

Technische Info | Technic Note

EMV-gerechte Installation

Dokument	ti_dr_tn-emc-20154000_de
Index	00011
Sprache	DE
Version	01

Impressum

KEB Automation KG
Südstraße 38, D-32683 Barntrup
Deutschland
Tel: +49 5263 401-0 • Fax: +49 5263 401-116
E-Mail: info@keb.de • URL: <https://www.keb-automation.com>

tj_dr_tn-emc-20154000_de
Version 01 • Ausgabe 25.09.2025

1 Vorwort

In den Technic Notes werden zusätzliche Informationen zu Geräten und Zubehör beschrieben. Sie helfen Konstrukteuren und Entwicklern beim Einsatz von KEB Produkten in ihren Applikationen. Sie gelten jedoch nur als unverbindliche Hinweise. Die Auswahl im Hinblick auf ihre Eignung für den beabsichtigten Einsatz kann nur durch den Anwender erfolgen. Bei Fragen wenden Sie sich bitte an die KEB Automation KG oder Ihren Gebietsrepräsentanten.

Die Verwendung unserer Geräte in den Zielprodukten erfolgt außerhalb unserer Kontrollmöglichkeiten und liegt daher ausschließlich im Verantwortungsbereich des Maschinenherstellers, Systemintegrators oder Kunden.

Dieses Dokument ist rechtlich nicht Bestandteil der zertifizierten Gerätedokumentation. Die in der aktuellen KEB Dokumentation beschriebenen Funktionen müssen immer vorrangig behandelt werden. Die beigefügten Unterlagen entsprechen dem bei Drucklegung gültigen Stand. Druckfehler, Irrtümer und technische Änderungen vorbehalten.

Inhaltsverzeichnis

1	Vorwort	3
2	Einführung	6
2.1	Über den Inhalt.....	6
2.2	Was ist EMV?.....	6
3	EMV-Grundlagen	8
3.1	Einsatz von Antriebsstromrichtern	8
3.2	Einsatzort	8
3.2.1	Erste Umgebung	8
3.2.2	Zweite Umgebung.....	9
4	Der Antriebsstromrichter als Störsenke	10
4.1	Mögliche Störeinkopplungen.....	10
4.1.1	Galvanische Störeinkopplung	10
4.1.2	Kapazitive Störeinkopplung	11
4.1.3	Induktive Störeinkopplung	12
4.1.4	Elektromagnetische Störeinkopplung	13
5	Power Drive System (PDS)	15
5.1	Kategorien für PDS	15
5.1.1	PDS der Kategorie C1	16
5.1.2	PDS der Kategorie C2	16
5.1.3	PDS der Kategorie C3	16
5.1.4	PDS der Kategorie C4	16
5.2	Definition eines PDS (Power Drive System)	17
5.2.1	PDS EMV-Installation	18
6	EMV-Maßnahmen	20
6.1	Leitungsverlegung.....	20
6.1.1	Hinweise zur Leitungsverlegung.....	20
6.1.2	Motorleitung	21
6.1.3	Geberleitung	21
6.1.4	OCT-Motorleitung	23
6.1.5	Bremsenleitung	25
6.1.6	Motortemperaturleitung.....	25
6.1.7	Fazit zu Signalleitungen innerhalb von Motorleitungen	26
6.2	Schutzerdung	26
6.2.1	Anschluss der Schutzerdung	26
6.2.2	Ableitströme	26
6.3	Schirmanbindung	26
6.3.1	Anschluss der Schirmanbindung	26
6.3.2	Anschlussvarianten.....	27
6.3.3	Anschluss auf einer Schirmschiene	27
6.3.4	Leitungslänge nach der Schirmung	28
6.3.5	Potenzialausgleichsleiter	28
6.4	Funktionserdung	29
6.5	Ferritringe.....	30
6.5.1	Ferritring an der Motorleitung	30
6.5.2	Ferritring an der DC-Versorgungsleitung	31
6.5.3	Ferritring an der AC-Versorgungsleitung	31
7	Aufbau eines EMV-gerechten Schaltschranks	33

7.1	Schaltschrank EMV-Installation	35
7.2	Anschluss von Steuerleitungen	36
7.3	Sonstige Hinweise zur Verdrahtung	37
8	Beurteilung der EMV	39
8.1	EN 55011 (Umgebungsnorm)	39
8.2	EN 61800-3 (Produktnorm)	39
8.2.1	Anforderungen zur Störaussendung	39
8.3	Einteilung der Grenzwertklassen	40
8.3.1	Klasse A	40
8.3.2	Klasse B	40
8.4	EMV-Normen	41
9	Änderungshistorie	42

2 Einführung

Dieser Leitfaden soll grundsätzliche Kenntnisse der elektromagnetischen Verträglichkeit (EMV) vermitteln. Er beinhaltet Informationen zur Vermeidung von Störungen und der EMV-gerechten Installation zur Erlangung der EMV-Konformität.

2.1 Über den Inhalt

Die ständig ansteigende Verwendung elektronischer Schaltungen und Systeme, vor allem im industriellen Bereich, führt immer häufiger zu Problemen bei der elektromagnetischen Verträglichkeit (EMV).

Um hier entsprechend gegen wirken zu können, müssen Ursachen und Auswirkungen erkannt und verstanden werden.

Die Verantwortung für eine EMV-gerechte Auslegung einer Anlage trägt im Wesentlichen der Anlagenbauer. Nachträgliche Anpassungen sind oft nur bedingt und meist nicht ohne hohen finanziellen Aufwand möglich. Aus diesem Grund sollten bereits bei der Planung und Errichtung von Anlagen entsprechende EMV-Maßnahmen einbezogen werden.

Nach den zur Zeit gültigen Bestimmungen muss zu jeder Anlage / Maschine, sowie für die Sicherheitsbetrachtungen ein EMV-Plan existieren.

Dieser muss beinhalten:

- Beschreibung / Festlegung der EMV-Anforderungen
- Hinweise der Komponentenhersteller und wie diese beachtet sind
- Sicherstellung in der Produktion, wie dies umgesetzt ist
- Nachweis der Einhaltung (Messung, Begutachtung)

2.2 Was ist EMV?

Der Betrieb von elektronischen Geräten kann elektromagnetische Felder erzeugen, die in den Anwendungsbereich anderer Elektronik eindringen und diese stören können. Ein Beispiel hierfür wäre die begrenzte Benutzung von Mobiltelefonen in Flugzeugen. Diese können elektromagnetische Felder ausstrahlen, die die Elektronik des Flugzeugs erheblich beeinträchtigen können.

Als EMV bezeichnet man die elektromagnetische Verträglichkeit elektronischer Geräte untereinander. Verfügt ein Elektrogerät über elektromagnetische Verträglichkeit, kann dieses Gerät agieren, ohne dabei andere elektronische Geräte zu stören oder von diesen gestört zu werden.

Man unterscheidet in der EMV zwischen Störquellen und Störsenken. Die Stärke dieser Störungen wird beeinflusst durch den Übertragungsweg.

Die **Störquelle** ist eine Komponente oder Baugruppe, die das Störsignal erzeugt.

Die **Störsenke** ist eine Komponente oder Baugruppe, die empfindlich auf das Störsignal reagiert. Ihr Betriebsverhalten wird vom Störsignal beeinflusst.

Der **Übertragungsweg** ist die Kopplung zwischen der Störquelle und der Störsenke, die das Störsignal von seiner Quelle bis zum Ort seiner unerwünschten Wirkung transportiert.

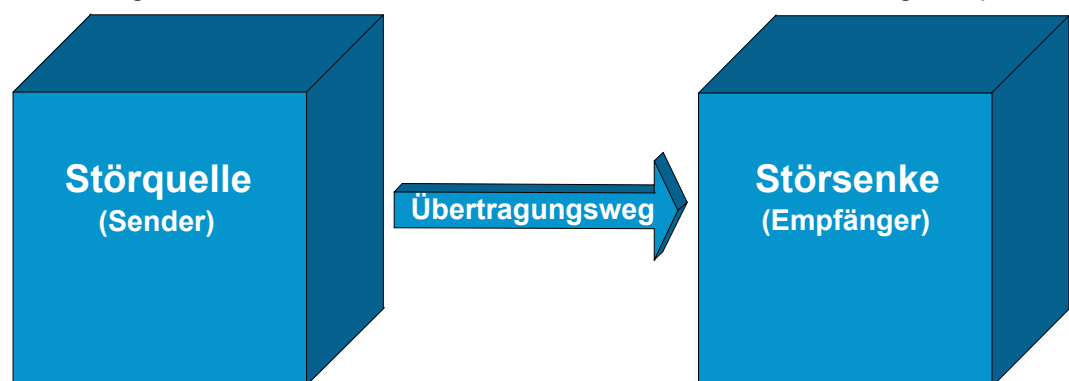


Abb. 1: Störquelle, Störsenke und Übertragungsweg

Vereinfacht gilt, je größer der Abstand zwischen Störquelle und Störsenke, desto geringer ist die Störung. Wenn der Abstand zu gering ist und keine anderweitigen Abschirmungen vorhanden sind, können Störquellen Störsenken beeinflussen.

Ort	Störquelle	Übertragungsweg	Störsenke
Ziel	Begrenzung der Erzeugung von Störungen	Begrenzung der Übertragung von Störungen	Begrenzung der Wirkung von Störungen
Mögliche Maßnahmen	Schaltungskonzept Masseanbindung Trennung Anordnung Entstörung Schaltfrequenzen Schirmung	Masseanbindung Filterung Trennung Anordnung Verdrillung Übertragung Leitungstopologie Galvanische Trennung Schirmung	Schaltungskonzept Masseanbindung Filterung Trennung Anordnung Schirmung

Tab. 1: Maßnahmen zur Verringerung von Störungen

3 EMV-Grundlagen

3.1 Einsatz von Antriebsstromrichtern

Antriebsstromrichter sind elektrische Betriebsmittel zum Einsatz in industriellen und gewerblichen Anlagen. Gemäß Richtlinie 2014/30/EU sind diese Geräte nicht kennzeichnungspflichtig, da sie im Sinne der EMV-Richtlinie, Komponenten zur Weiterverarbeitung durch den kompetenten Maschinen- und Anlagenhersteller und nicht selbständig betreibbar sind. Der Nachweis zur Einhaltung der in der EMV-Richtlinie geforderten Schutzziele muss vom Errichter / Betreiber einer Maschine / Anlage erbracht werden. Unter Verwendung der von KEB ausgemessenen Funkstörspannungsfiler, sowie bei Beachtung der folgenden Maßnahmen und Installationsrichtlinien, ist in der Regel die Einhaltung der vorgegebenen Grenzwerte gegeben.

3.2 Einsatzort

Nach EN 61800-3 lässt sich der Einsatzort in zwei Umgebungsbereiche einteilen.

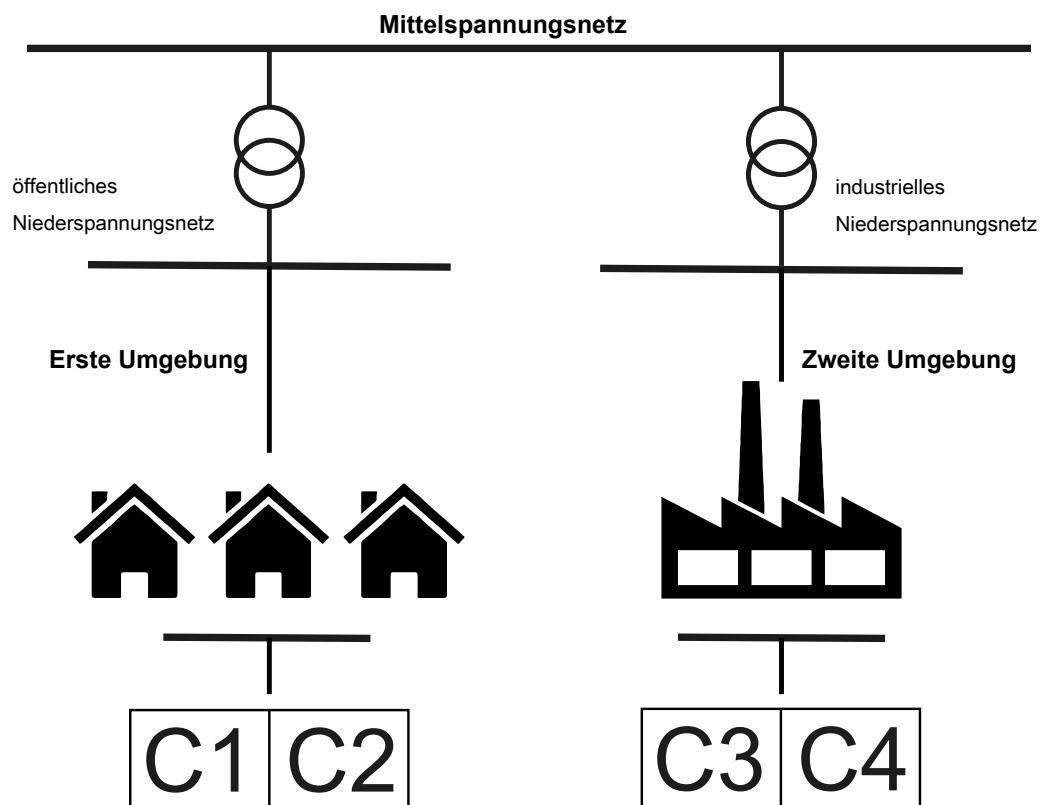


Abb. 2: Übersicht der Einsatzorte

3.2.1 Erste Umgebung

3.2.1.1 Wohnbereich

Ein Wohnbereich ist ein räumliches Gebiet, das für die Errichtung von Wohngebäuden bestimmt ist. Wohngebäude sind Orte, an denen eine oder mehrere Personen leben können. Ein Wohngebäude kann ein einzelnes Gebäude (wie z.B. ein Einfamilienhaus), ein separates Gebäude oder ein einzelner, abgetrennter Teil eines größeren Gebäudes (wie z.B. eine Wohnung in einem Wohnblock) sein. Die elektrische Netzenergie an einem solchen Ort wird durch direkte Verbindung mit dem öffentlichen Niederspannungsnetz bezogen.

Anmerkungen zum Wohnbereich:

- Beispiele für Wohnbereiche sind Häuser, Wohnungen oder Bauernhäuser, die genutzt werden, um darin zu leben.
- Es wird erwartet, dass in Wohnbereichen Funkempfänger in einem Abstand von 10 m vom Gerät betrieben werden.
- Gleichstromversorgte oder batteriebetriebene Geräte, die zum Betrieb im Wohnbereich vorgesehen sind, eingeschlossen.

3.2.1.2 Geschäfts- und Gewerbebereiche sowie Kleinbetriebe

Orte, die keine Wohnbereiche sind, aber ihre elektrische Netzenergie durch direkte Verbindung vom öffentlichen Niederspannungsnetz beziehen.

Anmerkungen zu Geschäfts- und Gewerbebereichen:

Beispiele für solche Bereiche sind:

- Läden, Großmärkte
- Geschäftsräume (Büros, Banken und Geldinstitute, Hotels, Datenzentren)
- Bereiche, die der öffentlichen Unterhaltung dienen (Kinos, öffentliche Gaststätten, Tanzhallen bzw. Diskotheken)
- Orte, die religiöser Ausübung dienen (Tempel, Kirchen, Moscheen, Synagogen)
- Im Freien befindliche Stellen (Tankstellen, Parkplätze, Vergnügungs- und Sportstätten)
- Orte für die allgemeine Öffentlichkeit (Parks, Vergnügungseinrichtungen, Ämter, Dienstleistungszentren)
- Krankenhäuser, Bildungseinrichtungen (Schulen, Universitäten)
- Bereiche des öffentlichen Verkehrs, Bahnhöfe und Flughäfen

Diese Bereiche schließen den in EN 61000-6-4 definierten Industriebereich aus.

3.2.2 Zweite Umgebung

Standorte außerhalb von Wohnbezirken sowie Industriegebiete, die über einen eigenen Transformator aus dem Mittelspannungsnetz versorgt werden.

