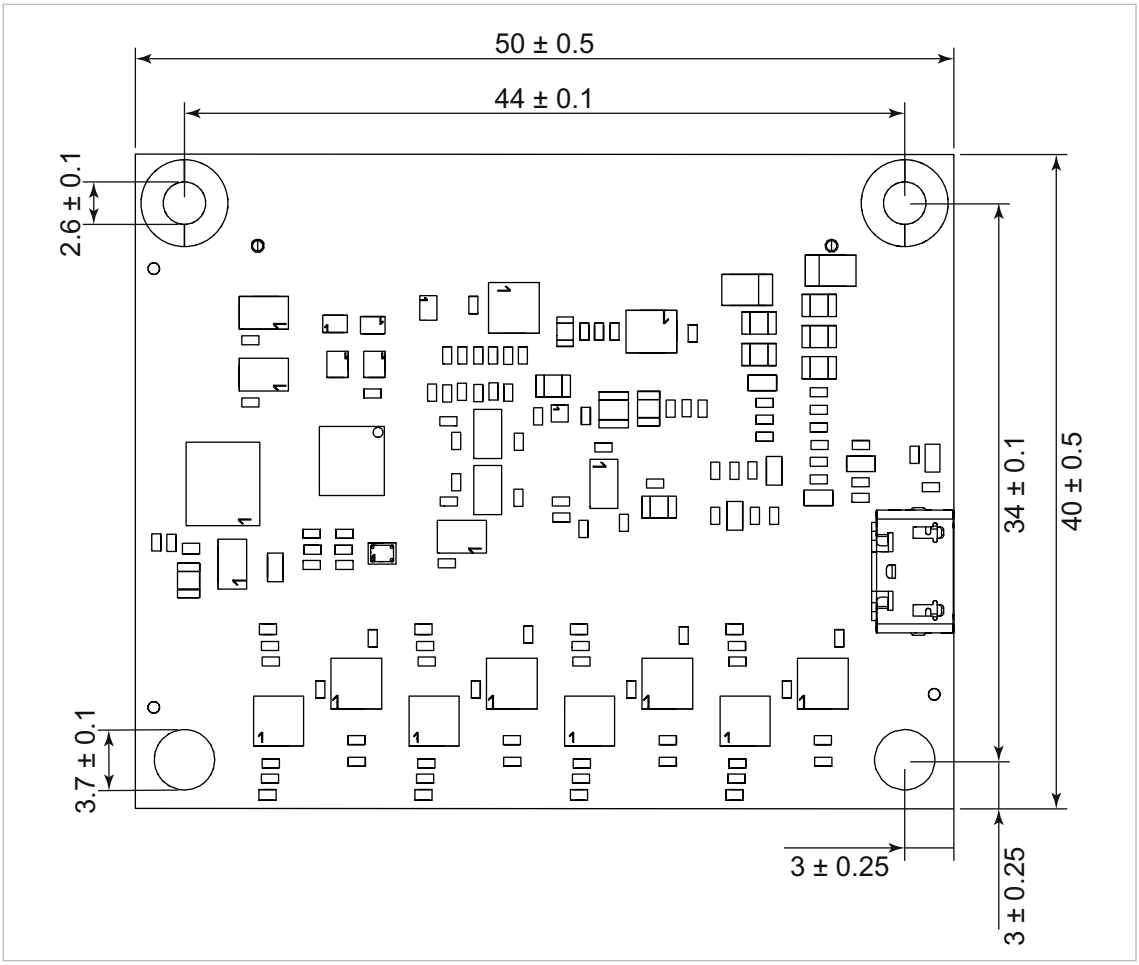


Abb. 4: Abmessungen MC 3602 B

3.3.1.2 MC 3606 B

Stecker und LED

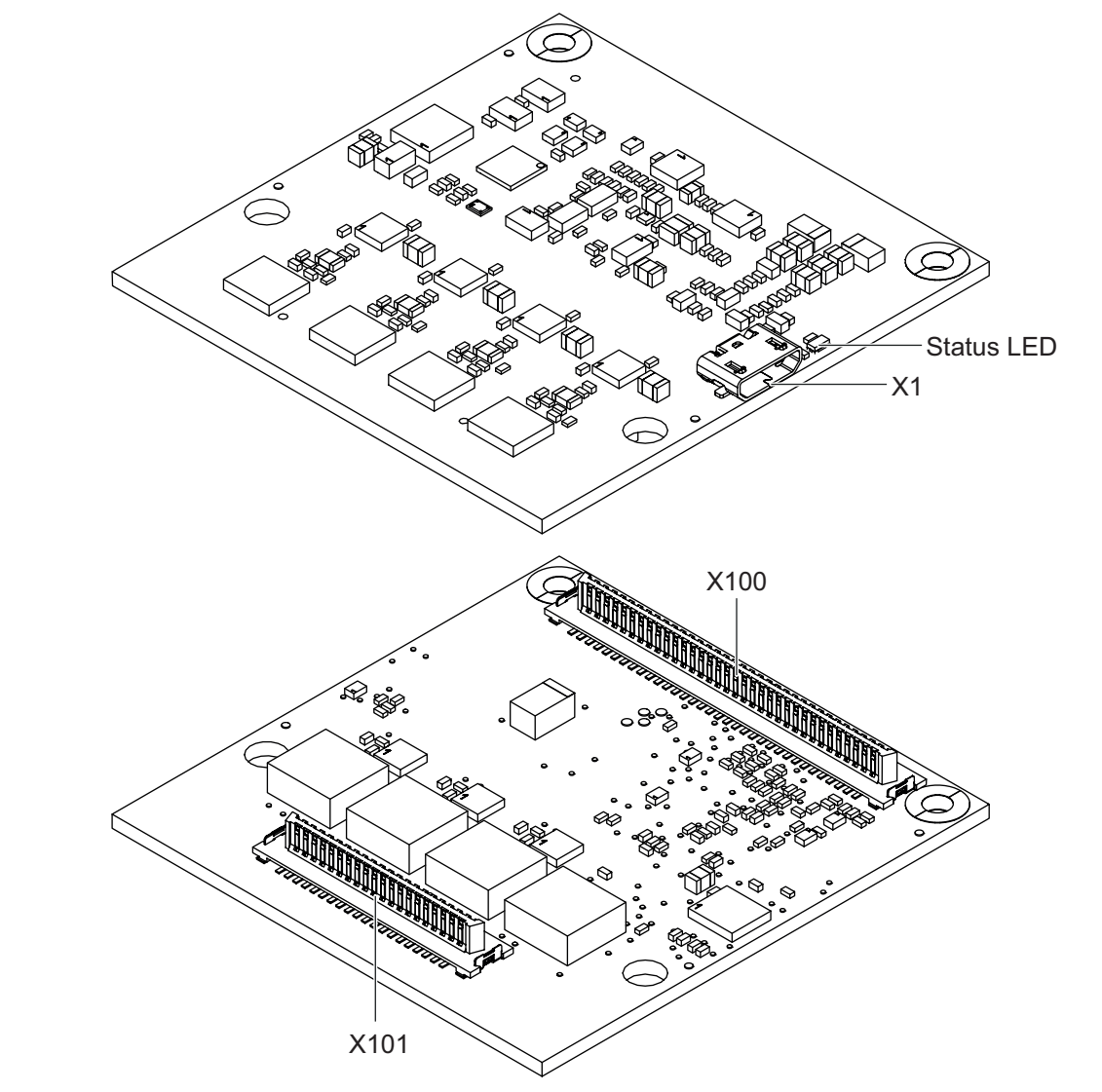


Abb. 5: Stecker- und LED-Übersicht MC 3606 B

Tab. 3: Steckerübersicht

Bezeichnung	Funktion
USB (X1)	Anschluss der USB-Kommunikation
B2B (X100)	Anschluss aller Controller-Signale
B2B (X101)	Zusätzliche Power-Verbindung

Tab. 4: LED-Funktionen

Bezeichnung	Funktion
Status LED	▪ Grün (Dauerlicht): Gerät aktiv. ▪ Grün (blinkend): Gerät aktiv. Die Zustandsmaschine hat aber noch nicht den Zustand *Operation Enabled* erreicht. ▪ Rot (dauernd blinkend): Der Antrieb hat in den Fehlerzustand gewechselt. Die Endstufe wird abgeschaltet oder wurde bereits abgeschaltet. ▪ Rot (Fehler-Code): Boot-Vorgang fehlgeschlagen. Bitte den FAULHABER Support kontaktieren.

Abmessungen

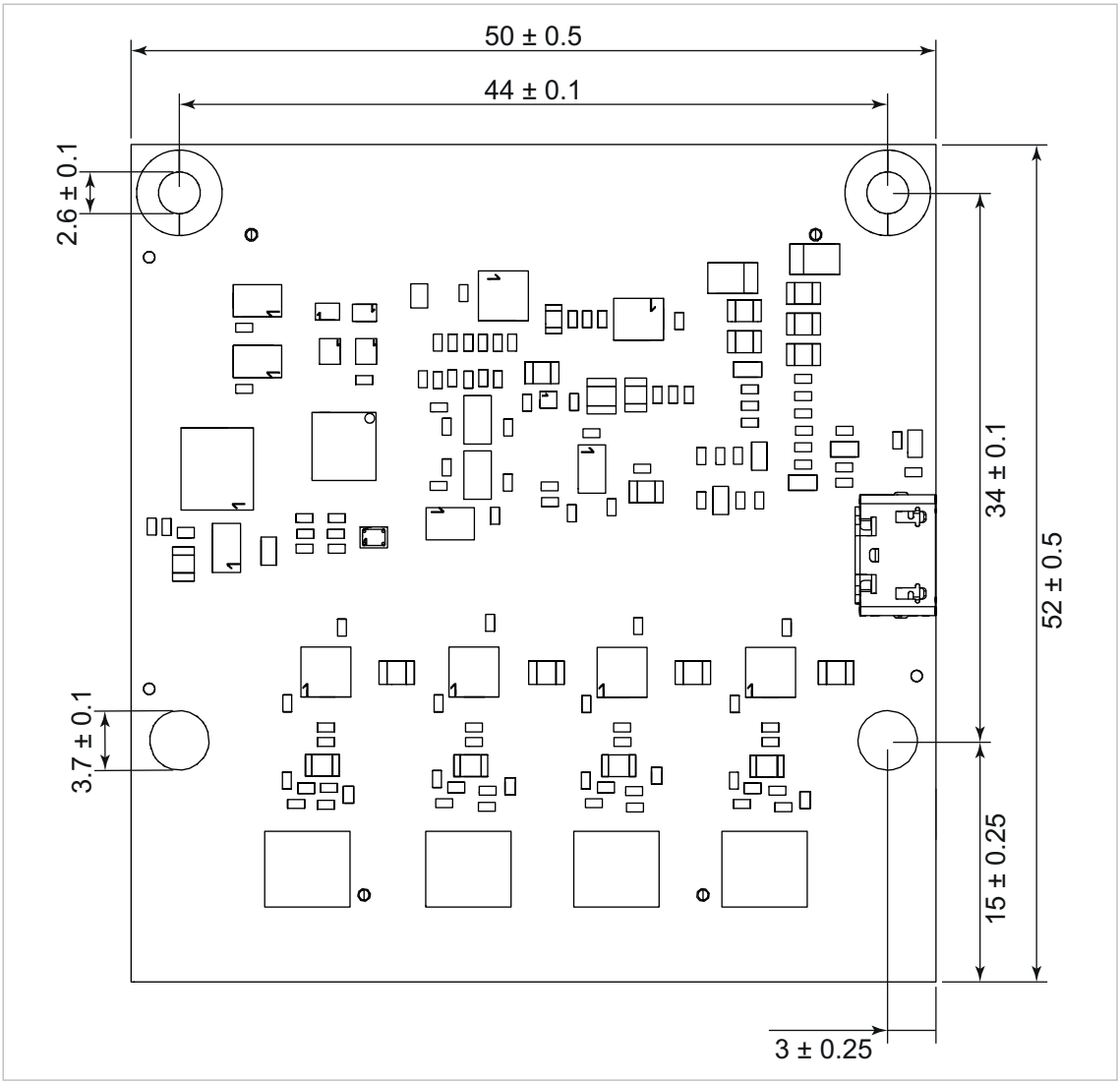


Abb. 6: Abmessungen MC 3606 B

3.3.2 Evaluationboard

Stecker

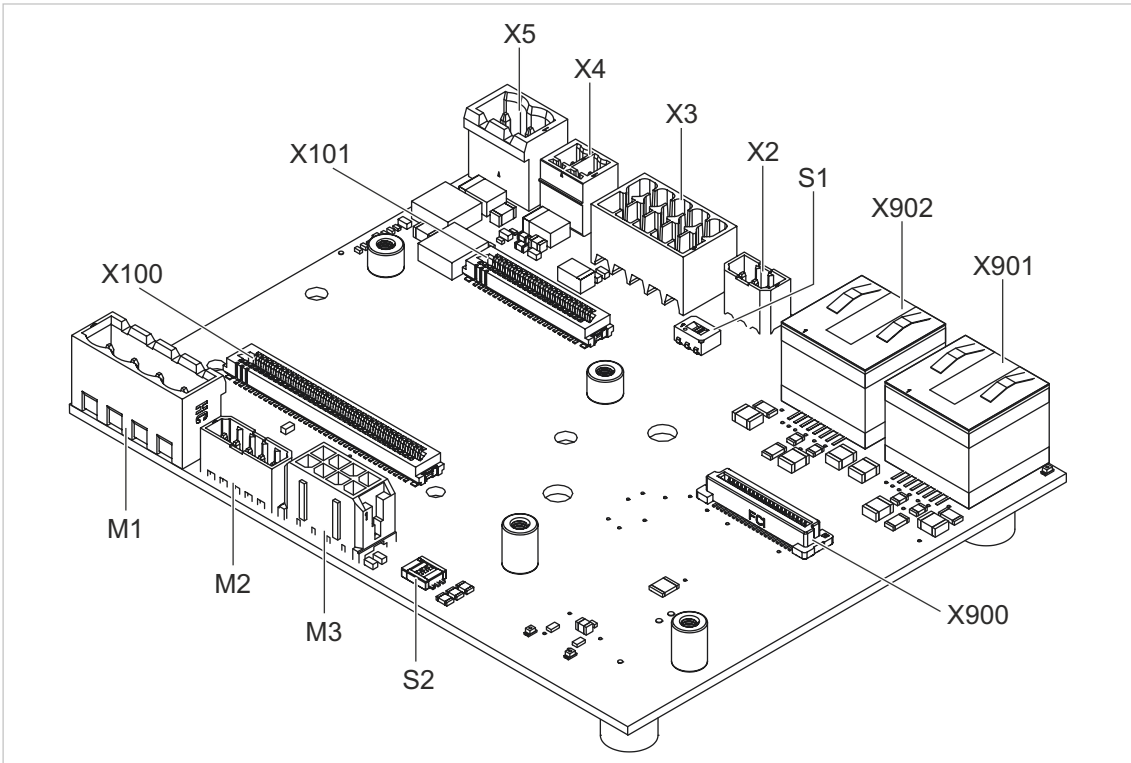


Abb. 7: Steckerübersicht Evaluationboard

Tab. 5: Steckerübersicht Evaluationboard

Bezeichnung	Funktion
M1 (Motor)	Anschluss der Motorphasen
M2 (Sensor)	Anschluss der Hallsensoren
M3 (Encoder)	Anschluss eines Inkrementalencoders mit oder ohne Linedriver Alternativ kann ein Absolutencoder mit oder ohne Linedriver angeschlossen werden
S2 (DIP Switch Encoder Termination)	Encoder-Terminierungswiderstand (On/Off): ▪ On: Terminierungswiderstand aktiv ▪ Off: Terminierungswiderstand inaktiv
X900 (EB ET ADDON)	Anschluss des EtherCAT-Modul für EtherCAT-Anwendung
X901 (EtherCAT OUT) X902 (EtherCAT IN)	Anschluss der EtherCAT-Kommunikation
S1 (DIP Switch RS232/CAN)	RS232- oder CAN-Kommunikation aktiv: ▪ RS232: RS232 aktiv ▪ CAN: CAN aktiv
X2 (COM)	Schnittstellenanschluss RS232/CAN
X3 (I/O)	Ein- bzw. Ausgänge für externe Beschaltung
X4 (U_p)	Spannungsversorgung des Controllers
X5 (U_{mot})	Spannungsversorgung des Motors
B2B (X101)	Zusätzliche Power-Verbindung (MC 3606 B)
B2B (X100)	Anschluss aller Controller-Signale

Abmessungen

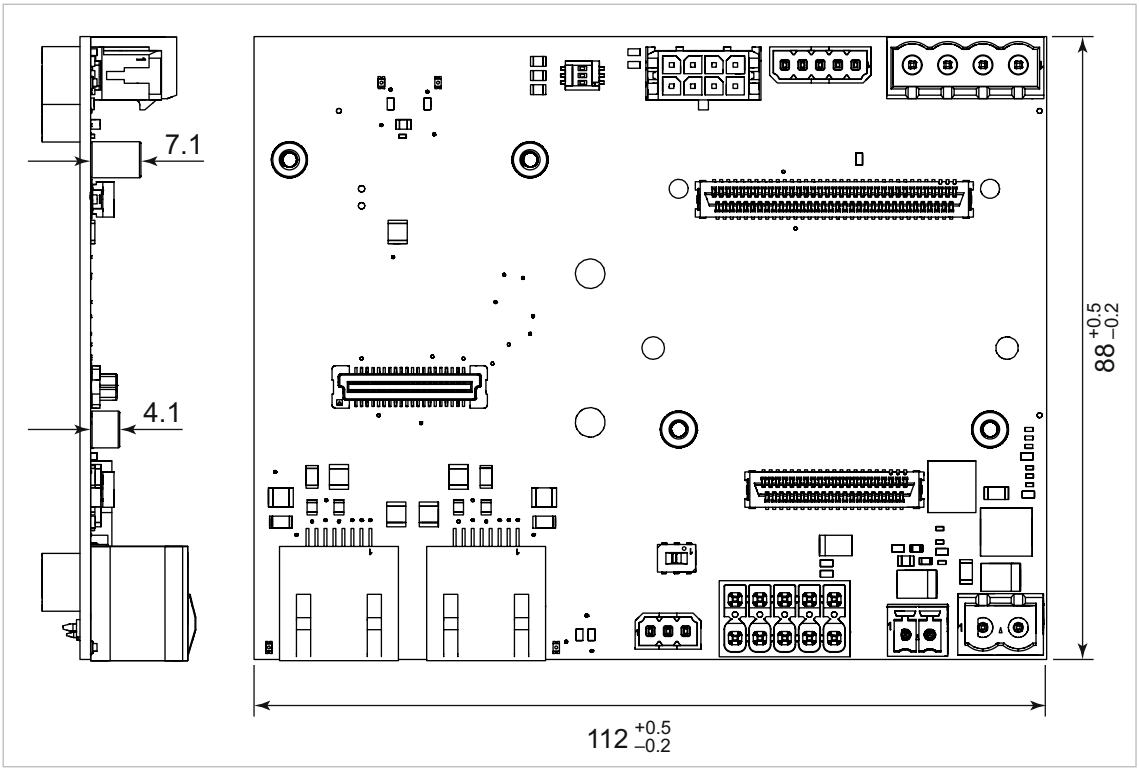


Abb. 8: Abmessungen Evaluationboard

4 Installation

Nur ausgebildete Fachkräfte und unterwiesene Personen mit Kenntnissen auf folgenden Gebieten dürfen den Motion Controller einbauen und in Betrieb nehmen:

- Automatisierungstechnik
- Normen und Vorschriften (z. B. EMV-Richtlinie)
- Niederspannungsrichtlinie
- Maschinenrichtlinie
- VDE-Vorschriften (DIN VDE 0100)
- Unfallverhütungsvorschriften

Vor einer Inbetriebnahme muss diese Beschreibung sorgfältig gelesen und beachtet werden.

