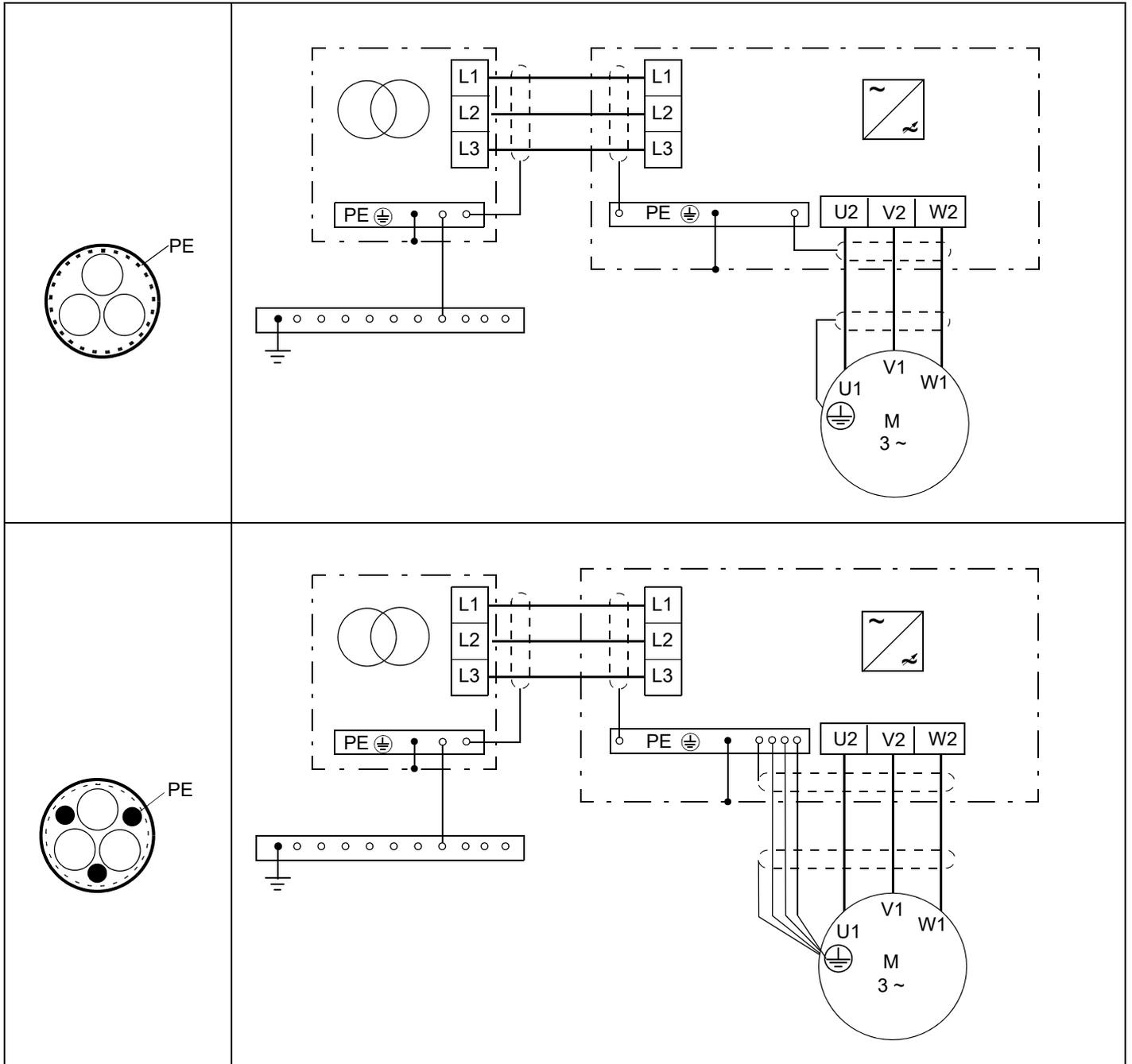


# Referenzhandbuch

## Erdung und Verkabelung von Antriebssystemen





# Referenzhandbuch

Erdung und Verkabelung von  
Antriebssystemen



# Inhalt

---

## 1. Einführung in das Handbuch

Inhalt des Kapitels .....	7
Geltungsbereich .....	7
Angesprochener Leserkreis .....	7
Zweck dieses Handbuchs .....	7
Inhalt des Handbuchs .....	8
Ergänzende Dokumente .....	8
Literaturhinweise zu EMV .....	8
Literatur und Normen zu Lagerströmen .....	8
Normbezüge zur Verkabelung .....	9
Begriffe und Abkürzungen .....	9

## 2. Grundlagen

Inhalt dieses Kapitels .....	11
Ziele der Erdung .....	11
Dämpfung von Motorwellen- und Gehäusespannungen .....	12
Lagerströme .....	12
Erdungsstruktur .....	13
Gebäude ohne Masseflächen .....	13
PE (Schutzerde) im Vergleich zu FE (Funktionserde) .....	14

## 3. Verkabelung von Antriebssystemen

Inhalt des Kapitels .....	15
Allgemeines .....	15
Anschluss des Antriebssystems an das Stromnetz .....	15
Transformator .....	16
Geerdete Sekundärseite (TN- und TN-S-Systeme) .....	16
Nicht geerdete Sekundärseite (IT-Systeme) .....	16
Empfohlene Eingangskabel-Typen .....	16
Anschlussplan eines geschirmten Kabels .....	17
Eingangsanschluss in Hochleistungseinspeisesystemen .....	17
Stromschienensystem .....	17
Kabelbussystem (parallele einadrige Kabel) .....	18
Anschließen des Frequenzumrichters an den Motor .....	19
Risiko von Lagerströmen verringern .....	19
Allgemeine Anweisungen .....	19
Empfohlene Motorkabeltypen .....	19
Ausreichende Leitfähigkeit des Schutzleiters .....	20
Berechnung des Querschnitts .....	20
Ausreichende Schirmleitfähigkeit zur Unterdrückung von Emissionen .....	21
Motorkabeltypen für eine eingeschränkte Verwendung .....	21
Nicht zulässige Motorkabeltypen .....	21
Diagramme der empfohlenen Anschlüsse .....	22
Erdung des Motorkabelschirms auf der Motorseite .....	23
Motorverkabelung von Hochleistungsfrequenzumrichtern .....	24
Potenzialausgleich zwischen Motor und angetriebenem Gerät .....	24

---



Anschlussplan	25
Potenzialausgleich des Motorgehäuses und des Klemmenkastens	26
Beispiel einer Verkabelung des Antriebssystems mit Potenzialausgleich	27
Zu vermeidende Motorkabelverbindungen	28
Asymmetrische vieradrige Kabel	28
Anschlusspläne	28
DC-Stromrichter	30
Steuerkabel auswählen und anschließen	31
Wann geschirmte Kabel zu verwenden sind	31
Kabelschirme verbinden	31
Beschreibung	31
Anweisungen	32
Analoge und digitale Signale in separaten Kabeln	32
Signale, die im selben Kabel geführt werden können	32
Relaiskabeltyp	32
Serielle Kommunikation (z. B. Feldbus)	32
Verkabelung und Isolierung von Drehgebern	32
Potenzialtrennung	32
Gleichtaktdrosseln	33
Verlegung der Kabel	33
Erdungsdiagramm eines AC-Antriebssystems	34
Erdungsdiagramm eines DC-Antriebssystems	35

#### **4. Störungskopplung**

Inhalt des Kapitels	37
Impedanzkopplung	38
So verringern Sie die Kopplung über eine Erdungsschleife	38
Kapazitive Kopplung	39
So verringern Sie die kapazitive Kopplung	39
So verringern Sie die Streukapazität	39
Induktive Kopplung	40
So verringern Sie die induktive Kopplung zwischen Stromkreisen	40
So verringern Sie Gegeninduktivität	40
So erzielen Sie zusätzliche Störungsunterdrückung	40
Elektromagnetische Kopplung	41
So schützen Sie sich vor elektromagnetischen Wellen	41

#### **Ergänzende Informationen**

Anfragen zu Produkt und Service	43
Produktschulung	43
Feedback zu den Antriebshandbüchern von ABB	43
Dokumente-Bibliothek im Internet	43



# 1

## Einführung in das Handbuch

---

### Inhalt des Kapitels

Dieses Kapitel enthält eine Beschreibung des Handbuchs.

### Geltungsbereich

Dieses Handbuch gilt für Niederspannungs-AC- und DC-Antriebssysteme. Das Antriebssystem in diesem Handbuch besteht aus dem Einspeisetransformator, dem Eingangstromkabel des Umrichters, dem Umrichter mit variabler Drehzahl (Frequenzumrichter), dem Motorkabel und dem Motor.

### Angesprochener Leserkreis

Dieses Handbuch richtet sich an Personen, die mit der Installation und Montage von drehzahlgeregelten Antriebssystemen zu tun haben.

### Zweck dieses Handbuchs

In diesem Handbuch werden die Grundlagen der Erdung und Verkabelung von Antriebssystemen mit variabler Drehzahl beschrieben. Die Richtlinien helfen Ihnen, die Anforderungen an die Personensicherheit, elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) und Zuverlässigkeit der Anlage zu erfüllen.

---

**Hinweis:** Die Installation muss immer entsprechend den anzuwendenden örtlichen Gesetzen und Vorschriften geplant und ausgeführt werden. ABB übernimmt keinerlei Haftung für Installationen, die nicht gemäß den örtlichen Gesetzen und Vorschriften geplant und ausgeführt wurden. Wenn die von ABB gegebenen Empfehlungen nicht befolgt werden, können beim Einsatz des Antriebs Probleme auftreten, die durch die Gewährleistung nicht abgedeckt sind.

---

## Inhalt des Handbuchs

Das Handbuch beschreibt die Grundlagen der Erdung und Verkabelung von Antriebssystemen mit variabler Drehzahl und enthält Beispiele für die korrekte Verkabelung und Erdung. Es enthält auch eine kurze Beschreibung von Störungsphänomenen.

Die Kapitel dieses Handbuchs werden nachfolgend kurz beschrieben.

**Grundlagen** informiert über Erdungsstrukturen, die für den störungsfreien Betrieb von drehzahlgeregelten Antriebssystemen erforderlich sind, und Grundlagen zum Schutz von Motorlagern.

**Verkabelung von Antriebssystemen** gibt Beispiele für die korrekte Verkabelung und Erdung von drehzahlgeregelten Antriebssystemen.

**Störungskopplung** informiert hauptsächlich über verschiedene Arten der Störungskopplung. Es enthält auch Richtlinien zum Verringern der Kopplung.

## Ergänzende Dokumente

Spezifische Anweisungen für jeden Frequenzumrichtertyp finden Sie in den Hardware-Handbuch des Frequenzumrichters. Informationen zu anderen Produkten finden Sie in den entsprechenden Handbüchern.

### ■ Literaturhinweise zu EMV

*Interference-free electronics* von Dr. Sten Benda. Bestellnummer ABB 3BSE 000877R0001, ISBN 91-44-3140-9, ISBN 0-86238-255-6.

IEC 61000-5-2:1997. *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 5: Installation and mitigation guidelines – Section 2: Earthing and cabling*

*Technical guide No. 3. EMC compliant installation and configuration for a power drive system* (3AFE61348280 [Englisch])

### ■ Literatur und Normen zu Lagerströmen

*High Frequency Bearing Currents in Low Voltage Asynchronous Motors* 3GZF500930-8.

*A New Reason for Bearing Current Damage in Variable Speed AC Drives* von J. Ollila, T. Hammar, J. Iisakkala, H. Tuusa. EPE 97. The European Conference on Power Electronics and Applications 8.-10. September 1997 Trondheim, Norwegen. Seite 2.539 bis 2.542.

*On the Bearing Currents in Medium Power Variable Speed AC Drives* von J. Ollila, T. Hammar, J. Iisakkala, H. Tuusa. Proceedings of the IEEE IEDMC in Milwaukee, Mai 1997.

*Evaluation of Motor Power Cables for PWM AC Drives* von John M. Bentley, Patric J. Link. IEEE Transactions on Industry Applications, 1997, Volume 33, Seite 342–358.

*Minimizing Electric Bearing Currents in Adjustable Speed Drive Systems* von Patric J. Link. IEEE IAS Pulp & Paper Conference Portland, ME, USA Juni 1998.

IEC 61000-5-2:1997. *Installation and mitigation guidelines – Earthing and cabling*

IEC 60034-17:2002 *Rotating electrical machines, Cage induction motors when fed from converters – Application guide*

IEC 60034-25:2004. *Rotating electrical machines – Guide for the design and performance of cage induction motors specifically designed for converter supply*

*Laakerivirta ja sen minimoiminen säädettyjen vaihtovirtakäyttöjen moottoreissa* von Ilkka Erkkilä. Automaatio 1999 14.–16.9. Helsinki.

---

GAMBICA/REMA *Technical Report No. 2 – Motor Shaft Voltages and Bearing Currents under PWM Inverter Operation*. 2006.

GAMBICA/REMA *User guide No. 3. Installation Guidelines for Power Drive Systems*. 2006.