Beispiele für Orte der zweiten Umgebung sind Industriegebiete und technische Bereiche von Gebäuden, die von einem eigenen Transformator gespeist werden.

3.2.2.1 Industriebereich

Industriebereiche zeichnen sich durch den Anschluss an ein eigenes Stromversorgungsnetz aus. Das Stromversorgungsnetz wird über einen eigenen Hoch- oder Mittelspannungsverteiltertransformator gespeist, welcher für die Stromversorgung der Anlage zuständig ist.

Anmerkungen zu Industriebereichen

Beispiele für Industriebereiche sind Metallverarbeitung, Zellstoff- und Papierverarbeitung, chemische Anlagen, Kraftfahrzeugproduktion.

Diese beinhalten:

- Verwendung von industriellen, wissenschaftlichen und / oder medizinischen Geräten.
- Verwendung von großen induktiven oder kapazitiven Lasten, die häufig geschaltet werden.
- Hohe Spannungen und / oder Stromstärken und damit verbundene hohe elektromagnetische Felder.

4 Der Antriebsstromrichter als Störsenke

4.1 Mögliche Störeinkopplungen

Von Störquellen erzeugte Störungen können über unterschiedliche Übertragungswege Einfluss auf die Störsenke nehmen. Unterschieden wird grundlegend in galvanische, kapazitive, induktive und elektromagnetische Störeinkopplungen.

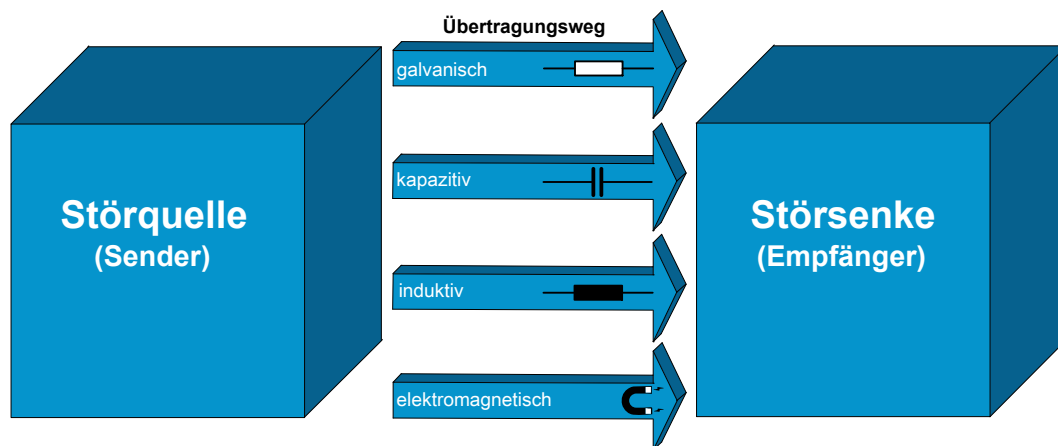


Abb. 3: Mögliche Störeinkopplungen

4.1.1 Galvanische Störeinkopplung

Eine galvanische Störeinkopplung tritt auf, wenn mehrere Stromkreise einen gemeinsamen Leiter benutzen. Beispielsweise eine gemeinsame Masseleitung oder Erdverbindung. Der Strom I_1 im Bauteil 1 erzeugt an der Impedanz Z des gemeinsamen Leiters einen Spannungsabfall ΔU_1 , um den sich die Spannung an den Klemmen von Bauteil 2 ändert. Umgekehrt erzeugt der Strom I_2 von Bauteil 2 an der Impedanz Z des gemeinsamen Leiters einen Spannungsabfall ΔU_2 , um den sich die Spannung an den Klemmen von Bauteil 1 ändert.

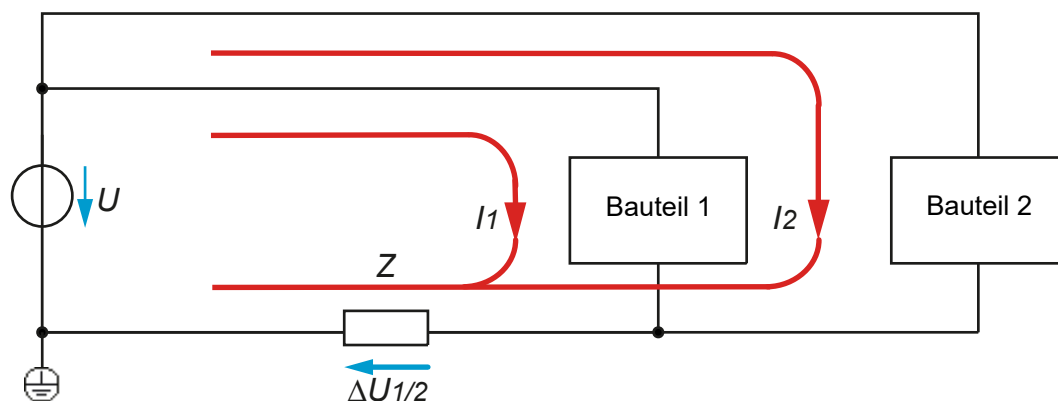


Abb. 4: Galvanische Störeinkopplung

Ist z.B. die Spannungsquelle U ein 24V-Netzteil, das zwei Baugruppen mit Gleichspannung versorgt, das Bauteil 1 ein Schaltnetzteil mit einer periodischen, impulsförmigen Stromaufnahme und das Bauteil 2 eine empfindliche Schnittstellenbaugruppe zur analogen Signalübertragung, so wirkt Bauteil 1 als Störquelle. Diese stört über die galvanische Kopplung, d.h. über den Spannungsabfall ΔU an der gemeinsamen Impedanz Z , die Versorgungsspannung an den Klemmen der als Störsenke wirkenden Schnittstellenbaugruppe, wodurch die Qualität der analogen Signalübertragung negativ beeinflusst werden kann.

4.1.1.1 Maßnahmen zur Reduzierung galvanischer Störeinkopplungen

- Die Länge von gemeinsam genutzten Leitern so gering wie möglich halten.
- Verwendung großer Leitungsquerschnitte, wenn die gemeinsame Impedanz einen überwiegend ohmschen Charakter hat.
- Verwendung eines eigenen Hin- und Rückleiters pro Stromkreis.

4.1.2 Kapazitive Störeinkopplung

Eine kapazitive Störeinkopplung tritt zwischen gegenseitig isolierten Leitern auf, die sich auf unterschiedlichem Potential befinden. Aufgrund der Potentialdifferenz existiert zwischen den Leitern ein elektrisches Feld, das durch die Kapazität C_k beschrieben wird. Die Größe der Kapazität C_k hängt von der Geometrie und dem Abstand der auf unterschiedlichem Potential befindlichen Leiter ab.

Die Abbildung 5 „Kapazitive Störeinkopplung“ zeigt eine Störquelle, die durch kapazitive Störeinkopplung einen Störstrom I_S in die Störsenke einkoppelt. Der Störstrom I_S erzeugt an der Impedanz Z_i der Störsenke einen Spannungsabfall und somit eine Störspannung U_S .

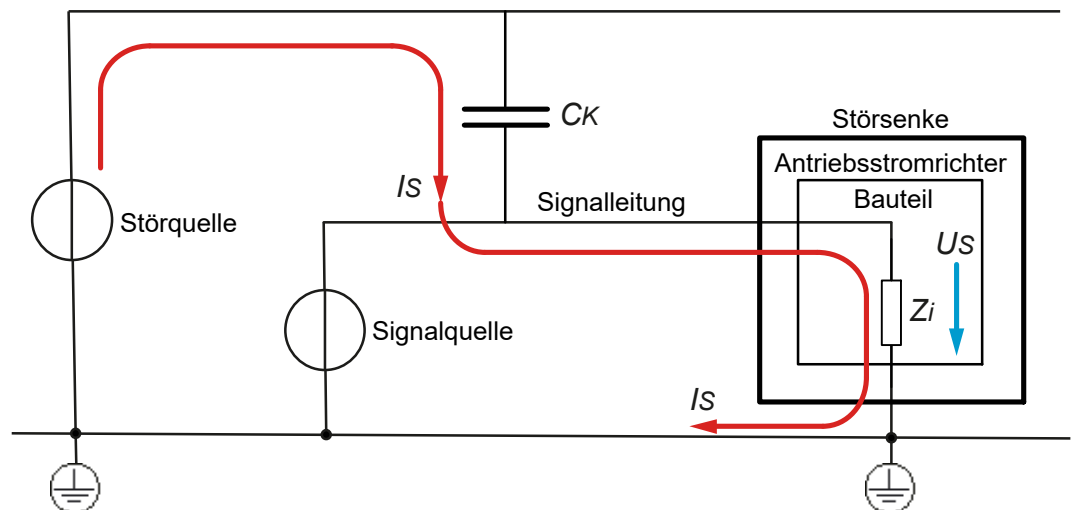


Abb. 5: Kapazitive Störeinkopplung

Sind z.B. eine Motorleitung und eine ungeschirmte Signalleitung auf einer Kabelpritsche in geringem Abstand über eine längere Entfernung parallel verlegt, so ergibt sich durch den geringen Abstand eine sehr große Koppelkapazität C_k . Der als Störquelle wirkende motorseitige Wechselrichter des Antriebsstromrichters koppelt mit jeder Schaltflanke einen impulsförmigen Störstrom über die Kapazität C_k in die Signalleitung ein. Fließt dieser Störstrom z.B. über die digitalen Eingänge in den Steuerteil des Antriebsstromrichters, so können bereits kleine Störimpulse mit einer Dauer von wenigen Mikrosekunden und einer Amplitude von wenigen Volt die über Mikroprozessoren ausgeführte digitale Regelung des Antriebsstromrichters stören und zu einer Fehlfunktion führen.

4.1.2.1 Maßnahmen zur Reduzierung kapazitiver Störeinkopplungen

- Abstand zwischen der störenden und der gestörten Leitung so groß wie möglich halten.
- Länge der parallelen Leitungsführung so kurz wie möglich halten.
- Verwendung geschirmter Signalleitungen.

Die wirkungsvollste Maßnahme ist die konsequente Trennung von Leistungs- und Signalleitungen in Kombination mit einer Schirmung der Signalleitungen. Der Störstrom I_S wird jetzt in den Schirm eingekoppelt und fließt über Schirm und Gehäuse des Geräts bzw. Antriebsstromrichters zur Erde ohne die internen Stromkreise zu stören.

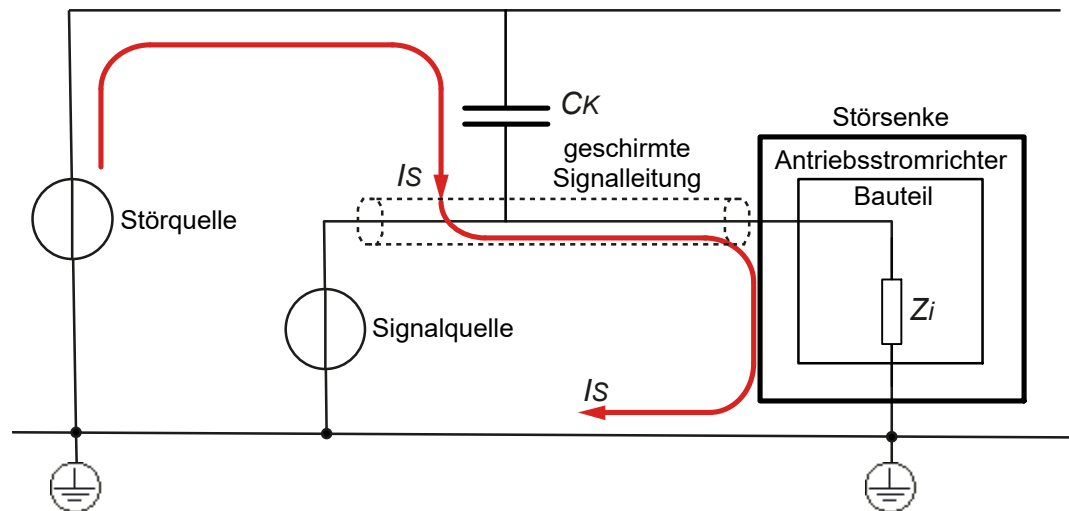


Abb. 6: Reduzierung der kapazitiven Störeinkopplung durch geschirmte Signalleitung

Voraussetzung für eine optimale Wirkung des Schirms ist eine großflächige, niederinduktive Schirmauflage.

- Bei digitalen Signalleitungen ist der Schirm stets beidseitig (am Sender und am Empfänger) großflächig aufzulegen.
- Bei analogen Signalleitungen können sich durch beidseitiges Auflegen des Schirms niederfrequente Störungen ergeben (Brummschleifen). In diesem Fall ist der Schirm nur einseitig am Antriebsstromrichter aufzulegen.

4.1.3 Induktive Störeinkopplung

Die induktive Störeinkopplung tritt zwischen stromdurchflossenen Stromkreisen bzw. Leiterschleifen auf. Fließt in einer Leiterschleife ein Wechselstrom, so erzeugt dieser ein magnetisches Wechselfeld. Dieses durchsetzt die andere Leiterschleife und induziert dort eine Spannung. Die Größe der induktiven Störeinkopplung wird durch die Gegeninduktivität M_k beschrieben und hängt von der Geometrie und dem Abstand der Leiterschleifen ab.

Die Abbildung 7 „Induktive Störeinkopplung“ zeigt einen durch eine Störquelle gespeisten Stromkreis, der durch ein magnetisches Störfeld BS eine Störspannung US in einem Signalstromkreis induziert. Die Störspannung US treibt einen Störstrom IS und dieser erzeugt an der Impedanz Z_i der Störsenke einen Spannungsfall und somit eine Störung.

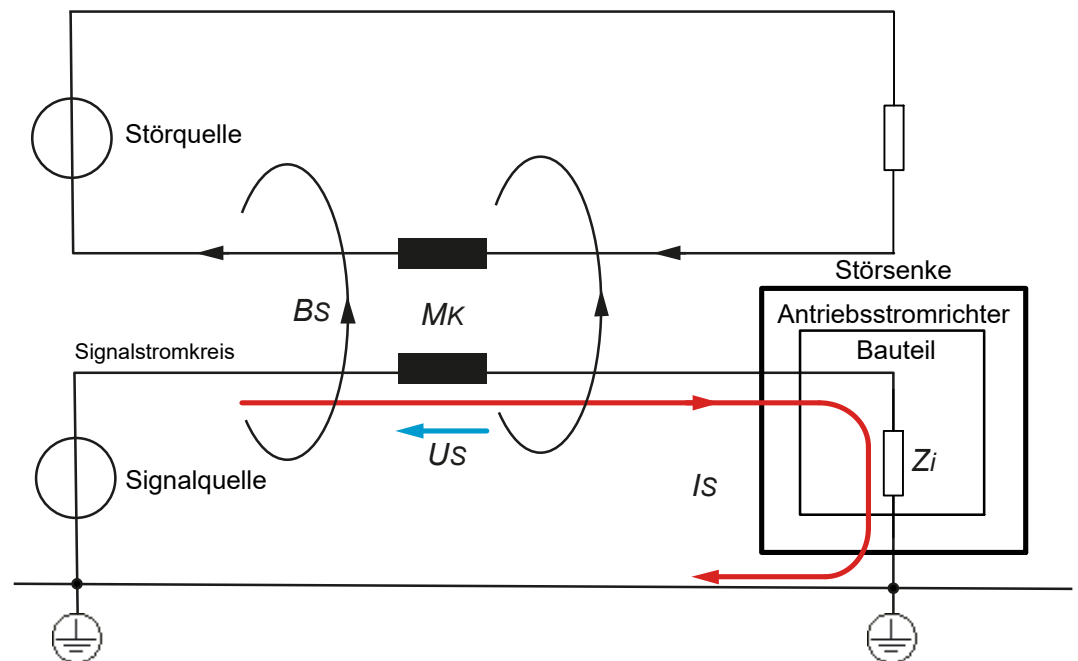


Abb. 7: Induktive Störeinkopplung

Ist z.B. die Störquelle ein an den Zwischenkreis des Antriebsstromrichters angeschlossener Bremswiderstand, so fließt während des Bremsbetriebs ein hoher, gepulster Strom zum Bremswiderstand. Dieser gepulste Strom induziert aufgrund seiner Größe und seiner hohen Stromanstiegsgeschwindigkeit di/dt eine gepulste Störspannung in den Signalstromkreis, die einen Störstrom zur Folge hat. Fließt dieser Störstrom z.B. über die digitalen Eingänge in die Schnittstellenbaugruppe des Antriebsstromrichters, können Fehlfunktionen wie sporadische Störabschaltungen ausgelöst werden.