Beachten Sie außerdem die ergänzenden Anweisungen zur Installation (siehe Kap. 2.3, S. 11).

4.1 Montage

4.1.1 Montagehinweise

⚠ VORSICHT

Der Motion Controller kann sich im Betrieb stark erhitzen.

- Berührungsschutz bzw. Warnhinweis in unmittelbarer Nähe des Controllers anbringen (siehe Kap. 2.2.3, S. 10).

⚠ GEFAHR

Durch unsachgemäße Handhabung und Montage kann der Motion Controller unkontrollierte Bewegungen ausführen.

Ein beschädigter Motion Controller kann unerwartet anlaufen, stoppen oder blockieren. Je nach Verwendung des Motion Controllers kann dies zu schweren Verletzungen oder zum Tod führen.

- Sicherheitshinweise in Kap. 2.2.1, S. 9 beachten.
- Geeignetes Befestigungsmaterial verwenden (siehe folgende Kapitel).

Sichtprüfung

- Nach dem Auspacken des Motion Controllers eine Sichtprüfung durchführen und dokumentieren:
  - Motion Controller ist unbeschädigt?
  - Aufkleber mit Seriennummer ist vorhanden?
  - Stiftkontakte in den Steckern sind in Ordnung (nicht oxidiert, nicht verbogen)?

⚠ GEFAHR

Die Funktion des Motion Controllers ist nicht gewährleistet, wenn er die Sichtprüfungskriterien nicht erfüllt.

Wenn die Funktion nicht gewährleistet ist, kann der Antrieb unerwartet anlaufen. Je nach Verwendung des Motion Controllers kann dies zu schweren Verletzungen oder zum Tod führen.

- Motion Controller nicht in Betrieb nehmen.

⚠ GEFAHR

Das Antriebssystem erzeugt im Betrieb mechanische Kräfte und Bewegungen.

- Antriebssystem und vom Antriebssystem angetriebene Bauteile vor Berührung schützen.

4.1.2 Montage der Motion Controller Platinen auf dem Evaluationboard

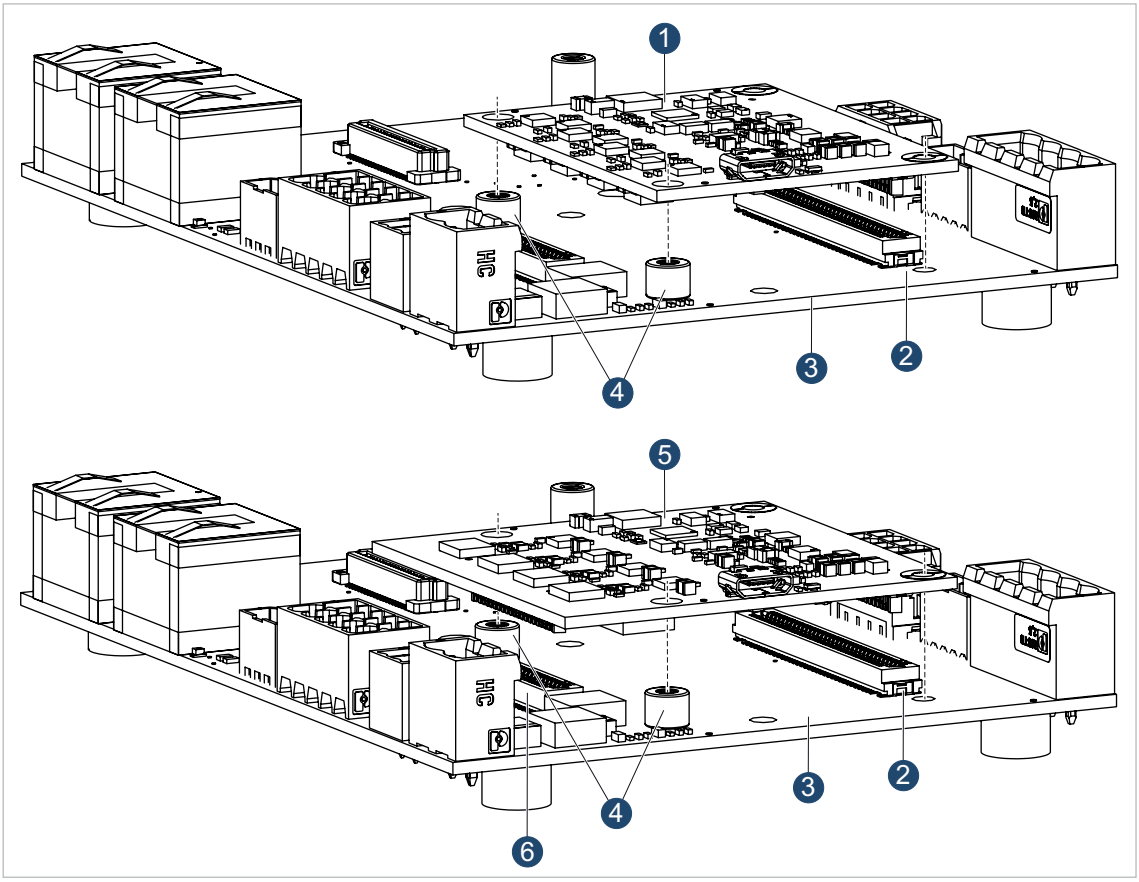


Abb. 9: Montage der Motion Controller Platinen auf dem Evaluationboard

1 *MC 3602 B*
2 *B2B-Anschluss (X100)*
3 *Evaluationboard*
4 *Gewindeaufsätze*
5 *MC 3606 B*
6 *B2B-Anschluss (X101)*

HINWEIS

Durch unsachgemäße Montage kann der Motion Controller beschädigt werden.

- Orientierung der Motion Controller Platine gemäß Abb. 9 beachten.
- Motion Controller Platine MC 3602 B (1) über den B2B-Anschluss X100 (2) mit dem Evaluationboard (3) verbinden.
- Motion Controller Platine MC 3606 B (5) über die B2B-Anschlüsse X100 (2) und X101 (6) mit dem Evaluationboard (3) verbinden.
- Motion Controller Platine mit Schrauben (M2,5 x 6) und passender Unterlegscheibe an den beiden Gewindeaufsätzen (4) befestigen.

4.2 Elektrischer Anschluss

4.2.1 Hinweise zum elektrischen Anschluss

HINWEIS

Elektrostatische Entladungen auf die Anschlüsse des Motion Controllers können elektronische Bauteile beschädigen.

- ESD-Schutzmaßnahmen beachten.

HINWEIS

Durch falsches Anschließen der Adern können elektronische Bauteile beschädigt werden.

- Verdrahtung gemäß der Anschlussbelegung durchführen.

HINWEIS

Ein kurzzeitiger Anstieg der Spannung im Bremsbetrieb kann die Spannungsversorgung oder andere angeschlossene Geräte beschädigen.

- Bei Anwendungen mit hoher Lastträgheit kann der Einsatz des FAULHABER Bremschoppers der Serie BC 5004 zur Begrenzung von Überspannungen und damit zum Schutz der Spannungsversorgung eingesetzt werden. Detaillierte Informationen siehe Datenblatt des Bremschoppers.

Der Motion Controller beinhaltet eine mit PWM betriebene Endstufe zur Ansteuerung der Motoren. Die durch den Betrieb entstehende Verlustleistung und die durch die gepulste Ansteuerung der Motoren verursachten elektrischen Wechselfelder müssen durch eine geeignete Montage abgeführt bzw. gedämpft werden.

- Den Motion Controller an ein Erdungssystem anschließen. Vorzugsweise durch die Montage auf eine geerdete Grundplatte, alternativ über die Montage auf einer geerdeten Montageschiene.
- Sicherstellen, dass zwischen allen gekoppelten Anlagenteilen ein Potentialausgleich vorhanden ist. Das gilt auch, wenn Motion Controller und Motor getrennt montiert sind.

- Wenn mehrere elektrische Geräte oder Ansteuerungen über RS232 oder CAN vernetzt sind, sicherstellen, dass der Potentialunterschied zwischen den Massepotentialen der Anlagenteile unter 2 V liegt.

↳ Der Querschnitt der nötigen Potentialausgleichsleiter zwischen verschiedenen Anlagenteilen ergibt sich aus der VDE 100 und muss folgende Bedingungen erfüllen:

- mindestens 6 mm^2
- größer als der halbe Querschnitt der Versorgungsleitung

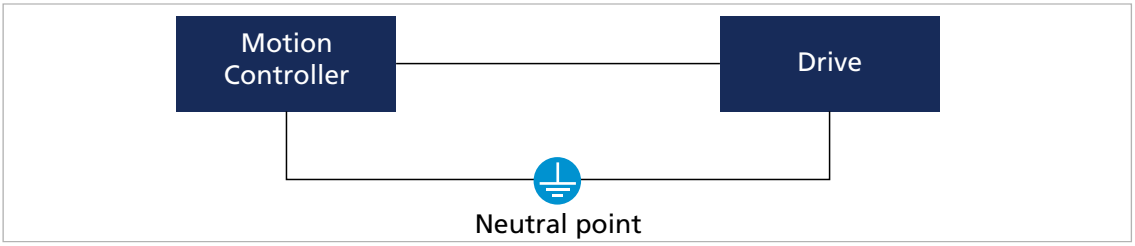


Abb. 10: Potentialausgleich zwischen elektrisch gekoppelten Anlagenteilen

4.2.2 Anschlüsse des Antriebs

Die maximale Leitungslänge zwischen Motion Controller und Motor hängt vom verwendeten Gebersystem und den elektrischen und magnetischen Feldern der Umgebung ab.

Tab. 6: Richtwerte für die Leitungslänge

Gebertyp	Länge ungeschirmt	Länge geschirmt [a]
Digitale Hallsensoren	0,5 m	2–5 m
Analoge Hallsensoren	0,5 m	2–5 m
Inkrementalencoder ohne Linedriver	0,5 m	2–5 m
Inkrementalencoder mit Linedriver	2 m	2–5 m [b]
Absolutencoder ohne Linedriver	0,3 m	0,5 m
Absolutencoder mit Linedriver	2 m	5 m [b]

a) Gilt für getrennt von den Motorphasen geschirmte Leitungen.

b) Für Positionsgeber mit Linedriver-Schnittstelle müssen die Leitungen paarweise verdrillt ausgeführt werden (shielded, twisted pair)

Größere Längen der Anschlussleitungen sind in der Regel möglich, müssen aber im Zielaufbau qualifiziert werden.

Die Optimierung des Verhaltens hinsichtlich Störaussendung und Störfestigkeit setzt zusätzliche EMV-Maßnahmen voraus (siehe Kap. 4.3, S. 49)

4.2.3 Anschluss der Versorgungsspannung

- Diskrete Ein- und Ausgänge (z. B. zur diskreten Sollwertvorgabe bzw. zum Anschluss von End- und Referenzschaltern)
- Kommunikationsanschlüsse

- Sicherstellen, dass die Anschlussleitungen auf der Versorgungsseite nicht länger als 3 m sind.
- Schirmanschlüsse von Kommunikationsleitungen kurz und flächig auflegen.

Der USB-Anschluss ist ein reiner Konfigurationsanschluss. Für den USB-Anschluss gilt ebenfalls eine Leitungslänge < 3 m.

Um Rückwirkungen in das DC Versorgungsnetz zu reduzieren, können Ferrithülsen (z. B. WE 742 700 790) in den Zuleitungen verwendet werden.

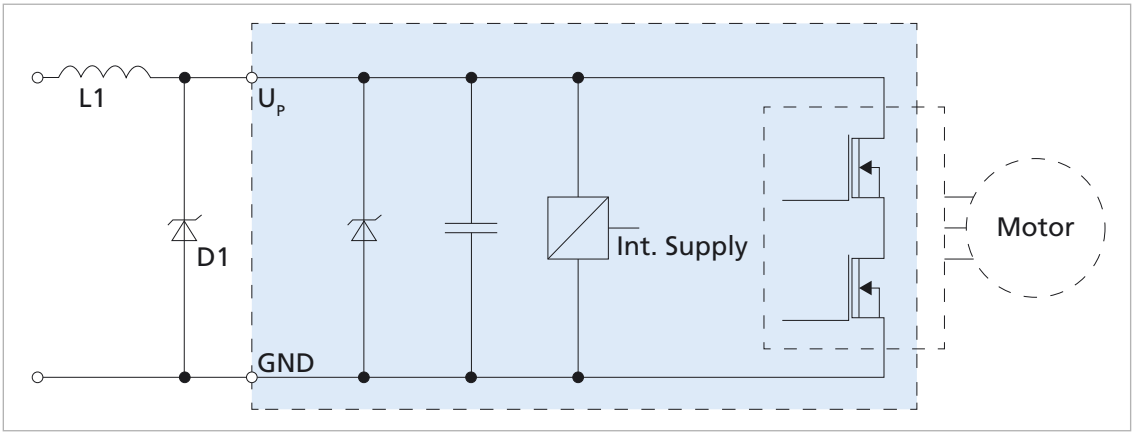


Abb. 11: EMV-Schutzbeschaltung

4.2.3.1 Spannungsversorgung

- Motion Controller an ein ausreichend dimensioniertes Netzteil anschließen.
- Während Beschleunigungsvorgängen können Stromspitzen bis zum eingestellten Spitzenstrom des Motors über mehrere 10 ms auftreten.
- Während Bremsvorgängen kann Energie in das DC Versorgungsnetz zurück gespeist werden. Wenn diese Energie nicht von anderen Antrieben aufgenommen werden kann, steigt die Spannung im DC-Netz an. Im Motion Controller kann eine Grenzspannung eingestellt werden, bis zu der maximal Bremsenergie zurück gespeist wird. Alternativ kann Überspannung über einen zusätzlichen externen Bremschopper abgebaut werden, siehe Datenblatt zum Bremschopper.

4.2.4 Steckerbelegung

4.2.4.1 Pinbelegung des B2B-Steckers (X100)

Der Motion Controller und das Evaluationboard bzw. die Kunden-Trägerplatine werden mit einem B2B-Stecker verbunden, über den alle Controller-Signale übertragen werden.

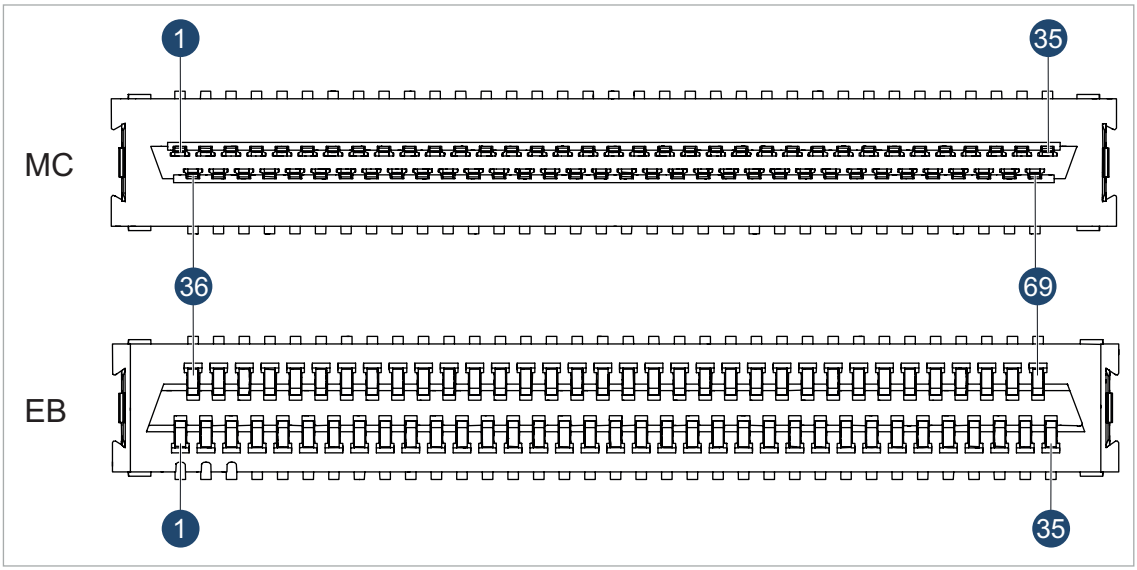


Abb. 12: Pinübersicht des B2B-Steckers (X100) am Motion Controller (MC) und am Evaluationboard (EB)

Tab. 7: Pinbelegung des B2B-Steckers

Pin	Bezeichnung	Bedeutung
1	Phase A	Motor Phase A
2	Phase A	Motor Phase A
3	Phase B	Motor Phase B
4	Phase B	Motor Phase B
5	Phase C	Motor Phase C
6	Phase C	Motor Phase C
7	Phase D	Motor Phase D
8	Phase D	Motor Phase D
9	U_{mot}	Versorgungsspannung Motor
10	U_{mot}	Versorgungsspannung Motor
11	U_{mot}	Versorgungsspannung Motor
12	GND	Masseanschluss
13	GND	Masseanschluss
14	U_p	Versorgungsspannung Elektronik
15	U_p	Versorgungsspannung Elektronik
16	CAN-H	Schnittstelle CAN-High
17	U_{DD}	5V Versorgungsanschluss Sensorik
18	Sens B	Hallsensor B
19	SPI-SCLK	ECAT SPI CLK

Pin	Bezeichnung	Bedeutung
20	SPI-MOSI	ECAT SPI MOSI
21	U_{DD}	5V Versorgungsanschluss Sensorik
22	+3.3V Out	3,3V Versorgungsanschluss Externe Komponente
23	SPI-IRQ1	ECAT IRQ1
24	SPI-IRQ2	ECAT IRQ2
25	AUX-DIGIO3	ECAT Fehler Signal
26	DigIn 1	Digitaler Eingang
27	DigOut 2	Digitaler Ausgang
28	DigOut 1	Digitaler Ausgang
29	AnIn 1	Analoger Eingang
30	TxD	Schnittstelle RS232 Senderichtung
31	Channel A	Encoder Kanal A
32	Channel B	Encoder Kanal B
33	Index	Index Kanal
34	EGND	Erdungsanschluss
35	EGND	Erdungsanschluss
36	Phase A	Motor Phase A
37	Phase A	Motor Phase A
38	Phase B	Motor Phase B
39	Phase B	Motor Phase B
40	Phase C	Motor Phase C
41	Phase C	Motor Phase C
42	Phase D	Motor Phase D
43	Phase D	Motor Phase D
44	U_{mot}	Versorgungsspannung Motor
45	U_{mot}	Versorgungsspannung Motor
46	GND	Masseanschluss
47	GND	Masseanschluss
48	GND	Masseanschluss
49	GND	Masseanschluss
50	CAN-L	Schnittstelle CAN-Low
51	GND	Masseanschluss
52	Sens A	Hallsensor A
53	Sens C	Hallsensor C
54	SPI-SEL1	ECAT CS
55	SPI-MISO	ECAT SPI MISO
56	GND	Masseanschluss
57	GND	Masseanschluss
58	AUX-DIGIO4	Reserve
59	GND	Masseanschluss

Pin	Bezeichnung	Bedeutung
60	GND	Masseanschluss
61	DigIn 2	Digitaler Eingang
62	DigIn 3	Digitaler Eingang
63	AGND	Analoger Masseanschluss
64	AnIn 2	Analoger Eingang
65	RxD	Schnittstelle RS232 Empfangsrichtung
66	$\overline{\text{Channel A}}$	Encoder Kanal A (logisch invertiertes Signal)
67	$\overline{\text{Channel B}}$	Encoder Kanal B (logisch invertiertes Signal)
68	$\overline{\text{Index}}$	Index Kanal (logisch invertiertes Signal)
69	EGND	Erdungsanschluss

Verbindungen zur Kunden-Trägerplatine

Auf der Kunden-Trägerplatine müssen Anschlüsse für das Motion Control System implementiert sein. Folgende Abbildung zeigt die entsprechenden Verbindungen des Steckers X100.

