

TECHNISCHE INFORMATION | TECHNIC NOTE

EMV-GERECHTE INSTALLATION

Originalanleitung
Dokument 20154000 DE 00



Vorwort

Die beschriebene Hard- und / oder Software sind Produkte der KEB Automation KG. Die beigefügten Unterlagen entsprechen dem bei Drucklegung gültigen Stand. Druckfehler, Irrtümer und technische Änderungen vorbehalten.

Signalwörter und Auszeichnungen

Bestimmte Tätigkeiten können während der Installation, des Betriebs oder danach Gefahren verursachen. Vor Anweisungen zu diesen Tätigkeiten stehen in der Dokumentation Warnhinweise. Am Gerät oder der Maschine befinden sich Gefahrenschilder. Ein Warnhinweis enthält Signalwörter, die in der folgenden Tabelle erklärt sind:

 GEFAHR	Gefährliche Situation, die bei Nichtbeachtung des Sicherheitshinweises zu Tod oder schwerer Verletzung führen wird.
 WARNUNG	Gefährliche Situation, die bei Nichtbeachtung des Sicherheitshinweises zu Tod oder schwerer Verletzung führen kann.
 VORSICHT	Gefährliche Situation, die bei Nichtbeachtung des Sicherheitshinweises zu leichter Verletzung führen kann.
ACHTUNG	Situation, die bei Nichtbeachtung der Hinweise zu Sachbeschädigungen führen kann.

EINSCHRÄNKUNG

Wird verwendet, wenn die Gültigkeit von Aussagen bestimmten Voraussetzungen unterliegt oder sich ein Ergebnis auf einen bestimmten Geltungsbereich beschränkt.



Wird verwendet, wenn durch die Beachtung der Hinweise das Ergebnis besser, ökonomischer oder störungsfreier wird.

Weitere Symbole

- ▶ Mit diesem Pfeil wird ein Handlungsschritt eingeleitet.
- / - Mit Punkten oder Spiegelstrichen werden Aufzählungen markiert.
- => Querverweis auf ein anderes Kapitel oder eine andere Seite.



Hinweis auf weiterführende Dokumentation.
www.keb.de/nc/de/suche



Gesetze und Richtlinien

Die KEB Automation KG bestätigt mit der EU-Konformitätserklärung und dem CE-Zeichen auf dem Gerätetypenschild, dass es den grundlegenden Sicherheitsanforderungen entspricht.

Die EU-Konformitätserklärung kann bei Bedarf über unsere Internetseite geladen werden.

Gewährleistung und Haftung

Die Gewährleistung und Haftung über Design-, Material- oder Verarbeitungsmängel für das erworbene Gerät ist den allgemeinen Verkaufsbedingungen zu entnehmen.



Hier finden Sie unsere allgemeinen Verkaufsbedingungen.
www.keb.de/de/agb



Alle weiteren Absprachen oder Festlegungen bedürfen einer schriftlichen Bestätigung.

Unterstützung

Durch die Vielzahl der Einsatzmöglichkeiten kann nicht jeder denkbare Fall berücksichtigt werden. Sollten Sie weitere Informationen benötigen oder sollten Probleme auftreten, die in der Dokumentation nicht ausführlich genug behandelt werden, können Sie die erforderliche Auskunft über die örtliche Vertretung der KEB Automation KG erhalten.

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

Die in den technischen Unterlagen enthaltenen Informationen, sowie etwaige anwendungsspezifische Beratung in Wort, Schrift und durch Versuche, erfolgen nach bestem Wissen und Kenntnissen über den bestimmungsgemäßen Gebrauch. Sie gelten jedoch nur als unverbindliche Hinweise und Änderungen sind insbesondere aufgrund von technischen Änderungen ausdrücklich vorbehalten. Dies gilt auch in Bezug auf eine etwaige Verletzung von Schutzrechten Dritter. Eine Auswahl unserer Produkte im Hinblick auf ihre Eignung für den beabsichtigten Einsatz hat generell durch den Anwender zu erfolgen.

Prüfungen und Tests können nur im Rahmen der bestimmungsgemäßen Endverwendung des Produktes (Applikation) vom Kunden erfolgen. Sie sind zu wiederholen, auch wenn nur Teile von Hardware, Software oder die Geräteeinstellung modifiziert worden sind.