4.1.3.1 Maßnahmen zur Reduzierung induktiver Störeinkopplungen

- Abstand zwischen den Leiterschleifen so groß wie möglich halten.
- Fläche der Leiterschleifen so gering wie möglich halten, d.h. Hin- und Rückleiter möglichst eng aneinander liegend parallel führen oder bei Signalleitung verdrehte Leitungen verwenden.
- Symmetrische Signalführung (Twisted Pair) mit einer Common Mode Filterung.

4.1.4 Elektromagnetische Störeinkopplung

Die elektromagnetische Störeinkopplung oder Strahlungskopplung ist eine Störung durch ein abgestrahltes elektromagnetisches Feld.

Typische Störquellen sind:

- Mobiltelefone
- Mobilfunkgeräte (Smartwatches, drahtlose Kopfhörer, Geräte mit Bluetoothfunktion)
- Geräte, die mit Funkenstrecken arbeiten (Zündkerzen, Schweißgeräte, Schütze und
- Schalter während des Öffnens der Schaltkontakte)

Die Abbildung 8 „Elektromagnetische Störeinkopplung“ zeigt einen durch eine Störquelle gespeisten Stromkreis, der durch ein elektromagnetisches Störfeld BS eine Störspannung US in einem Signalstromkreis induziert. Die Störspannung US treibt einen Störstrom IS und dieser erzeugt an der Impedanz Zi der Störsenke einen Spannungsfall und somit eine Störung.

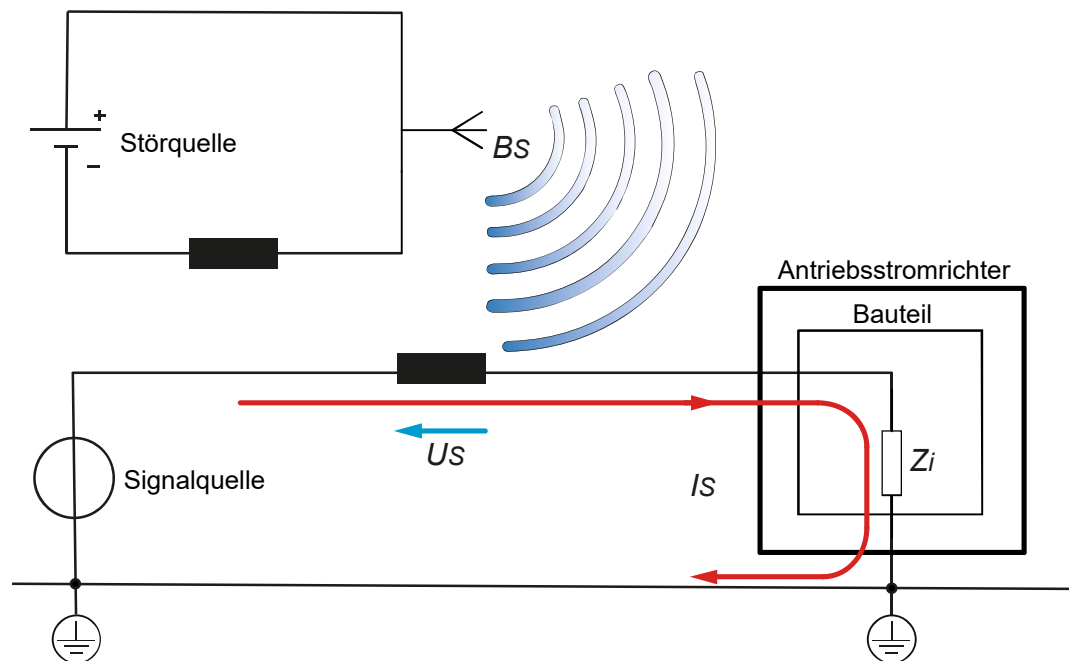


Abb. 8: Elektromagnetische Störeinkopplung

4.1.4.1 Maßnahmen zur Reduzierung elektromagnetischer Störeinkopplungen

Die elektromagnetischen Felder liegen im hochfrequenten Bereich. Daher müssen die im Folgenden aufgezählten Schirmungsmaßnahmen zur Reduktion von Störstrahlungseinkopplungen so ausgeführt sein, dass sie auch bei hohen Frequenzen wirksam sind.

Verwendet werden sollten:

- Metallische Schaltschränke, deren Einzelteile (Schränkgerüst, Wände, Türen usw.) gut leitend miteinander verbunden sind.
- Metallische Gehäuse für Geräte und Baugruppen, die gut leitend miteinander und mit dem Schaltschrankgehäuse verbunden sind.
- Geschirmte Leitungen mit feindrätig geflochtenen, hochfrequenztauglichen Schirmen.
- Ferritkerne (Mantelwellenfilter) z.B. Klappferrite an Signal-, Zu- und Ableitungen.

5 Power Drive System (PDS)

Ein Power Drive System (PDS) besteht aus einem vollständigen Antriebsmodul inklusive Systemregelung und -ablaufsteuerung (z. B. KEB COMBIVERT), sowie einem Motor und Messfühler.

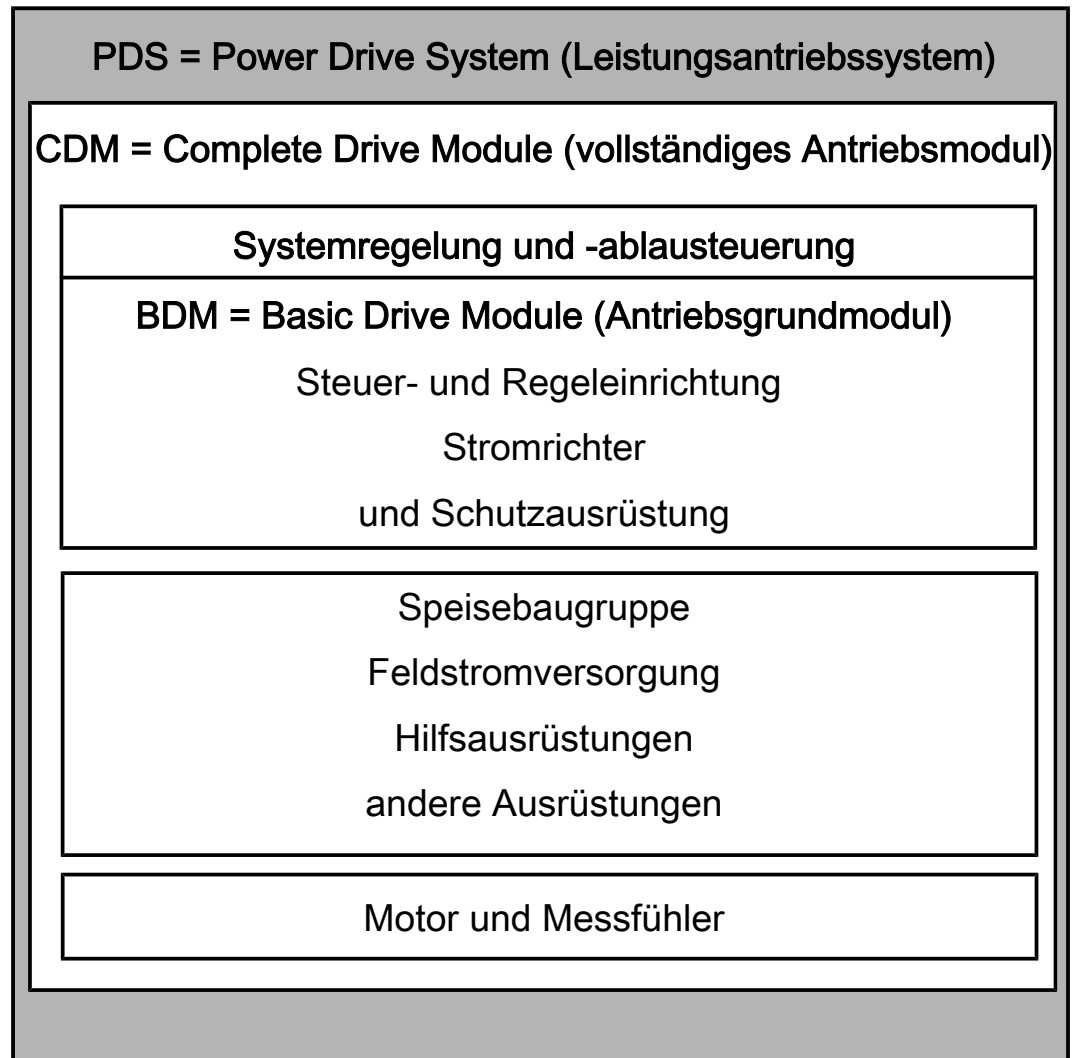


Abb. 9: Power Drive System (PDS)

5.1 Kategorien für PDS

In Abhängigkeit von der Installationsumgebung und Leistung drehzahlveränderbare Antriebe (PDS) sind in der EN 61800-3 folgende vier Kategorien definiert.

Kategorie	C1	C2	C3	C4
Umgebung	Erste Umgebung		Zweite Umgebung	
Spannungsbereich	< 1000 V			≥ 1000 V / ≥ 400 A
Erforderliche Fachkenntnisse	–	Installation und Inbetriebnahme müssen durch fachkundiges Personal erfolgen.		

Tab. 2: Kategorien

5.1.1 PDS der Kategorie C1

PDS mit einer Bemessungsspannung kleiner als 1000 V, das für den Einsatz in der ersten Umgebung vorgesehen ist. Für die Errichtung und Inbetriebnahme sind keine Fachkenntnisse erforderlich.

5.1.2 PDS der Kategorie C2

PDS mit einer Bemessungsspannung kleiner als 1000 V, das weder ein Steckergerät noch eine bewegbare Einrichtung ist und das, wenn es in der ersten Umgebung eingesetzt wird, nur für die Errichtung und Inbetriebnahme durch Fachpersonal vorgesehen ist.

5.1.3 PDS der Kategorie C3

PDS mit einer Bemessungsspannung kleiner als 1000 V, das für den Einsatz in der zweiten Umgebung und nicht für den Einsatz in der ersten Umgebung vorgesehen ist. Die Errichtung und Inbetriebnahme darf nur durch Fachpersonal erfolgen.

5.1.4 PDS der Kategorie C4

PDS mit einer Bemessungsspannung ab 1000 V und 400A, das für den Einsatz in der zweiten Umgebung und nicht für den Einsatz in der ersten Umgebung vorgesehen ist. Die Errichtung und Inbetriebnahme darf nur durch Fachpersonal erfolgen.



Fachmann im Sinne dieser Technischen Information

Ein Fachmann ist eine Person oder eine Organisation mit der erforderlichen Erfahrung für die Errichtung und / oder Inbetriebnahme von Antriebssystemen.

5.2 Definition eines PDS (Power Drive System)

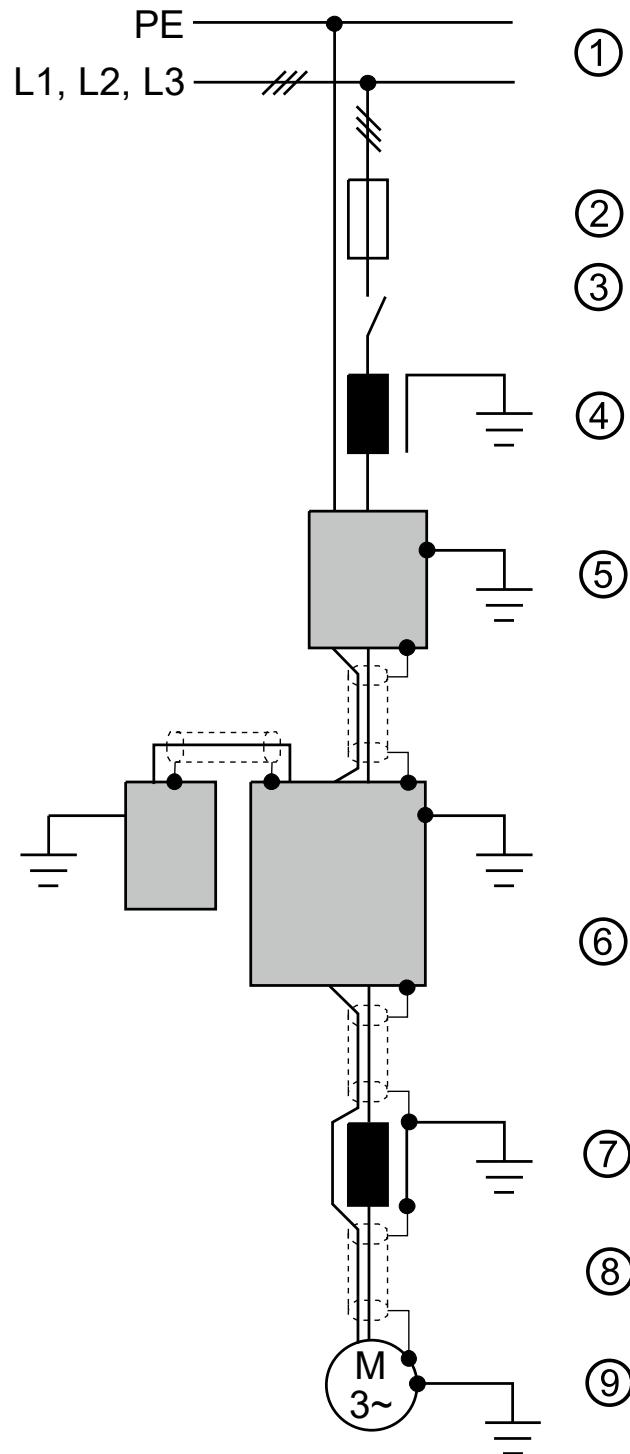
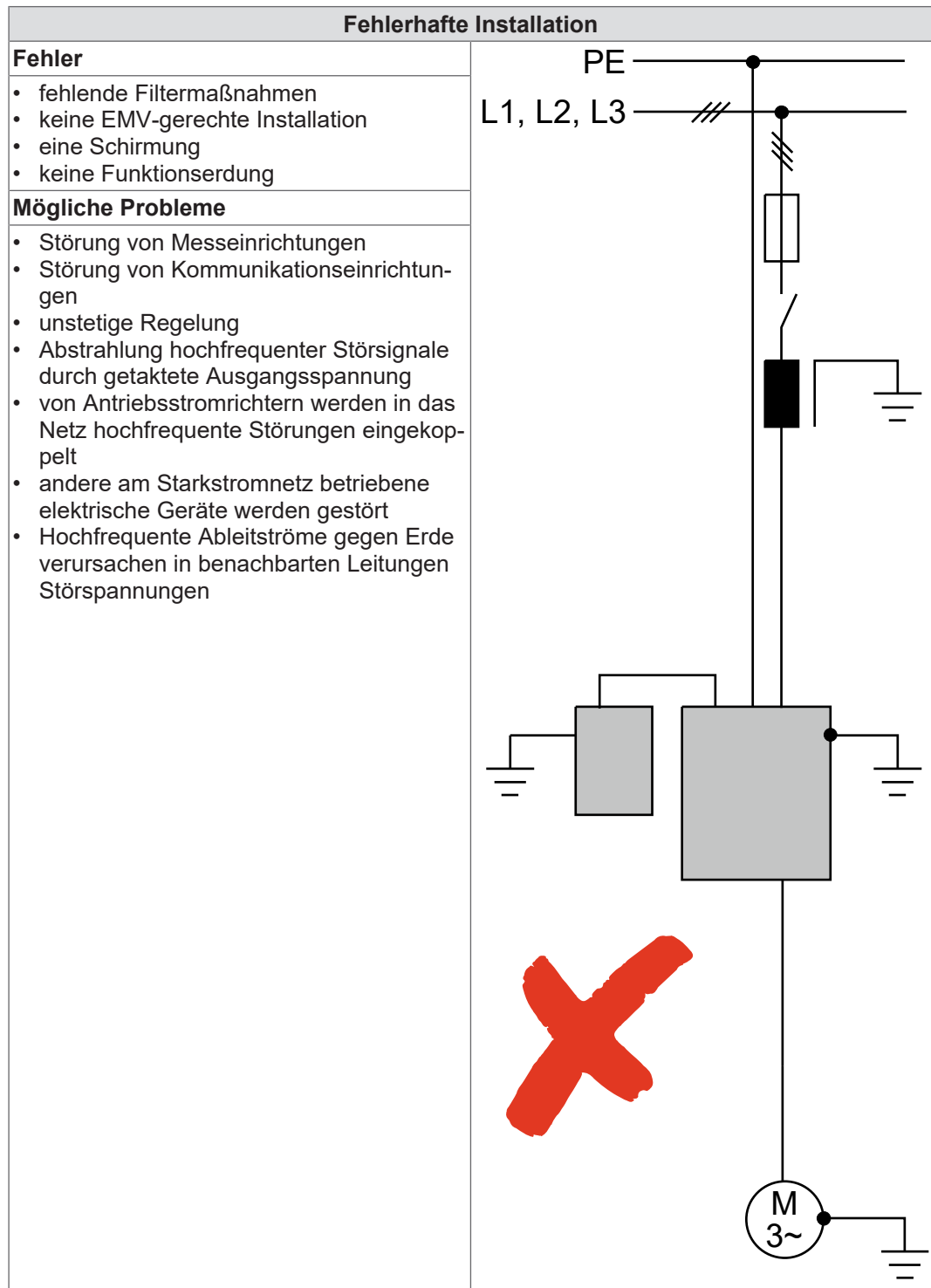