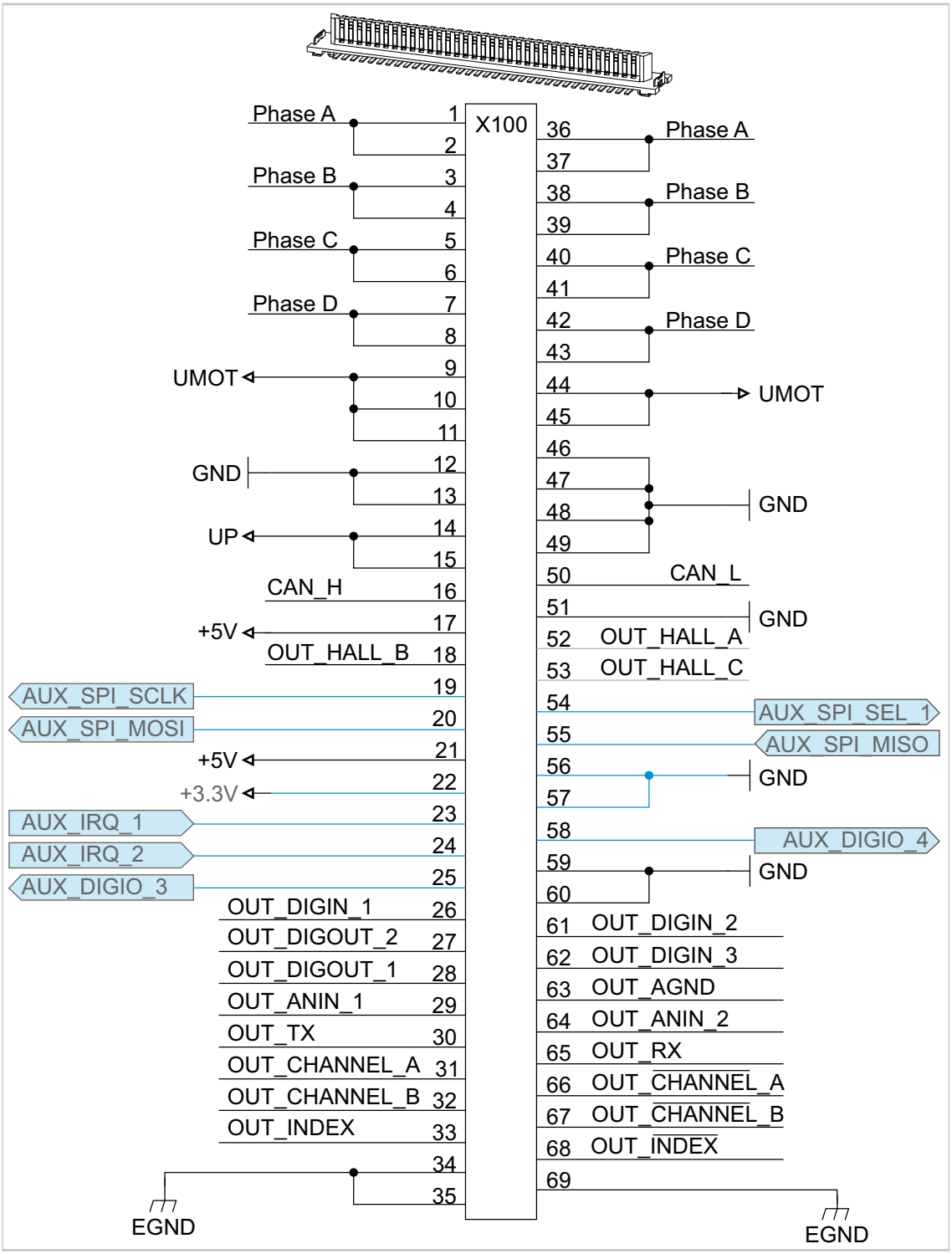


Abb. 13: Verbindungen des Steckers X100 auf der Kunden-Trägerplatine

Die für die optionale EtherCAT-Funktionalität wesentlichen Signale sind blau angezeigt. Die EtherCAT-Funktionalität kann nur zusammen mit dem EtherCAT-Modul verwendet werden. Siehe separates Gerätehandbuch zum EtherCAT-Modul.

4.2.4.2 Pinbelegung des B2B-Steckers (X101)

Der Motion Controller MC 3606 B und das Evaluationboard bzw. die Kunden-Trägerplatine werden mit einem weiteren B2B-Stecker verbunden, über den zusätzliche Power-Verbindungen hergestellt werden.

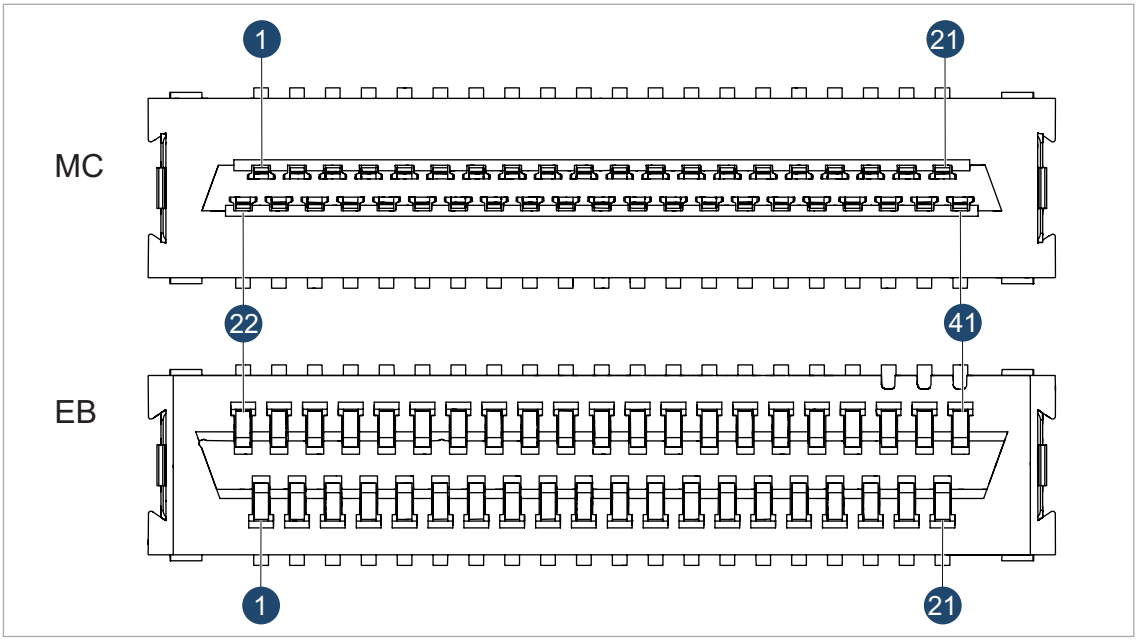


Abb. 14: Pinübersicht des B2B-Steckers (X101) am MC 3606 B (MC) und am Evaluationboard (EB)

Tab. 8: Pinbelegung der Steckleiste

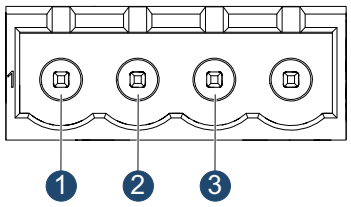
Pin	Bezeichnung	Bedeutung
1	EGND	Erdungsanschluss
2	Phase A	Motor Phase A
3	Phase A	Motor Phase A
4	Phase A	Motor Phase A
5	Phase B	Motor Phase B
6	Phase B	Motor Phase B
7	Phase B	Motor Phase B
8	Phase C	Motor Phase C
9	Phase C	Motor Phase C
10	Phase C	Motor Phase C
11	Phase D	Motor Phase D
12	Phase D	Motor Phase D
13	Phase D	Motor Phase D
14	U_{mot}	Versorgungsspannung Motor
15	U_{mot}	Versorgungsspannung Motor
16	U_{mot}	Versorgungsspannung Motor
17	GND	Masseanschluss
18	GND	Masseanschluss

Pin	Bezeichnung	Bedeutung
19	GND	Masseanschluss
20	GND	Masseanschluss
21	EGND	Erdungsanschluss
22	Phase A	Motor Phase A
23	Phase A	Motor Phase A
24	Phase A	Motor Phase A
25	Phase B	Motor Phase B
26	Phase B	Motor Phase B
27	Phase B	Motor Phase B
28	Phase C	Motor Phase C
29	Phase C	Motor Phase C
30	Phase C	Motor Phase C
31	Phase D	Motor Phase D
32	Phase D	Motor Phase D
33	Phase D	Motor Phase D
34	U_{mot}	Versorgungsspannung Motor
35	U_{mot}	Versorgungsspannung Motor
36	U_{mot}	Versorgungsspannung Motor
37	U_{mot}	Versorgungsspannung Motor
38	GND	Masseanschluss
39	GND	Masseanschluss
40	GND	Masseanschluss
41	EGND	Erdungsanschluss

4.2.4.3 Steckerbelegung des Evaluationboards (Motorseite)

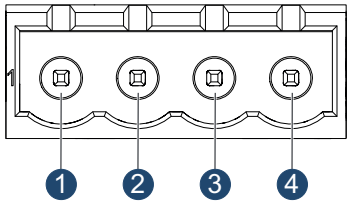
Motoranschluss (M1)

Tab. 9: Pin-Belegung BL-Motoranschluss (M1)



Pin	Bezeichnung	Bedeutung
1	Motor A	Anschluss Motor Phase A
2	Motor B	Anschluss Motor Phase B
3	Motor C	Anschluss Motor Phase C

Tab. 10: Pin-Belegung Schritt-Motoranschluss (M1)

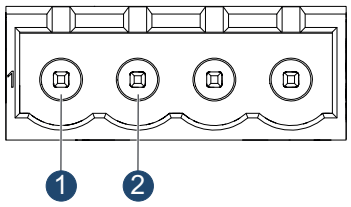


Pin	Bezeichnung	Bedeutung
1	Motor A	Anschluss Motor Phase A+
2	Motor B	Anschluss Motor Phase A–
3	Motor C	Anschluss Motor Phase B+
4	Motor D	Anschluss Motor Phase B–

Tab. 11: Elektrische Daten Motoranschluss (M1)

Bezeichnung	Wert
Versorgung Motor	0...U_{mot} max. 18 A 100 kHz PWM

Tab. 12: Pin-Belegung DC-Motoranschluss (M1)



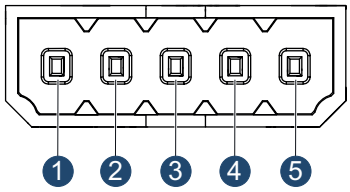
Pin	Bezeichnung	Bedeutung
1	Motor +	Anschluss Motor Pluspol
2	Motor –	Anschluss Motor Minuspol

Tab. 13: Elektrische Daten DC-Motoranschluss (M1)

Bezeichnung	Wert
Versorgung Motor	0...U_{mot} max. 18 A 100 kHz PWM

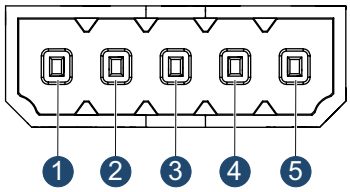
Sensoranschluss (M2)

Tab. 14: Pin-Belegung Sensoranschluss (M2)



Pin	Bezeichnung	Bedeutung
1	U_{DD}	Versorgungsspannung für Sensorik
2	GND	Masseanschluss
3	Sens A	Hallsensor A
4	Sens B	Hallsensor B
5	Sens C	Hallsensor C

Tab. 15: Pin-Belegung Sensoranschluss (M2) für Sin/Cos-Sensor



Pin	Bezeichnung	Bedeutung
1	U_{DD}	Versorgungsspannung für Sensorik
2	GND	Masseanschluss
3	COS(+)	Cosinus-Signal
4	SIN(+)	Sinus-Signal
5	n.c.	–

Nur in Verbindung mit Sin/Cos-Sensorik an FAULHABER LM-Motoren oder BX4-Motoren in Sin/Cos-Sonderausführung.

Tab. 16: Elektrische Daten Sensoranschluss (M2)

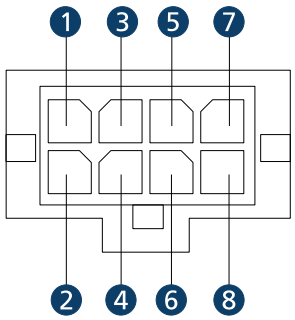
Bezeichnung	Wert
Versorgung Sensor	5 V <100 mA
Anschluss Sensor	<5 V

Encoderanschluss (M3)

Je nach Encoder-Typ unterscheidet sich die Pin-Belegung des Encodersteckers.

- Inkrementalencoder mit oder ohne Linedriver
- Absolutencoder mit oder ohne Linedriver.

Tab. 17: Pin-Belegung Inkrementalencoder mit Linedriver (M3)

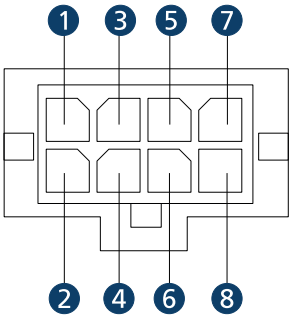


Pin	Bezeichnung	Bedeutung
1	U_{DD}	Versorgungsspannung für Inkrementalencoder
2	GND	Masseanschluss
3	$\overline{\text{Kanal A}}$	Encoder Kanal A (logisch invertiertes Signal)
4	Kanal A	Encoder Kanal A
5	$\overline{\text{Kanal B}}$	Encoder Kanal B (logisch invertiertes Signal)
6	Kanal B	Encoder Kanal B
7	$\overline{\text{Index}}$	Encoder Index (logisch invertiertes Signal)
8	Index	Encoder Index

Tab. 18: Elektrische Daten Inkrementalencoder mit Linedriver (M3)

Bezeichnung	Wert
Versorgung Inkrementalencoder	5 V <100 mA
Anschluss Inkrementalencoder	<5 V <2 MHz 5 kΩ

Tab. 19: Pin-Belegung Inkrementalencoder ohne Linedriver (M3)

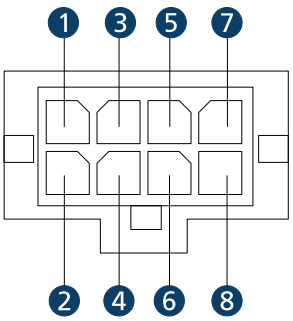


Pin	Bezeichnung	Bedeutung
1	U_{DD}	Versorgungsspannung für Inkrementalencoder
2	GND	Masseanschluss
3	$\overline{\text{Kanal A}}$	n.c.
4	Kanal A	Encoder Kanal A
5	$\overline{\text{Kanal B}}$	n.c.
6	Kanal B	Encoder Kanal B
7	$\overline{\text{Index}}$	n.c.
8	Index	Encoder Index

Tab. 20: Elektrische Daten Inkrementalencoder ohne Linedriver (M3)

Bezeichnung	Wert
Versorgung Inkrementalencoder	5 V <100 mA
Anschluss Inkrementalencoder	<5 V <2 MHz 5 kΩ

Tab. 21: Pin-Belegung Absolutencoder mit Linedriver (M3)

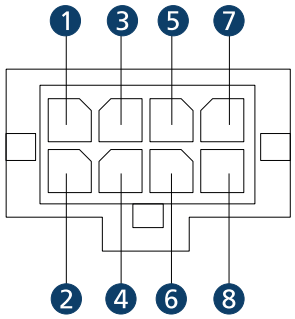


Pin	Bezeichnung	Bedeutung
1	U_{DD}	Versorgungsspannung für Absolutencoder
2	GND	Masseanschluss
3	$\overline{\text{CS}}$	Chip Select für Absolutencoder (logisch invertiertes Signal)
4	CS	Chip Select für Absolutencoder
5	$\overline{\text{Data}}$	Data für Absolutencoder (logisch invertiertes Signal)
6	Data	Data für Absolutencoder
7	$\overline{\text{CLK}}$	Taktleitung für Absolutencoder (logisch invertiertes Signal)
8	CLK	Taktleitung für Absolutencoder

Tab. 22: Elektrische Daten Absolutencoder mit Linedriver (M3)

Bezeichnung	Wert
Versorgung Absolutencoder	5 V <100 mA
Anschluss Chip Select	5 V
Anschluss Data	<5 V 5 kΩ
Anschluss Taktleitung	5 V 1 MHz

Tab. 23: Pin-Belegung Absolutencoder ohne Linedriver (M3)



Pin	Bezeichnung	Bedeutung
1	U_{DD}	Versorgungsspannung für Absolutencoder
2	GND	Masseanschluss
3	$\overline{CS}$	n.c.
4	CS	Chip Select für AES
5	$\overline{Data}$	n.c.
6	Data	Data für AES
7	$\overline{CLK}$	n.c.
8	CLK	Taktleitung für AES

Tab. 24: Elektrische Daten Absolutencoder ohne Linedriver (M3)

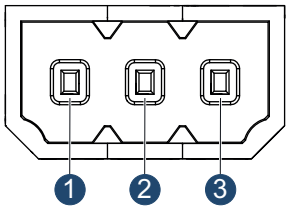
Bezeichnung	Wert
Versorgung Absolutencoder	5 V <100 mA
Anschluss Chip Select	5 V
Anschluss Data	<5 V 5 kΩ
Anschluss Taktleitung	5 V 1 MHz

COM-Anschluss (X2)

Je nach Kommunikationsart unterscheidet sich die Pin-Belegung des COM-Anschlusses. Es wird zwischen folgenden Kommunikationsarten unterschieden:

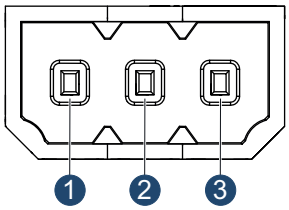
- RS232
- CANopen

Tab. 25: Pin-Belegung COM-Anschluss (X2) bei RS232



Pin	Bezeichnung	Bedeutung
1	TxD	Schnittstelle RS232 Senderichtung
2	RxD	Schnittstelle RS232 Empfangsrichtung
3	GND	Masseanschluss

Tab. 26: Pin-Belegung COM-Anschluss (X2) bei CANopen

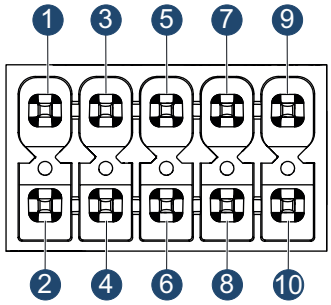


Pin	Bezeichnung	Bedeutung
1	CAN-H	Schnittstelle CAN-High
2	CAN-L	Schnittstelle CAN-Low
3	GND	Masseanschluss