Urheberrecht

Der Kunde darf die Gebrauchsanleitung sowie weitere gerätebegleitenden Unterlagen oder Teile daraus für betriebseigene Zwecke verwenden. Die Urheberrechte liegen bei der KEB Automation KG und bleiben auch in vollem Umfang bestehen.

Dieses KEB-Produkt oder Teile davon können fremde Software, inkl. Freier und/oder Open Source Software enthalten. Sofern einschlägig, sind die Lizenzbestimmungen dieser Software in den Gebrauchsanleitungen enthalten. Die Gebrauchsanleitungen liegen Ihnen bereits vor, sind auf der Website von KEB zum Download frei verfügbar oder können bei dem jeweiligen KEB-Ansprechpartner gerne angefragt werden.

Andere Wort- und/oder Bildmarken sind Marken (™) oder eingetragene Marken (®) der jeweiligen Inhaber.

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	3
Signalwörter und Auszeichnungen	3
Weitere Symbole	3
Gesetze und Richtlinien	4
Gewährleistung und Haftung	4
Unterstützung	4
Urheberrecht	4
Inhaltsverzeichnis	5
Abbildungsverzeichnis	7
Tabellenverzeichnis	7
1 Einführung	8
1.1 Über den Inhalt	8
1.2 Was ist EMV?	8
2 EMV-Grundlagen	10
2.1 Einsatz von Antriebsstromrichtern	10
2.2 Einsatzort	10
2.3 Erste Umgebung	11
2.3.1 Wohnbereich	11
2.3.2 Geschäfts- und Gewerbebereiche sowie Kleinbetriebe	11
2.4 Zweite Umgebung	12
2.4.1 Industriebereich	12
3 Der Antriebsstromrichter als Störsenke	13
3.1 Mögliche Störeinkoppelungen	13
3.1.1 Galvanische Störeinkopplung	14
3.1.1.1 Maßnahmen zur Reduzierung galvanischer Störeinkopplungen	14
3.1.2 Kapazitive Störeinkopplung	15
3.1.2.1 Maßnahmen zur Reduzierung kapazitiver Störeinkopplungen	15
3.1.3 Induktive Störeinkopplung	17
3.1.3.1 Maßnahmen zur Reduzierung induktiver Störeinkopplungen	17
3.1.4 Elektromagnetische Störeinkopplung	18
3.1.4.1 Maßnahmen zur Reduzierung elektromagnetischer Störeinkopplungen	18
4 Power Drive System (PDS)	19
4.1 Kategorien für PDS	20
4.2 PDS der Kategorie C1	20
4.3 PDS der Kategorie C2	20
4.4 PDS der Kategorie C3	20
4.5 PDS der Kategorie C4	20

4.6 Definition eines PDS (Power Drive System)	21
4.6.1 PDS EMV-Installation	22
5 EMV-Maßnahmen	23
5.1 Erläuterungen	23
5.2 Leitungsverlegung	24
5.2.1 Hinweise zur Leitungsverlegung	25
5.3 Schutzerdung.....	26
5.3.1 Anschluss der Schutzerdung.....	26
5.3.2 Ableitströme.....	26
5.4 Schirmanbindung	27
5.4.1 Anschluss der Schirmanbindung.....	27
5.4.2 Anschlussvarianten	27
5.4.3 Anschluss auf einer Schirmschiene.....	28
5.4.4 Leitungslänge nach der Schirmung.....	28
5.4.5 Potentialausgleichsleiter.....	29
5.5 Funktionserdung	30
5.6 Ferritringe.....	31
5.6.1 Ferritring an der Motorleitung	31
5.6.2 Ferritring an der DC-Versorgungsleitung.....	31
5.6.3 Ferritring an der AC-Versorgungsleitung	32
6 Aufbau eines EMV-gerechten Schaltschranks.....	33
6.1 Schaltschrank EMV-Installation	35
6.2 Anschluss von Steuerleitungen.....	37
6.3 Sonstige Hinweise zur Verdrahtung	38
7 Beurteilung der EMV	39
7.1 EN 55011 (Umgebungsnorm).....	39
7.2 EN 61800-3 (Produktnorm)	39
7.2.1 Anforderungen zur Störaussendung.....	40
7.3 Einteilung der Grenzwertklassen.....	41
7.3.1 Klasse A.....	41
7.3.2 Klasse B	41
7.4 EMV-Normen	41
8 Änderungshistorie.....	42