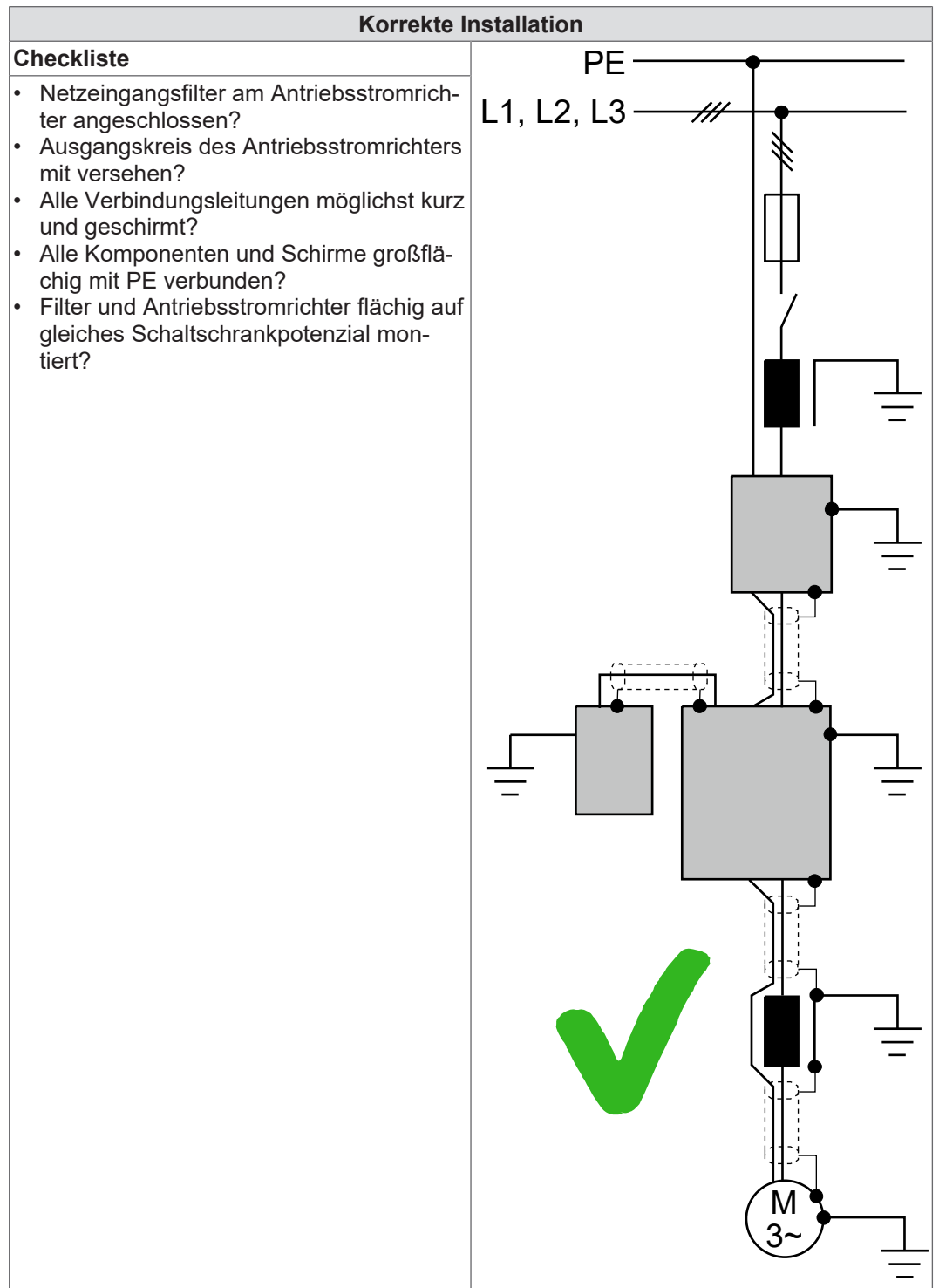
Abb. 10: Definition eines PDS (Power Drive System)

1 Netz mit Schutzleiter	2 Absicherung Netzeingang
3 Hauptschütz	4 Netzdrössel
5 Funkentstörfilter (falls nicht Teil des Antriebsstrom- richters)	6 Antriebsstromrichter mit Bremswider- stand
7 Motordrossel oder Ausgangsfilter	8 Geschirmtes Kabel
9 Motor	

5.2.1 PDS EMV-Installation



Tab. 3: PDS EMV-Installation



Tab. 4: PDS EMV-Installation

6 EMV-Maßnahmen

- Der Auflagepunkt des Motorschirmes und der HF-Filter müssen eine Einheit bilden. Diese großflächig auf der metallisch blanken Montageplatte miteinander verbinden.
- Verbindungsleitung zwischen Funkentstörfilter und Antriebsstromrichter als beidseitig aufgelegte, geschirmte Leitung ausführen. Maximale Länge 30 cm.
- Die Montageplatte des Antriebsstromrichters ist als Sternpunkt für die gesamte Erdung und Schirmanbindung in der Maschine oder Anlage zu sehen. Bei Störungen die HF-Anbindung prüfen. Im Fehlerfall parallelen Potentialausgleich durchführen.
- Eine gute Anbindung des Schirms am Motorklemmkasten ist nur auf Metall mit Metall-PG-Verschraubung gegeben. Bei Kunststoffkästen ist der Schirm ohne Verlängerung mit einem Kabelschuh zu versehen und direkt mit dem Erdungspunkt zu verbinden.
- Verbraucher, die elektrische oder magnetische Felder erzeugen oder Einfluss auf die Spannungsversorgung nehmen, sind weit voneinander entfernt zu platzieren.

6.1 Leitungsverlegung

Die Leitungsverlegung trägt wesentlich zur elektromagnetischen Verträglichkeit einer Anlage bei.

Um Störungseinkopplungen zu vermeiden, sind folgende Leitungen zu trennen und mit einem Abstand von mindestens 15 cm zueinander zu verlegen:

- Netz- / Versorgungsleitungen
- Motorleitungen von Antriebsstromrichtern ¹⁾
- Steuer- und Datenleitungen (Niedervoltebene < 48 V)

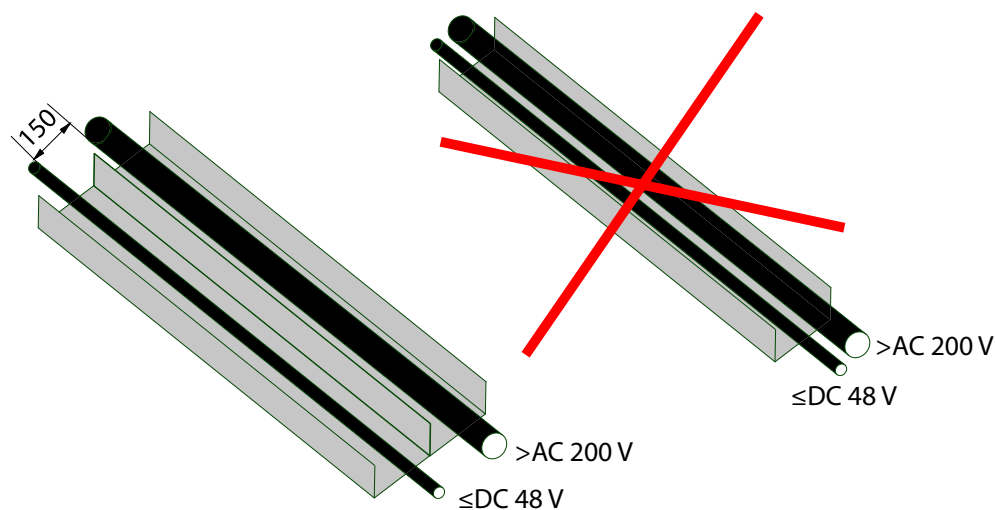


Abb. 11: Leitungsverlegung

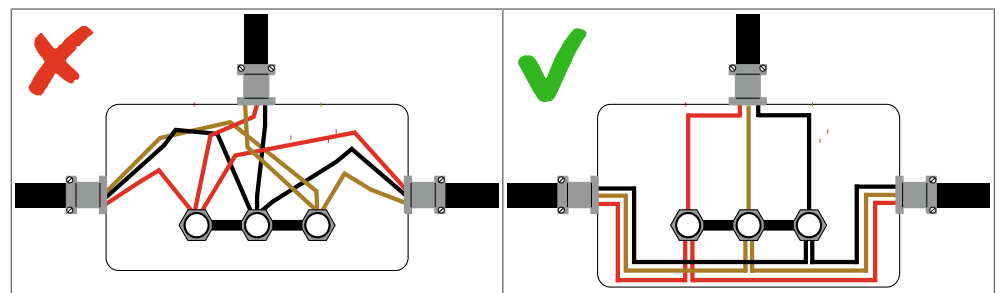
1) Beachtung der in der EN 60204 im Anhang H dargestellten informativen Maßnahmen gegen elektromagnetische Einflüsse.

6.1.1 Hinweise zur Leitungsverlegung

Folgende Punkte müssen bei der Leitungsverlegung beachtet werden:

- Abgeschirmte Leitungen nur mit Kupfer- oder verzinnem Kupfergeflecht verwenden. Stahlgeflechte im HF-Bereich sind ungeeignet. Schirm mit Schellen auf die Ausgleichsschienen verlegen oder mit Metall-Verschraubungen durch die Gehäusewand führen. Auf Pigtails sollte generell verzichtet werden.
- Beim Einsatz externer Funkentstörfilter sind diese mit max. 30 cm Abstand zur Störquelle und einem gutem, flächigem Kontakt zur Montagefläche einzubauen.

- Induktive Schaltglieder (Schütze, Relais usw.) immer mit Entstörgliedern wie Varistoren, RC-Gliedern oder Schutzdioden versehen.
- Alle Verbindungen so kurz wie möglich halten und dicht am Bezugspotential führen.
- Reserveschleifen an allen Anschlusskabeln vermeiden.
- Ädern von Signal- und Datenleitungen die nicht verwendet werden, sind an beiden Enden zu erden. Freischwebende Leitungen wirken wie Antennen.
- Bei ungeschirmten Leitungen müssen Hin- und Rückleiter verdrillt werden (Twisted Pair), um symetrische Störungen zu dämpfen.
- Störbehaftete bzw. störempfindliche Leitungen mit möglichst großem räumlichen Abstand voneinander verlegen (minimal 200 mm).
- Wenn der Abstand nicht einzuhalten ist, sind zusätzliche Schirmungsmaßnahmen vorzusehen.
- Leitungen sind möglichst eng an geerdeten Gehäuseteilen, Montageblechen oder Schrankrahmen entlang zu führen. Dies reduziert Störabstrahlungen, sowie Störeinkopplungen.
- Kreuzungen von Leitungen verschiedener Klassen sind zu tolerieren, eine parallele Verlegung sollte vermieden werden.
- Ist eine andere Verlegung nicht möglich, Leitungen im rechten Winkel kreuzen, vor allem, wenn es sich um empfindliche und störbehaftete Signale handelt.
- Lange Leitungen und Störquellen vermeiden, um zusätzliche Koppelstellen zu verhindern.
- Masseverbindungen mit möglichst großem Querschnitt zu weiteren Schaltschränken, Anlagenteilen, sowie dezentralen Geräten herstellen.



Tab. 5: Hinweise zur Leitungsverlegung

6.1.2 Motorleitung

Der Außenschirm der Motorleitung muss beidseitig niederimpedant am Gehäuse angeschlossen werden. Schutz- und Funktionserde dürfen nicht an der gleichen Klemme angeschlossen werden.

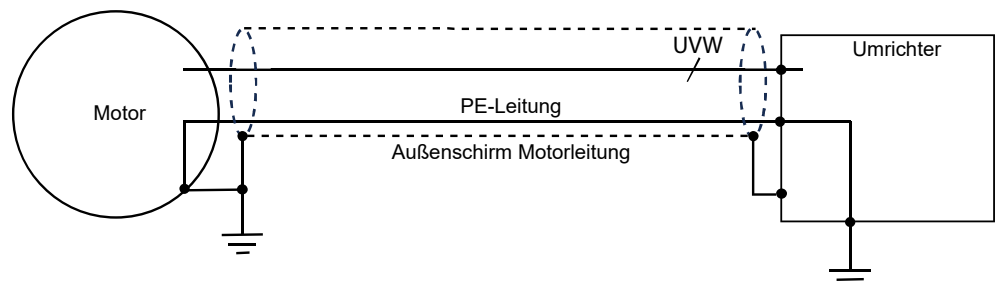


Abb. 12: Anschluss Motorleitung

6.1.3 Geberleitung

Anleitung:

Die Außenschirme müssen beidseitig aufgelegt werden.

Die Innenschirme werden einseitig an GND/0V-Klemme angeschlossen.