4.2.4.4 Steckerbelegung des Evaluationboards (Versorgungsseite)

I/O-Anschluss (X3)

Tab. 27: Pin-Belegung I/O-Anschluss (X3)



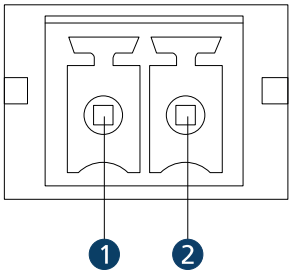
Pin	Bezeichnung	Bedeutung
1	U_{DD}	Versorgungsspannung für externen Verbraucher
2	GND	Masseanschluss
3	DigOut 1	Digitaler Ausgang (Open Collector)
4	DigOut 2	Digitaler Ausgang (Open Collector)
5	DigIn 1	Digitaler Eingang
6	DigIn 2	Digitaler Eingang
7	DigIn 3	Digitaler Eingang
8	AnIn 1	Analoger Eingang
9	AnIn 2	Analoger Eingang
10	AGND	Masseanschluss für Analogeingänge

Tab. 28: Elektrische Daten I/O-Anschluss (X3)

Bezeichnung	Wert
Versorgung externer Verbraucher	5 V <100 mA
DigOut	low = GND high = hochohmig 47 kΩ max. 0,7 A
DigIn	<50 V 47 kΩ <1 MHz TTL Pegel: low < 0,5 V, high > 3,5 V PLC Pegel: low < 7 V, high > 11,5 V
AnIn	±10 V AGND

Spannungsversorgung Controller (X4)

Tab. 29: Pin-Belegung Spannungsversorgung Controller (X4)



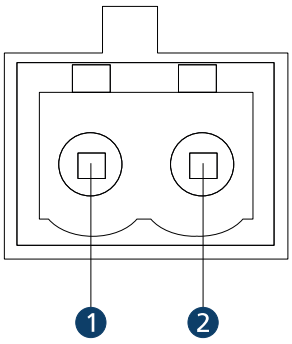
Pin	Bezeichnung	Bedeutung
1	GND	Masseanschluss
2	U_P	Versorgungsspannung Controller

Tab. 30: Elektrische Daten Spannungsversorgung (X4)

Bezeichnung	Wert
Versorgung Controller	7–36 V ≤100 mA (ohne externen Verbraucher)

Spannungsversorgung Motor (X5)

Tab. 31: Pin-Belegung Spannungsversorgung Motor (X5)



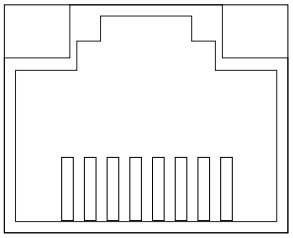
Pin	Bezeichnung	Bedeutung
1	GND	Masseanschluss
2	U_{mot}	Versorgungsspannung Motor

Tab. 32: Elektrische Daten Spannungsversorgung (X5)

Bezeichnung	Wert
Versorgung Motor	<36 V

EtherCAT-Anschluss (IN/OUT)

Tab. 33: Pin-Belegung EtherCAT (IN/OUT), Stecker: RJ45

	Bezeichnung	Bedeutung
	IN/OUT	EtherCAT-Kommunikation Pin 1: TxD+ Transmission Data + Pin 2: TxD– Transmission Data – Pin 3: RxD+ Receiver Data + Pin 6: RxD– Receiver Data –