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Störquelle, Störsenke und Übertragungsweg	9
Abbildung 2:	Übersicht der Einsatzorte.....	10
Abbildung 3:	Mögliche Störeinkoppelungen.....	13
Abbildung 4:	Galvanische Störeinkopplung	14
Abbildung 5:	Kapazitive Störeinkopplung	15
Abbildung 6:	Reduzierung der kapazitive Störeinkopplung durch geschirmte Signalleitung	16
Abbildung 7:	Induktive Störeinkopplung.....	17
Abbildung 8:	Elektromagnetische Störeinkopplung	18
Abbildung 9:	Definition eines PDS (Power Drive System).....	21
Abbildung 10:	PDS EMV-Installation.....	22
Abbildung 11:	Leitungsverlegung.....	24
Abbildung 12:	Hinweise zur Leitungsverlegung	25
Abbildung 13:	Schirmung mit Kabelklemme	27
Abbildung 14:	Schirmung mit Kabelverschraubung	27
Abbildung 15:	Schirmung mit Kabelschirm (PigTails)	28
Abbildung 16:	Anschluss auf einer Schirmschiene	28
Abbildung 17:	Leitungslänge nach der Schirmung	28
Abbildung 18:	Anschluss mit Potentialausgleichsleiter	29
Abbildung 19:	Funktionserdung	30
Abbildung 20:	Ferritring an der Motorleitung.....	31
Abbildung 21:	Ferritring an der DC-Versorgungsleitung	31
Abbildung 22:	Ferritring an der AC-Versorgungsleitung.....	32
Abbildung 23:	Beispielhafte Einteilung eines Schaltschranks in EMV-Zonen.....	33
Abbildung 24:	Aufbau eines EMV-gerechten Schaltschranks.....	34
Abbildung 25:	Schaltschrank EMV-Installation	35
Abbildung 26:	Anschluss von Steuerleitungen.....	37

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Maßnahmen zur Verringerung von Störungen.....	9
Tabelle 2:	Power Drive System (PDS).....	19
Tabelle 3:	Kategorien.....	20
Tabelle 4:	Schaltschrank EMV-Installation	36
Tabelle 5:	Gegenüberstellung EN 61800-3 und EN 55011.....	39
Tabelle 6:	Kategorien der hochfrequenten Störaussendungen > 9 kHz.....	40
Tabelle 7:	EMV-Normen	41

1 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.

1.1 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)

1.2 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.