*Technical guide No. 5. Bearing currents in modern AC drive systems (3AFE64230247 [Englisch])*

### ■ Normbezüge zur Verkabelung

EN 50174-2:2009. *Information technology – Cabling installation – Part 2: Installation planning and practices inside buildings*

IEC 60364-4-44:2007. *Low-voltage electrical installations – Part 4-44: Protection for safety – Protection against voltage disturbances and electromagnetic disturbances*

## Begriffe und Abkürzungen

Begriff/ Abkürzung	Beschreibung
EMV	Elektromagnetische Verträglichkeit
EMI	Elektromagnetische Störung
FE	Funktionserdung. Erdung eines Punktes oder einer Stelle in einem System, einer Installation oder einem Gerät zu anderen Zwecken als der elektrischen Sicherheit. IEC 60050-195 (195-01-13):1998.
PE	Schutzerdung. Erdung eines Punktes oder einer Stelle in einem System einer Installation oder einem Gerät zu Zwecken der elektrischen Sicherheit. IEC 60050-195 (195-01-11):1998.
Schirm	Teil einer elektromagnetischen Barriere, die die abgeschirmten Schaltkreise von den externen EMI-Quellen trennt oder die EMI-Effekte auf das abgeschirmte Volumen begrenzt. Eine elektromagnetische Barriere ist eine geschlossene Oberfläche aus Abschirmungen und anderen Elementen, die die Ausbreitung elektromagnetischer Wellen im Raum oder entlang von Leitern verhindern oder die Ausbreitung der elektromagnetischen Wellen begrenzen sollen. Die Barriere kann bestehen aus: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Metall</li> <li>• leitfähig beschichteten Gerätegehäusen</li> <li>• miteinander verbundenen Kabelabschirmungen</li> <li>• Filtern oder Überspannungsableitern an Leitern, die durch den Schirm oder das Netz gehen</li> <li>• Wellenleitern, die unterhalb der Cutoff-Frequenz an Belüftungsöffnungen arbeiten.</li> </ul> In einem geschützten System ist die Barriere überall so undurchlässig, dass leitungsgebundene Emissionen und Raumwellen von EMI-Quellen außerhalb der Barriere die Funktion des geschützten Systems nicht beeinträchtigen.
TE	Technische Erdung. Dieser Begriff wurde durch FE ersetzt.





# Grundlagen

---

## Inhalt dieses Kapitels

Dieses Kapitel informiert über Erdungsstrukturen, die für den störungsfreien Betrieb von drehzahlgeregelten Antriebssystemen erforderlich sind, und Grundlagen zum Schutz von Motorlagern.

## Ziele der Erdung

Die herkömmliche Erdung basiert auf der elektrischen Sicherheit. Sie gewährleistet die Sicherheit des Personals unter allen Umständen und begrenzt Sachschäden durch elektrische Fehler. Für den störungsfreien Betrieb und die Zuverlässigkeit des Antriebssystems sind tief ergehende Methoden erforderlich: Hochfrequenz-Erdung und Äquipotenzialmasseflächen auf der Ebene von Gebäudeböden, Gerätegehäusen und Elektronikarten.

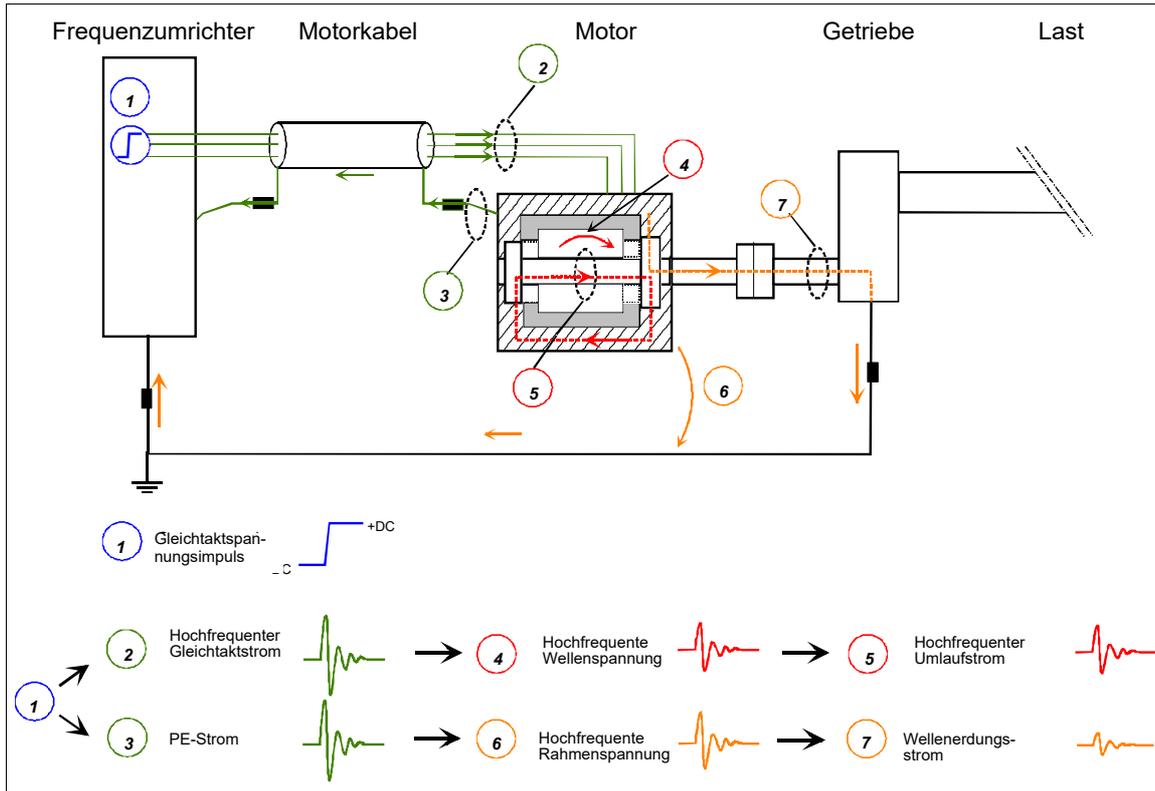
---

## Dämpfung von Motorwellen- und Gehäusespannungen

Eine ordnungsgemäße Verkabelung und Erdung dämpft die Motorwellen- und Gehäusespannungen stark, die hochfrequente Lagerströme verursachen und zu einem vorzeitigen Lageraustausch führen können.

### Lagerströme

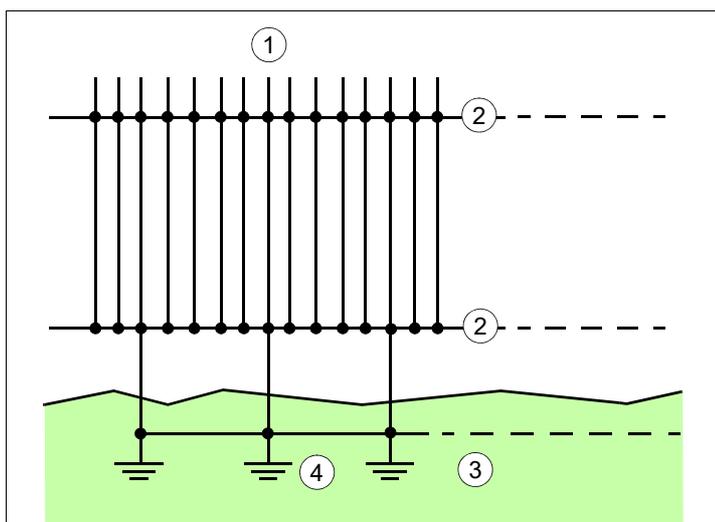
Diese Zeichnung zeigt schematisch zwei Arten von Lagerströmen: Hochfrequenz-Kreisstrom (5) und Wellenerdungsstrom (7).



## Erdungsstruktur

Eine gut strukturierte Erdung beginnt mit Erdungselektroden, die zuverlässig miteinander verbunden sind, um ein Netzwerk zu bilden. Darüber hinaus erfordert der störungsfreie Betrieb von Elektronik Äquipotenzialbereiche (Masseflächen oder ein Netz) auf allen strukturellen Ebenen, in denen Gebäudeböden, Gerätegehäuse und Elektronikarten angeschlossen sind. Die Leiter, die die elektrischen Geräte mit dem Netzwerk verbinden, müssen kurz sein, um die Erdungsimpedanz zu minimieren.

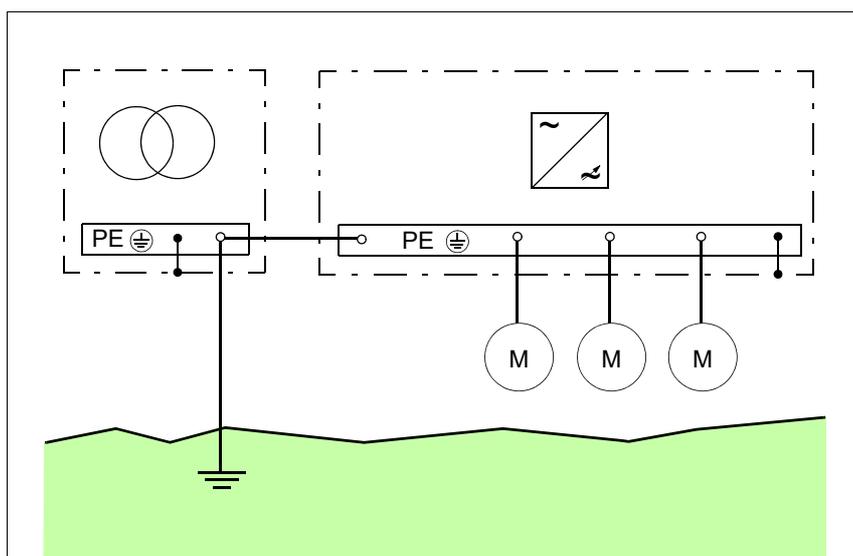
Dieses Diagramm zeigt die Konfiguration der Erdungselektroden und das von ABB empfohlene Erdungsnetzwerk.



1	Strom- und Kommunikationsmasse
2	Potentialausgleich
3	Boden
4	Mehrere verbundene Erdungselektroden

### ■ Gebäude ohne Masseflächen

In vielen alten Gebäuden fehlen gut strukturierte Masseflächen. Verbinden Sie in diesen Systemen die PE-Stromschiene des Frequenzumrichterschrankes nur an einer Stelle mit der Werksmasse, wie unten gezeigt.



## ■ PE (Schutzerde) im Vergleich zu FE (Funktionserde)

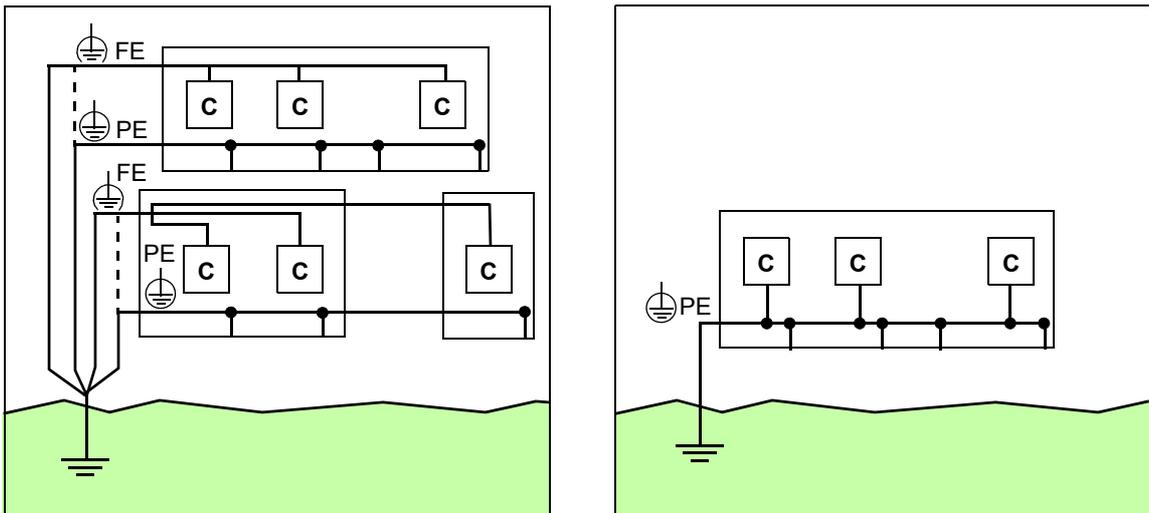
Die Richtlinien von ABB sehen heute eine Äquipotenzial-PE-Erdung in Antriebssystemen vor. Das Prinzip wird auf alle baulichen Ebenen von Installationen in großen Gebäuden mit elektrischen Anlagen ausgeweitet. Beispiele hierfür sind Boden-, Geräteschrank- und Elektronikkartenebenen.

Es ist nicht möglich, alle Ebenen eines großen Systems auf dem gleichen Hochfrequenzpotenzial zu halten, aber eine einheitliche PE-Erdung auf jeder Ebene sorgt für elektromagnetische Verträglichkeit.

In früheren ABB-Produkten und elektronischen Geräten anderer Hersteller und in Endanwenderinstallationen kommen auch andere Installationsansätze wie z. B. Systeme mit PE und FE (ehemals TE) zur Anwendung.

Das FE-System von zusammenarbeitenden Geräten kann entweder umfassend oder teilweise sein (nur ein Teil der Geräte verwendet FE-Erdung). Wenn die PE- und FE-Erdungen nur an einem Punkt miteinander verbunden sind, ähnelt die PE/FE-Struktur einem einheitlichen PE-System mit einer Erdungsebene und benötigt möglicherweise eine effektive lokale Hochfrequenzerdung.

Die folgenden Diagramme zeigen ein PE- und FE-System und ein einheitliches PE-System. C steht für Steuerelektronik.



# 3

## Verkabelung von Antriebssystemen

---

### Inhalt des Kapitels

Dieses Kapitel gibt Beispiele für die Grundlagen der korrekten Verkabelung und Erdung von drehzahlgeregelten Antriebssystemen.

### Allgemeines

Befolgen Sie die Anweisungen in diesem Kapitel, wenn Sie bei einem lokalen Hersteller die Kabel des Antriebssystems auswählen und das Antriebssystem Erden.

Wählen Sie die Kabel von Fall zu Fall gemäß den lokalen Vorschriften zum Kurzschlusschutz, zur Betriebsspannung, zur zulässigen Berührungsspannung, die unter Störungsbedingungen auftretenden kann und zur Strombelastbarkeit des Kabels aus. Wählen Sie außerdem einen Kabeltyp, der den EMV-Schutz und die Zuverlässigkeit des Antriebssystems unterstützt.

In den Zeichnungen in diesem Kapitel sind keine Schalter oder Schutzsicherungen für Eingangskabel eingezeichnet. Die Zeichnungen zeigen nur, wie die Kabel angeschlossen werden.

### Anschluss des Antriebssystems an das Stromnetz

Dieser Abschnitt enthält Empfehlungen für den Einspeisetransformator und die Eingangsverkabelung des Frequenzumrichters.

---

## ■ Transformator

Wir empfehlen einen Transformator, der für Antriebssysteme mit variabler Drehzahl bestimmt ist und eine statische Abschirmung zwischen Primär- und Sekundärseite hat.