4.2.5 Evaluationboard: Anschluss der Motorseite

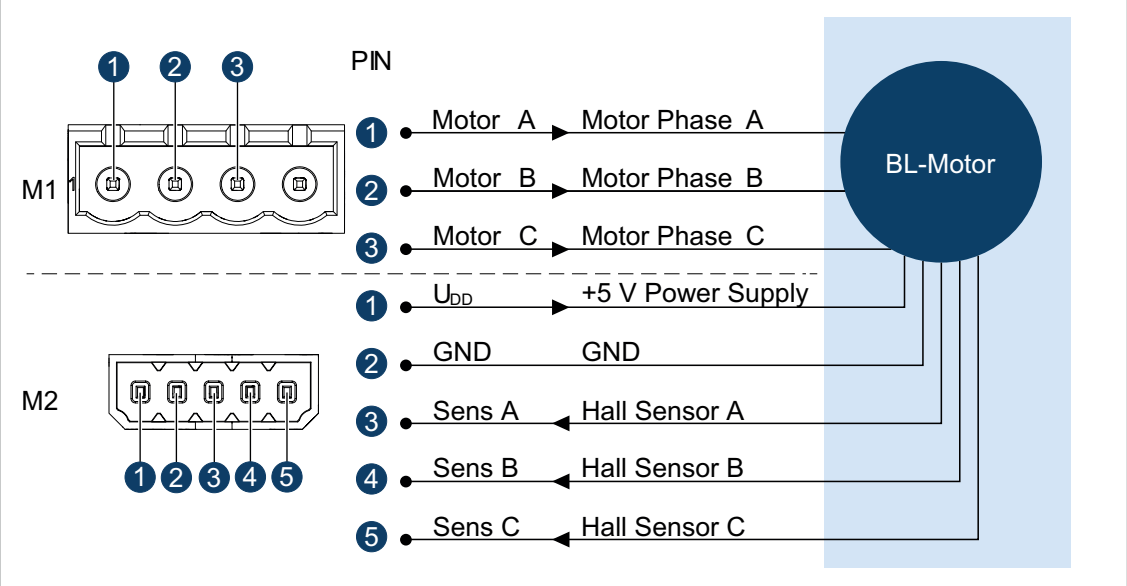


Abb. 15: BL/LM-Motor mit Hallsensoren

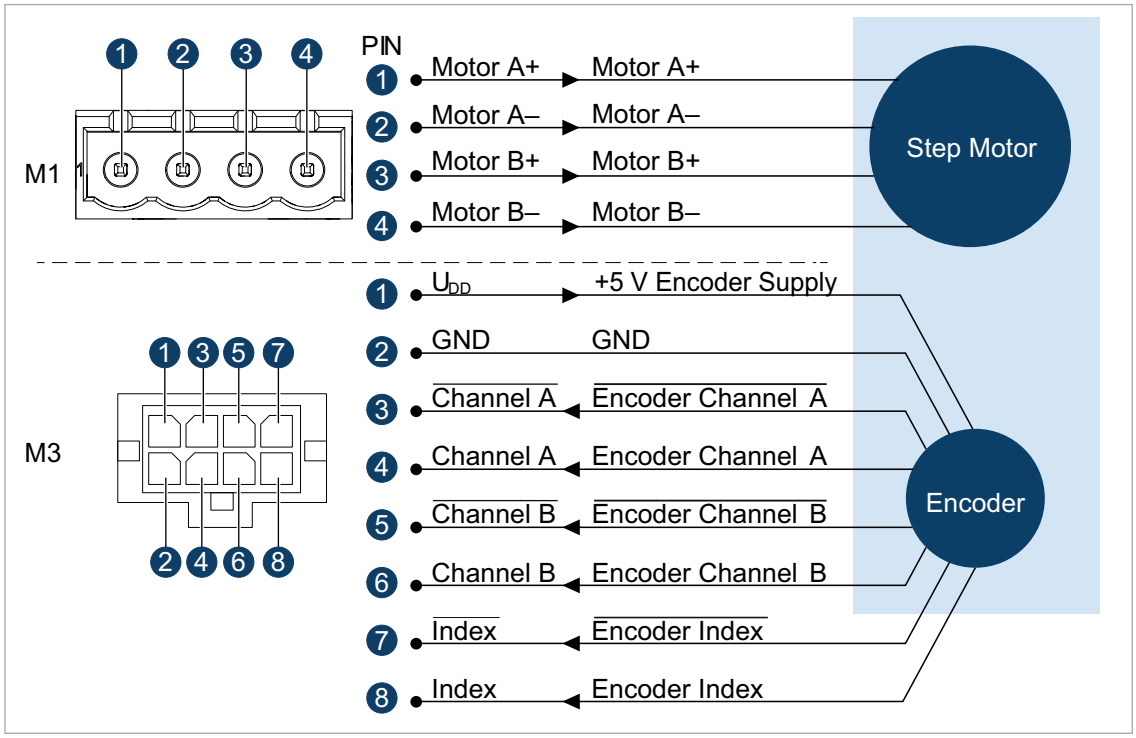


Abb. 16: Schrittmotor mit Inkrementalencoder

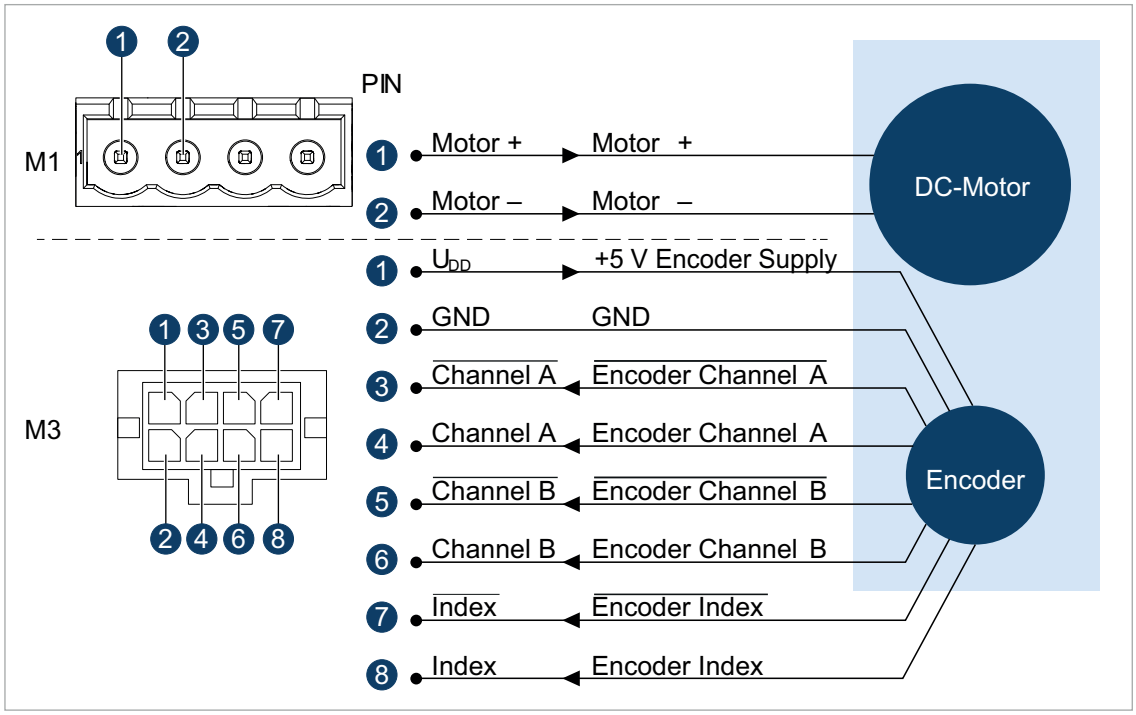


Abb. 17: DC-Motor mit Inkrementalencoder

Installation

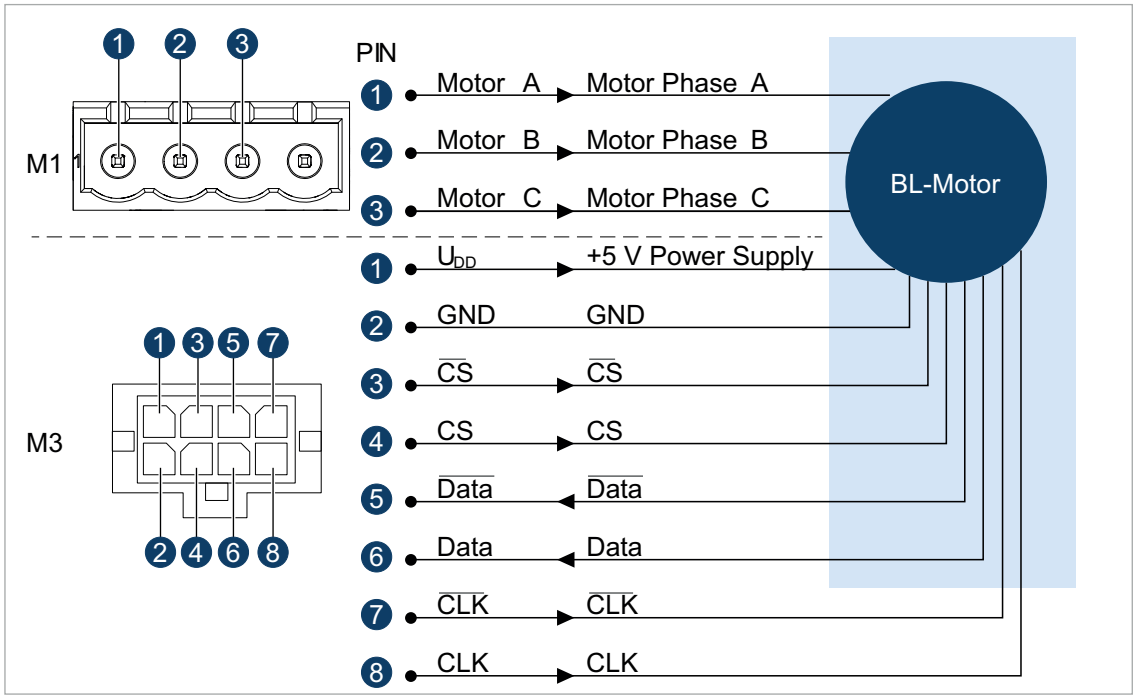


Abb. 18: BL-Motor mit Absolutencoder

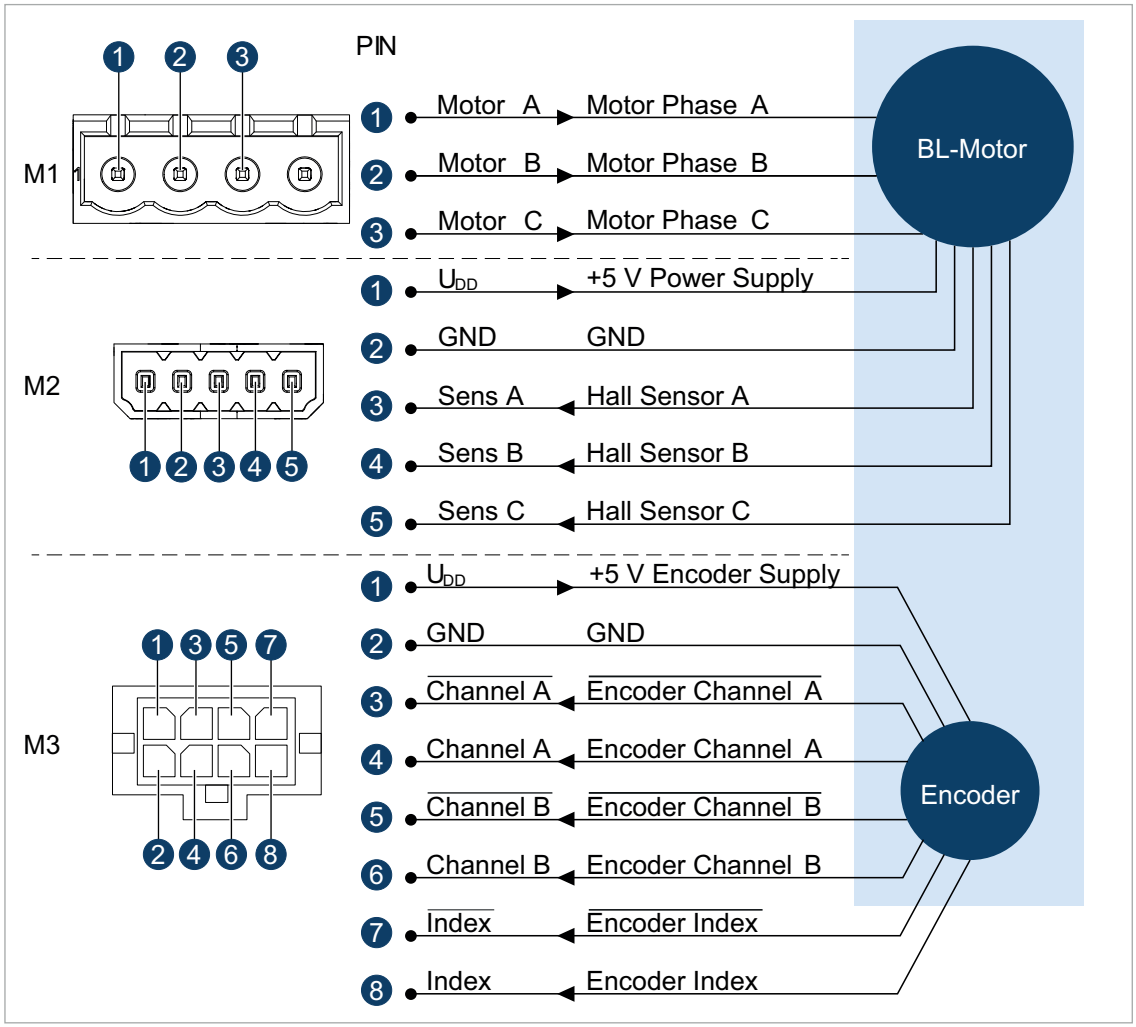


Abb. 19: BL-Motor mit Hallsensoren und Inkrementalencoder

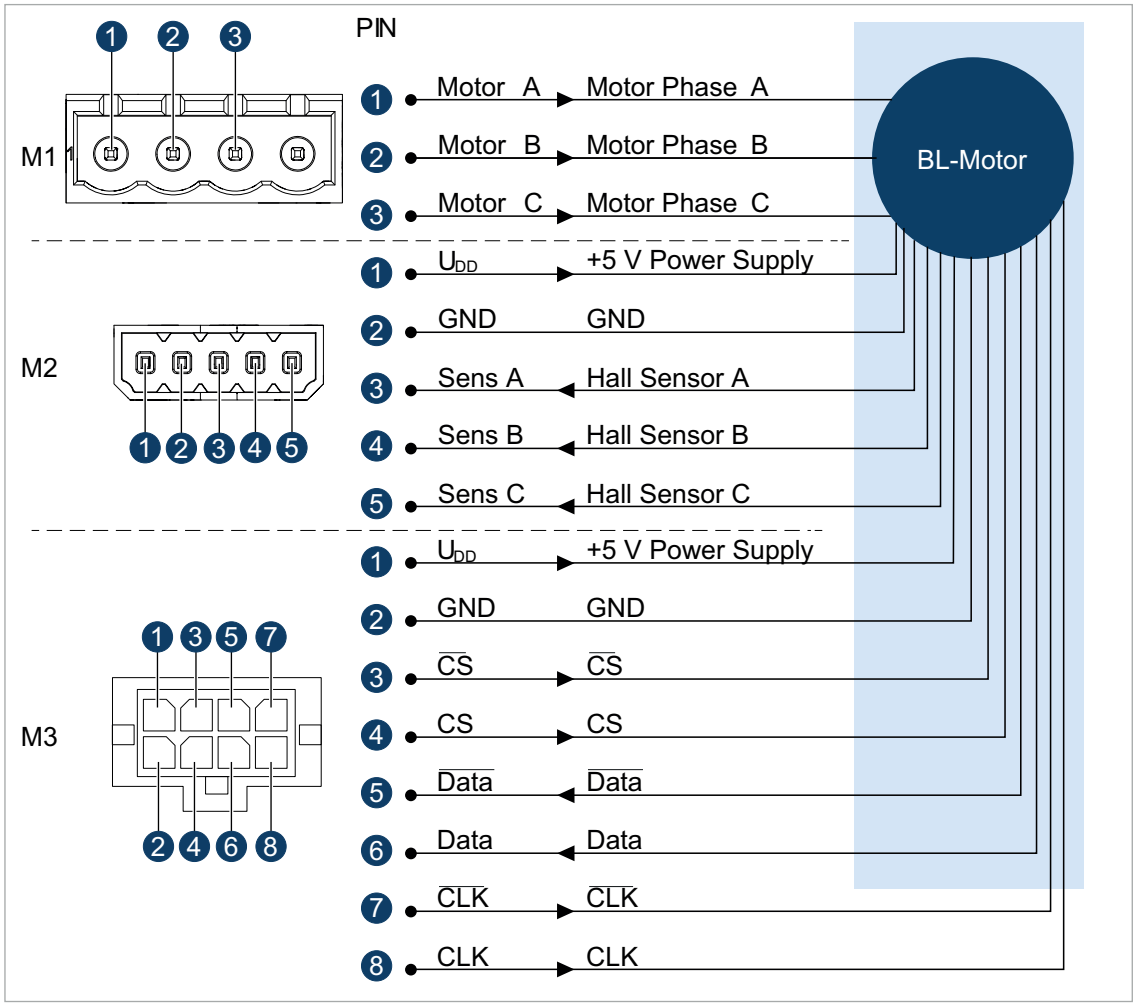


Abb. 20: BL-Motor mit Hallsensoren und Absolutencoder

4.2.6 I/O-Schaltbilder

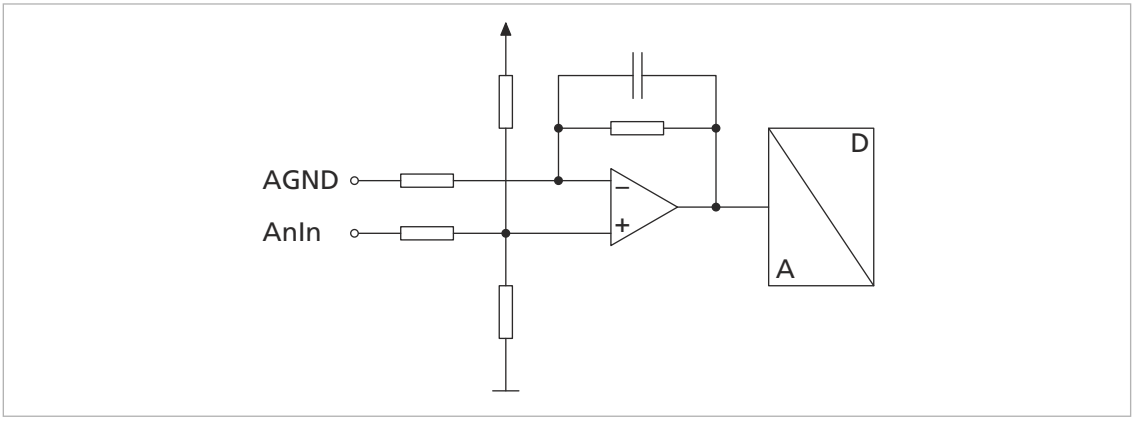


Abb. 21: Schaltbild analoger Eingang (intern)

Damit sich der Spannungsabfall auf der Versorgungsseite nicht auf den Drehzahlvorgabewert auswirkt, den Masseanschluss des analogen Eingangs (AGND) mit dem Masseanschluss der Spannungsquelle (GND) verbinden.

Die Analogeingänge sind als Differenzeingänge ausgeführt. Beide Eingänge verwenden eine gemeinsame Bezugsleitung.

Die Analogeingänge können flexibel verwendet werden:

- Vorgabe von Sollwerten für Strom, Geschwindigkeit oder Position
- Anschluss von Istwertgebern für Drehzahl oder Position
- Verwendung als freier Messeingang (Abfrage über die Schnittstelle)

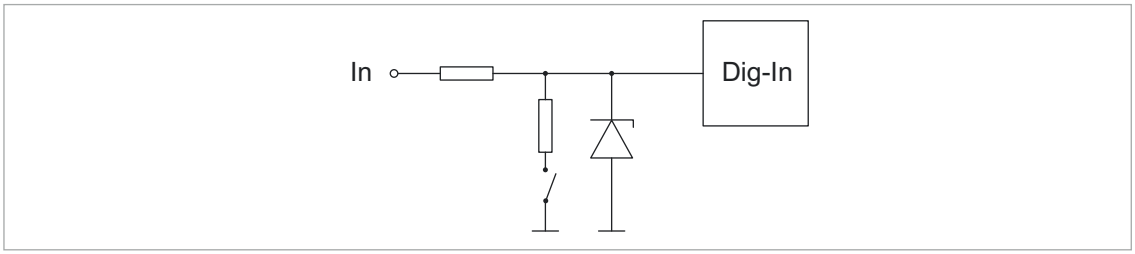


Abb. 22: Schaltbild Digitaler Eingang (intern)

Die Digitaleingänge sind vom Eingangspegel her umschaltbar (PLC/TTL). Der Eingangswiderstand beträgt ca. 30 kΩ. Die Digitaleingänge können für folgende Zwecke konfiguriert werden (siehe Antriebsfunktionen):

- Digitaler Eingang für Referenz- und Endschalter
- Anschluss eines externen Encoders
- PWM (Pulse Width Modulation)-Sollwertvorgabe für Strom, Geschwindigkeit und Position

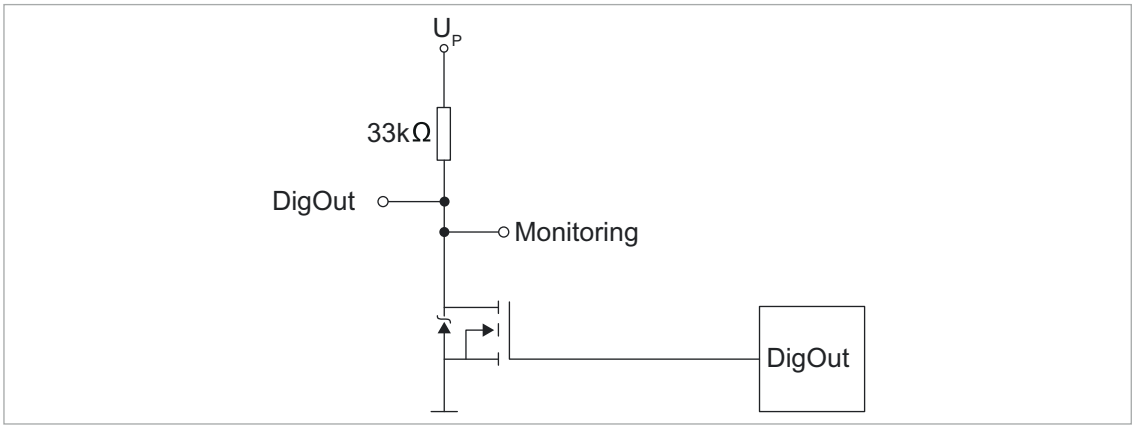


Abb. 23: Schaltbild digitaler Ausgang (intern)

Der digitale Ausgang hat folgende Eigenschaften:

- Schalter, der nach GND schaltet (Open Collector)
- Überwachter Ausgangsstrom (im Fehlerfall ist der Schalter geöffnet)

Einem digitalen Ausgang kann ein Fehlerausgang zugewiesen werden. Er kann frei programmiert werden.

4.2.7 Schaltbilder extern

Bipolare analoge Sollwertvorgabe über Potentiometer

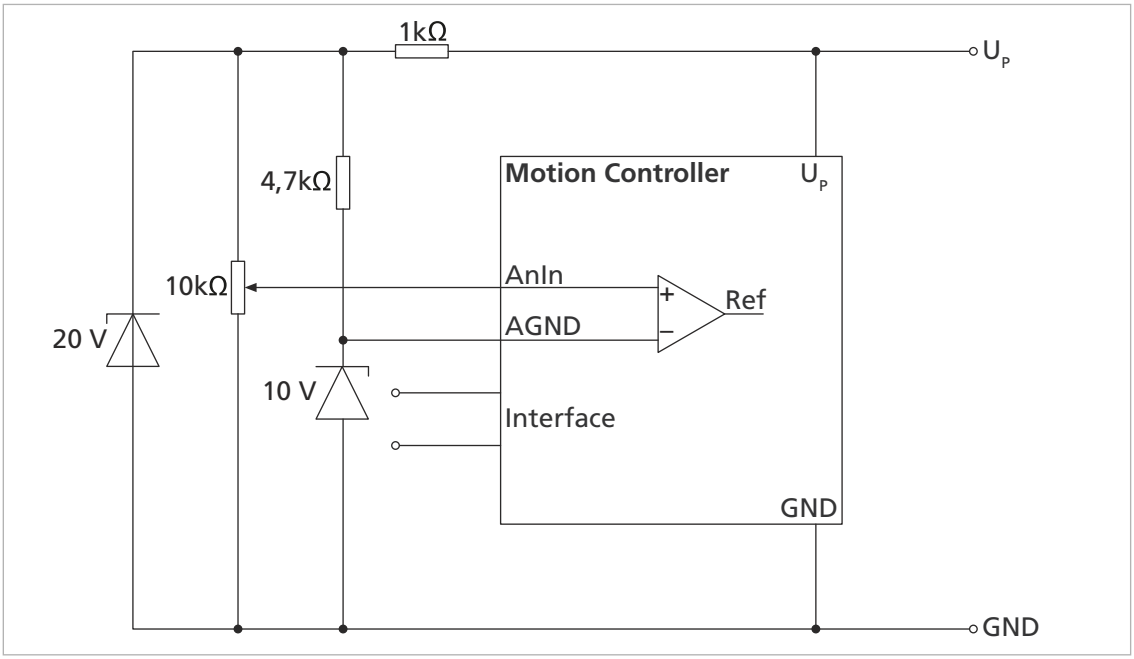


Abb. 24: Bipolare analoge Sollwertvorgabe über Potentiometer

Analoge Sollwertvorgabe über Potentiometer mit intern eingestelltem Offset und Skalierung

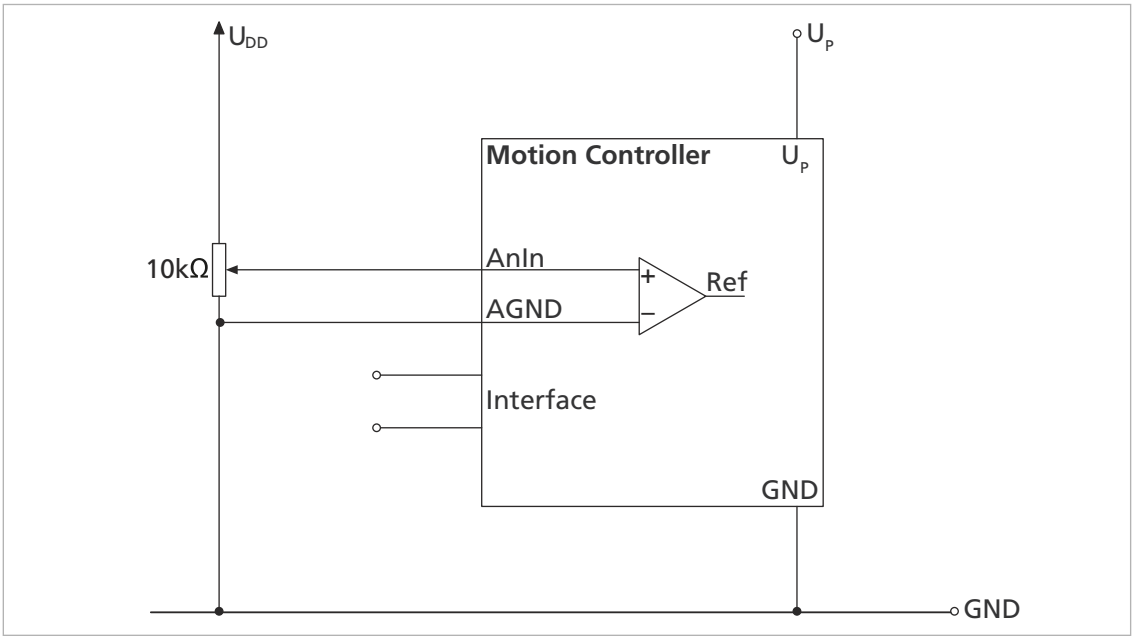


Abb. 25: Analoge Sollwertvorgabe über Potentiometer mit intern eingestelltem Offset und Skalierung

Anschluss von Referenz- und Endschalter

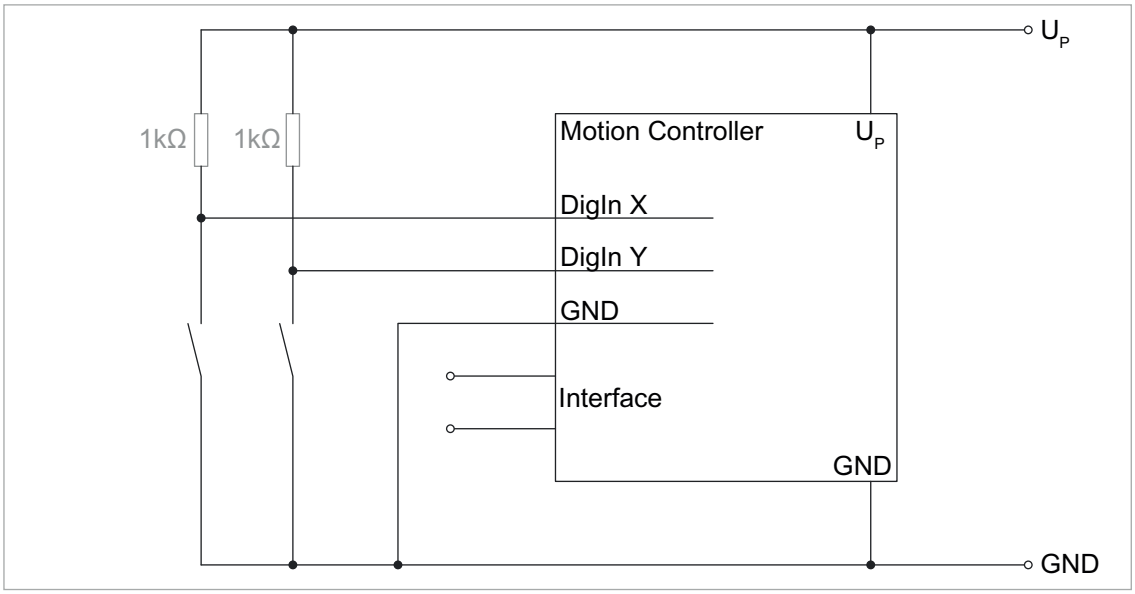


Abb. 26: Anschluss von Referenz- und Endschalter

Je nach Schaltertyp kann die Verwendung von zusätzlichen Pull-Up-Widerständen notwendig sein. Im Motion Controller sind intern keine Pull-Up-Widerstände verbaut.

Anschluss externer Verbraucher (Warnlampe, Bremse, Solenoid)

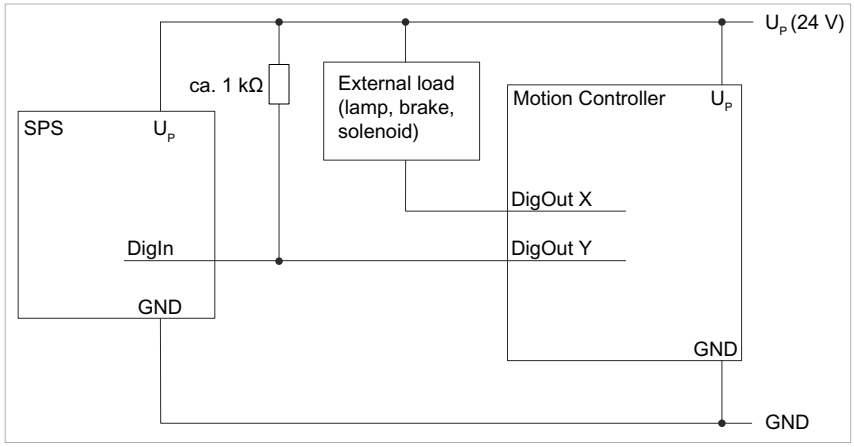


Abb. 27: Anschluss externer Verbraucher

Anschluss eines externen Inkrementalencoders

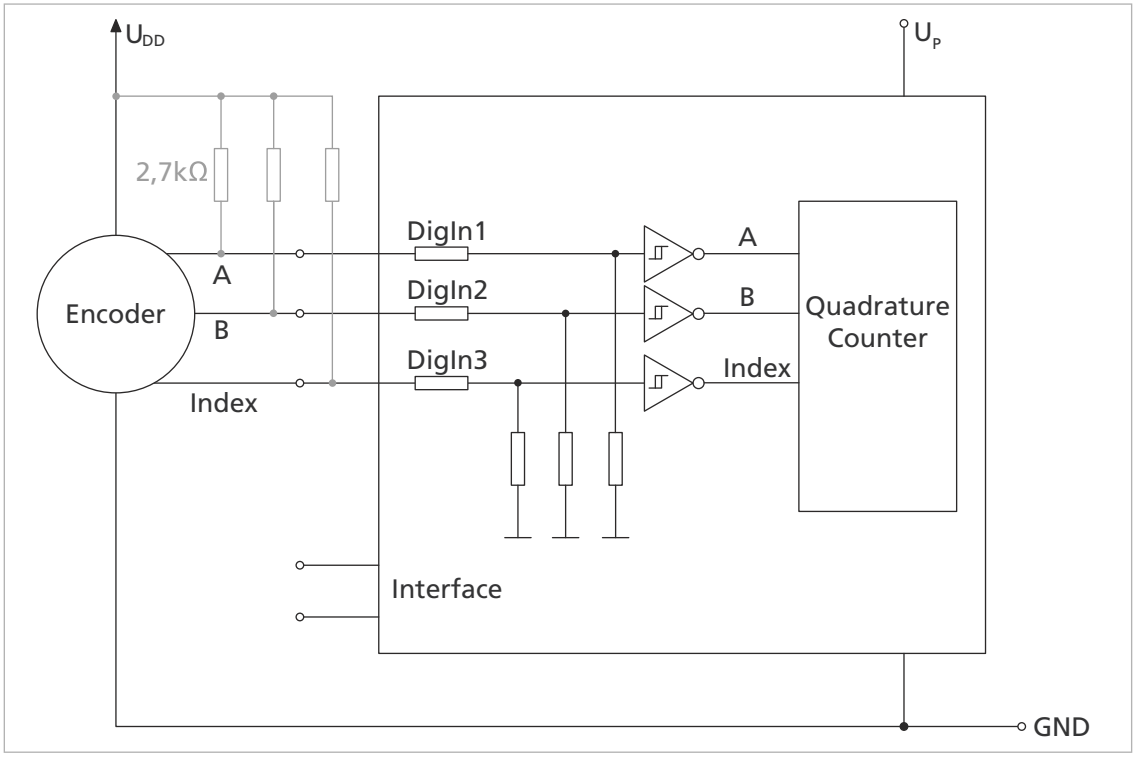


Abb. 28: Anschluss eines externen Inkrementalencoders

Je nach Encodertyp kann die Verwendung von zusätzlichen Pull-Up-Widerständen notwendig sein. Im Motion Controller sind intern keine Pull-Up-Widerstände verbaut.