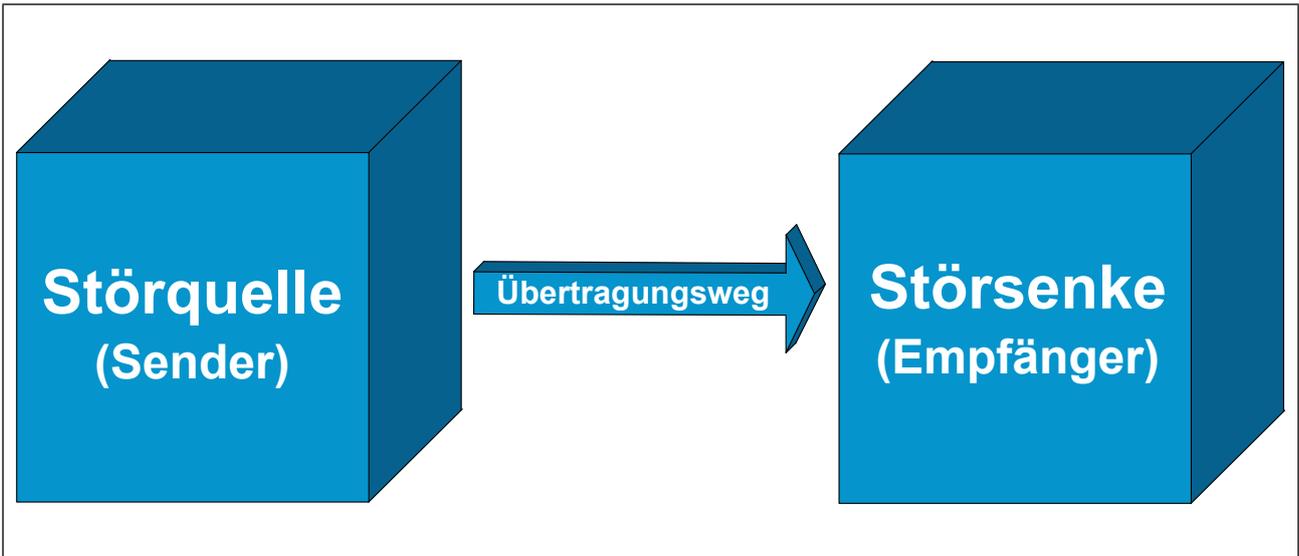


Abbildung 1: Störquelle, Störsenke und Übertragungsweg

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

Tabelle 1: Maßnahmen zur Verringerung von Störungen

2 EMV-Grundlagen

2.1 Einsatz von Antriebsstromrichtern

Antriebsstromrichter sind elektrische Betriebsmittel zum Einsatz in industriellen und gewerblichen Anlagen. Gemäß EMV-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 FunkstörspannungsfILTER, sowie bei Beachtung der folgenden Maßnahmen und Installationsrichtlinien, ist in der Regel die Einhaltung der vorgegebenen Grenzwerte gegeben.

ACHTUNG

Fehler durch Einsatz in falscher Umgebung!

- ▶ KEB Antriebsstromrichter sind für einen Einsatz in der, nach *EN 61800-3* definierten, zweiten Umgebung (Anlagen mit einem eigenen Versorgungstransformator) vorgesehen.
- ▶ Bei einem Einsatz in der ersten Umgebung (Wohn- und Gewerbebereich am öffentlichen Niederspannungsnetz) sind weitere Maßnahmen vorzusehen!