### Geerdete Sekundärseite (TN- und TN-S-Systems)

ABB-Frequenzumrichter können mit EMV-Filtern ausgestattet werden, die Störungen reduzieren.

### Nicht geerdete Sekundärseite (IT-Systeme)

Frequenzumrichter-EMV-Filter sind für (nicht geerdete) IT-Systeme meist nicht geeignet. Trennen Sie diese Filter vor Anschluss des Frequenzumrichters an das Netz. Anweisungen dazu finden Sie im Hardware-Handbuch.

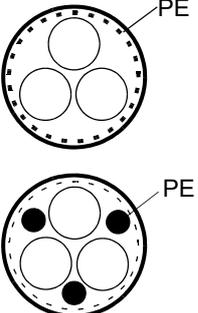
---

**WARNUNG!** Wenn ein Frequenzumrichter mit nicht geeignetem EMV-Filter an ein IT-Netz (ein nicht geerdetes oder ein hochohmig geerdetes Netz [über 30 Ohm]) angeschlossen wird, wird das Netz über die Filterkondensatoren mit dem Erdpotenzial verbunden. Das kann gefährlich sein und Schäden am Frequenzumrichter verursachen.

---

## ■ Empfohlene Eingangskabel-Typen

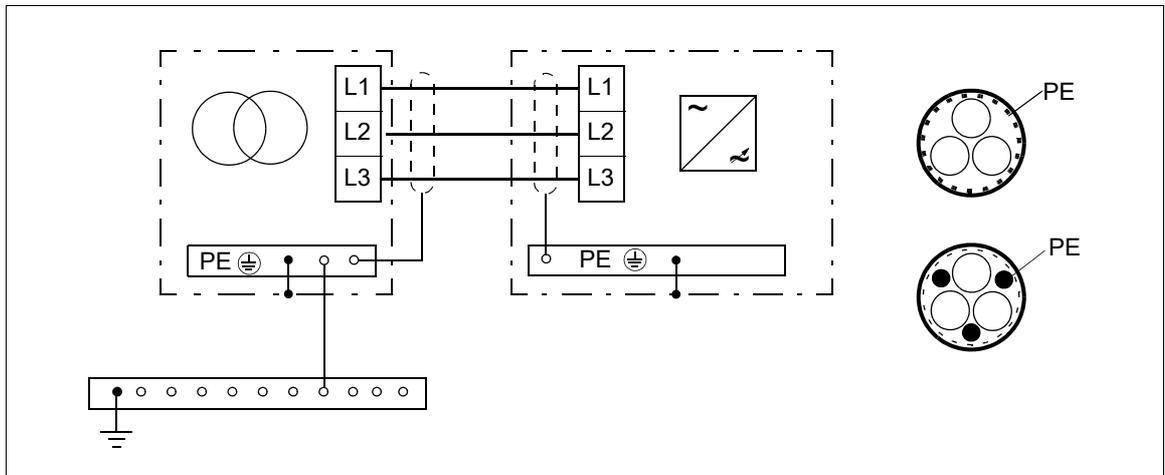
Es werden geschirmte symmetrische mehradrige Kabel als Eingangskabel empfohlen. Es können jedoch auch die anderen unten aufgeführten Kabeltypen verwendet werden.

	<p>Symmetrisch geschirmte Kabel. Weitere Informationen siehe Abschnitt <a href="#">Empfohlene Motorkabeltypen</a> auf Seite 19. Für die Eingangs- und Motorverkabelung können die gleichen Kabeltypen verwendet werden.</p> <p>Der Blindwiderstand eines mehradrigen Kabels ist niedrig und ermöglicht längere Einspeisekabel. Mit parallelen mehradrigen Kabeln sind auch hohe Ströme möglich.</p>
	<p>Ein Vierleitersystem (drei Phasen- und ein Schutzleiter auf einer Kabeltrasse).</p> <p><b>⚠️ WARNUNG!</b> Verwenden Sie keine ungeschirmten Einzelleiterkabel für Frequenzumrichter mit IGBT-Einspeiseeinheit an IT-Netzen (ungeerdet). An dem leitfähigen äußeren Kabelmantel kann eine <b>gefährlich hohe Spannung</b> auftreten. Dies kann zu Verletzungen oder tödlichen Unfällen führen.</p>
	<p>Ein Vierleitersystem (drei Phasen- und ein Schutzleiter in einem PVC-Kabelrohr) ist <b>als Eingangs- und Motorverkabelung zulässig, wenn der Querschnitt der Phasenleiter weniger als 10 mm<sup>2</sup> (8 AWG) beträgt oder Motoren ≤ 30 kW (40 hp) haben</b>. Nicht zugelassen in den USA.</p>

---

### ■ Anschlussplan eines geschirmten Kabels

Schließen Sie die Abschirmung an beiden Enden wie unten gezeigt an PE an.

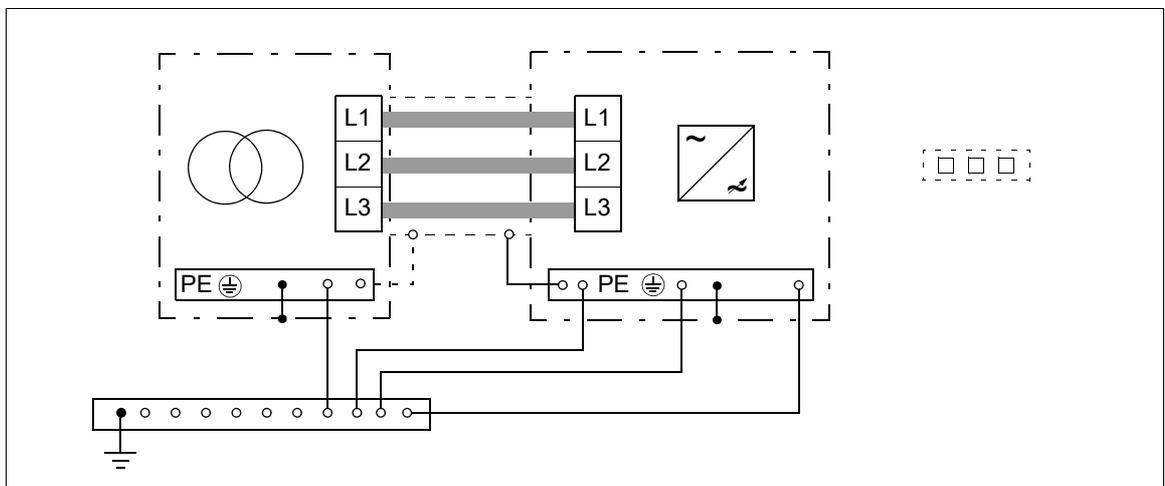


### ■ Eingangsanschluss in Hochleistungseinspeisesystemen

Drehzahlgeregelte Antriebssysteme mit hoher Stromstärke (> 300 A) können über eine Stromschiene oder ein Kabelbussystem versorgt werden.

#### Stromschiensystem

Verbinden Sie den Metallkanal (Abschirmung) des Stromschiensystems mit der PE-Stromschiene an einem oder beiden Enden.

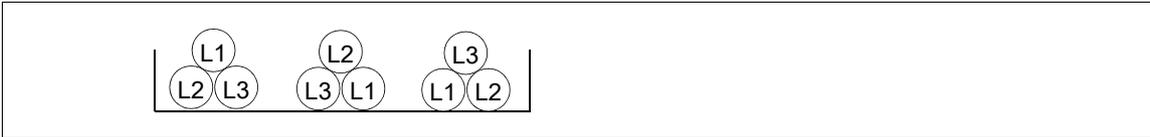


### Kabelbussystem (parallele einadrige Kabel)

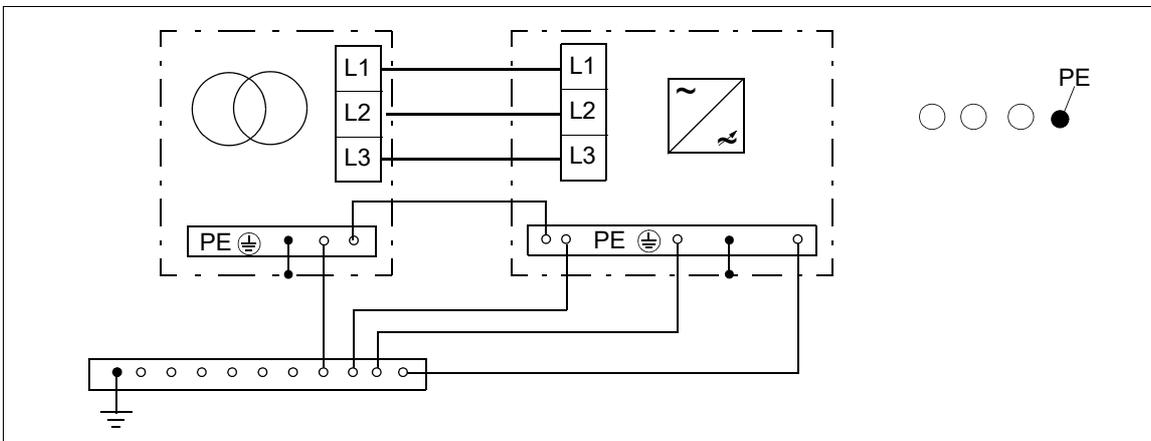
Ein Kabelbussystem besteht aus parallelen einadrigen Kabeln für Phasenleiter. Im Vergleich zu einem entsprechenden Stromschienensystem verfügt das Kabelbussystem über:

- bessere Kühlung durch getrennte Leiter -> weniger Leitermaterial erforderlich
- geringeren Blindwiderstand -> längere Entfernungen sind erlaubt.

Ordnen Sie die Kabel wie in der folgenden Abbildung gezeigt an, um eine möglichst gleichmäßige Stromaufteilung zu erreichen.

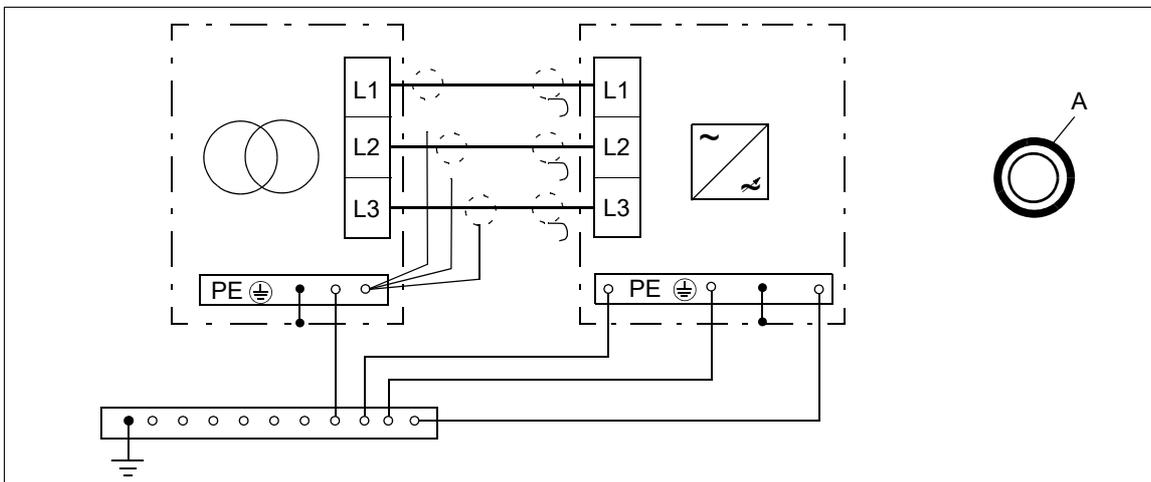


Schließen Sie einadrige Kabel ohne konzentrischen Schutzschirm (Schutzrohr) wie in der folgenden Abbildung gezeigt an.



**WARNUNG!** Verwenden Sie keine ungeschirmten Einzelleiterkabel für Frequenzumrichter mit IGBT-Einspeiseeinheit an IT-Netzen (ungeerdet). An dem leitfähigen äußeren Kabelmantel kann eine gefährlich hohe Spannung auftreten. Dies kann zu Verletzungen oder tödlichen Unfällen führen.

Bei einadrigen Kabeln mit konzentrischem Schutzschirm (Armierung, unten A) induziert der Phasenstrom Spannung auf den Kabelschirm. Wenn Schirme an beiden Enden des Kabels miteinander verbunden sind, fließt Strom im Kabelschirm. Es ist notwendig, diesen Strom aus Sicherheitsgründen zu verhindern. Schließen Sie daher den Kabelschirm an die PE-Stromschiene nur auf der Transformatorseite an und isolieren Sie den Schirm auf der Umrichterseite.



## Anschließen des Frequenzumrichters an den Motor

### ■ Risiko von Lagerströmen verringern

Das Lagerstromrisiko hängt von Spannungen ab, die sich auf die Motorlager auswirken. In AC-Antriebssystemen können drei grundlegende Arten von Spannungen gemessen werden: Ende-zu-Ende-Spannung der Welle, Spannung zwischen Welle und Erde oder Spannung zwischen Motorgehäuse und Erde.

Eine falsche Motorverkabelung erhöht diese Spannungen bei Motoren mit mittlerer und hoher Leistung stark. Dadurch verringert sich die Lebensdauer der Lager von Motor, Getriebe und angetriebener Maschine. Andererseits verringern eine korrekte Verkabelung und eine 360-Grad-Erdung der Kabelabschirmung an beiden Enden diese Spannungen effektiv. Symmetrische geschirmte Kabel verringern die Spannung des Motorgehäuses. Der Effekt ist bei hohen Motorströmen stärker ausgeprägt.

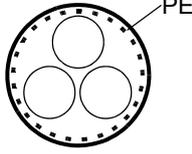
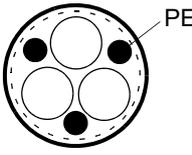
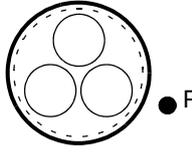
### ■ Allgemeine Anweisungen

Die Länge des ungeschirmten Teils des Motorkabels auf der Frequenzumrichterseite und am Anschlusskasten des Motors so kurz wie möglich halten. Spezielle Anweisungen finden Sie in den Produkthandbüchern für Frequenzumrichter und Motor.