Verdrahtung zwischen PC/Steuerung und einem Antrieb

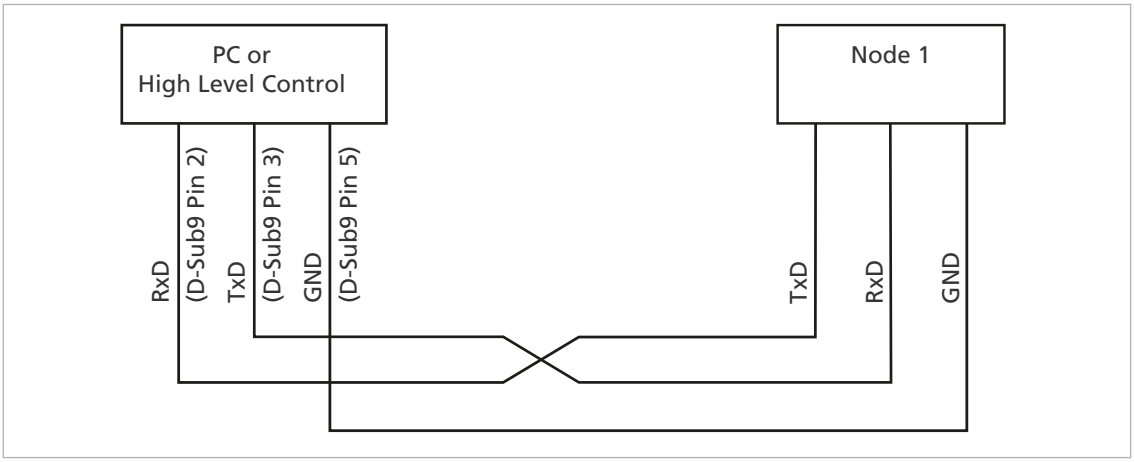


Abb. 29: Verdrahtung zwischen PC/Steuerung und einem Antrieb

Verdrahtung mit mehreren Motion Control Systemen im RS232–Netzwerkbetrieb

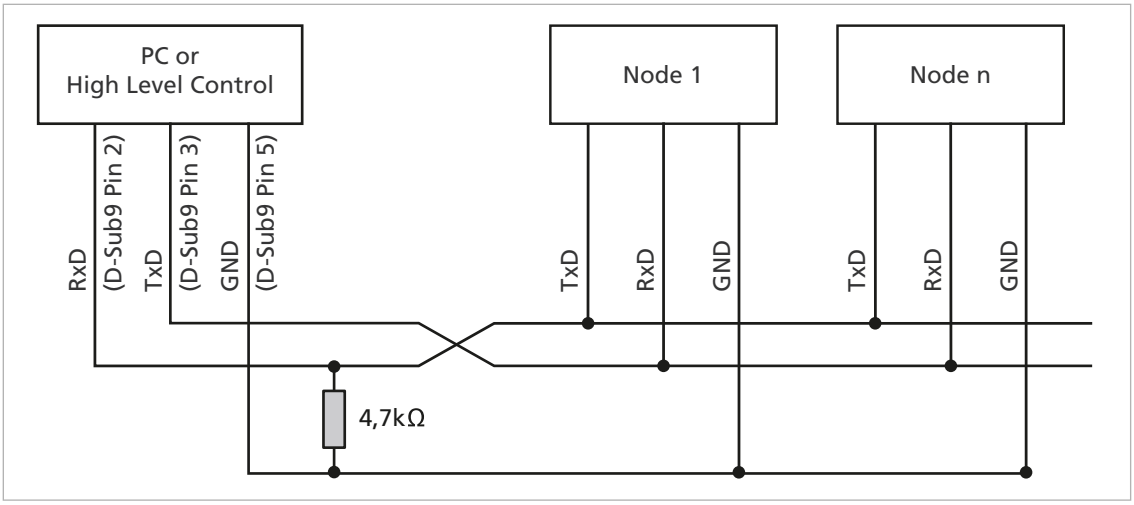


Abb. 30: Verdrahtung mit mehreren Motion Control Systemen im RS232–Netzwerkbetrieb

Abhängig von der Anzahl der vernetzten Motion Control Systeme kann ein kleinerer Wert für den Pull-Down Widerstand nötig sein.

Anschluss im CANopen-Netzwerk

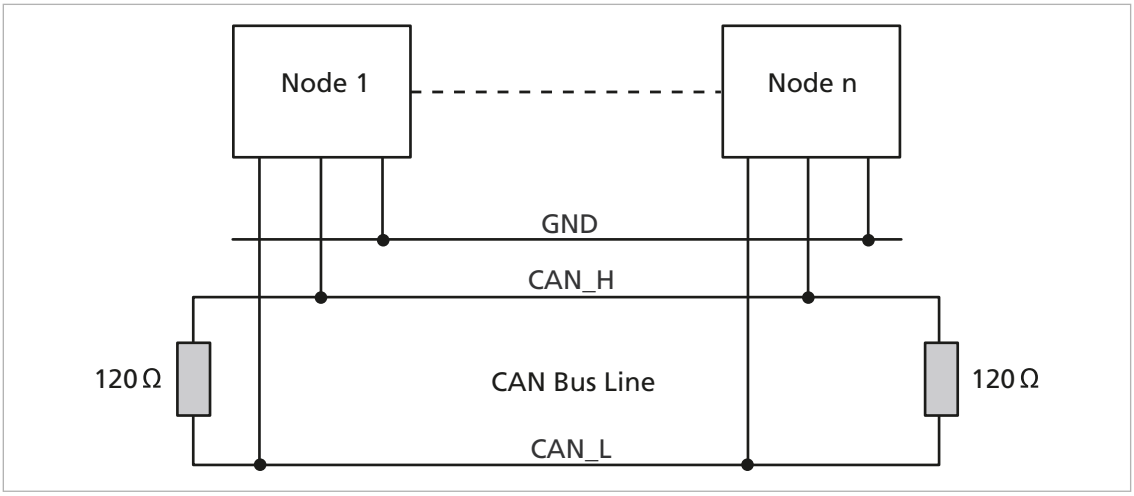


Abb. 31: Anschluss im CANopen-Netzwerk

In nicht linienförmigen CAN-Verdrahtungen kann es notwendig sein, den Betrag und den Montageort der Abschlusswiderstände individuell zu optimieren. Zum Beispiel kann in sternförmigen Aufbauten ein zentraler Abschlusswiderstand von 60 Ohm besser geeignet sein. Im laufenden Betrieb sollte bei optimal ausgeführtem Abschluss keine Häufung von Error-Frames beobachtet werden können.

4.3 Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV)

- Befolgen Sie die Anweisungen in den folgenden Kapiteln, um eine EMV-gerechte Installation durchzuführen.

⚠ WARNUNG

Der Motion Controller kann hochfrequente Störungen verursachen, die die Funktionsweise von elektronischen Implantaten und anderen elektronischen Geräten beeinflussen können.

- Insbesondere bei der Verwendung in Wohnumgebungen geeignete Entstörmaßnahmen treffen.
- Hinweise für den EMV-gerechten Aufbau beachten.

HINWEIS

Steuerungen mit qualifizierten Grenzwerten nach EN 61800-3: Kategorie C2 können in Wohngebieten Funkstörungen verursachen.

- Für diese Steuerungen zusätzliche Maßnahmen zur Ausbreitungsbegrenzung von Funkstörungen ergreifen.

4.3.1 Betrachtete Systeme

In den folgenden Betrachtungen wird von Installationen ausgegangen, die mit folgenden Schaltbildern beschrieben werden können.

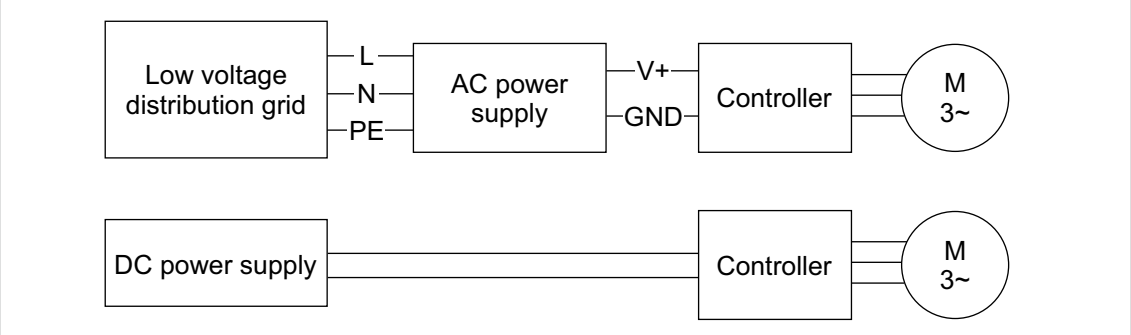


Abb. 32: Schaltbilder der betrachteten Systeme

AC-Netz-System

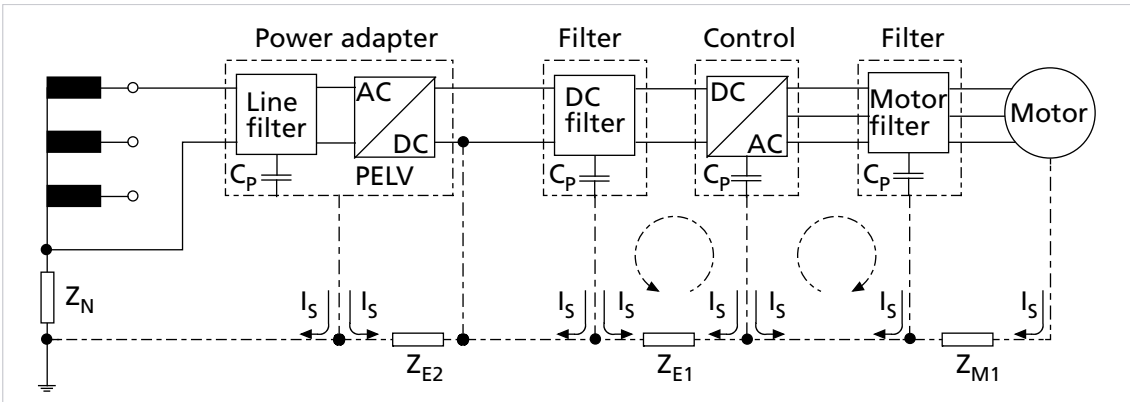


Abb. 33: Störquellen in einem AC-Netz-System

Z_N Netzimpedanz Netztransformator – Netzteilanschluss

ZE_1 Gleichtaktimpedanz Elektronik DC-Seite

ZE_2 Gleichtaktimpedanz Elektronik AC-Seite – Netzteilanschluss

ZM_1 Impedanz Motorgehäuse – Controller

I_S Störstrom

C_P Parasitärkapazität/Filterkapazität

Die Haupt-Störstromerzeugung geht üblicherweise von folgenden Bauteilen aus:

- Halbleiter
- Kapazitive Anteile der Motorleitung
- Parasitäre Elemente im Motor

Der Betrieb der Motoren mit PWM ist hier die Ursache.

Der DC-DC-Wandler im Gerät und das verwendete Schaltnetzteil erzeugen ebenfalls Störungen, die in das Netz zurückwirken können. Die erzeugten Störungen des DC-DC-Wandlers im Gerät sind aber üblicherweise aufgrund der geschalteten Leistung (<5 W) kaum relevant.

Im Gegensatz dazu stehen das Schalt-Netzteil, das den Controller mit Motorspannung bzw. Elektronikspannung versorgt, und die PWM-Ansteuerung. Je nach Auslegung, Qualität und Effektivität der integrierten Filter (soweit vorhanden) kann das Netzteil ebenfalls stören.

Die qualitative Bewertung eines Netzteils kann mit einer Störspannungsprüfung und einer resistiven Last (z. B. lüfterlose Heizung / Kochplatte) durchgeführt werden.

DC-Netz-System

Beim Anschluss an das DC-Netz wird vorausgesetzt, dass die Schaltstörungen des Netzteils vernachlässigbar sind. Es kann mit einem linearen Netzteil gearbeitet werden, um diese Störeinflüsse zu verringern.

Problemlösungen
Die Störungen können je nach Last und Aufbau variieren.

Lösung	Wirkweise	Vorteile	Nachteile
3-phasige Gleichtaktdrossel / Ferritring um alle Motorphasen	Entfernt Gleichtaktstörungen des Motors	▪ Entfernt HF-Gleichtaktstörungen ▪ Schneller Test möglich	▪ Entfernt nicht alle Störungen ▪ Konfektionierung notwendig
PWM-Motorfilter (z. B. EFM 5003 6501.00357)	Entfernt Schaltflanken auf dem Motorkabel durch DC-Mittelwertbildung	Störungen treten nur noch eingangsseitig auf	Entfernt nicht alle HF-Störungen
Motorfilter und Ferrite (z. B. EFC 5008 6501.00351)	Entfernt HF-Störungen auf dem Motorkabel	Für Funkabstrahlung optimal	Entfernt nicht alle niederfrequenten Störungen
Eingangsfilter vor dem Controller (z. B. EFS 5004 6501.00350)	Entfernt Störungen der Schaltregler und einen Teil der Motorstörungen auf DC-Netzen	Bestehen einer Störspannungsmessung bei korrekter Verdrahtung	Entfernt keine Störung auf Motorseite
Netzfilter vor dem Schalt-Netzteil	Entfernt Gleichtaktstörungen des Netzteils	Sehr preiseffektive Lösung	▪ Oft nur für Netzteil wirksam ▪ Entfernt nicht alle Störungen

Die Wirksamkeit der genannten Varianten ist nur dann gegeben, wenn die nachfolgenden Kapitel korrekt befolgt werden.

4.3.2 Funktionserdung

⚠ GEFAHR

Lebensgefahr durch Erdableitströme ≥3,5 mA

- Erdung der Geräte auf ordnungsgemäße Installation prüfen.

Das Erdungssystem ist essenziell für die Störstromableitung und für eine möglichst gleichmäßige Potentialverteilung im System. Die effizientesten Systeme sind sternförmig oder maschenförmig. Eine sternförmige Anbindung ist einfacher umzusetzen.

- Auf einen ausreichenden Querschnitt und eine sehr gute elektrische Masseverbindung achten, damit die Übergangswiderstände nicht nur für niederfrequente Ströme niedrig sind.

  Die Masseverbindung kann z. B. durch Entfernen der Oxidschichten von den Leiterenden mit einem Schmirgelpapier verbessert werden.

Für elektrische Sicherheit:

- Gemäß aktuellen Normen und Richtlinien erden.
- Getrennte Schutzleiter für alle erforderlichen Teile (z. B. Netzversorgung, Motor, Steuerung) verwenden.
- Erdungskabel so kurz wie möglich halten.

Für Funktionserdung:

- Einen möglichst engmaschigen Geflechtschirm verwenden.
- Kontakte direkt auf die Massefläche bevorzugen.

  Kontakte auf den Controller und dann auf die Massefläche vermeiden.
- Großflächige Anbindung bevorzugen.

4.3.3 Leitungsführung

⚠ WARNUNG

Im Antriebssystem werden Spannungen >25 V AC erzeugt und weitergeleitet.

- Verdrahtung des Antriebssystems berührgeschützt aufbauen.
- Antriebssystem nur an einem SELV- bzw. PELV-Versorgungsnetz betreiben.

Die Leitungsführung hängt von diversen Faktoren ab, wie z. B.:

- Ist das Kabel geschirmt, verdrillt?
- Wurden störungsverringernde Maßnahmen getroffen?
- Welches Material und welche Leitungsführung werden im Kabelschacht verwendet?
- Über welche Fläche wird das Kabel geführt?

Bei der Verlegung der Kabel folgendes beachten:

- Einen vollflächigen, u-förmigen und, wenn möglich, metallischen Kabelkanal verwenden.
- Die Kabel in der Nähe der Ecken des Kabelkanals verlegen.
- Die Kabel möglichst nach Funktion trennen.
- Abstände bei der Kabelverlegung einhalten.

  Je nach Zone im Schaltschrank können die Abstände unterschiedlich sein.
- Wenn möglich, alle Kabel als Twisted-Pair bzw. in Funktionsgruppen verdrillt und geschirmt ausführen (z. B. Motorphasen zusammen, Hallsensoren und -Versorgung zusammen).

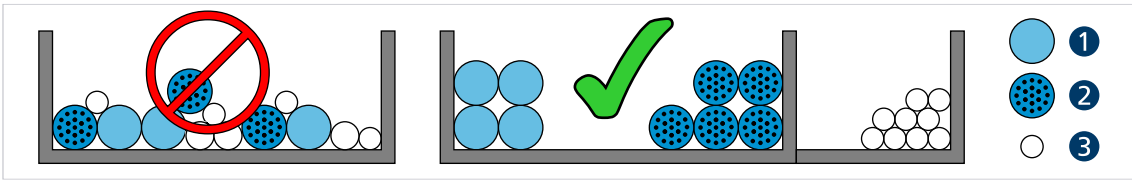


Abb. 34: Verlegung im Kabelkanal

1 Hochstromkabel
2 Digitalkabel
3 Sensorkabel

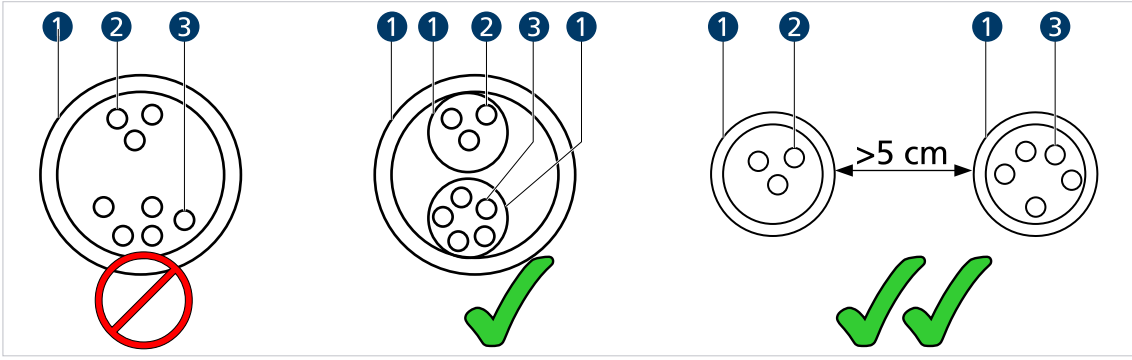


Abb. 35: Gruppierung und Schirmung der Kabel

1 Schirm
2 Motorphase
3 Hall-Sensor

4.3.4 Schirmung

- Kabel in jedem Fall schirmen.

  Kabel mit Längen >3 m mit engmaschigem Kupfergeflecht schirmen.

- Alle Zuleitungen nach aktuellen Richtlinien/Normen (z. B. IPC-A-620B) schirmen und per (Rund-)Schirmklemme anschließen.

  In Sonderfällen (z. B. mit Pigtail) bzw. nach Qualifizierung kann die Schirmung für folgende Leitungen weggelassen werden:

  - Leitungen mit Längen <50 cm
  - Leitungen mit geringen Versorgungsspannungen (z. B. <20 V)
  - Sensorleitungen

- Schirmklemmen an eine niederimpedante (<0,3 Ω) Masseschiene bzw. Massefläche anschließen.
- Eine Sternpunkt-Masseverbindung herstellen (siehe Kap. 4.3.2, S. 51).
- Die Motorphasen in einem Schirm, getrennt von den Sensor- oder Encodersignalen, führen und mindestens motorseitig auflegen (siehe 1 bzw. 2 in Abb. 36).