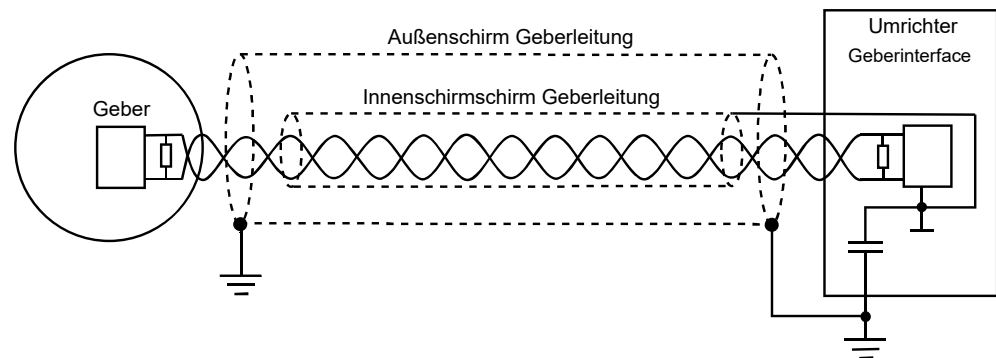


Abb. 13: Anschluss Geberleitung

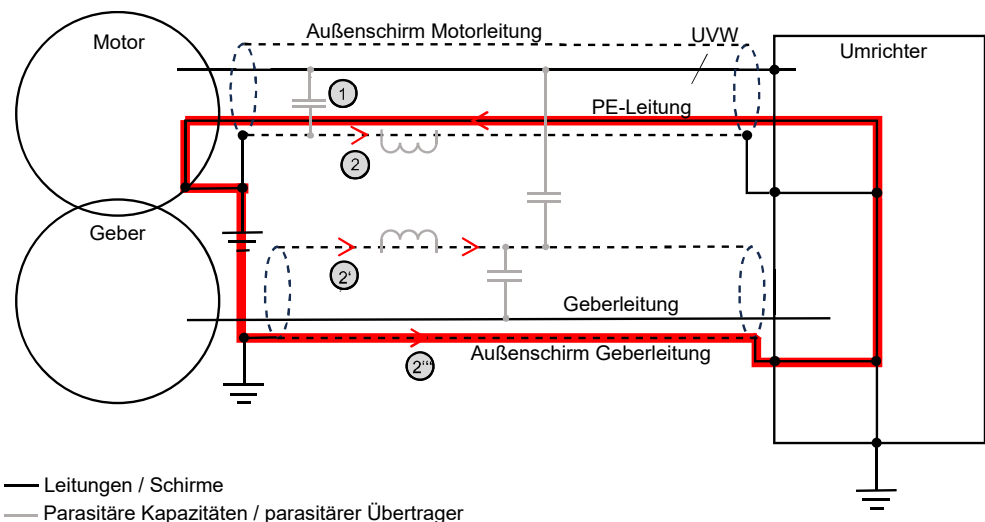
Herleitung:

- **Außenschirm:**

Es wird kapazitiv (1) von der Motorleitung auf den Motorschirm eingekoppelt. Dadurch entsteht ein Strom (2) auf dem Außenschirm der Motorleitung. Ein Teil des Rückleitstroms (2') der kapazitiven Kopplung von UVW nach Motorschirm, wird auch über den Geberschirm zurückfließen.

Es findet eine magnetische Kopplung von Strom (2) auf den Außenschirm der Geberleitung über Übertrager (3) statt. Wenn der Außenschirm der Geberleitung nicht beidseitig aufgelegt wird, entsteht zusätzlich durch den parasitären Übertrager (3) eine Spannung (4) über die Geberleitung.

Diese Spannung wird kapazitiv (5) auf die Gebersignale eingekoppelt und führt zu Störungen.



— Leitungen / Schirme
 - - - Parasitäre Kapazitäten / parasitärer Übertrager

Abb. 14: Anschluss Motor-/Geberleitung

Aufgrund von Asymmetrie im Aufbau der Motorleitung wird ein ausgangsfrequenter Strom (2'') auf den in der Motorleitung mitgeführten PE-Leiter geprägt (zum Motor gerichtet), von dem ein Teil über den Außenschirm der Geberleitung zurückfließt.

Bei einseitiger Außenschirmauflage der Geberleitung würden die zwei Ströme aus (2') und (2'') nicht fließen. Der Schirm ist dann magnetisch nicht wirksam. Die hat zur Folge hat, dass sich ein Common Mode auf die Nutzsignale einprägen kann (über Transformator 3). Deswegen beidseitige Auflage des Außenschirms.

►► Fazit Motor & Encoder Außenschirm beidseitig auflegen

- **Innenschirme:**

Einseitige Auflage

- In der Audiotechnik werden Innenschirme einseitig an der Senderseite aufgelegt.
- Nachteil: Wenn nur einseitig aufgelegt wird, ist kein symmetrischer Aufbau (in Bezug auf den Wellenwiderstand) möglich => ist für den Nutzfrequenzbereich nicht relevant.
 - Ein einseitig aufgelegter Schirm wirkt als Tiefpass (deswegen wird an der Sendeseite aufgelegt).

Beidseitige Auflage

- Nachteil: durch magnetische Kopplung (von Außenschirm auf den Innenschirm) fließt ein Strom I_{IS} auf dem Innenschirm => der wiederum magnetisch (durch Kabelunsymmetrie der verdrehten Signalleitungen) auf die Signalleitungen koppelt.

Vom Außenschirm wird über den parasitären Übertrager, magnetisch auf den Innenschirm eingekoppelt.

=> Bei einseitiger Innenschirmauflage bildet sich kein Strom auf dem Innenschirm, jedoch eine Spannung, die kapazitiv auf die Signale koppelt.

Da die (potenzialfreie) Stromquelle (die Sekundärseite des Transformators) **im Kabel liegt** bildet sich ein Stromkreis im Kabel (siehe Skizze), der sich über die Leitungslänge aufhebt und nicht die Nutzsignale beeinflusst (unabhängig davon, dass der Innenschirm auf Umrichter Seite an GND angebunden ist).

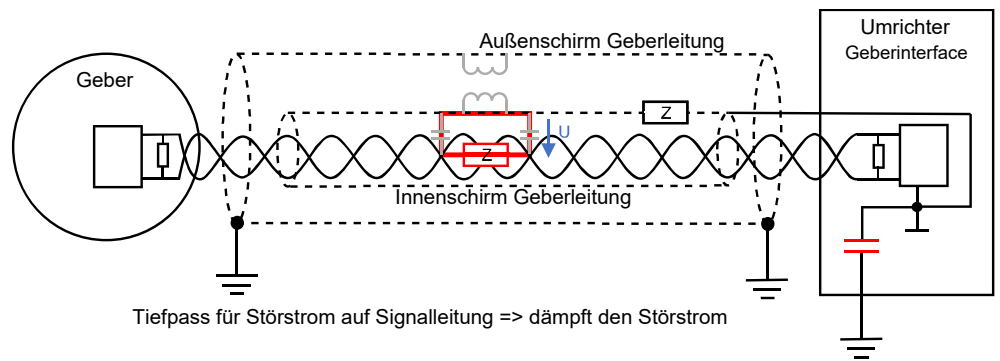


Abb. 15: Anschluss Geberleitung - Schirm einseitig aufgelegt

Durch die Anbindung des Innenschirms auf der Umrichterseite an GND wird bei kapazitiver Kopplung von der Außenwelt auf den Innenschirm kein Spannungshub gegenüber dem Signalpaar erzeugt => siehe (1)

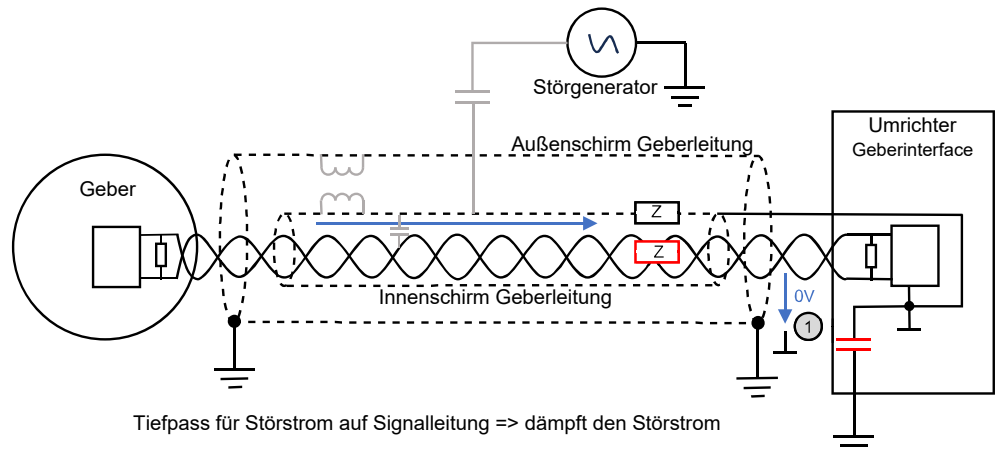


Abb. 16: Anschluss Geberleitung - Schirm einseitig aufgelegt mit kapazitiver Einkopplung

6.1.4 OCT-Motorleitung

Anschluss

- Der Außenschirm muss beidseitig aufgelegt werden.
- Der Anschluss muss niederimpedant am PE (z.B. am Schirmblech der Motorklemme) angeschlossen werden.
- Der Innenschirm wird beidseitig aufgelegt.

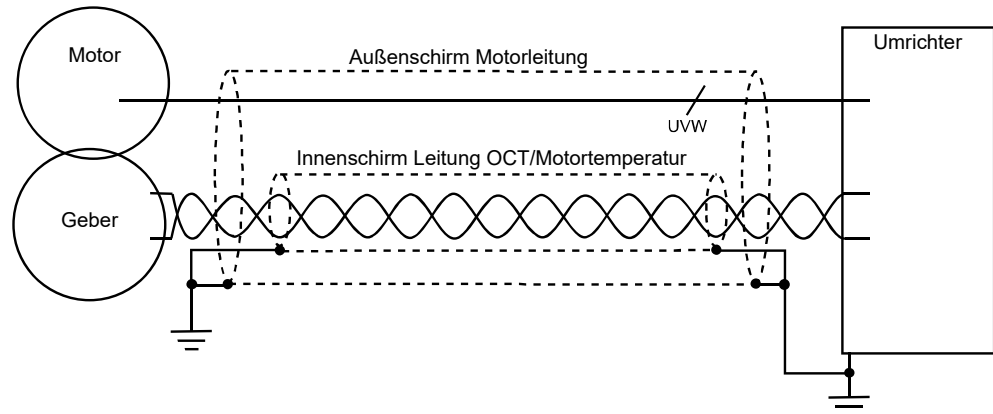


Abb. 17: Anschluss OCT-Motorleitung

Herleitung Innenschirm:

Kapazitive Kopplung

Ist der innere Schirm nur einseitig aufgelegt würde aus den Motorphasen kapazitiv auf den Innenschirm und auf die Datensignale gekoppelt. **Da hier der Generator außerhalb des Kabels liegt und sich der Stromkreis über den Zwischenkreis des Umrichters schließt**, wird eine Common Mode Spannung auf den Signalleitungen erzeugt.

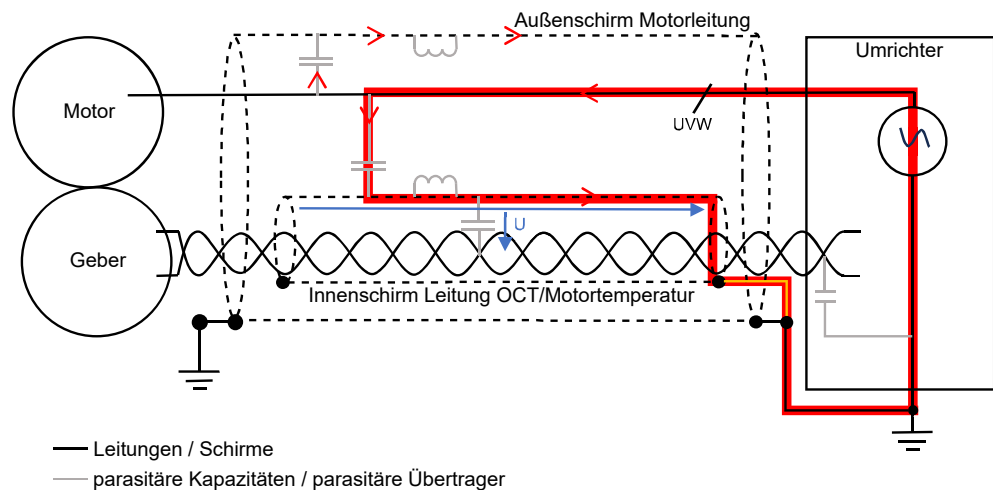


Abb. 18: Anschluss OCT-Motorleitung - Schirm einseitig aufgelegt

Wenn der innere Schirm nur einseitig aufgelegt ist, entsteht auf der offenen Sekundärseite des parasitären Übertragers eine Spannung am inneren Schirm. Diese Spannung koppelt über die parasitäre Kapazität zwischen dem inneren Schirm und den Datenleitungen ein und erzeugt dadurch eine sehr hohe Common-Mode-Spannung auf den Datenleitungen (besonders ausgeprägt bei Motorkabeln). Über die Kapazität (1) kann dadurch ein Strom von deutlich mehr als 10 A fließen.

Wird der innere Schirm hingegen beidseitig aufgelegt, fließt zwar ebenfalls ein Strom über den inneren Schirm, jedoch entsteht **kein** Common-Mode-Anteil über die parasitäre Kopplung zwischen innerem Schirm und den Datenleitungen.

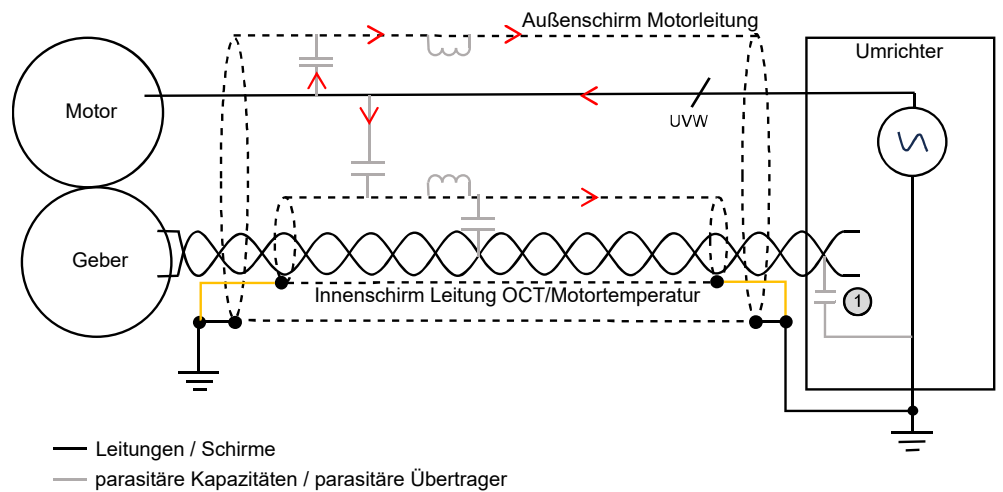


Abb. 19: Anschluss OCT-Motorleitung - Schirm beidseitig aufgelegt

Magnetische Kopplung

- Von UVW zum Innenschirm (1)
- Vom Außenschirm zum Innenschirm (2)

Durch beidseitige Innenschirmauflage wird die Sekundärseite des jeweiligen Übertragers kurzgeschlossen und ein Gegenfeld erzeugt, dass der magnetischen Kopplung auf die Signalleitungen entgegenwirkt.

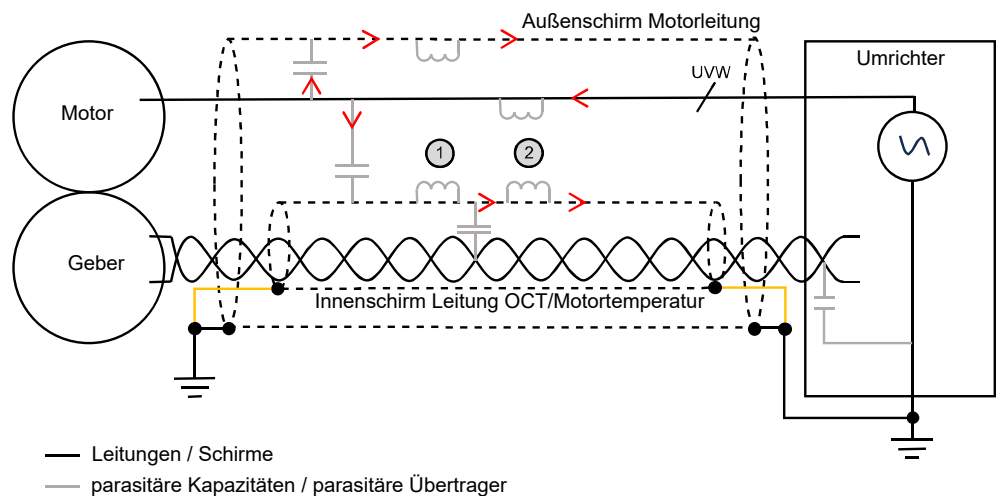


Abb. 20: Anschluss OCT-Motorleitung - magnetische Kopplung

6.1.5 Bremsenleitung

Der Schirm der Bremsenleitung wird beidseitig aufgelegt.