2.2 Einsatzort

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

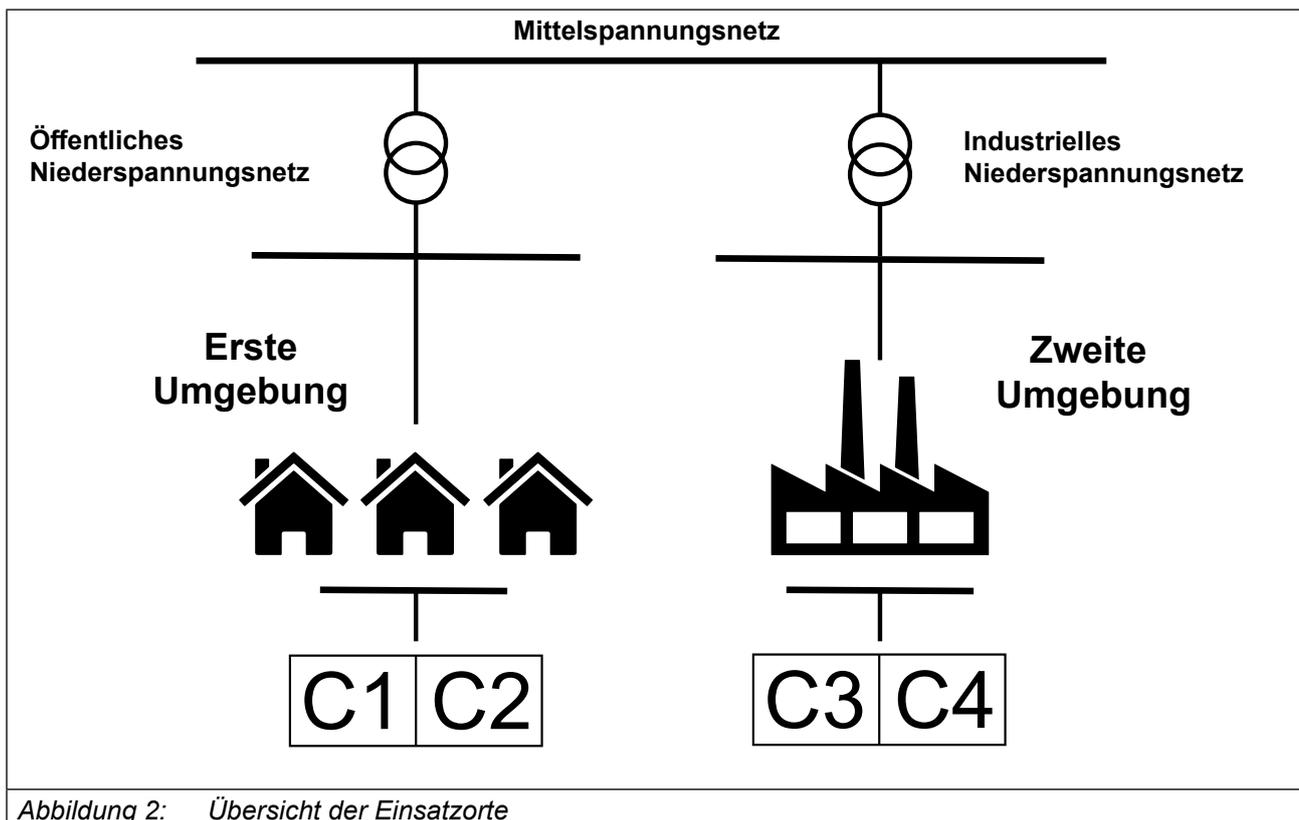


Abbildung 2: Übersicht der Einsatzorte

2.3 Erste Umgebung

Wohnbezirke oder Standorte, an denen das Antriebssystem ohne Zwischentransformator direkt an das öffentliche Niederspannungsnetz angeschlossen ist.

Beispiele für Orte der ersten Umgebung sind Häuser, Wohnungen, Geschäfte oder Büros in Wohngebäuden.

Nach *EN 61000-6-3* und *EN 61000-6-4* Unterscheidung in:

2.3.1 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 10m vom Gerät betrieben werden.
- Gleichstromversorgte oder batteriebetriebene Geräte, die zum Betrieb im Wohnbereich vorgesehen sind, eingeschlossen.

2.3.2 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 *IEC 6100-6-4* definierten Industriebereich aus.

2.4 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.

2.4.1 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

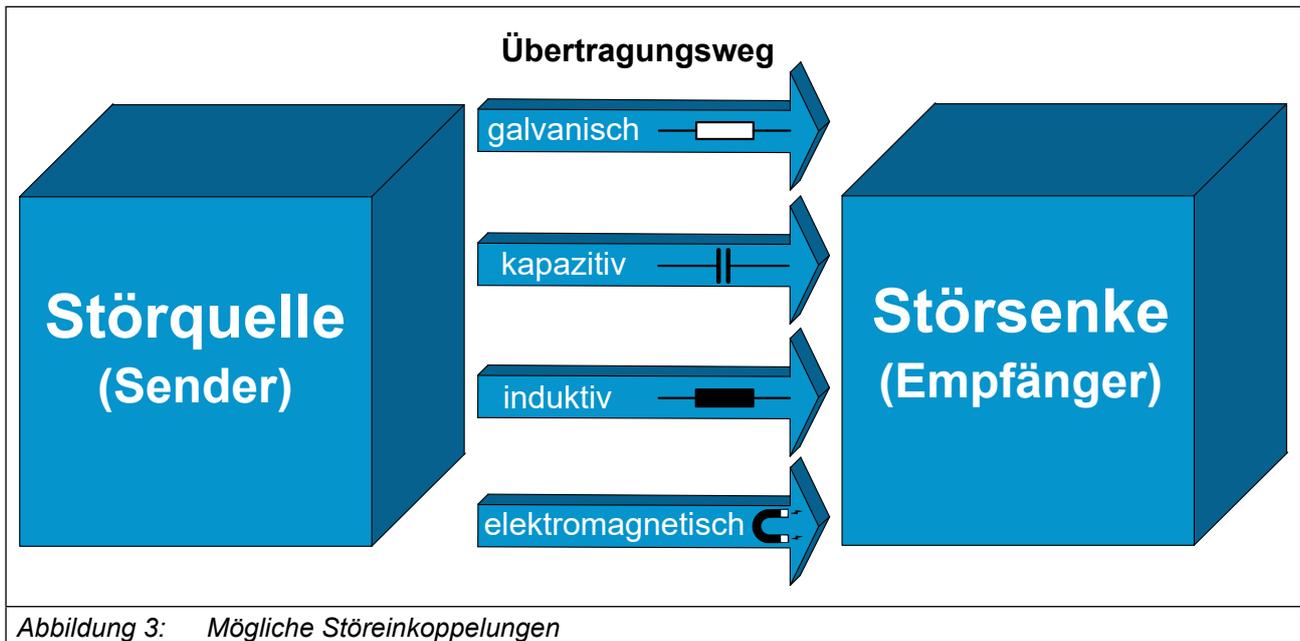
Diese beinhalten

- 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.

3 Der Antriebsstromrichter als Störsenke

3.1 Mögliche Störeinkoppelungen

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



3.1.1 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.