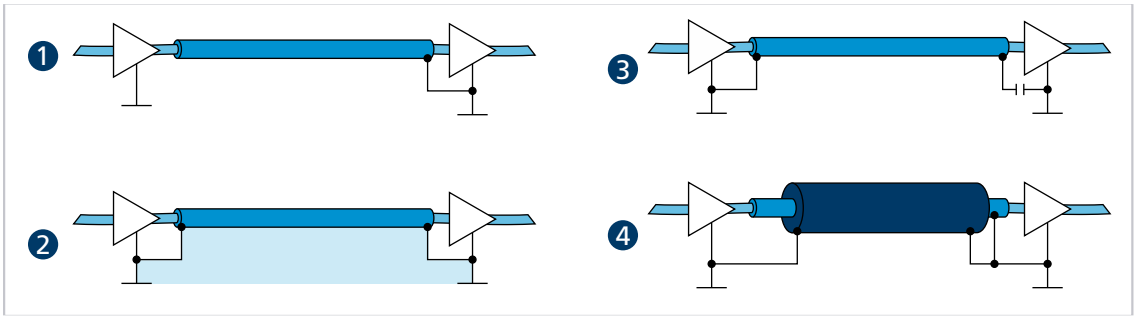


Abb. 36: Verschiedene Möglichkeiten der Schirmanbindung

1 Unterdrückung von elektrischen Feldern
2 Magnetisches Wechselfeld
3 Unterbrechung der Erdschleife für Gleichströme bzw. niederfrequente Ströme
4 Ableitung von Störströmen auf dem Bezugspotential

Optional können die Sensorsignale mit den Motorphasen in einem gemeinsamen Kabel/Isolationsschlauch unter Verwendung eines weiteren Außenschirmgeflechts geführt werden. Dieses Außenschirmgeflecht muss beidseitig aufgelegt werden (z. B. 4 in Abb. 36). Eine Lösung wie 2 in Abb. 36 ist für diese Konfiguration nicht in jedem Fall funktionsfähig. Falls dies durch Erdversatz nicht möglich ist, die HF-Verbindung über speziell geeignete Kondensatoren (z. B. Safety-Kondensatoren wie Y1/Y2/X1/X2, siehe 3 in Abb. 36) herstellen. Dabei den Schirm außer an Motoranschluss- und Controllerseite nicht mehrfach auflegen.

4.3.4.1 Schirmverbindung herstellen

Die besten Ergebnisse bei der Herstellung einer Schirmverbindung am Kabel erhält man auf folgende Weise:

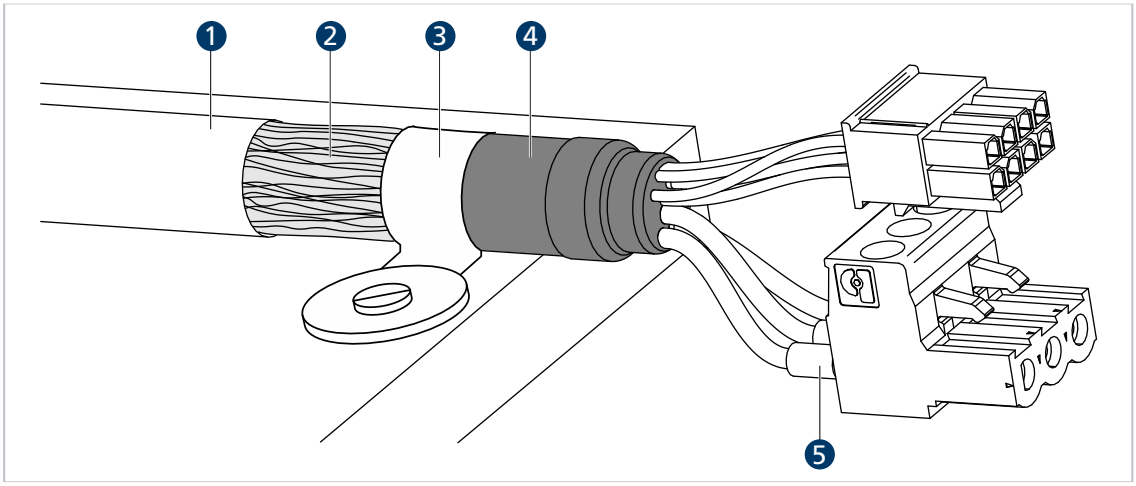


Abb. 37: Schirmverbindung Motorkabel

1 Äußerer Kabelschirm
2 Schirmgeflecht
3 Schirmklemme
4 Schrumpfschlauch
5 Krimp-Hülse

1. Den äußeren Kabelschirm (1) ca. 50…100 mm entfernen. Darauf achten, dass keine der Fasern des Schirmgeflechts (2) zerstört wird.
2. Den Schirm entweder zurückschieben oder auf das Kabel umstülpen und mit einem Schrumpfschlauch (4) fixieren.
3. Die Kabelenden optional mit Krimp-Hülsen (5) versehen und an die Steckverbinder konfektionieren.
4. Den Schirm und das fixierte Ende des Schrumpfschlauchs mit Kabelbinder (3) befestigen.

4.3.4.2 Schirmverbindung mit Kabelschuh herstellen

Eine Schirmverbindung mit Kabelschuh sollte möglichst vermieden werden. Wenn doch notwendig, sollte die Verbindung wie folgt hergestellt werden.

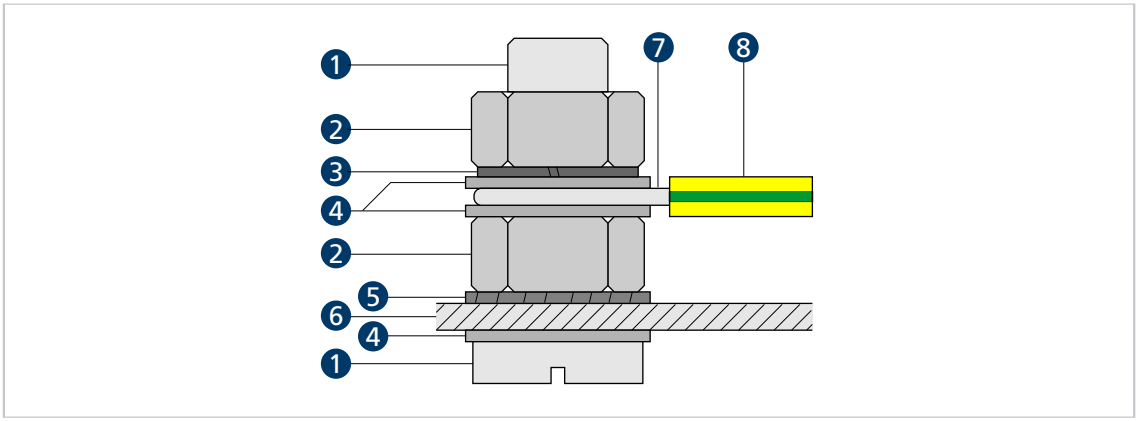


Abb. 38: Schirmverbindung mit Kabelschuh

1	*Schraube*	*5*	*Zahnscheibe*
2	*Mutter*	*6*	*Wand*
3	*Federring*	*7*	*Leiteröse*
4	*Scheibe*	*8*	*Schutzleiter*

1. Fläche rund um die Bohrung aufrauen, um die Oxidschicht so gut wie möglich zu entfernen.
2. Schraube mit Unterlegscheiben durch den Kabelschuh führen.
3. Zahnscheibe auf die Schraube aufbringen.

   Je nach Schraubenlänge die Zahnscheibe auch auf die aufgeraute Fläche legen.
4. Schraube mit Mutter auf der Unterseite fixieren bzw. in das Gewinde einschrauben.

4.3.5 Sensor- und Encoder-Schnittstellen

In Kap. 4.2.2, S. 23 sind unterschiedliche Lösungen für verschiedene Leitungslängen beschrieben. Ziel sollte hier sein, die Signalqualität möglichst auf ein sicher nutzbares Minimum zu erhöhen.

Die bei FAULHABER verwendeten Sensorsysteme zur Winkelbestimmung sollten entsprechend ihres Nutzfrequenzbereichs unterteilt werden. Je nach Frequenzbereich eignen sich verschiedene Filtermaßnahmen.

- Analoge Hallsensoren (sehr niederfrequent)
- Digitale Hallsensoren und Quadraturschnittstellen
- Absolutencoder

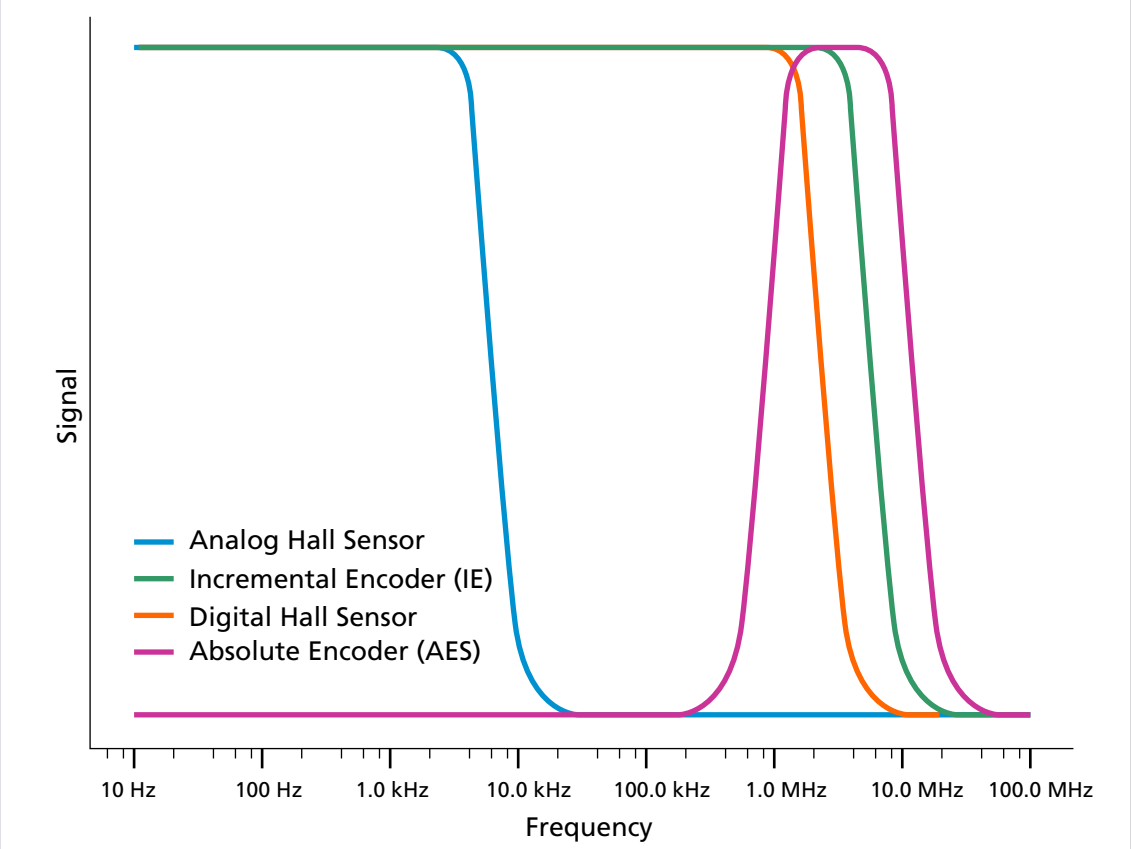


Abb. 39: Nutzfrequenzbereiche der Encoder

- Zur Bewertung der Störeinflüsse auf das Signal (Übertragungsqualität) die Signale messen.
- Darauf achten, dass keine parasitären Effekte gemessen werden. Hierbei das Referenzpotential richtig wählen und möglichst direkt am Controller messen.

Unabhängig von allen genannten Sensorsystemen gilt: Eine differentielle Signalübertragung mit Linedriver ist eine effektive Maßnahme, um die Störempfindlichkeit für größere Leitungslängen zu reduzieren.

Weitere Maßnahmen für die verschiedenen Sensorsysteme finden sich in den folgenden Abschnitten.

4.3.5.1 Analoge Sensorik und Analoge Hallsensoren

- Analoge Sensorleitungen möglichst schirmen und entfernt von (geschirmten) Motorleitungen führen.
- Schirm einseitig, möglichst auf Motorseite, auflegen.

Die Signalqualität kann mit einem Kondensator (470 nF, Spannungsfestigkeit > 100 V) zwischen Geräteschirm und Sensorversorgung (+5 V) verbessert werden.

4.3.5.2 Inkremental-Encoder / Digitale Hallsensoren / Digitale Sensorik

Digitale Hallsensoren sind aufgrund der erhöhten Signalhysterese robuster als analoge Hallsensoren.

Inkremental-Encoder sind robust durch eine Vier-Flanken-Auswertung im Controller.

4.3.5.3 Encoder mit Absolutschnittstelle

- Den Schirm der Encoderleitungen beidseitig auflegen.

Auf Controllerseite nahe des Encoder-Steckverbinders wird zwischen Data+ und Data– ein Abschlusswiderstand von 120 Ω dringend empfohlen. Dieser muss bei Bedarf auf der Trägerplatine integriert werden.

Alternativ kann zur Erhöhung der Störfestigkeit eine sogenannte Split-Terminierung anstelle der 120 Ω eingesetzt werden. Siehe auch Gerätehandbuch AEMTL (Handbuch-Nr. 7000.0x070).

Eine Signalstörung führt bei einer Absolutschnittstelle unmittelbar zu ungültigen Positionswerten während der Störung. Daher ist eine störunempfindlichere, differentielle Datenübertragung vorteilhaft.

4.3.6 Verwendung von Filtern

Die Filter sind in verschiedene Funktions- und Strombereiche unterteilt.

Filterarten:

- Eingangsseitige Filter: Filter auf Seite der Versorgungsspannung
- Motorseitige Filter: Filter, die zwischen Controller und Motor in die Motorphasen geschaltet werden

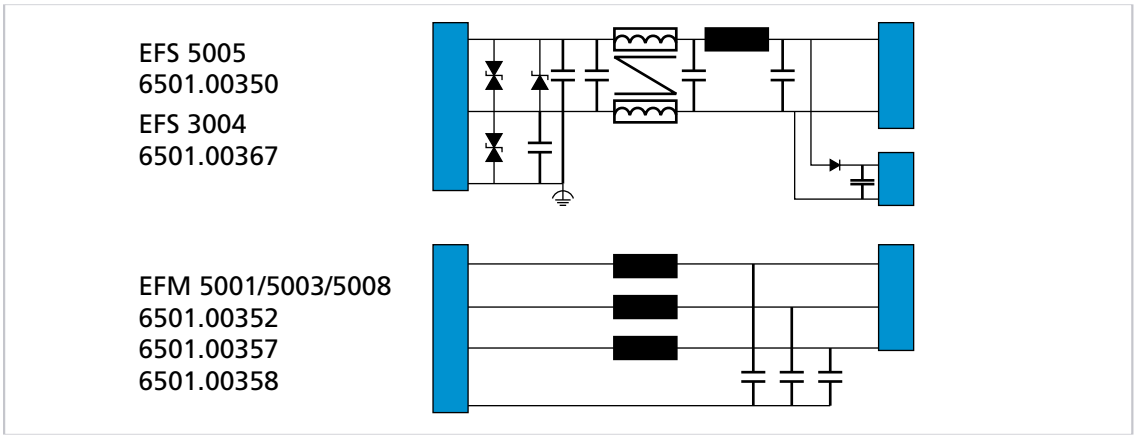


Abb. 40: Filterkategorien von FAULHABER

4.3.6.1 PWM-Filter (motorseitig)

Die PWM-Filter sind auf die maximale Motorversorgungsspannung mit einem Nominalwert von 50 V (+10%) ausgelegt und erlauben einen Nennmotorstrom von 1, 3 oder 8 Ampere. Bei DC-Motoren kann der Zuleitungseffektivwert verwendet werden. Der Spitzenstrom kann mit 3 s angenommen werden.

Die Motorfilter sind nur für die PWM-Frequenz 100 kHz geeignet. Geringere PWM-Frequenzen müssen explizit getestet werden, da die Verlustleistung bei geringerer PWM-Frequenz ansteigt.

Alle PWM-Filter benötigen für die korrekte Filterwirkung eine 0V-Anbindung, die möglichst kurz mit der 0V-Spannung (GND) der Motorversorgung (Anschluss X5 der Versorgungsseite) verbunden werden sollte.

4.3.6.2 Abstrahlungsreduzierende, ferritbasierte Filter (motorseitig)

Diese Filter benötigen nur drei Phasenanschlüsse. Die 0V-Rückleitung (siehe Kap. 4.3.6.1, S. 58) wird nicht benötigt. Alle PWM-Frequenzen können verwendet werden. Die Filter verringern teilweise die Flankensteilheit der Motorspannung/Ströme und reduzieren so hochfrequente Koppelströme auf den Schirm.

4.3.6.3 Eingangsseitige Filter

Das Evaluationboard ist bereits mit Maßnahmen zur störungsreduzierenden Wirkung ausgestattet. Zusätzliche eingangsseitige Filter (FAULHABER 6501.00367) werden üblicherweise nur bei Umgebungsbedingungen benötigt, die besondere Anforderungen an die Störfestigkeit stellen oder wenn die Störaussendung auffällig ist. Diese Filter sind für Anwendungen, die entweder den Motorfilter nicht verwenden können (z. B. integrierte Controller) oder bei denen die Filterung durch die Motorfilter nicht ausreicht.

Hier wird mit zwei Filtermaßnahmen gearbeitet:

- Maßnahme vergleichbar mit großen Kondensatoren (ca. >100 µF), so nah wie möglich an der Steuerung und möglichst Low-ESR-Kapazitäten
- Ableitung einer Gleichtaktstörung mit einer Gleichtaktdrossel, einem Tiefpass-Filter und Kondensatoren zwischen Funktionserde und Gleichspannungsversorgung

4.3.6.4 Isolationswiderstand

Die Filter von FAULHABER sind nicht für einen Isolationswiderstandstest vorgesehen. Die Ableitung der Gleichtaktstörung mit Kondensatoren verhindert ein sinnvolles Ergebnis bei einem Isolationstest.

4.3.6.5 Ferritring wickeln

Idealerweise werden Ferrite aus Mangan-Zink-Material verwendet, die im Bereich 1…10 MHz aktiv sind. Übliche Durchmesser liegen zwischen 25 und 35 mm, auf den jeweils zwei bis drei Windungen mit allen 3 Motorphasen gleichzeitig gewickelt werden.