Sorgen Sie für eine gute elektrische Verbindung von Kabelpritschen untereinander und zu Erdungselektroden. Aluminium-Trägersysteme verbessern den Potenzialausgleich.

### ■ Empfohlene Motorkabeltypen

Zur Erfüllung der Anforderungen an die Sicherheit von Personen, der EMV und der Zuverlässigkeit sowie für die längstmögliche Lebensdauer des Antriebssystems werden folgende Motorkabeltypen empfohlen.

	<p>Symmetrisch geschirmtes Kabel mit Dreiphasenleitern und einem konzentrischen PE-Leiter als Schirm. Der Schirm muss den Anforderungen der Norm IEC 61439-1, siehe unten, entsprechen. Bitte informieren Sie sich hinsichtlich der geltenden elektrischen Vorschriften.</p>
	<p>Symmetrisch geschirmtes Kabel mit drei Phasenleitern und symmetrisch aufgebautem PE-Leiter sowie einem Schirm. Der PE-Leiter muss den Anforderungen der Norm IEC 61439-1, siehe Abschnitt <a href="#">Ausreichende Leitfähigkeit des Schutzleiters</a>, entsprechen.</p>
	<p>Symmetrisch geschirmtes Kabel mit Dreiphasenleitern und einem konzentrischen PE-Leiter als Schirm. Ein separater PE-Leiter ist erforderlich, wenn der Schirm die Anforderungen der Norm IEC 61439-1 nicht erfüllt, siehe unten.</p>

### Ausreichende Leitfähigkeit des Schutzleiters

Der Schutzleiter muss immer eine ausreichende Leitfähigkeit aufweisen.

Der Querschnitt des Schutzleiters muss den Bedingungen entsprechen, die eine automatische Trennung von der Spannungsversorgung gemäß 411.3.2. der IEC 60364-4-41:2005 erfordern und ausreichend bemessen sein um dem Kurzzeit-Kurzschluss-Strom während der Trennzeit des Schutzgeräts standzuhalten.

Der Querschnitt des Schutzleiters kann entweder aus der folgenden Tabelle ausgewählt werden oder wie in Abschnitt [Berechnung des Querschnitts](#) beschrieben berechnet werden.

Diese Tabelle gibt den Mindestquerschnitt im Verhältnis zur Phasenleitergröße nach IEC 61439-1 an, wenn der Phasenleiter und der Schutzleiter aus dem selben Metall bestehen.

Querschnitt des Phasenleiters S (mm <sup>2</sup> )	Mindestquerschnitt des dazugehörigen Schutzleiters S <sub>p</sub> (mm <sup>2</sup> )
S ≤ 16	S
16 < S ≤ 35	16
35 < S ≤ 400	S/2
400 < S ≤ 800	200
800 < S	S/4

### Berechnung des Querschnitts

Entsprechend der Norm IEC 60364-5-54 bestimmt die folgende Gleichung den kleinsten zulässigen Querschnitt des Schutzleiters für Trennzeiten, die nicht länger sind als 5 Sekunden:

$$S = \frac{\sqrt{I^2 t}}{k}$$

dabei sind:

- S Querschnitt des Schutzleiters (mm<sup>2</sup>)
- I Effektivwert des Kurzzeit-Fehlerstroms, der durch das Schutzgerät fließen kann, bei einem Fehler von vernachlässigbarer Impedanz (A)
- t Schaltzeit des Schutzgeräts für die automatische Trennung (s)
- k Faktor, der vom Material des Schutzleiters abhängig ist

### Faktor k

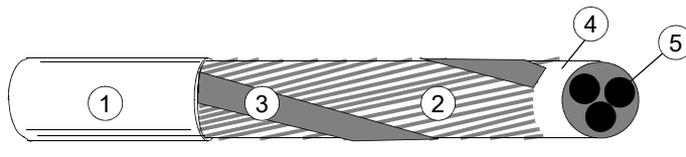
Diese Tabelle enthält die Werte des Faktors k für isolierte Schutzleiter, die sich nicht in Kabeln befinden und nicht mit andern Kabeln verlegt sind.

Leiterisolation	Material des Leiters		
	Kupfer	Aluminium	Stahl
Werte für k			
70 °C PVC	143	95	52
90 °C XLPE	176	116	64
85 °C Gummi	166	110	60

**Hinweis:** Annahme: die Anfangstemperatur des Leiters beträgt 30 °C.

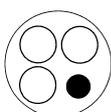
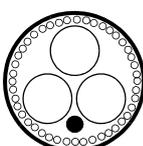
### Ausreichende Schirmleitfähigkeit zur Unterdrückung von Emissionen

Um abgestrahlte und leitungsgebundene Hochfrequenz-Emissionen effektiv zu unterdrücken, muss die Schirmleitfähigkeit mindestens 1/10 der Phasenleitfähigkeit betragen. Diese Anforderungen sind durch einen Kupfer- oder Aluminiumschirm leicht zu erfüllen. Nachfolgend sind die Mindestanforderungen für den Motorkabelschirm des Frequenzumrichters dargestellt. Es besteht aus einer konzentrischen Lage aus Kupferdrähten mit einer spiralförmigen Lage aus Kupferband. Je besser und enger der Schirm ist, desto niedriger sind die Emissionen und Lagerströme.

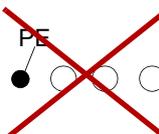


1	Isolationsmantel
2	Kupferdrahtschirm
3	Spiralförmige Lage aus Kupferband
4	Innere Isolierung
5	Kabeladern

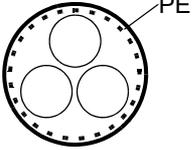
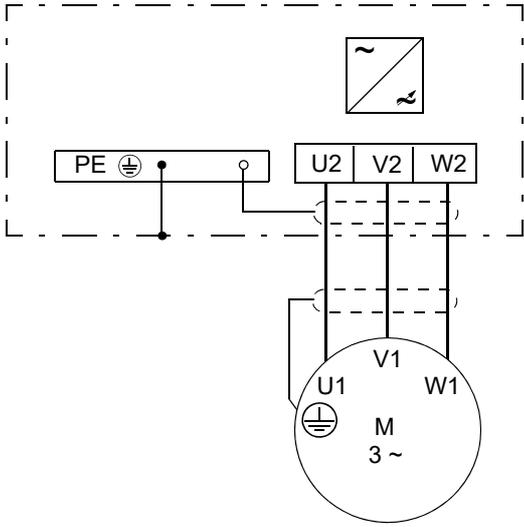
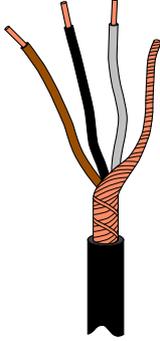
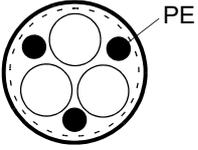
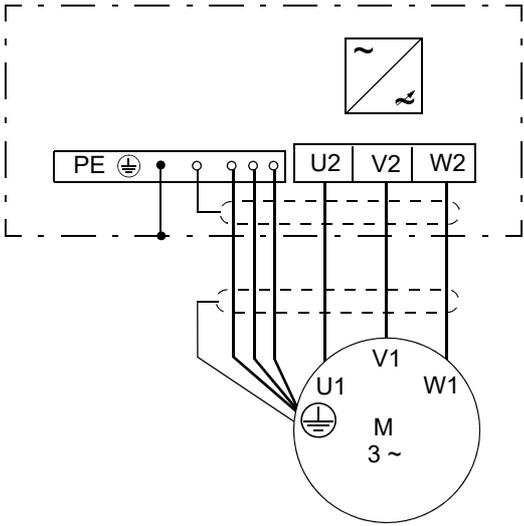
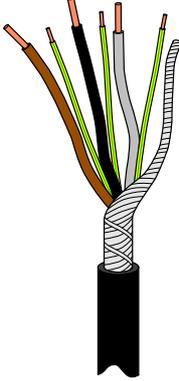
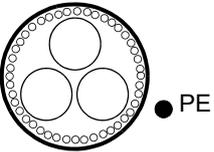
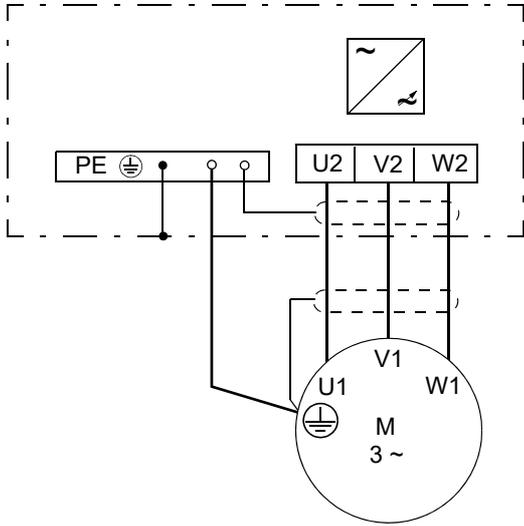
### ■ Motorkabeltypen für eine eingeschränkte Verwendung

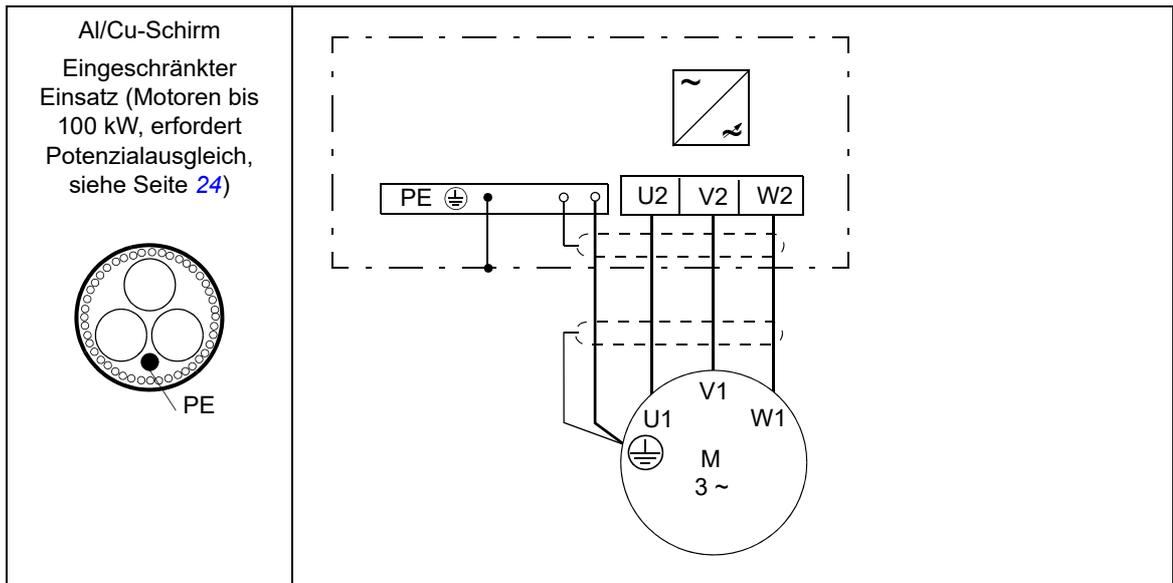
 <p>PVC</p>	<p>Ein Vierleitersystem (drei Phasen- und ein PE-Leiter in einem PVC-Kabelkanal) ist <b>zulässig bei einem Phasenleiter-Querschnitt von weniger als 10 mm<sup>2</sup> (8 AWG) oder bei Motoren ≤ 30 kW (40 hp)</b>. Nicht zugelassen in den USA.  <b>Hinweis:</b> Es wird immer ein geschirmtes Kabel empfohlen. In diesem Leistungsbereich ist ein Folienschirm üblich. Durch die Verwendung eines ungeschirmten Kabels, auch in diesem Motorleistungsbereich, können Störungen anderer Geräte verursacht werden.</p>
 <p>EMT</p>	<p>Ein gewellt armiertes Kabel mit drei Phasen- und einem Schutzleiter oder ein Kabel in einem EMT Schutzrohr ist als Motorkabel zulässig mit einem Phasenleiter-Querschnitt von weniger als 10 mm<sup>2</sup> (8 AWG) oder bei Motoren ≤ 30 kW (40 hp).</p>
	<p>Ein gut geschirmtes (Al/Cu Schirmung) Vierleitersystem (drei Phasen- und ein PE-Leiter oder vier Leiter) kann als Motorkabel für Motoren bis 100 kW Nennleistung mit Potenzialausgleich benutzt werden, wie im Abschnitt <a href="#">Potenzialausgleich zwischen Motor und angetriebenem Gerät</a> auf Seite 24 beschrieben.</p>

### ■ Nicht zulässige Motorkabeltypen

	<p><b>Einadrige Kabel dürfen als Motorkabel nicht benutzt werden!</b></p>
	<p>Symmetrisch geschirmte Kabel jeder Größe mit einzelnen Schirmen für jeden Phasenleiter sind als Eingangs- und Motorkabel nicht zulässig.</p>

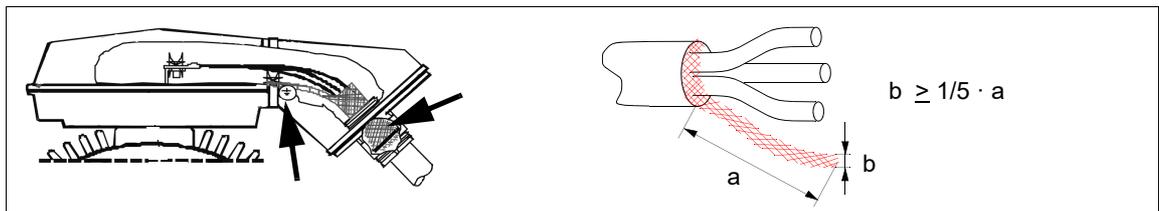
■ Diagramme der empfohlenen Anschlüsse

<p>Konzentrischer Cu-Schirm</p> 	 
<p>Konzentrischer Al/Cu-Schirm</p> 	 
<p>Fe-Armierung</p> 	



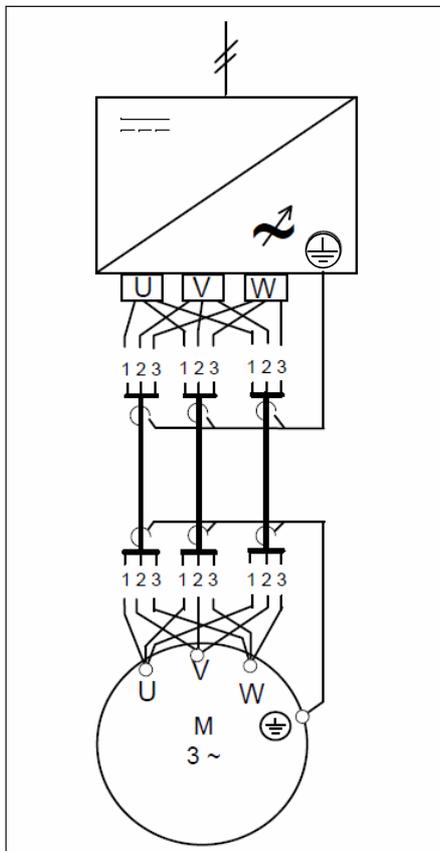
### ■ Erdung des Motorkabelschirms auf der Motorseite

Die Motorkabelschirme motorseitig immer erden. Zur Minimierung von Hochfrequenzstörungen müssen an den Verschraubungen des Motorklemmenkastens die Kabelschirme mit einer 360°-Erdung versehen werden oder der abgeplattete verdrillte Kabelschirm muss geerdet werden (Breite  $\geq 1/5$  x Länge).