Die Begründung/Herleitung ist die gleiche wie bei der [OCT-Motorleitung](#) [▶ 23].

6.1.6 Motortemperaturleitung

Der (Innen-)schirm der Motortemperaturleitung wird beidseitig aufgelegt.

Die Begründung/Herleitung ist die gleiche wie bei der [OCT-Variante](#) [▶ 23].

6.1.7 Fazit zu Signalleitungen innerhalb von Motorleitungen

Bei Signalen in der Motorleitung (OCT / Motortemperatur / Bremse) muss der **magnetischen Kopplung entgegengewirkt** werden. Hierfür ist eine beidseitige Schirmauflage erforderlich.

Durch beidseitige Innenschirmauflage wird die Sekundärseite des jeweiligen Übertragers kurzgeschlossen und ein Gegenfeld erzeugt, das der magnetischen Kopplung auf die Signalleitungen entgegengewirkt.

Bei einer gesonderten Geberleitung wird der magnetischen Kopplung durch den beidseitig aufgelegten Außenschirm entgegengewirkt und der Kapazitiven Kopplung (aus der Außenwelt) durch die einseitige Auflage des Innenschirms. Gleichzeitig wird durch die einseitige Auflage des Innenschirms ein Filter gegen Common Mode Spannungen auf die Signalleitungen gebildet.

6.2 Schutzerdung

6.2.1 Anschluss der Schutzerdung

- Der Antriebsstromrichter oder der Schaltschrank, in dem der Antriebsstromrichter verbaut ist, müssen am Bestimmungsort an die Schutzerde angeschlossen werden.
- Gemäß EN 61800-5-1 muss der Mindestquerschnitt des Schutzerdungsleiters den örtlichen Sicherheitsvorschriften über Schutzerdungsleiter für Ausrüstungen mit hohem Ableitstrom entsprechen. Verwendung eines Schutzleiters, der mindestens dem halben Querschnitt der Kabel für die Versorgung der Leistungsklemmen entspricht.
- Für die Verbindung der Motorschutzerde ist am Antriebsstromrichter ein Erdungsanschluss vorhanden.
- Der Widerstand der Schutzerde sollte 0,1 Ω oder weniger betragen.

6.2.2 Ableitströme

ACHTUNG

Fehlfunktionen durch zu hohe Ableitströme

- ✓ Funkentstörfilter erhöhen die Ableitströme der Geräte. Bei Überschreiten der 3,5 mA Schwelle muss eine der folgenden Bedingungen erfüllt werden:
 - a) Schutzleiter Querschnitt mindestens 10 mm² Kupfer
 - b) Überwachen des Schutzleiters durch eine Einrichtung, die im Fehlerfall selbstständig abschaltet.
 - c) Verlegen eines zweiten Schutzleiters über getrennte Klemmen. Dieser muss auch für sich allein die Anforderungen für Schutzleiter erfüllen.

6.3 Schirmanbindung

Der Leitungsschirm hat die Aufgabe das Gehäuse um die Kabel herum zu verlängern.

6.3.1 Anschluss der Schirmanbindung

- Leitungsschirme dürfen nicht zur Stromführung verwendet werden.
- Ein Leitungsschirm darf nicht die Funktion eines N- oder PE-Leiters übernehmen.
- Leitungsschirme immer großflächig auflegen.
- Keine Verlängerungen des Leitungsschirmes durch ungeschirmte Drahtverbindungen zum Erdungspunkt herstellen. Pigtails sind zu vermeiden. Dies verringert die Schirmwirkung um bis zu 90 %.

- Den Leitungsschirm direkt nach Eintritt der Leitung im Schaltschrank großflächig auflegen.
- Um niederohmige HF-Verbindungen zu erhalten, Erdungen, Schirmungen und sonstige metallische Verbindungen (z.B. Montageplatte, eingebaute Geräte) großflächig auf metallisch blanken Untergrund auflegen. Erdungs- und Potentialausgleichsleitungen mit großem Querschnitt (min. 10 mm²) oder dicken Massebändern verwenden.

6.3.2 Anschlussvarianten

Zu Ableitzwecken sind für eine gute Verbindung folgende Eigenschaften zu beachten:

- Niederimpedant / niederohmig
- Großer Querschnitt
- Feindrätig
- Kurze Leitungen
- Großflächig kontaktiert
- Möglichst 360° umfassend
- Metallisch leitende Komponenten ohne Schmutz, Lack, Fett oder Oxidschicht

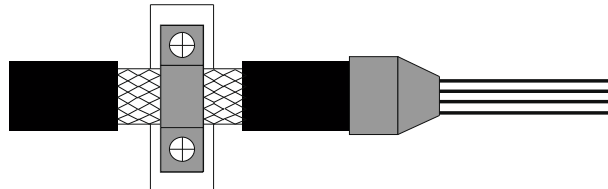


Abb. 21: Schirmung mit Kabelklemme

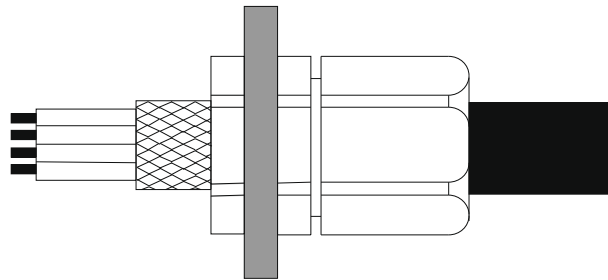


Abb. 22: Schirmung mit Kabelverschraubung

Ein am Ende zusammengedrilltes Geflecht oder am Geflecht angebrachter Draht (Pig Tail) verschlechtern deutlich die Wirksamkeit der Schirmanbindung. Grundsätzlich ist davon abzuraten.

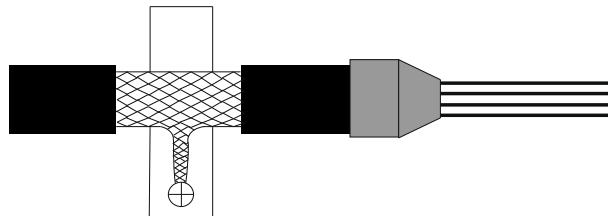


Abb. 23: Schirmung mit Kabelschirm (Pig Tails)

6.3.3 Anschluss auf einer Schirmschiene

Für die Kabelbefestigung im Schaltschrank ist eine Schirmschiene vorzusehen. Diese Schiene muss gut leitend mit der Montageplatte oder mit dem Gehäuse verbunden sein. Sämtliche Schirme werden auf dieser Schiene aufgelegt.

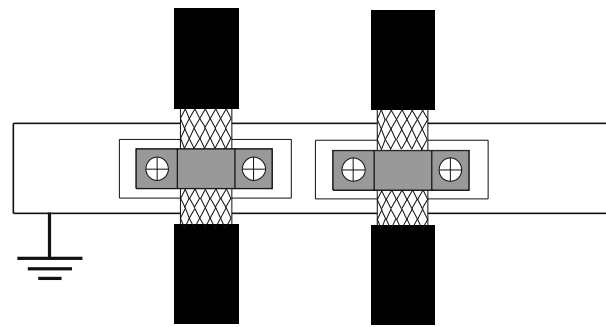


Abb. 24: Anschluss auf einer Schirmschiene

6.3.4 Leitungslänge nach der Schirmung

Verläuft die geschirmte Leitung nach der Schirmkontaktierung weiter, sollte die freie Leitungslänge nicht mehr als 10 cm betragen. Dies gilt auch für Leitungen innerhalb von Schaltschränken.

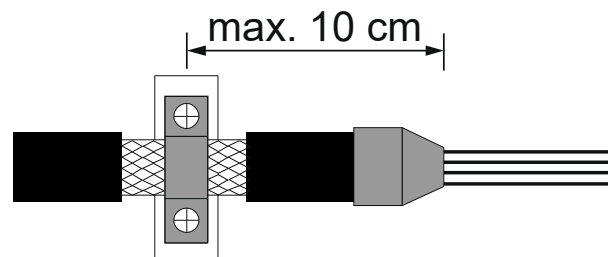


Abb. 25: Leitungslänge nach der Schirmung

6.3.5 Potenzialausgleichsleiter

Kabelschirme werden immer beidseitig aufgelegt. Über größere Strecken und zwischen einzelnen Maschinenkomponenten muss parallel zum geschirmten Kabel ein Potenzialausgleichsleiter ($\geq 6 \text{ mm}^2$) verlegt werden, damit entstehende Ausgleichs- oder Ableitströme abfließen können.

Der Potenzialausgleichsleiter sollte feindrahtig ausgeführt werden, damit er aufgrund der großen Oberfläche auch bei hochfrequenten Störströmen wirksam ist. Außerdem sind Mindestquerschnitte nach HD 60364-5-54 einzuhalten.

Generell gilt:

- Kupfer 6 mm^2
- Aluminium 16 mm^2
- Stahl 50 mm^2
- Das Erdungssystem ist sternförmig aufzubauen.
- Der PE-Anschluss ersetzt weder HF-Erdung noch die Schirmung, sondern ist aus sicherheitstechnischen Aspekten vorgeschrieben.
- Ggf. ist Blitzschutz vorzusehen.
- Atmosphärische Einflüsse können zu erheblichen Potenzialverschiebungen führen.

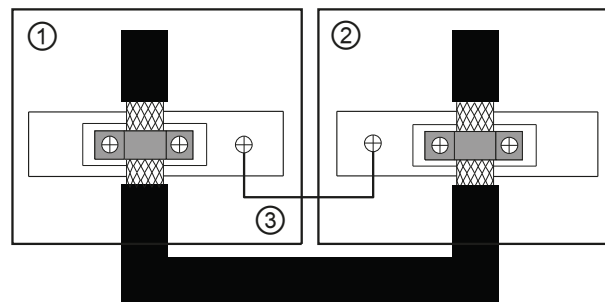


Abb. 26: Anschluss mit Potenzialausgleichsleiter

1 Gerät A

2 Gerät B

3 Potenzialausgleichsleiter

Es besteht die Möglichkeit den Schirm einseitig kapazitiv aufzulegen. Ein Mehrlagenvaristor (ZNR) parallel zur Kapazität verhindert einen Kondensatordurchschlag bei Burst oder ESD. Mit dieser Maßnahme kann auf einen Potenzialausgleichsleiter verzichtet werden.

6.4 Funktionserdung

⚠ VORSICHT



Gefährliche Berührungsspannungen!

- ✓ Funktionserde ist nicht gleich Schutzerde nach VDE 0100! EMV-Erdverbinder dienen nur sekundär dem Schutz vor gefährlichen Berührungsspannungen.
- a) Funktionserde und Schutzleiter getrennt voneinander verlegen! Testen Sie Eingaben ohne Motor.

- Schweißverbindungen eignen sich besser als Schraubverbindungen, da keine Korrosion entstehen kann.
- Verbindungen möglichst kurz wählen.
- Massebänder sind Runddrähten vorzuziehen.

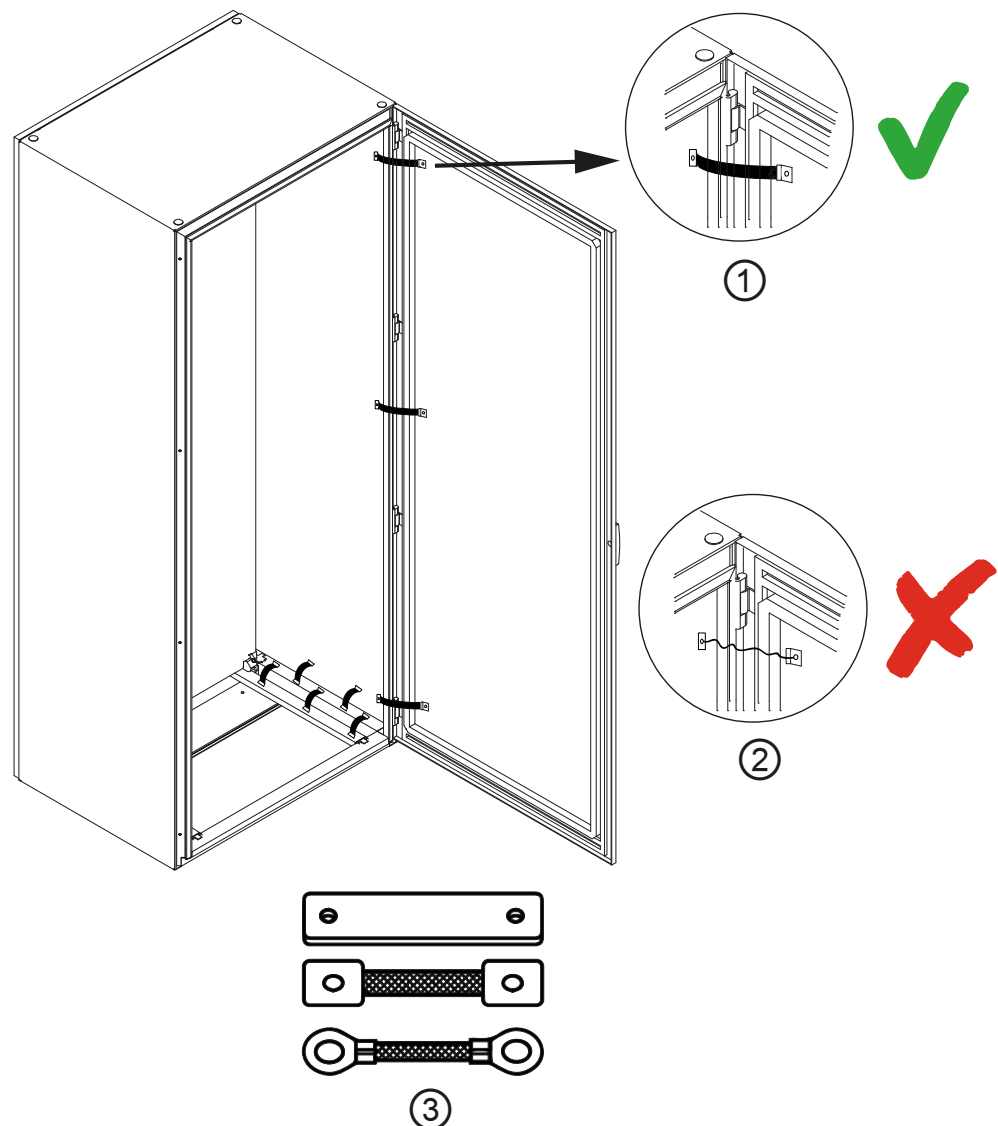


Abb. 27: Funktionserdung

- 1 Korrekte Funktionserdung mit breiten Massebändern
- 2 Inkorrekte Funktionserdung mit dünnen Runddrähten
- 3 Typische Verbinder für die Funktionserdung. Möglichst großflächig und mit großem Querschnitt.

6.5 Ferritringe

Antriebsstromrichter können hochfrequente Störungen auf Netz- und Motorleitungen verursachen. Die Leitungen, bzw. deren Abschirmung wirken dabei wie Antennen. Ferritringe dienen zur Unterdrückung der Gleichtaktstörungen auf Netz- und Motorleitungen und damit zur Reduzierung der abgestrahlten Störungen.

6.5.1 Ferritring an der Motorleitung

ACHTUNG

Verlust der Schutzwirkung!

- a) Den Schutzleiter PE nicht durch den Ferritring führen.

- Ummantelung der Motorleitung abisolieren.
- Die Anschlussadern am Ende mit Aderendhülsen versehen.

- Den Ferritring über die drei Motorleitungen schieben.
- Die Leitungen an die Klemmen U, V, W anschließen.
- Schutzleiter PE an Schutzleiterklemme anschließen.
- Abschirmung von der Motorleitung großflächig auf der Montagefläche oder auf dem optionalen Abschirmblech (wie im Bild dargestellt) auflegen.