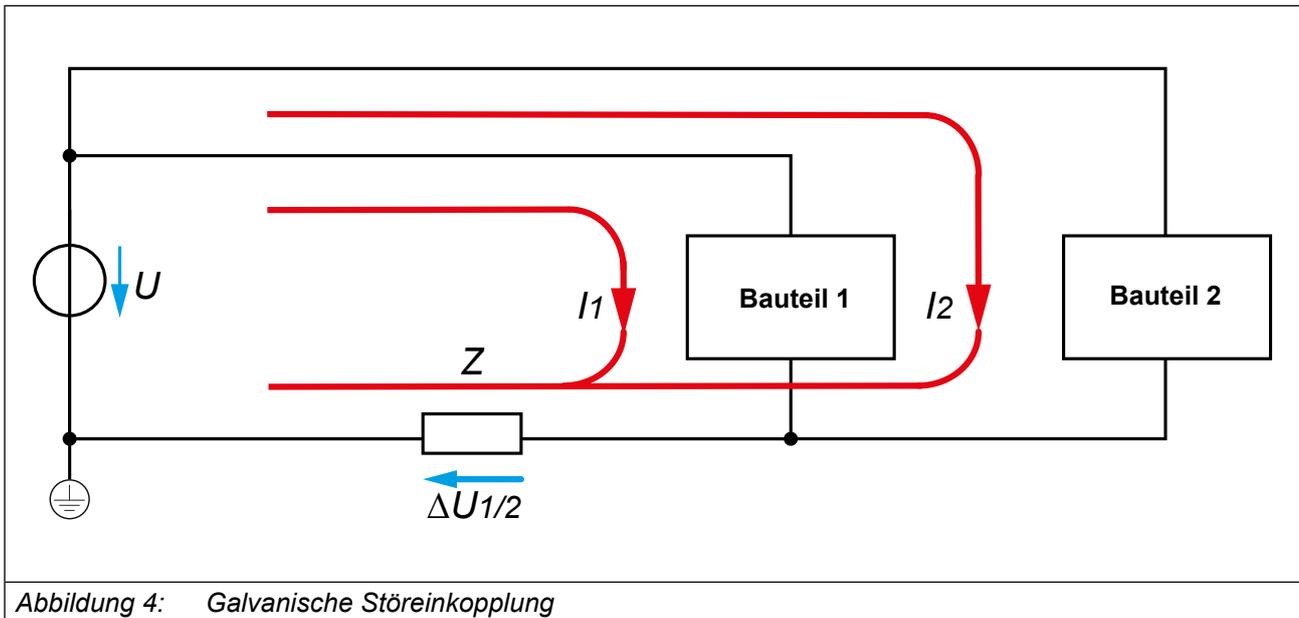


Abbildung 4: Galvanische Störeinkopplung

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 Störquelle wirkenden Schnittstellenbaugruppe, wodurch die Qualität der analogen Signalübertragung negativ beeinflusst werden kann.

3.1.1.1 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.

3.1.2 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 Störsecke einkoppelt. Der Störstrom I_S erzeugt an der Impedanz Z_i der Störsecke einen Spannungsabfall und somit eine Störspannung U_S .