## ■ Motorverkabelung von Hochleistungsfrequenzumrichtern

Schließen Sie die Kabel an Hochleistungsfrequenzumrichtersysteme immer symmetrisch wie unten gezeigt an.

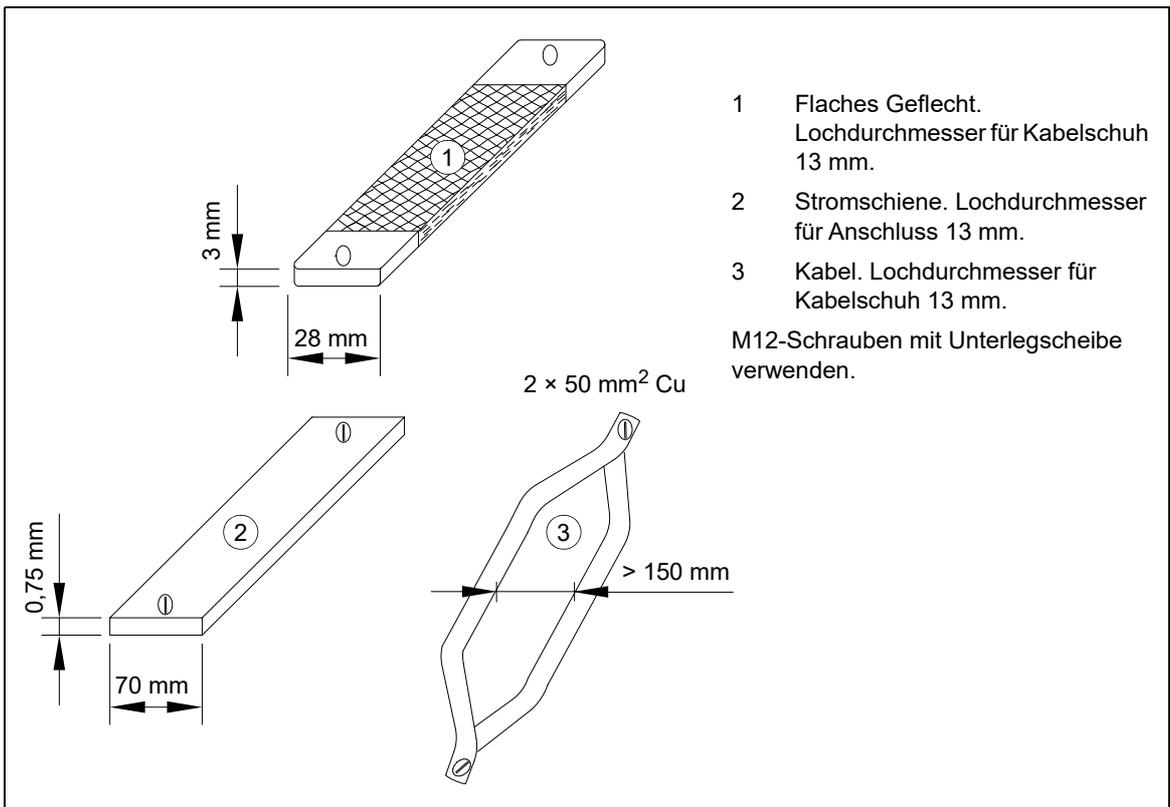


## ■ Potenzialausgleich zwischen Motor und angetriebenem Gerät

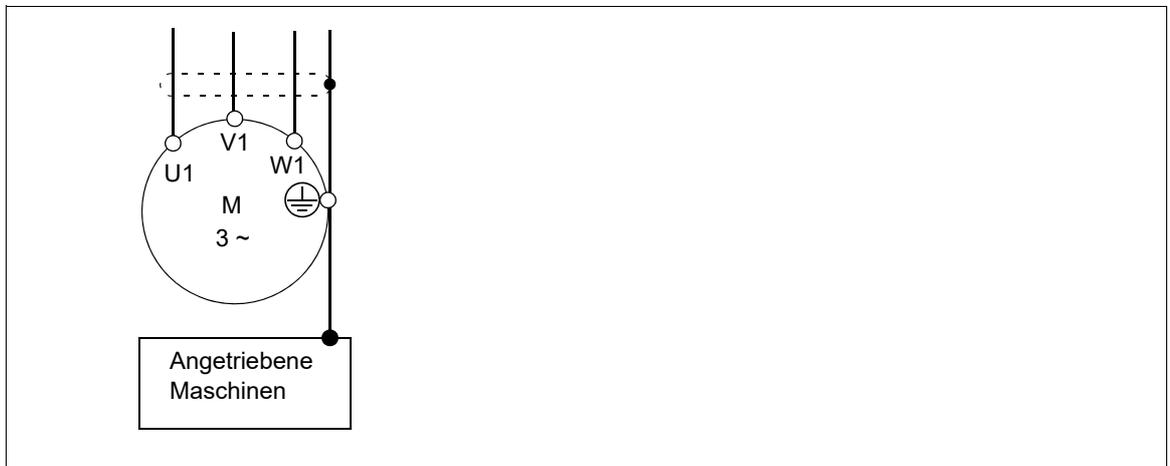
Bei Motoren ab 100 kW aufwärts ist aufgrund der Erdungsbedingungen der angetriebenen Maschinen manchmal eine Potenzialausgleichsverbinding zwischen Motorgehäuse und Maschine erforderlich. Ein Potenzialausgleich wird typischerweise in Anwendungen wie Pumpen (durch Wasser geerdet) und Getrieben mit Zentralschmierung (durch Ölleitungen geerdet) benötigt. Da eine geringe Induktivität angestrebt wird, ist zwischen Motorgehäuse und Getriebe-/Pumpengehäuse eine Kupferplatte oder ein Kupferband mit einem Querschnitt von mindestens 70 mm × 0,75 mm erforderlich. Alternativ können mindestens zwei separate Kabel mit 50 mm<sup>2</sup> verwendet werden. Der Abstand zwischen den Kabeln muss mindestens 150 mm betragen.

Der Potenzialausgleich hat keine elektrische Sicherheitsfunktion. Der Zweck besteht lediglich darin, die Potentiale auszugleichen. Wenn Motor und Getriebe auf einem gemeinsamen Stahlfundament montiert sind, ist kein Potenzialausgleich erforderlich.

Installieren Sie den Potenzialausgleich auf dem kürzesten Weg. Wenn Schutz vor Schmutz erforderlich ist, verwenden Sie ein Kunststoffrohr statt eines Metallschachts.

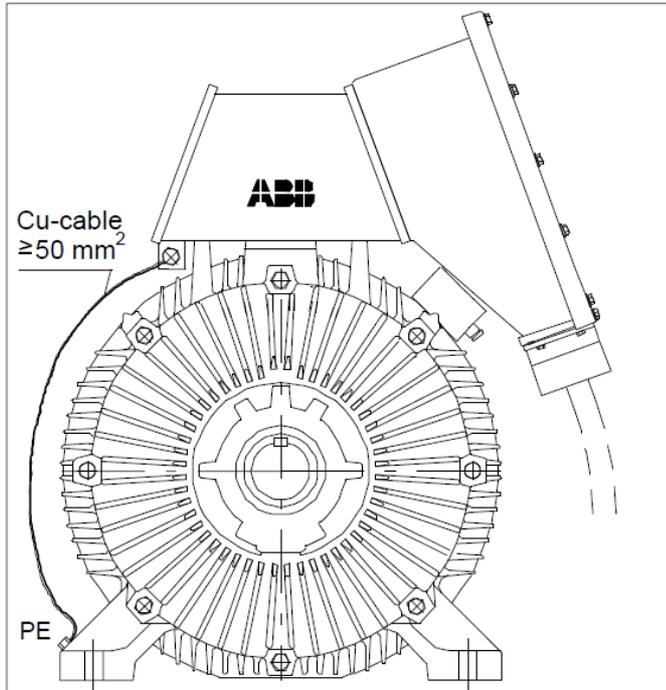


### Anschlussplan

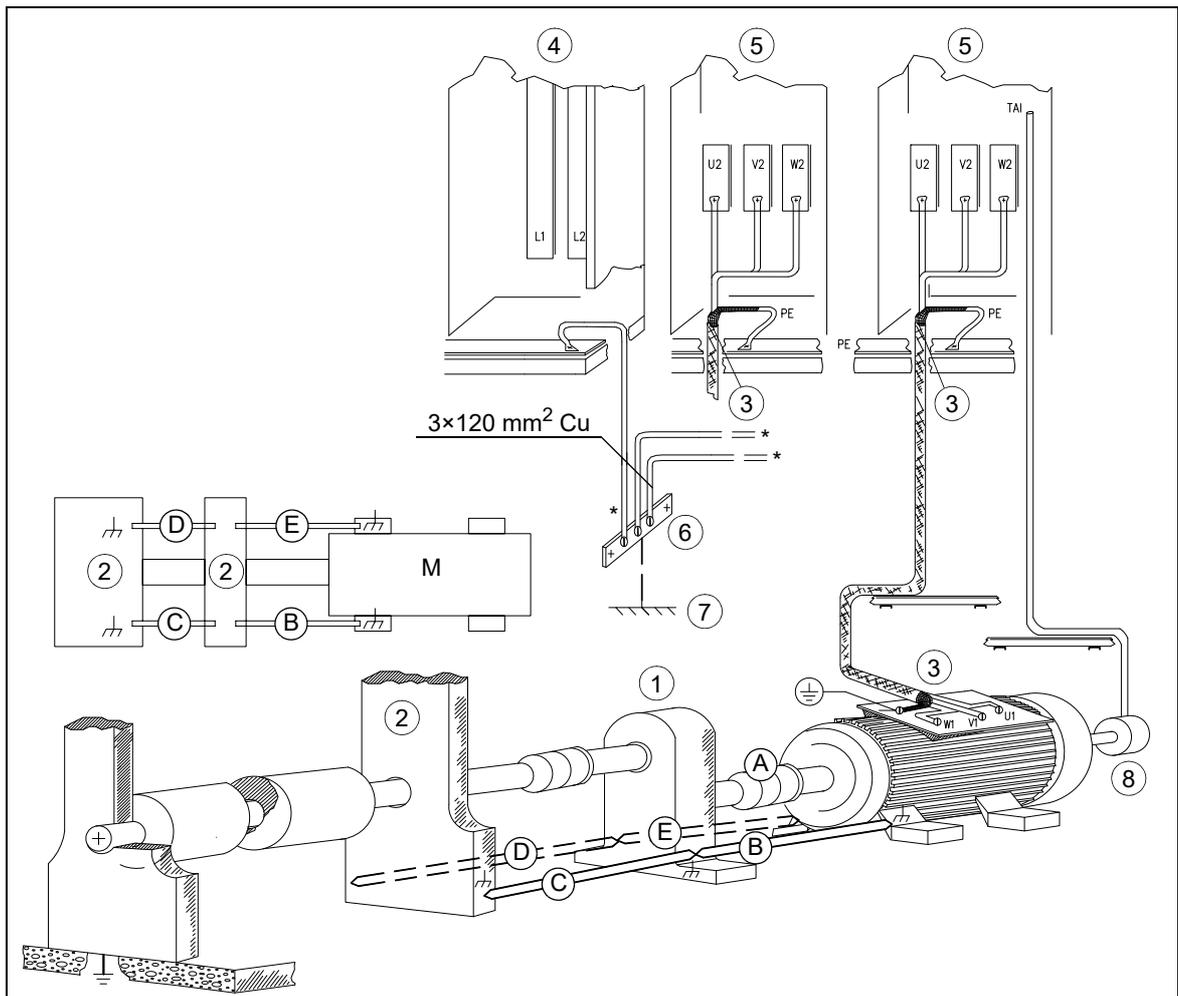


## ■ Potenzialausgleich des Motorgehäuses und des Klemmenkastens

Der Motorhersteller verbindet den Motorklemmkasten mit einem Kupferkabel mit der PE-Klemme des Motorgehäuses, wenn der Potenzialausgleich zwischen Klemmenkasten und Motorgehäuse benötigt wird. Typischerweise erfolgt dies bei AC-Motoren mit ATEX-Zulassung.