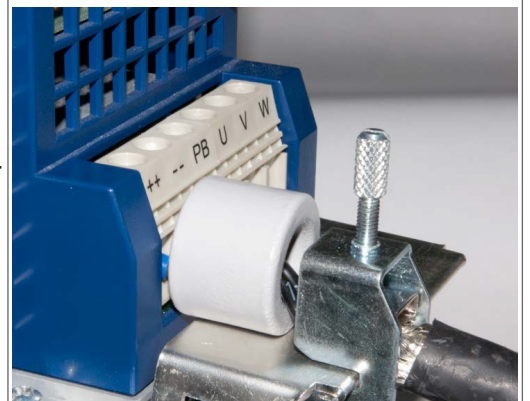


Anschlussbeispiel

Tab. 6: Ferritring an der Motorleitung

6.5.2 Ferritring an der DC-Versorgungsleitung

- Ummantelung der DC-Leitung abisolieren.
- Die Anschlussadern am Ende mit Aderendhülsen versehen.
- Den Ferritring über die zwei Adern der DC-Leitung schieben.
- Die Adern an die Klemmen ++ und - - anschließen.
- Schutzleiter PE an Schutzleiterklemme anschließen.
- Abschirmung vom Motorkabel großflächig auf der Montagefläche oder auf dem optionalen Abschirmblech (wie im Bild dargestellt) auflegen.



Anschlussbeispiel

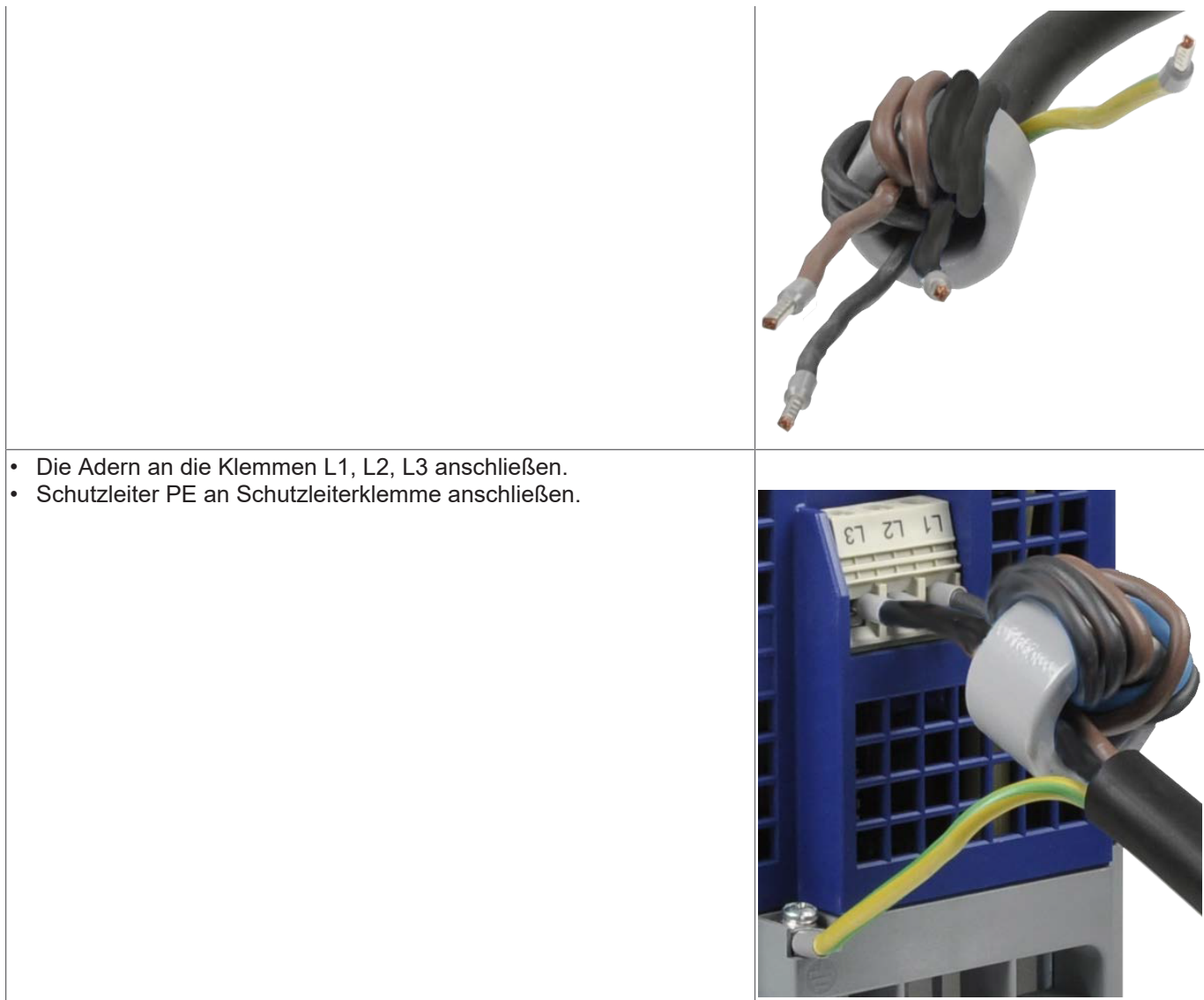
Tab. 7: Ferritring an der DC-Versorgungsleitung



Optimalen Schutz gegen abstrahlende Störungen liefert ein abgeschirmtes Kabel.

6.5.3 Ferritring an der AC-Versorgungsleitung

- Ummantelung der Netzleitung abisolieren.
- Die Anschlussadern am Ende abisolieren und mit Aderendhülsen versehen.
- Jede Ader muss den Ferritring dreimal durchqueren.



Tab. 8: Ferritring an der AC-Versorgungsleitung

7 Aufbau eines EMV-gerechten Schaltschranks

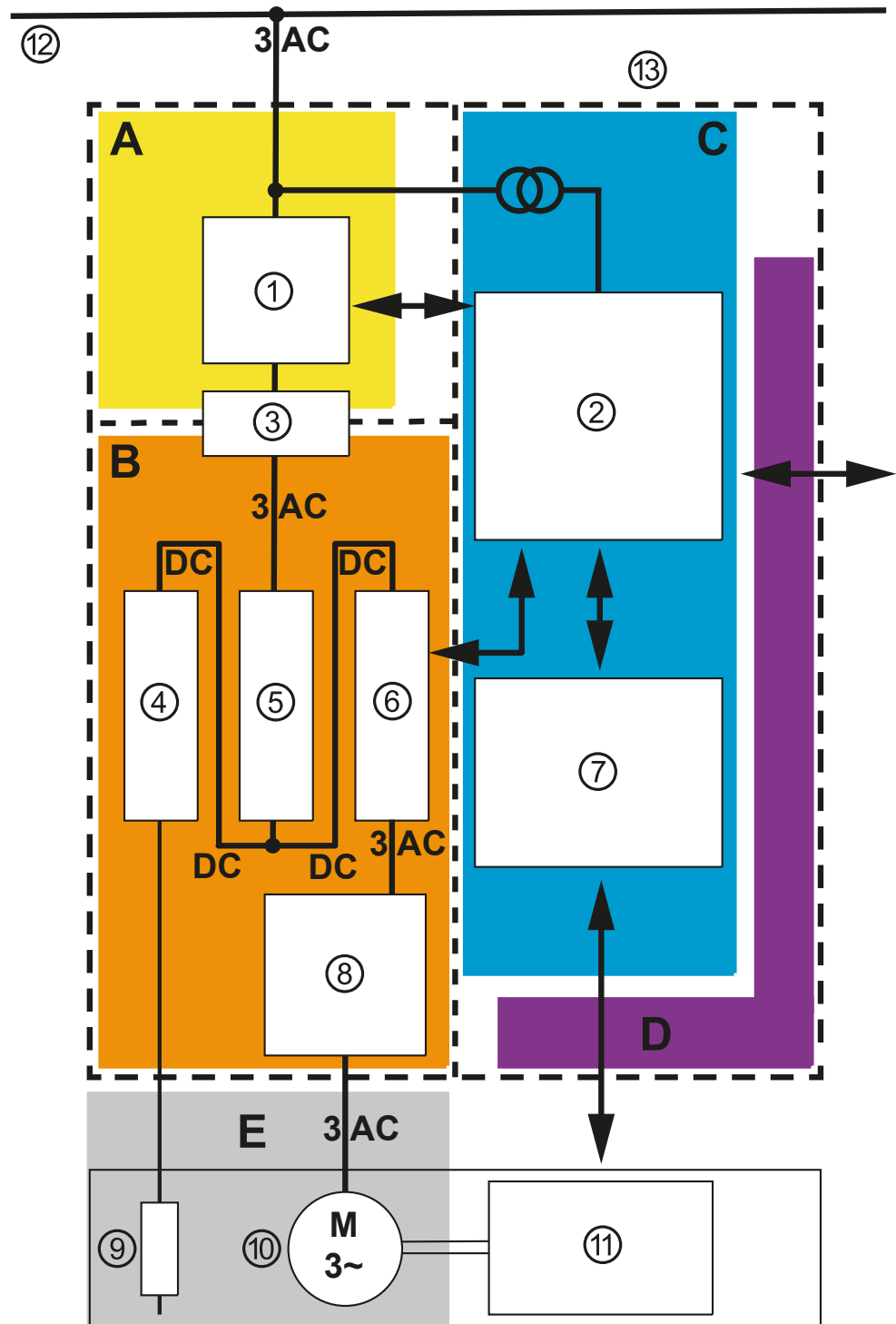
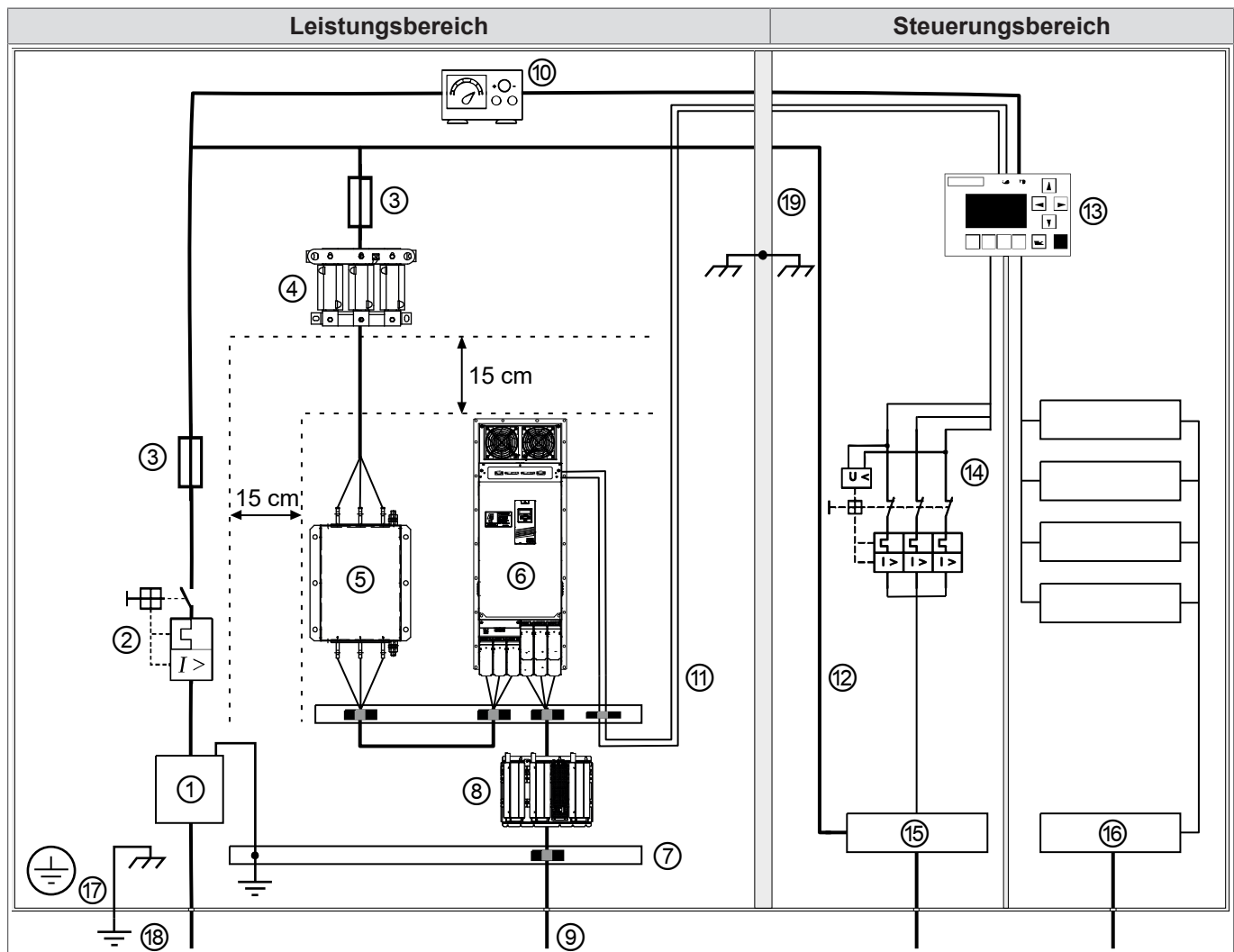


Abb. 28: Beispielhafte Einteilung eines Schaltschranks in EMV-Zonen

A Zone A: Netzanschluss	B Zone B: Leistungselektronik
C Zone C: Steuerung und Sensorik	D Zone D: Signalschnittstellen zur Peripherie
E Zone E: Motorleitung, Bremswiderstand	1 Netzanschluss
2 Steuerung	3 Netzfilter, Netzdrossel
4 Bremstransistor / Leistungsteil	5 Gleichrichter / Leistungsteil

6 Wechselrichter / Leistungsteil	7 Sensorik
8 Motoranbindung	9 Bremswiderstand
10 Motor	11 Mechanik
12 Netz	13 Schaltschrank

Ein Schaltschrank sollte grundsätzlich in Leistungsbereich und Steuerungsbereich unterteilt werden. Dabei spielt es keine Rolle, ob das System innerhalb eines Schaltschranks aufgebaut wird oder mehrere Schränke umfasst. Wegen der starken Abstrahlung der Leistungsleitungen wird der Einbau einer Schirmwand empfohlen. Diese muss sehr gut mit dem Rahmen oder der Montagefläche verbunden sein (verzinkte Ausführung oder Lack entfernen).