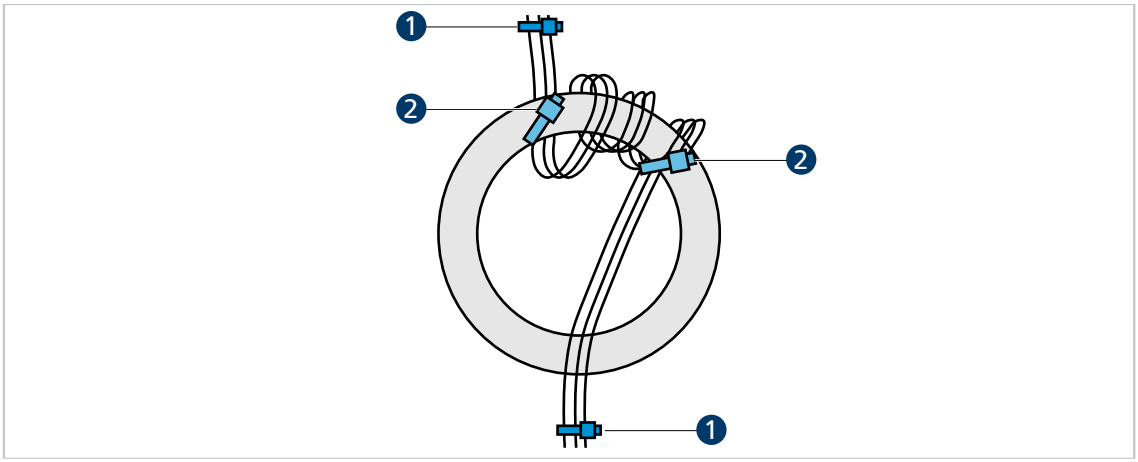


Abb. 41: Ferritring wickeln

1 Fixierung der Motorphasenleitungen 2 Fixierung am Ferritring (optional)

1. Motorphasenleitungen z. B. mit Kabelbinder (1) so fixieren, dass das motorseitige Ende der Leitung vom Anwender wegzeigt und das Steckerende des Kabels zum Anwender hinzeigt.
2. Alle drei Phasen gleichzeitig von unten durch den Ferritring führen.
3. Die durchgeführten Litzen im Uhrzeigersinn neben der ersten Durchführungsstelle wieder durch den Ring führen, sodass eine Windung entsteht.
4. Auf dieselbe Weise 2 weitere Windungen direkt neben der vorhandenen Windung wickeln.

   ↳ Im Ferritring befinden sich 9 Litzen.
5. Motorphasenleitungen erneut z. B. mit Kabelbinder (2) am Ferritring fixieren.

4.3.7 Fehlervermeidung und Fehlersuche

1. Kann das Problem eindeutig auf das FAULHABER-Antriebssystem zurückgeführt werden?
   a) Endstufe aus- und einschalten.

      Hier ist der Spannungssteller-Modus geeignet.

   b) Controller-Versorgungsspannungen ausstecken oder Controller über ein eigenes dafür verwendetes externes Netzteil betreiben.

   c) Falls vorhanden, nicht benötigte Systemkomponenten ausschalten.

2. Sind die in Kap. 4.3.2, S. 51 dargestellten Maßnahmen durchgeführt und getestet worden?
   a) Kann ein einheitliches Erdpotential z. B. durch von Verwendung von großen Kabelquerschnitten sichergestellt werden?

   b) Ist die HF-Qualität der Verbindungen sichergestellt?
      - Verbindung durch Metall-auf-Metall-Verbindungselemente herstellen.
      - Anstrichstoffe oder andere isolierende Werkstoffe entfernen. Auf korrekte Schirmanbindung prüfen.

3. Sind die empfohlenen Kabel verwendet worden?
   a) Motorleitungen im Zubehör-Katalog auswählen.

   b) Motorleitungen geschirmt ausführen, da diese sonst als Antenne wirken.

      Ungeschirmte Leitungen können Störungen in der Umgebung verursachen. Die Schirmung kann bei Unsicherheit doppelt ausgeführt werden, siehe FAULHABER Zubehör-Katalog und Kap. 4.3.4, S. 53.

4. Sind die Kontakte richtig verschraubt bzw. richtig zusammengesteckt?
5. Sind die Leitungen gemäß den Normen/Richtlinien (z. B. IPC-A-620B-2013) verlegt?
   a) Sensorkabel und Encoder mindestens 10 cm von den Motorphasen entfernt führen.

   b) Sensorkabel mindestens 10 cm von allen anderen Signalkabeln führen, die nicht auch Sensorkabel sind. Alternativ Absolut-Encoder und/oder Line Driver verwenden.

   c) Leitungen von Starkstrom- und Netzkabeln fernhalten.

   d) Kabel nur in einem Winkel von 90° kreuzen.

6. Ist die Verwendung von Filtern notwendig?
   a) Bei schlechter Signalqualität oder bei zu erwartenden bzw. auftretenden Störungen Filter verwenden.

   b) Produktauflistung in Kap. 4.3.5, S. 56 beachten.

Konformität-Messungen

Folgende Punkte müssen bei der Konformität-Messung beachtet werden:

Geleitete Störspannungsmessung	Abgestrahlte Störspannungsmessung
▪ Bei der Kabelverlegung alle Schleifen entfernen. ▪ Kabel mäanderförmig verlegen.	▪ Zuleitungen und Motorkabel möglichst über eine Massefläche führen.
▪ Den Schirm des Motorkabels auf Motorseite und so knapp wie nur möglich auf Controllerseite auflegen. ▪ Den Schirm großflächig auflegen, möglichst mit Rundanbindung.	▪ Motorkabelschirm möglichst kurz anschließen ▪ Motorkabel so kurz wie möglich halten.
▪ Eingangsfilter verwenden. Bei der Auswahl auf den Unterschied der Filterdämpfung zwischen 50 Ω und realistischen Werten 1/100 Ω bzw. 100/1 Ω Messung achten.	▪ Motorfilter verwenden und möglichst kurz anbinden.
▪ Kabel möglichst mit Schirmklemmen oder mit Klebeband fixieren.	

5 Wartung und Diagnose

5.1 Wartungstätigkeiten

Der Antrieb ist grundsätzlich wartungsfrei. Je nach Staubanfall müssen die Luftfilter von Schrankgeräten regelmäßig kontrolliert und bei Bedarf gereinigt werden.

5.2 Diagnose

Motion Controller

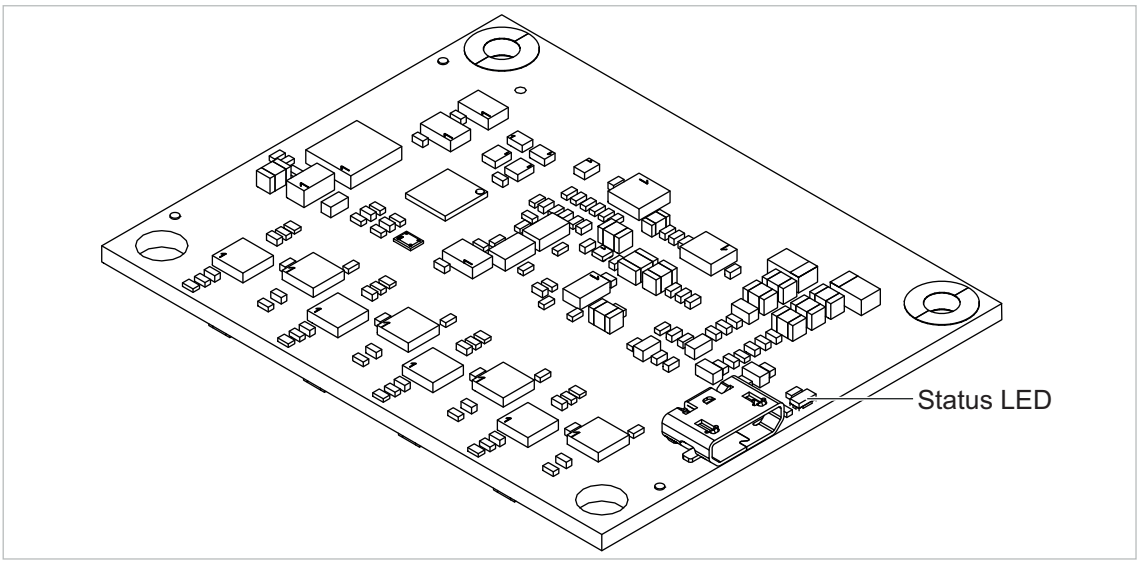


Abb. 42: MC 3602 B Status LED

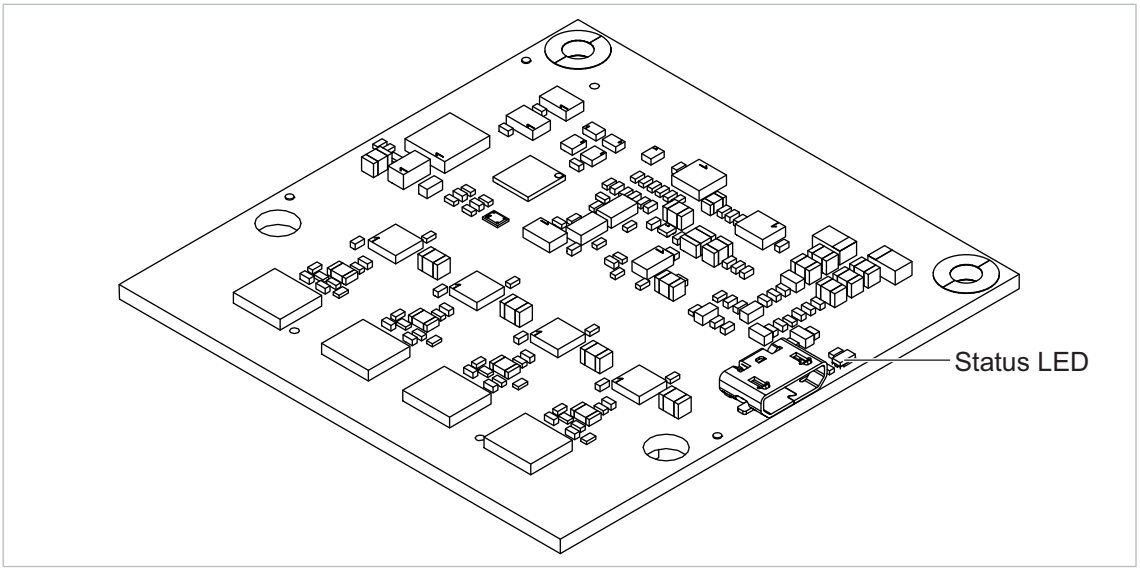


Abb. 43: MC 3606 B Status LED

Tab. 34: LED Funktionen

Bezeichnung	Funktion
Status LED	▪ Grün (Dauerlicht): Gerät aktiv. ▪ Grün (blinkend): Gerät aktiv. Die Zustandsmaschine hat aber noch nicht den Zustand *Operation Enabled* erreicht. ▪ Rot (dauernd blinkend): Der Antrieb hat in den Fehlerzustand gewechselt. Die Endstufe wird abgeschaltet oder wurde bereits abgeschaltet. ▪ Rot (Fehler-Code): Boot-Vorgang fehlgeschlagen. Bitte den FAULHABER Support kontaktieren.

EtherCAT-Modul

Eine Beschreibung der LED-Funktionen des EtherCAT-Moduls finden Sie im separaten Handbuch (siehe Kap. 1.2, S. 5).

5.3 Störungshilfe

Falls bei bestimmungsgemäßer Verwendung wider Erwarten Fehlfunktionen auftreten, kontaktieren Sie bitte Ihren zuständigen Partner.

6 Zubehör

Details folgender Zubehörteile können dem Zubehörhandbuch entnommen werden:

- Anschlussleitungen
- Stecker
- Steckersets
- Montagehilfsmittel
- Zusatzgeräte

7 Gewährleistung

Produkte der Firma Dr. Fritz Faulhaber GmbH & Co. KG werden nach modernsten Fertigungsmethoden hergestellt und unterliegen einer strengen Qualitätskontrolle. Alle Verkäufe und Lieferungen erfolgen ausschließlich auf Grundlage unserer allgemeinen Geschäfts- und Lieferbedingungen, die über die FAULHABER Homepage www.faulhaber.com/agb eingesehen und heruntergeladen werden können.

8 Zusatzdokumente

8.1 Konformitätserklärung

EG–Konformitätserklärung
EC Declaration of Conformity
mit gefordertem Inhalt gemäß ISO/IEC 17050-1
with required content in accordance with ISO / IEC 17050-1

Dokument-Nr. / Monat, Jahr: *Document-no. / month, year:*	EG-00054-001 / 09.2024
Der Hersteller: *The manufacturer:*	**Dr. Fritz Faulhaber GmbH & Co. KG** Faulhaberstraße 1 D-71101 Schönaich Germany

erklärt hiermit, dass das folgende Produkt
declares that the following product

Produktbezeichnung: *Product designation*:	**MC3602 B RS/CO** **MC3602 B ET** **MC3606 B RS/CO** **MC3606 B ET**
Produkttyp: *Product type:*	**Motion Controller** ***Motion Controller***

den grundlegenden Anforderungen entspricht, die in den nachfolgend bezeichneten Harmonisierungsrechtsvorschriften festgelegt sind:
complies with the essential requirements of the following harmonization legislations:

- Richtlinie 2011/65/EU des Europäischen Parlaments und des Rates vom 8.Juni 2011 zur Beschränkung der Verwendung bestimmter gefährlicher Stoffe in Elektro- und Elektronikgeräten – **kurz: RoHS-Richtlinie**
  *Directive 2011/65 / EU of the European Parliament and of the Council of 8 June 2011 on the restriction of the use of certain hazardous substances in electrical and electronic equipment – **short: RoHS directive***

- Richtlinie 2014/30/EU des Europäischen Parlaments und des Rates vom 26.Februar 2014 zur Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten über die elektromagnetische Verträglichkeit – **kurz: EMV Richtlinie**
  *Directive 2014/30/EU of the European Parliament and of the Council of 26 February 2014 on the harmonisation of the laws of the Member States relating to electromagnetic compatibility – **short: EMC directive***

Die Einhaltung dieser Richtlinie(n) setzt die Umsetzung aller in der technischen Dokumentation genannten Maßnahmen voraus.
The measures indicated in all technical documents must be fulfilled in order to meet the requirements of this directive.

DFF/FO_0408 – 01– 17.04.2018

Die Konformität wird in Bezug auf folgende angewandte harmonisierte Normen erklärt:
The declared conformity relates to the following harmonized standards:

Die Übereinstimmung mit den genannten EG-Richtlinien wurde durch Überprüfung gemäß folgender Fachgrundnormen nachgewiesen:
The conformity with the EC guidelines was proven according to the following references to the relevant harmonized standards used:

Richtlinienbezug *Related to directive*	Fundstelle *Document*	Titel *Title*
RoHS-Richtlinie RoHS Directive	EN 50581:2012	Technische Dokumentation zur Beurteilung von Elektro- und Elektronikgeräten hinsichtlich der Beschränkung gefährlicher Stoffe
EMV Richtlinie EMC directive	EN 61800-3:2018-09	Drehzahlveränderbare elektrische Antriebe — Teil 3: EMV-Anforderungen einschließlich spezieller Prüfverfahren

Bevollmächtigter im Sinne des Anhangs II Nr. 1.A Nr. 2, 2006/42/EG für die Zusammenstellung der technischen Unterlagen:
Entitled person within the meaning of Annex II, point 1.A, No 2, 2006/42 / EC, for the compilation of technical documentation:

Schönaich, 02.10.2024 (Datum / *date*) — Dr. Andreas Wagener, Head of Systems Enegineering (*Name, position*) — (Unterschrift / *signature*)

Die alleinige Verantwortung für die Ausstellung dieser Konformitätserklärung in Bezug auf die Erfüllung der grundlegenden Anforderung und die Anfertigung der technischen Unterlagen trägt der Hersteller / diese Erklärung wird verantwortlich für den Hersteller
Only the producer is responsible for providing this declaration of conformity, regarding essential requirements and providing technical documentation / this declaration is, responsible for the manufacturer

Dr. Fritz Faulhaber GmbH & Co. KG
Faulhaberstr. 1
D-71101 Schönaich
Germany

abgegeben durch
issued by

Schönaich, 02.10.24 (Datum / *date*) — Dr. Udo Haberland, Geschäftsführung (*Name, Management*) — (Unterschrift / *signature*)

Diese Erklärung bescheinigt die Übereinstimmung mit den genannten Harmonisierungsrechtsvorschriften, beinhaltet jedoch keine Zusicherung von Eigenschaften.
This declaration assures conformity with the standards and directives cited, but does not represent any guarantee of specific features.

Zusatzangaben:
Additional information

Diese Erklärung gilt für alle Exemplare, die in verschiedenen Leistungsdaten in dieser Serie hergestellt werden.
This statement should be valid for all derivates produced according to the related construction drawings and electrical drawings, which are part of the technical documentation.

DFF/FO_0408 – 01– 17.04.2018

8.2 Einbauerklärung

Einbauerklärung nach Anhang II B,
EG-Maschinenrichtlinie 2006/42/EG
Installation Declaration according to Appendix II B,
EC Machinery Directive 2006/42/EC

Dokument-Nr./Monat.Jahr: *Document No./Month.Year:*	EG-00055-001 / 09.2024
Der Hersteller: *The manufacturer:*	**Dr. Fritz Faulhaber GmbH & Co. KG** Faulhaberstraße 1 D-71101 Schönaich Germany

erklärt hiermit, dass es sich beim nachfolgend bezeichneten Produkt um eine Einbaukomponente (siehe unten) handelt und diese zum Einbau in eine Maschine bestimmt ist. Die Inbetriebnahme dieser unvollständigen Maschine ist solange untersagt, bis festgestellt wurde, dass die Gesamtmaschine, in die diese Komponente eingebaut werden soll, den grundlegenden Schutzanforderungen der hier genannten EG-Maschinenrichtlinie 2006/42/EG entspricht.
herewith declares that the product designated below is an installable component (see below), and that it is intended for installation in a machine. It is prohibited to bring this incomplete machine into service until it has been proven that the machine as a whole in which this component is to be installed meets the basic safety requirements of the here mentioned EC Machinery Directive 2006/42/EC.

Einbaukomponente: *Installable component::*	**MC3602 B RS/CO** **MC3602 B ET** **MC3606 B RS/CO** **MC3606 B ET**
Produkttyp: *Product type:*	**Motion Controller** ***Motion Controller***

Gemäß Anhang VII Teil B der EG-Maschinenrichtlinie 2006/42/EG wurden spezielle technischen Unterlagen für diese unvollständige Maschine erstellt. Durch begründetes Verlangen einzelstaatlicher Stellen können diese in elektronischer Form übermittelt werden.
Pursuant to Appendix VII, Part B of the EC Machinery Directive 2006/42/EC, specific technical documents have been created for this incomplete machine. On reasoned request by national authorities these documents may be transmitted in machine-readable format.

Der Bevollmächtigte für die Zusammenstellung und Übermittlung der relevanten technischen Unterlagen ist:
The person responsible for the compilation and transmission of the relevant technical documents is:

Dr. Andreas Wagener, Dr. Fritz Faulhaber GmbH & Co. KG, Faulhaberstraße 1, 71101 Schönaich, Germany.

Schönaich,	02.10.24 (Datum) *(Date)*	Dr. Udo Haberland, Geschäftsführung *(Name, Chairman)*	 (Unterschrift) *(Signature)*

Seite 1 von 1 EG-00053-001 / 03.2024

7000.00076, 1. Auflage, 13.06.2024
© Dr. Fritz Faulhaber GmbH & Co. KG

DR. FRITZ FAULHABER GMBH & CO. KG
Antriebssysteme

Faulhaberstraße 1
71101 Schönaich • Germany
Tel. +49(0)7031/638-0
Fax +49(0)7031/638-100
info@faulhaber.de
www.faulhaber.com