■ Beispiel einer Verkabelung des Antriebssystems mit Potenzialausgleich



A	Elektrisch leitende Welle		
B	Erdung für Pumpen- und Lüftermotoren mit $100 \text{ kW} \leq P_N < 350 \text{ kW}$ oder $\text{IEC } 315 \leq \text{Baugröße} < \text{IEC } 400$ und für andere Motoren mit $P_N \geq 350 \text{ kW}$ oder $\text{Baugröße} \geq \text{IEC } 400$ . Die Welle kann vom Motor zum Getriebe, zur Pumpe, zum tragenden Zwischenlager oder zum festen Maschinenrahmen gehen.		
C	Optionale Erdung	4	Schrank mit netzseitigen Gleichrichtermodule (Einspeiseeinheit des Frequenzumrichters)
D	Erdung für Motoren über 1500 kW	5	Schrank mit motorseitigen Wechselrichtermodule (Wechselrichtereinheit des Frequenzumrichters)
E	Erdung für Motoren über 1500 kW	6	Haupterdungsschiene
1	Fester Maschinenrahmen, Pumpe oder Getriebe	7	Erdungselektrode
2	Maschinenrahmen	8	Drehgeber
3	360-Grad-Erdung	-	-

\* Beide Enden und die Mitte der PE-Stromschiene des Umrichters sollten mit der Haupterdungsschiene im Elektrogeräteraum verbunden werden.

**Anleitung für die Erdungen B, C, D und E**

- Kurze direkte Verbindungen (Metall-Metall) herstellen.
- Nur nichtmetallische Elektrorohre verwenden.
- Kabelverbindungen mit widerstandsfähiger Farbe oder einem Schutzmittel vor Korrosion schützen.

Siehe Abschnitt [Potenzialausgleich des Motorgehäuses und des Klemmenkastens](#) auf Seite 26.

**Ein Potenzialausgleich ist in folgenden Fällen nicht erforderlich:**

- Motorwelle ist nicht leitend oder isolierende Kupplung vorhanden
- Motor und Getriebe sind auf einer gemeinsamen Stahlplatte montiert
- Motor ist direkt am Maschinenrahmen angeflanscht

## Zu vermeidende Motorkabelverbindungen

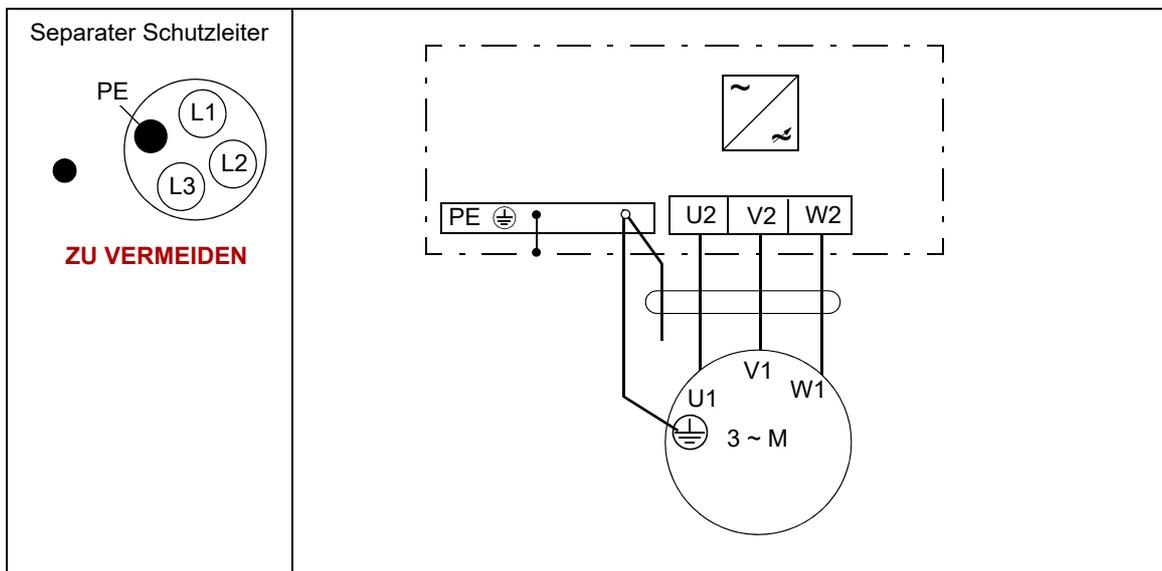
Wenn andere als die empfohlenen Kabeltypen verwendet werden, sind die folgenden Regeln meist nützlich. Ihre Einhaltung schließt jedoch Auswirkungen einer unsachgemäßen Verkabelung nicht aus und kann zum Erlöschen der Gewährleistung führen.

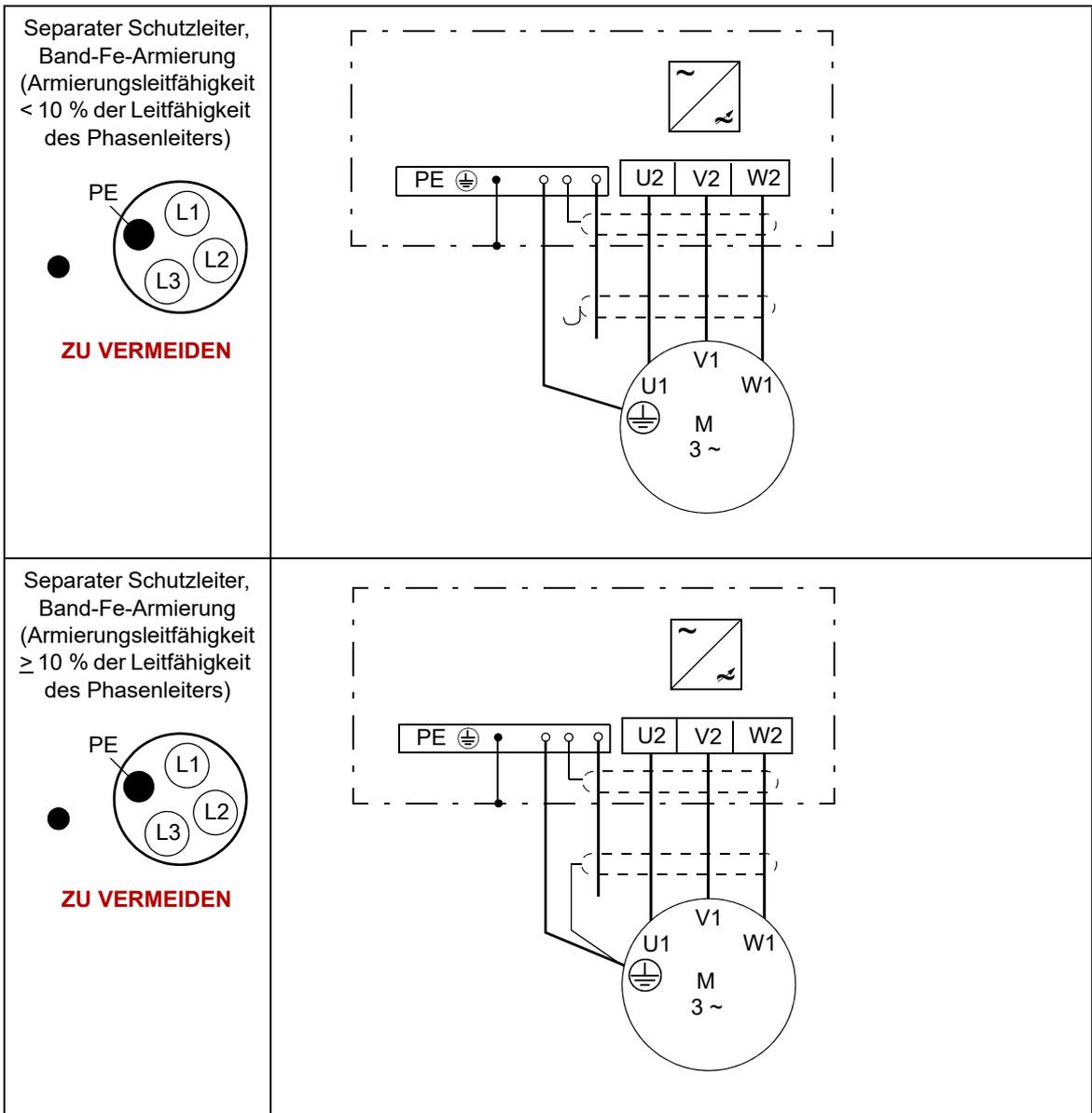
### Asymmetrische vieradrige Kabel

Wenn Sie ein Kabel haben, bei dem die Phasenleiter nicht gleich weit vom Schutzleiter entfernt sind:

- Verwenden Sie den Schutzleiter nicht als Schutzleiter
- Schließen Sie den Schutzleiter nur im Frequenzumrichter an die PE-Klemme an und isolieren Sie den Schutzleiter motorseitig. Wenn das Kabel jedoch über eine feinmaschige, verflochtene Stahlplattenarmierung verfügt, deren Leitfähigkeit mindestens 10 % der Leitfähigkeit des Phasenleiters beträgt, schließen Sie die Armierung an die PE-Klemme an der Frequenzumrichter- und Motorseite an.
- Verwenden Sie einen separaten Schutzleiter mit einem Querschnitt, der mindestens dem in Abschnitt [Ausreichende Leitfähigkeit des Schutzleiters](#) auf Seite 20 angegebenen Wert entspricht.
- Verlegen Sie das Netzkabel und den Schutzleiter mit einem Mindestabstand von 300 mm (nicht auf derselben Kabeltrasse), um induktive Störströme im Schutzleiter zu vermeiden. **Hinweis: Diese Anordnung kann gegen die Vorschriften einiger Länder verstoßen. Verwenden Sie in diesem Fall andere Kabeltypen.**
- Stellen Sie die Potenzialausgleichsverbindung zwischen dem Motorgehäuse und der Maschine her, wie unter [Potenzialausgleich zwischen Motor und angetriebenem Gerät](#) auf Seite 24 beschrieben.

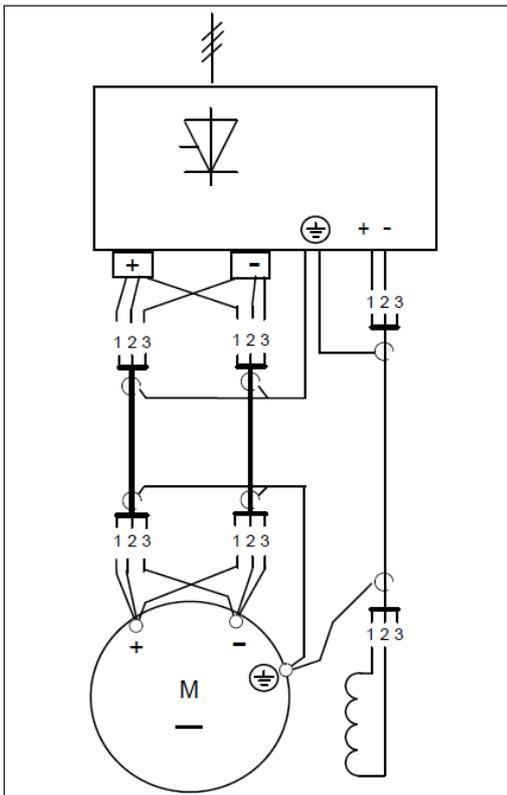
### Anschlusspläne





## ■ DC-Stromrichter

Befolgen Sie die gleichen grundlegenden Verkabelungsrichtlinien, die wir für AC-Antriebssysteme mit Frequenzumrichter vorgeben. Das wirtschaftlichste Netzkabel für DC-Systeme verfügt über eine gerade Anzahl von Leitern. Sie können auch ein abgeschirmtes dreiadriges Kabel verwenden. Verwenden Sie das Prinzip 2+1 / 1+2 (siehe Abbildung unten), wenn Sie dreiadrige Kabel in großen DC-Antriebssystemen installieren, bei denen mehrere Stromkabel erforderlich sind. Auf diese Weise wird die Leistung gleichmäßig auf die Kabel verteilt.



Das Erregerkabel ist wegen der abrupten Kommutierung eine starke Störquelle. Verwenden Sie daher immer abgeschirmte Erregerkabel.

Verwenden Sie keine einadrige Kabel für DC-Stromrichter.

Motoren mit Statorreihenwicklung müssen auf der Welle eine Erdungsbürste haben, um Lagerprobleme zu vermeiden.

## Steuerkabel auswählen und anschließen

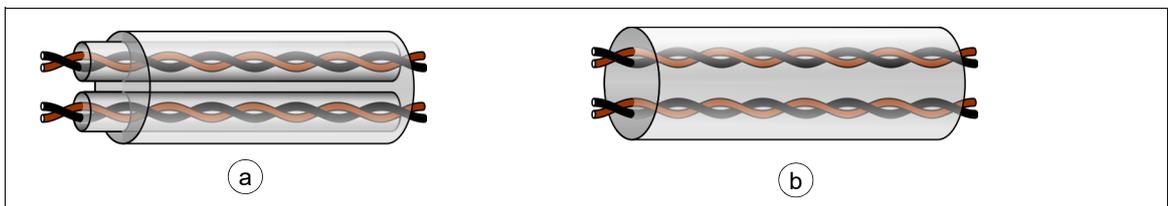
Es ist für die EMV-Kompatibilität sehr wichtig, die richtigen Kabeltypen zu verwenden. Ein falscher Kabeltyp kann zu schweren Störungen führen. Abschirmte Steuerkabel verringern Störungen.

**Hinweis:** Signalleiterpaare bis auf den kürzest möglichen Abstand zu den Klemmen verdrillt lassen. Durch Verdrillen der Signalleiter mit dem Rückleiter werden die durch induktive Einkopplung verursachten Störungen verringert.

### ■ Wann geschirmte Kabel zu verwenden sind

Verwenden Sie ein doppelt geschirmtes verdrilltes Adernpaar für Analogsignale. Wir empfehlen diesen Kabeltyp auch für die Impulsgebersignale. Einzel geschirmte Leiterpaare für jedes Signal verwenden. Eine gemeinsame Rückleitung darf nicht für unterschiedliche Analogsignale verwendet werden.

Ein doppelt geschirmtes Kabel (Abbildung a unten) ist für digitale Niederspannungssignale am besten geeignet, aber ein einfach geschirmtes Kabel mit Adernpaaren kann ebenfalls verwendet werden.