1	Netzeingang	2	Netzschütz oder Hauptschalter
3	Netzabsicherung	4	Netzdrossel
5	Funkentstörfilter	6	Antriebsstromrichter
7	Mit Schellen aufgelegter Schirm	8	Motordrossel / Sinusfilter (Option)
9	Motorzuleitung	10	Netzteil
11	Steuerleitungen	12	AC-BUS
13	SPS / PC	14	Schütze / PKZ
15	230V / 400V I/O	16	Logik I/O

Leistungsbereich		Steuerungsbereich	
17	Montageplatte ist gemeinsamer Sternpunkt (PE)	18	Potentialausgleich mit Gebäudeerde

Tab. 9: Aufbau eines EMV-gerechten Schaltschranks

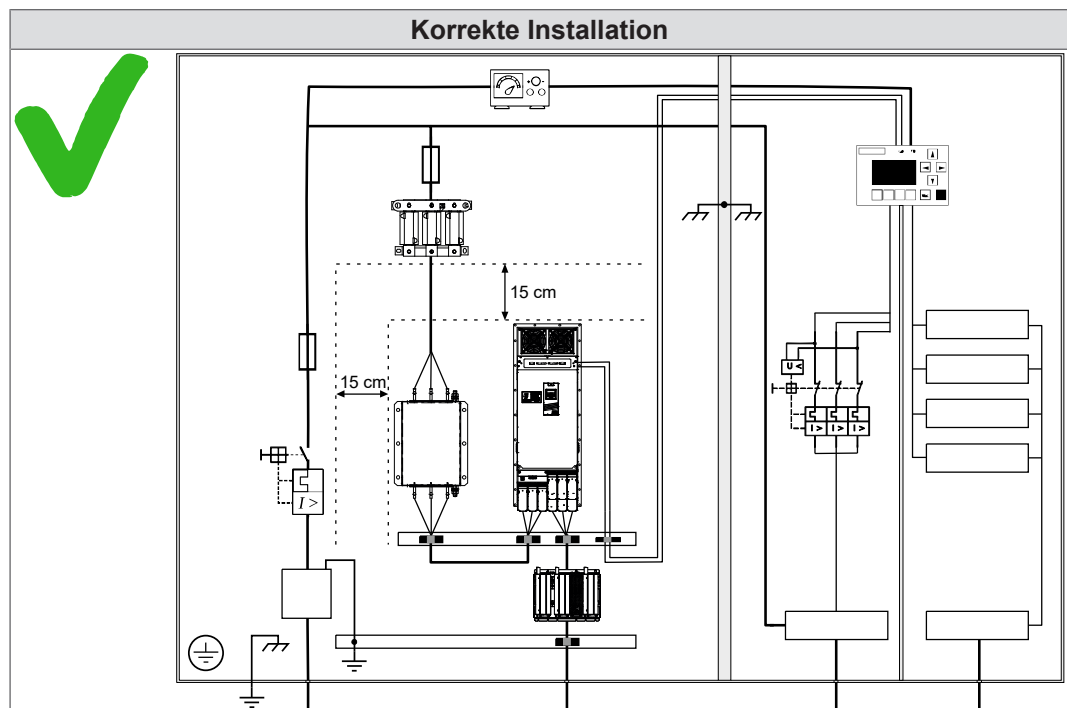
7.1 Schaltschrank EMV-Installation

Fehlerhafte Installation

X

Fehler	Mögliche Probleme
<ul style="list-style-type: none"> Keine EMV-gerechte Installation Leitungen gebündelt ausgeführt Keine Schirmung und keine Funktionserdung Keine Trennung zwischen Leistungs- und Steuerbereich Keine metallische Trennwand zwischen Leistungs- und Steuerbereich 	<ul style="list-style-type: none"> Sporadisch auftretende Fehler Störung von Messeinrichtungen Störung von Kommunikationseinrichtungen Ausfall oder Zerstörung von Geräten und Anlagenteilen Unstetige Regelung Abstrahlung hochfrequenter Anteile durch getaktete Ausgangsspannung Vom Antriebsstromrichter werden hochfrequente Störungen ins Netz eingekoppelt Am Starkstromnetz betriebene andere elektrische Geräte werden gestört Hochfrequente Ableitströme gegen Erde verursachen in benachbarten Leitungen Störspannungen

Tab. 10: Fehlerhafte Installation

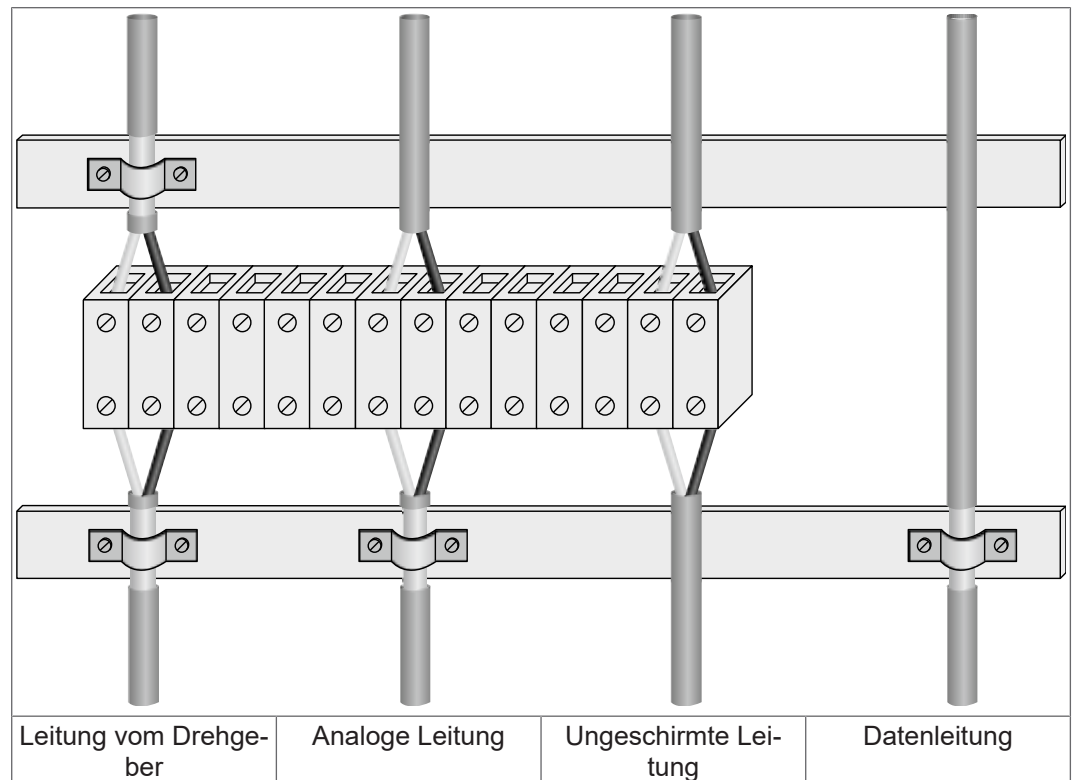
**Checkliste**

- EMV-Schaltschrankplanung beachtet?
- Möglichst getrennte Schaltschränke für Leistungselektronik und Kleinsignale?
- Trennwände rundum kontaktiert
- Montageplatte EMV-gerecht (nicht lackiert bzw. eloxiert)?
- Erdungsschiene niederohmig mit Montageplatte
- Leitungen verschiedener Leitungsgruppen räumlich getrennt?
- Leitungen kurzgehalten?
- Störende und empfindliche Leitungen rechtwinklig gekreuzt?
- Leitungsschirme bei Schaltschrankein- / austritt und an den Geräten geerdet?
- Filter richtig installiert?
- Leuchtstoffröhren mit Abstand zu empfindlichen Geräten platziert?

Tab. 11: Korrekte Installation

7.2 Anschluss von Steuerleitungen

Zum Antriebsstromrichter



Tab. 12: Anschluss von Steuerleitungen

- Die Schirmschiene flächig mit der entlackten Montageplatte verbinden und nicht als Zugentlastung verwenden.
- Der Schirm von digitalen Signalleitungen, die nicht über Anschlussklemmen geführt werden, ist beim Schaltschrankeintritt und in der Nähe von Antriebsstromrichtern auf die Schirmschienen zu legen, um die Schirmimpedanz zu verkleinern.
- Werden digitale Signalleitungen über Anschlussklemmen geführt, muss der Schirm vor und hinter der Klemme flächig aufgelegt werden.
- Wird eine Schirmschiene in der Nähe vom Antriebsstromrichter (max. 20 cm entfernt) genutzt, so braucht der Schirm am Antriebsstromrichter nicht mehr aufgelegt zu werden.
- Wird der Schirm über Einzelader geerdet, so verschlechtert sich die Störfeldableitung um ca. 70%.
- Als Schirmanbindung eignen sich die im Elektrohandel erhältlichen Metallschellen.
- Bei Verwendung nicht abgeschirmter Signalleitungen, sollten diese immer als verdrehtes Paar mit Hin- und Rückleitung verlegt werden.

7.3 Sonstige Hinweise zur Verdrahtung

Bei Antriebsstromrichtern mit Elektrolytkondensatoren im Spannungszwischenkreis, hängt die Lebensdauer von der Strombelastung ab. Der Einsatz von Netzdrosseln kann die Lebensdauer speziell beim Anschluss an „harte“ Netze oder Dauerbelastung (S1-Betrieb) wesentlich erhöhen.

Bei Antrieben im S1-Betrieb mit einer mittleren Auslastung von > 60% empfiehlt KEB den Einsatz von Netzdrosseln mit einem $U_k = 4\%$.

Der Begriff „hartes“ Netz kann wie folgt (als Hilfestellung) definiert werden:

$$k = S_{net} / S_{out} \gg 200$$

Die Bemessungsleistung des Antriebsstromrichters (S_{out}) ist im Vergleich zur Knotenpunktleistung (S_{net}) des Netzes sehr gering. Beispiel:

$$k = S_{net} / S_{out} = 2 \text{ MVA (Versorgungstrafo)} / 6,6 \text{ kVA (Antriebsstromrichter)} = 330$$

- ▶ Drossel notwendig.

Wird eine Netzdrossel verwendet, ist diese in der Regel auf der Netzseite des Funkentstörfilters zu montieren.

8 Beurteilung der EMV

Für die Beurteilung der elektromagnetischen Verträglichkeit sind zwei Normen zu beachten.

8.1 EN 55011 (Umgebungsnorm)

In dieser Norm werden die Grenzwerte in Abhängigkeit von der zugrunde gelegten Umgebung definiert, in der das Produkt betrieben wird. Es werden zwei Umgebungen unterschieden.

Erste Umgebung beschreibt den nichtindustriellen Wohn- und Geschäftsbereich ohne eigene Hoch- oder Mittelspannungs-Verteil-Transformatoren.

Zweite Umgebung definiert Industriegebiete, die nicht an das öffentliche Niederspannungsnetz angeschlossen sind, sondern über eigene Hoch- oder Mittelspannungsverteiltransformatoren verfügen. Die Unterteilung der Grenzwerte erfolgt dabei in die Klassen A1, A2 und B.

8.2 EN 61800-3 (Produktnorm)

In dieser Norm werden die Grenzwerte in Abhängigkeit vom Einsatzbereich des Produktes definiert. Die Unterteilung der Grenzwerte erfolgt dabei in die Kategorien C1, C2, C3 und C4. Die Klasse C4 gilt grundsätzlich nur für Antriebssysteme höherer Spannung (> 1000 V AC), oder höheren Strom (> 400 A). Die Klasse C4 kann für das einzelne Gerät jedoch auch dann gelten, wenn es in komplexen Systemen eingebunden ist.

Für beide Normen gelten die gleichen Grenzwerte. Die Normen unterscheiden sich jedoch durch eine in der Produktnorm erweiterten Anwendung. Welche der beiden Normen zugrunde gelegt werden, entscheidet der Betreiber, wobei im Falle einer Störungsbeseitigung typischerweise die Umgebungsnorm zugrunde gelegt wird.

Der wesentliche Zusammenhang zwischen beiden Normen wird wie folgt verdeutlicht:

Normen			
Kategorie nach EN 61800-3	C1	C2	C3
Grenzwertklasse nach EN 55011	B	A1	A2
Betrieb zulässig in			
1. Umgebung (Wohnumgebung)	X	X ¹⁾	–
2. Umgebung (industrielle Umgebung)	X	X ¹⁾	X ¹⁾
Nach EN 61800-3 erforderlicher Hinweis	–	²⁾	³⁾
Vertriebsweg	Allgemein erhältlich	Eingeschränkt erhältlich	
EMV-Sachverstand	Keine Anforderungen	Installation und Inbetriebnahme durch eine EMV-fachkundige Person	

Tab. 13: Gegenüberstellung EN 61800-3 und EN 55011

1. Verwendung des Geräts weder als Steckergerät noch in beweglichen Einrichtungen.
2. In einer Wohnumgebung kann das Antriebssystem hochfrequente Störungen verursachen, die Entstörmaßnahmen erforderlich machen können.
3. Das Antriebssystem ist nicht für den Einsatz in einem öffentlichen Niederspannungsnetz vorgesehen, das Wohngebiete speist.

8.2.1 Anforderungen zur Störaussendung

In der Norm werden Störaussendung in zwei Bereiche eingeteilt:

- Niederfrequenter Bereich < 9 kHz

Hinsichtlich der Einhaltung von Grenzwerten für die Netzurückwirkungen verweist die EMV-Produktnorm EN 61800-3/A11 für PDS auf die Einhaltung der Normen EN 61000-3-2 und EN 61000-3-12.

- Hochfrequenter Bereich > 9 kHz

Die Produktnorm *EN 61800-3/A11* fordert für die unterschiedlichen Kategorien die Einhaltung folgender Emissionsgrenzwert bezüglich der hochfrequenten Störaussendung.

Kategorie	C1	C2	C3	C4
Grenzwerte nach <i>EN 55011</i>	Klasse B	Klasse A1 und Warnhinweis	Klasse A2 und Warnhinweis	Klasse A2 oder spezielle EMV-Planung

Tab. 14: Kategorien der hochfrequenten Störaussendungen > 9 kHz

Kategorie C1 erfordert die Grenzwerte der Klasse B Gruppe 1 nach *EN 55011*.

Kategorie C2 erfordert die Grenzwerte der Klasse A Gruppe 1 nach *EN 55011*. Installation durch EMV-Fachkundigen und Warnhinweis: „Dies ist ein Produkt der Kategorie C2 nach *EN 61800-3*. Dieses Produkt kann in einem Wohnbereich Funkstörungen verursachen. In diesem Fall kann es für den Betreiber erforderlich sein, entsprechende Maßnahmen durchzuführen.“

Kategorie C3 erfordert die Grenzwerte der Klasse A Gruppe 2 nach *EN 55011*. Die Grenzwerte liegen jedoch unter denen der Klasse A Gruppe 1 und Warnhinweis: „Diese Bauart von PDS ist nicht für den Anschluss an ein öffentliches Niederspannungsnetz, das Wohngebäude versorgt, geeignet. Beim Anschluss an ein öffentliches Niederspannungsnetz sind Hochfrequenzstörungen zu erwarten.“

Kategorie C4, es gelten grundsätzlich die gleichen Grenzwerte wie bei der Kategorie C3. Können diese aufgrund hoher Bemessungswerte oder spezieller technischer Anforderungen nicht eingehalten werden, müssen Anwender und Hersteller ein spezielle EMV-Planung vereinbaren.

8.3 Einteilung der Grenzwertklassen

In der Norm *EN 55011* werden zwei Klassen von Geräten bzw. Einrichtungen definiert. Klasse A und Klasse B, die mit der für die Endnutzung vorgesehenen Umgebung verknüpft sind.

8.3.1 Klasse A

Geräte der Klasse A sind für den Einsatz in industrieller Umgebung vorgesehen.

- Beim Betrieb in anderen elektromagnetischen Umgebungen kann es sein, dass die elektromagnetische Verträglichkeit beeinflusst wird.

8.3.2 Klasse B

Geräte der Klasse B sind für den Einsatz in Wohn-, Geschäfts- und Gewerbebereichen vorgesehen.

Anforderungen der Klasse B:

- Ein angemessener Schutz für Funk- und Rundfunkdienste im Wohnbereich.
- Geräte, die in erster Linie für den Betrieb im Wohnbereich vorgesehen sind, müssen die Grenzwerte der Klasse B einhalten.

Es ist möglich, dass Geräte, welche die Grenzwerte der Klasse A einhalten, keinen angemessenen Schutz für Funk- und Rundfunkdienste im Wohnbereich bereitstellen.

8.4 EMV-Normen

Bei der Anwendung der Normung ist ihre Hierarchie zu beachten. Gibt es eine Produktnorm (Pn), ist diese zu beachten. Falls nicht gilt die jeweilige Fachgrundnorm (Fgn). Darin sind Hinweise auf die Basisnormen (Bn) gegeben, die beispielsweise Messverfahren beschreiben.

EN-Norm	Normenart			Titel
	Pn	Fgn	Bn	
EN 61800-3	X			Produktnorm EMV für Power Drive System, beinhaltet Emissionswerte und Immunitätsanforderungen für öffentliches und Industrienetz
EN 61000-6-1		X		Fachgrundnorm Immunitätsanforderung für Wohnbereich, Geschäfts- und Gewerbebereiche sowie Kleinbetriebe
EN 61000-6-2		X		Fachgrundnorm Immunitätsanforderung für Industrienetze
EN 61000-6-3		X		Fachgrundnorm Störaussendung für Wohnbereich, geschäfts- und Gewerbebereiche sowie Kleinbetrieb
EN 61000-6-4		X		Fachgrundnorm Störaussendung für Industrienetze

Tab. 15: Hierarchie der EMV-Normen

9 Änderungshistorie

Ausgabe	Version	Bemerkung
2022-11	00	Erstausgabe.
2025-08	01	Anschluss von Signalleitungen innerhalb der Motorleitung. Redaktionelle Änderungen.



Automation mit Drive

www.keb-automation.com

KEB Automation KG • Südstraße 38 • D-32683 Barntrop • Tel: +49 5263 401-0 • E-Mail: info@keb.de