**Verwenden Sie immer ein geschirmtes Kabel für Sicherheits-Niederspannungs-Steuersignale (SELV).**

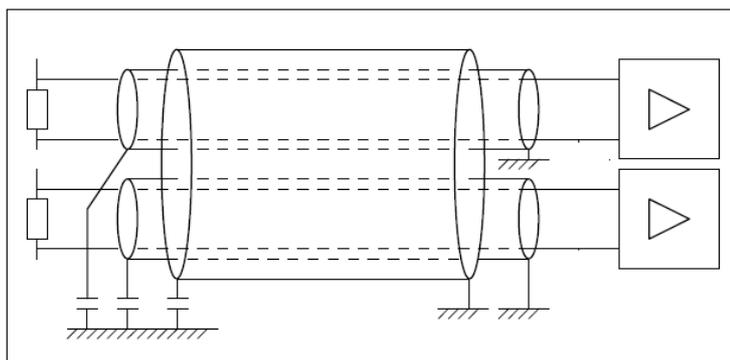
Ein geschirmtes Kabel mit korrekter Nennspannung ist die beste Alternative für 115/230 V AC-Digitalsignale, Sie können aber auch ein ungeschirmtes mehradriges Kabel verwenden.

### ■ Kabelschirme verbinden

#### Beschreibung

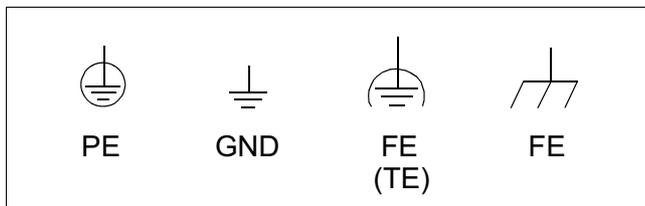
Ein Signalkabelschirm, der an beiden Enden unverbunden (ungeerdet) bleibt, unterdrückt keine Störungen. Die einseitige Erdung eines Signalkabelschirms unterdrückt in den meisten Fällen das elektromagnetische Feld und induktive Störungen ausreichend.

Die beidseitige Erdung eines Signalkabelschirms verbessert die Störunterdrückung oberhalb einer bestimmten Frequenz, bildet aber auch eine Schleife, in der niederfrequenter Strom fließt, wenn die Enden des Kabelschirms auf unterschiedlichen Potenzialen liegen. Wenn eine Hochfrequenzerdung erforderlich ist, sollte daher das andere Ende des Schirms über einen Kondensator geerdet werden. Bei einigen Geräten ist der Kondensator eingebaut.



## Anweisungen

Für die äußeren Schirme aller Steuerkabel in der Kabeldurchführung des Frequenzumrichters eine 360-Grad-Erdung an einer Erdungsschelle herstellen. außerdem die Kabelschirme und die Erdungskabel an eine Erdungsklemme auf der Frequenzumrichterseite herstellen. Die Erdungsklemme kann eine spezielle Klemme, Schraube oder Klemmleiste sein, die mit PE, FE, GND oder einem der folgenden Symbole gekennzeichnet ist:



Die anderen Enden der Steuerkabelschirme sollten offen gelassen werden oder indirekt über für hohe Frequenzen geeignete Kondensatoren mit wenigen Nanofarad, z. B. 3,3 nF / 630 V, geerdet werden. Der Schirm kann ohne nennenswerten Spannungsabfall auch direkt an beiden Enden geerdet werden, wenn diese an die gleiche Massefläche angeschlossen sind.

### ■ Analoge und digitale Signale in separaten Kabeln

Verwenden Sie separate geschirmte Kabel für Analog- und Digitalsignale. Keine Signale mit 24 V DC und 115/230 V AC in demselben Kabel übertragen.

### ■ Signale, die im selben Kabel geführt werden können

Sofern ihre Spannung 48 V nicht übersteigt, können relaisgesteuerte Signale über die gleichen Kabel wie die digitalen Eingangssignale geführt werden. Übertragen Sie die relaisgesteuerten Signale über verdrehte Leiterpaare.

### ■ Relaiskabeltyp

Kabeltyp mit geflochtenem Metallschirm (z.B. ÖLFLEX von LAPPKABEL, Deutschland) wurde von ABB geprüft und zugelassen.

### ■ Serielle Kommunikation (z. B. Feldbus)

Siehe Benutzerhandbuch des Feldbus-Adaptermoduls.

## Verkabelung und Isolierung von Drehgebern

Verwenden Sie für die Drehgebersignale immer ein doppelt geschirmtes Kabel.

Erden Sie die Kabelschirme nur am Drehgeber-Schnittstellenmodul, wenn der Drehgeber nicht von Motor und Erde isoliert ist. Wenn der Drehgeber jedoch von Motor und Erde isoliert ist, verbinden Sie die Kabelschirme ebenfalls mit dem Drehbergerhäuse.

Weitere Informationen finden Sie in der Bedienungsanleitung des Drehgeber-Schnittstellenmoduls und im Drehgeber-Handbuch.

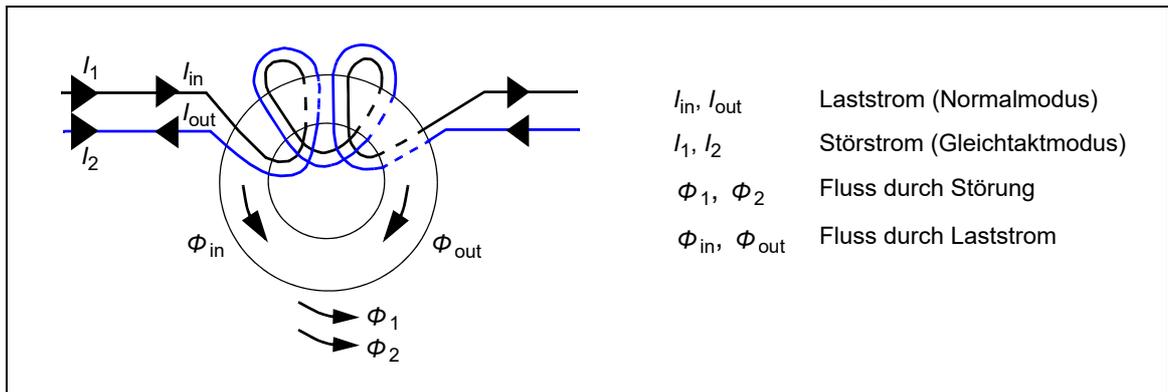
## Potenzialtrennung

Wir empfehlen eine Potenzialtrennung von Steuersignalen, insbesondere bei großen Entfernungen. Die Potenzialtrennung verbessert die Störfestigkeit. Sie verhindert Störungen durch Gleichimpedanzkopplung (Erdschleife) und unterdrückt induktive Kopplungsstörungen. Isolieren und verstärken Sie schwache Signale nur am Quellende. Andernfalls können die Signale auch am empfangenden Ende isoliert werden

## Gleichtaktdrosseln

Bei Anwendungen mit hohem Emissionsniveau wie Zügen, Straßenbahnen und beweglichen Maschinen können Gleichtaktdrosseln in Signalkabeln verwendet werden, um Probleme bei der Verbindung zwischen verschiedenen Systemen zu vermeiden.

Wickeln Sie die Signalleiter wie in der Abbildung unten gezeigt durch den Ferritkern der Gleichtaktdrossel. Der Ferritkern erhöht die Induktivität der Leiter und ihre Gegeninduktivität, so dass Störsignale im Gleichtaktmodus über einer bestimmten Frequenz unterdrückt werden. Eine ideale Gleichtaktdrossel unterdrückt keine Gegentaktsignale.



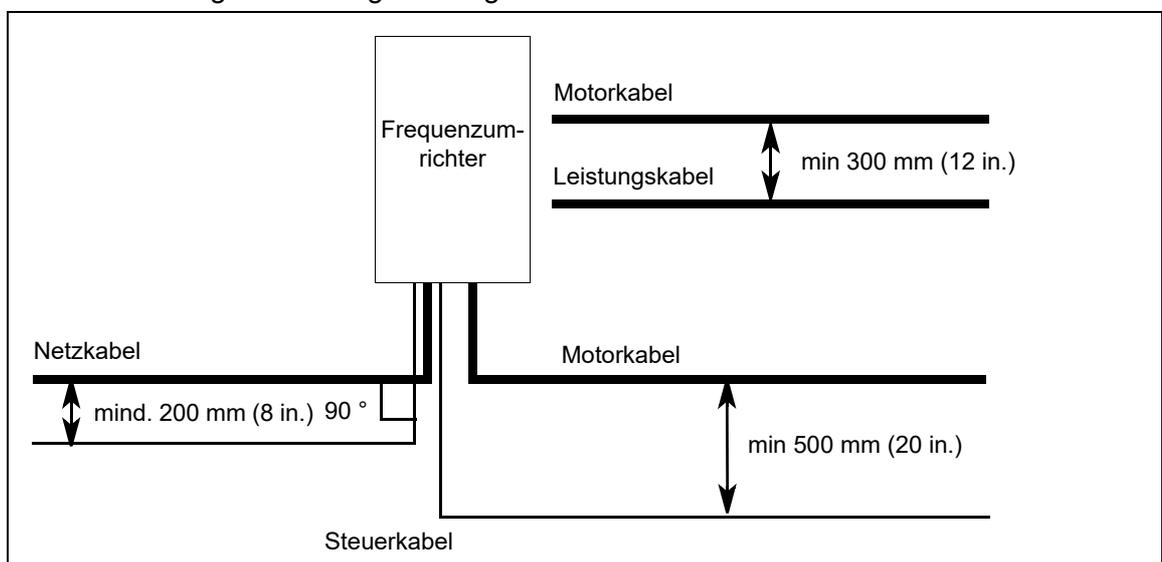
## Verlegung der Kabel

Das Motorkabel ist getrennt von anderen Kabeln zu verlegen. Die Motorkabel von mehreren Frequenzumrichtern können parallel nebeneinander verlaufen. Die Motor-, Netz- und Steuerkabel sind auf separaten Kabeltrassen zu verlegen. Über lange Strecken parallel laufende Kabel sind zu vermeiden, damit elektromagnetische Störungen, die durch schnelle Änderungen der Ausgangsspannung des Frequenzumrichters verursacht werden, gering gehalten werden können.

Müssen Steuerkabel über Leistungskabel geführt werden, dann hat dies in einem Winkel zu erfolgen, der so nahe wie möglich bei  $90^\circ$  liegt. Führen Sie keine zusätzlichen Kabel durch den Frequenzumrichterschrank.

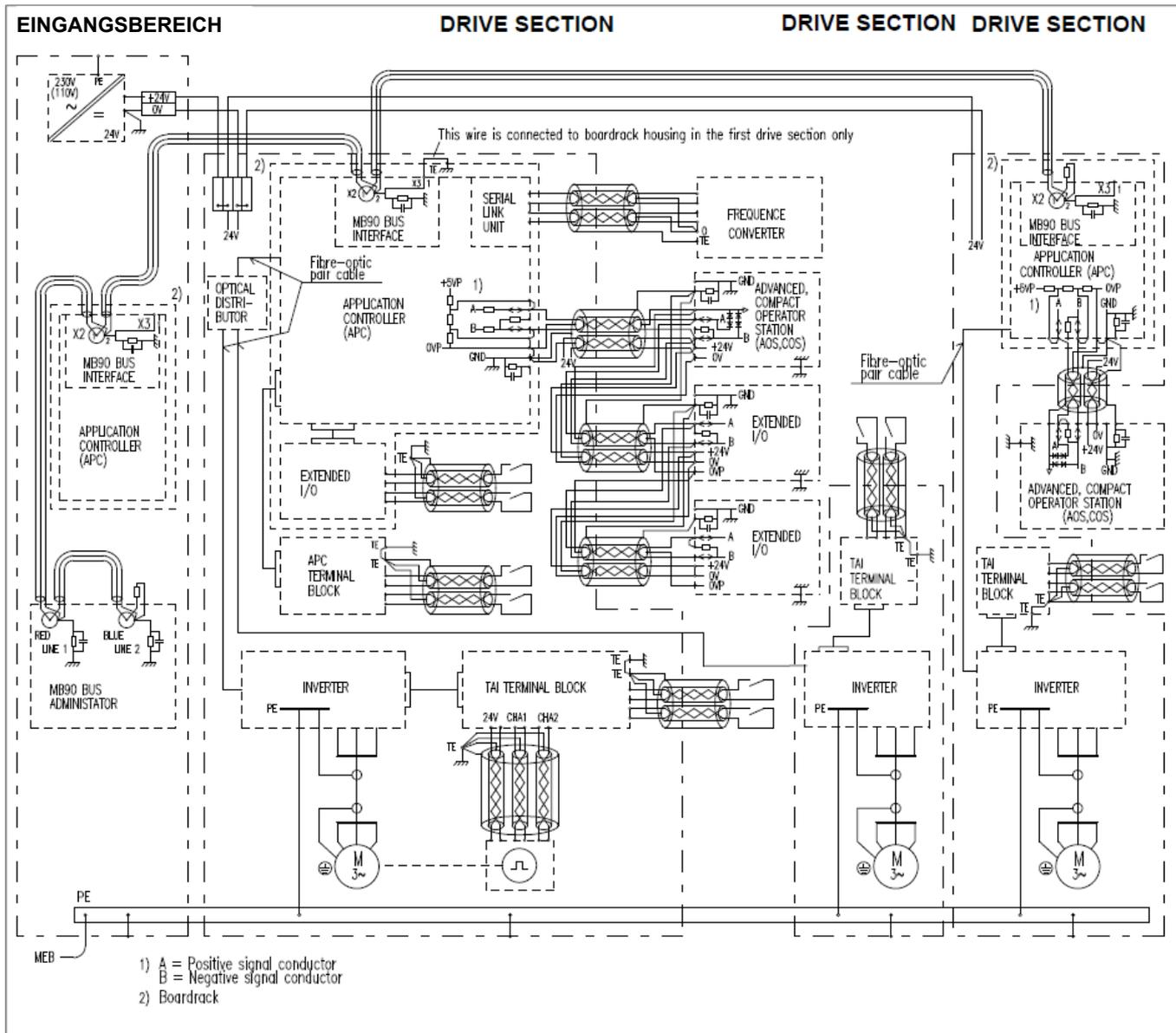
Die Kabeltrassen müssen eine gute elektrische Verbindung untereinander und zur Erdung haben. Aluminium-Trägersysteme können benutzt werden, um einen guten Potenzialausgleich sicherzustellen.

Die Kabelführung ist nachfolgend dargestellt.



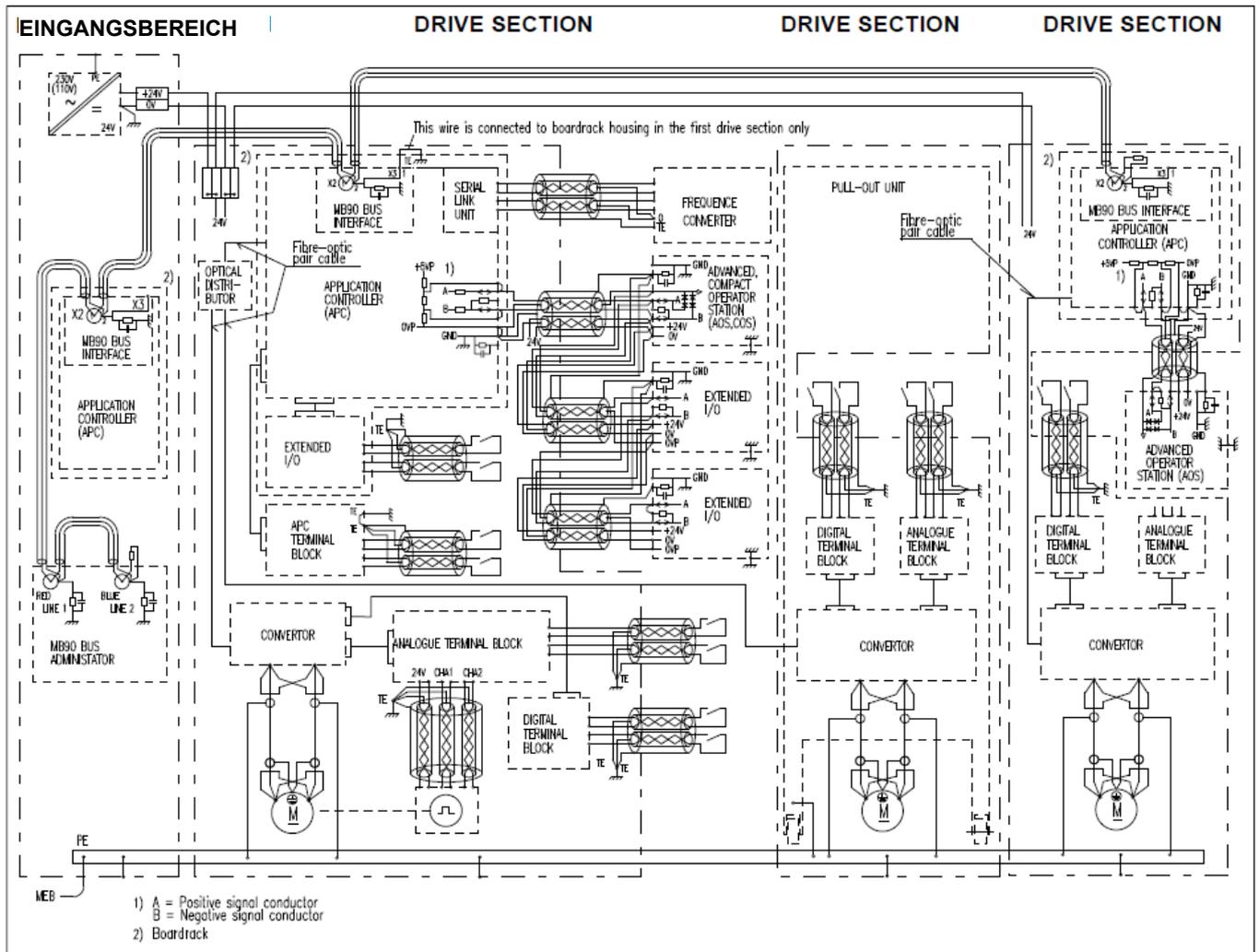
# Erdungsdiagramm eines AC-Antriebssystems

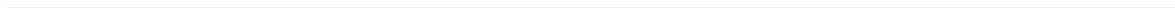
Diese Zeichnung zeigt ein Beispiel für die typische Erdung eines AC-Antriebssystems.



# Erdungsdiagramm eines DC-Antriebssystems

Diese Zeichnung zeigt ein Beispiel für die typische Erdung eines DC-Antriebssystems.







# 4

## Störungskopplung

---

### Inhalt des Kapitels

Dieses Kapitel informiert hauptsächlich über verschiedene Arten der Störungskopplung. Es enthält auch Richtlinien zum Verringern der Kopplung.

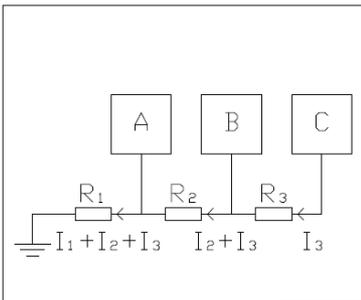
---

## Impedanzkopplung

Eine Impedanzkopplung (auch galvanische Kopplung) ist möglich, wenn Ströme zweier Stromkreise einen gemeinsamen Stromweg haben (siehe Abbildung unten), z. B. in der Erdung oder im Stromversorgungskreis. Stromänderungen im Störkreis führen über die gemeinsame Impedanz zu möglichen Änderungen:

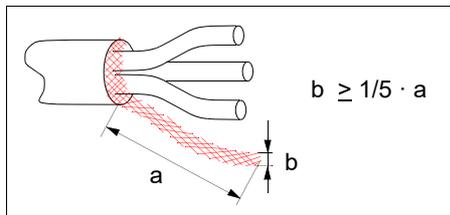
$$u = R \cdot i - L \frac{di}{dt}$$

wobei  $u$  für die Spannung  $i$  für den Strom steht. Die Spannung in einer Drossel ist gleich dem Produkt ihrer Induktivität und der Änderungszeit des durchfließenden Stroms.



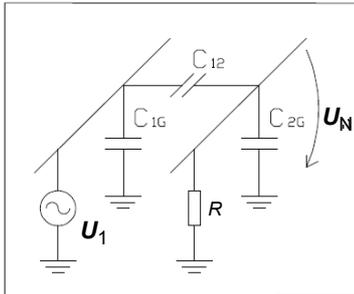
### ■ So verringern Sie die Kopplung über eine Erdungsschleife

- Verwenden Sie eine Einpunkterdung, um eine niederfrequente Kopplung zu verhindern.
- Sorgen Sie für möglichst geringe Induktivität, um die Hochfrequenzkopplung zu verringern. Um die niedrigste Impedanz zu erhalten, sollte das Verhältnis zwischen Länge und Breite eines Schutzleiters (verdrellter Schirm) weniger als fünf betragen. In der Praxis ist dies nur mit Mehrpunkterdung möglich.



## Kapazitive Kopplung

Kapazitive Störungen werden durch ein sich veränderndes elektrisches Feld gekoppelt. Die Kopplung ist in Schaltungen möglich, die eine Streukapazität miteinander haben.



Die Störspannung ( $U_n$ ) ist proportional zu Frequenz ( $f$ ), Spannungspegel des Störleiters ( $U_1$ ) und Streukapazität zwischen den Leitern ( $C_{12}$ ):

$$U_n = j2\pi f \cdot U_1 \cdot C_{12} \cdot R.$$

### ■ So verringern Sie die kapazitive Kopplung

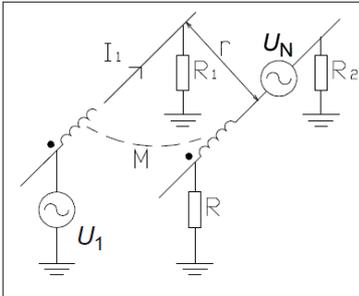
- Verringern Sie die Streukapazität zwischen den Stromkreisen.
- Verringern Sie den Impedanzpegel des Opferstromkreises.
- Begrenzen Sie den Frequenzpegel des Störkreises.
- Begrenzen Sie den Spannungspegel des Störkreises.

### ■ So verringern Sie die Streukapazität

- Verwenden Sie für Geräte Metallgehäuse.
- Verwenden Sie abgeschirmte Leiter.
- Vergrößern Sie den Abstand zwischen den Leitern.
- Verwenden Sie eine Massefläche zwischen den Leitern.

## Induktive Kopplung

Induktive Störungen werden durch Magnetfelder gekoppelt. Strom im Störkreis erzeugt einen magnetischen Fluss um seinen Leiter. Wenn ein sich verändernder magnetischer Fluss durch eine geschlossenen Schleife fließt, wird eine sich ändernde Spannung im Opferschaltkreis induziert, wodurch es zu einem Störstrom der geschlossenen Schleife kommt.



Die Störspannung ( $U_n$ ) ist proportional zu Frequenz ( $f$ ) und Strom ( $I_1$ ) des Störleiters und zur Gegeninduktivität der Schaltkreise ( $M_{12}$ ). Die Gegeninduktivität ist proportional zur Fläche der Schleife, die senkrecht zu den Magnetfeldlinien ( $A \cos \theta$ ) verläuft, geteilt durch den Abstand zwischen den Leitern ( $r$ ):

$$U_n = j2\pi f \cdot M_{12} \cdot I_1$$

$$M_{12} = \mu \frac{A \cos \theta}{2\pi r}$$

### ■ So verringern Sie die induktive Kopplung zwischen Stromkreisen

- Verringern Sie die Gegeninduktivität zwischen den Stromkreisen.
- Filtern Sie den hochfrequenten Inhalt des Störkreises.
- Verringern Sie den Strom des Störkreises.

### ■ So verringern Sie Gegeninduktivität

- Verwenden Sie verdrehte Signalkabel.
- Vergrößern Sie den Abstand zwischen den Leitern.
- Verringern Sie den Schleifenbereich durch Potenzialtrennung.
- Vermeiden Sie parallele Leiter und Spulen.

### ■ So erzielen Sie zusätzliche Störungsunterdrückung

- Schirmen Sie den Leiter des Opfers mit einem Material mit hoher Permeabilität. Hochpermeables Material sorgt für einen „Kurzschluss“ in magnetischen Schaltkreisen, so dass der größte Teil des Flusses durch dieses Material fließt.
- Verwenden Sie ein Metallgehäuse oder eine Metallabschirmung, um hochfrequente Störungen zu verringern.
- Verwenden Sie hochleitfähige Metallabschirmungsmaterialien wie Aluminium und Kupfer.

## Elektromagnetische Kopplung

Elektromagnetische Energie kann sich im freien Raum als Wellen ausbreiten. Jeder Leiter, der einen sich ändernden Strom führt, ist eine potenzielle Senderantenne aus elektromagnetischen Wellen. Alle Leiter können auch als Empfängerantennen fungieren. Darüber hinaus formt jeder Leiter, ob er Teil eines aktiven Stromkreises ist oder nicht, die elektromagnetischen Felder und verstärkt möglicherweise die Antennenfunktion. Manchmal kann sich ein fester Isolator auf die gleiche Weise verhalten. Der Wirkungsgrad der Antenne steigt bei hohen Frequenzen (über 10 MHz), wenn die Antennenabmessungen etwa 1/100 der Wellenlänge überschreiten. Die Abmessungen und die Betriebsfrequenzen normaler digitaler Elektronik fallen in diesen Bereich.

Auch liegt ein Teil der wetterbedingten Störungen, zum Beispiel Blitzeinschläge in großer Entfernung, bei Frequenzen von 10 bis 100 MHz. Ein Blitzschlag in der Nähe eines elektronischen Geräts verhindert leicht die normale Funktion des Geräts und kann es beschädigen. Die Kopplung nimmt mit zunehmendem Abstand ab.

### ■ So schützen Sie sich vor elektromagnetischen Wellen

- Verwenden Sie Masseflächen oder Netzstrukturen als lokale Masse.
- Verwenden Sie geschirmte Kabel.
- Verwenden Sie Metallgehäuse für Geräte. Undichte Türen sind problematisch.
- Machen Sie nur kleine Öffnungen in Gehäusen.
- Vermeiden Sie unbeabsichtigte Antennenaufbauten.
- Systematisch in kurzen ( $< 1/10$  Wellenlänge) Intervallen erden.
- Das andere Ende der Steuerkabelschirme nicht anschließen oder indirekt über einen Hochfrequenz-Kondensator mit wenigen Nanofarad (z.B. 3,3 nF / 630 V) erden.

Diese Verfahren verringern die elektromagnetische Kopplung beiden Seiten, der Quelle und des Opfers.

---



# Ergänzende Informationen

## Anfragen zu Produkt und Service

Wenden Sie sich mit Anfragen zum Produkt unter Angabe des Typenschlüssels und der Seriennummer des Geräts an Ihre ABB Vertretung. Eine Liste der ABB Verkaufs-, Support- und Service-Adressen finden Sie im Internet unter [www.abb.com/searchchannels](http://www.abb.com/searchchannels).

## Produktschulung

Informationen zu den Produktschulungen von ABB finden Sie auf der Internetseite [new.abb.com/service/training](http://new.abb.com/service/training).

## Feedback zu den Antriebshandbüchern von ABB

Über Kommentare und Hinweise zu unseren Handbüchern freuen wir uns. Auf der Internetseite [new.abb.com/drives/manuals-feedback-form](http://new.abb.com/drives/manuals-feedback-form) finden Sie ein Formblatt für Mitteilungen.

## Dokumente-Bibliothek im Internet

Sie finden Handbücher und andere Produktdokumentation im PDF-Format. Auf die Internetseite [www.abb.com/drives/documents](http://www.abb.com/drives/documents).

# Kontakt

**[www.abb.com/drives](http://www.abb.com/drives)**

**[www.abb.com/drivespartners](http://www.abb.com/drivespartners)**

3AXD50000897650 rev C DE

Übersetzung des Originaldokuments

3AFY61201998 Rev C (EN) 2013-03-25