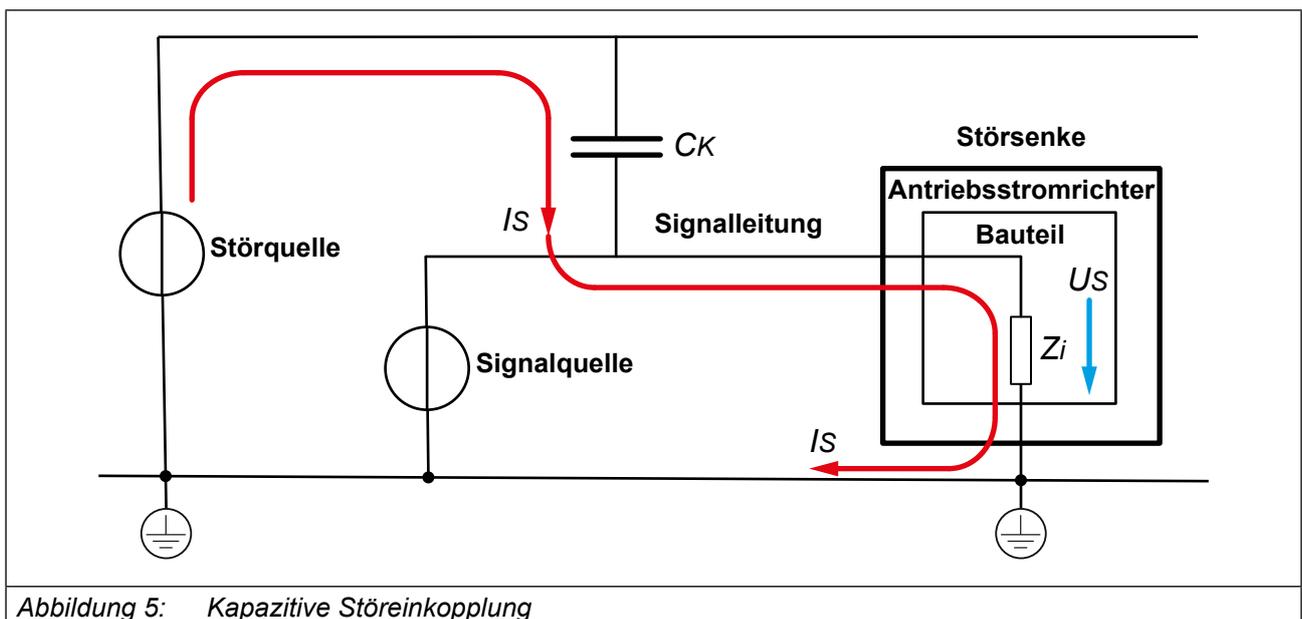


Abbildung 5: Kapazitive Störeinkopplung

Sind z.B. eine Motorleitung und eine ungeschirmte Signalleitung auf einer Kabeltrasse 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.

3.1.2.1 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.

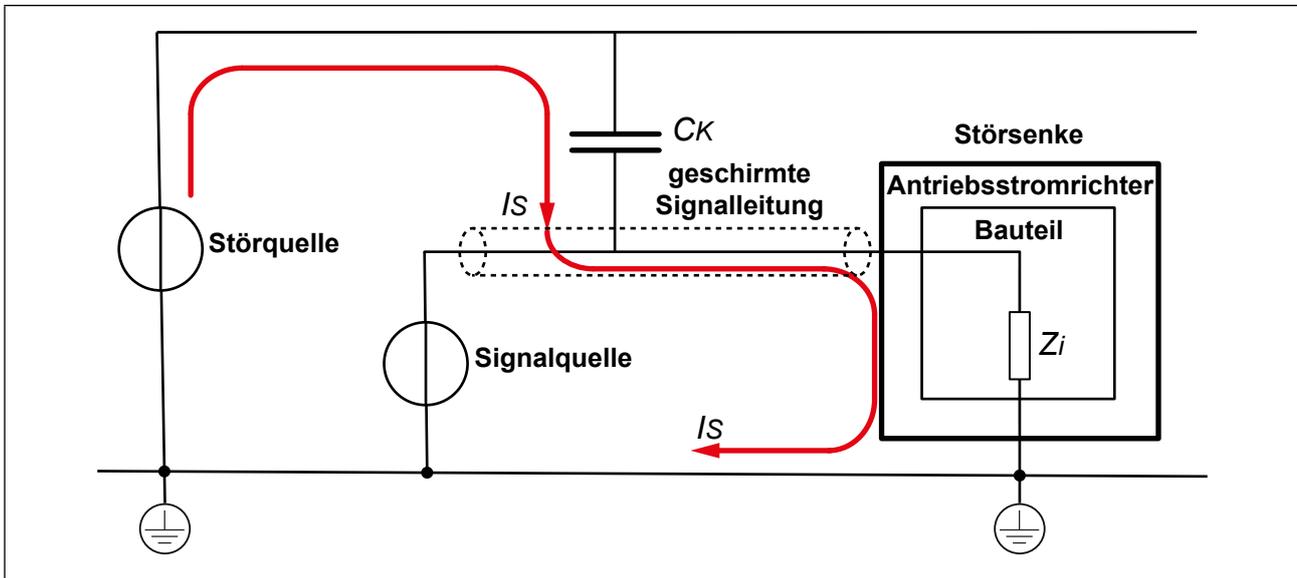


Abbildung 6: Reduzierung der kapazitive Störeinkopplung durch geschirmte Signalleitung

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.

3.1.3 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 B_S eine Störspannung U_S in einem Signalstromkreis induziert. Die Störspannung U_S treibt einen Störstrom I_S und dieser erzeugt an der Impedanz Z_i der Störquelle einen Spannungsfall und somit eine Störung.

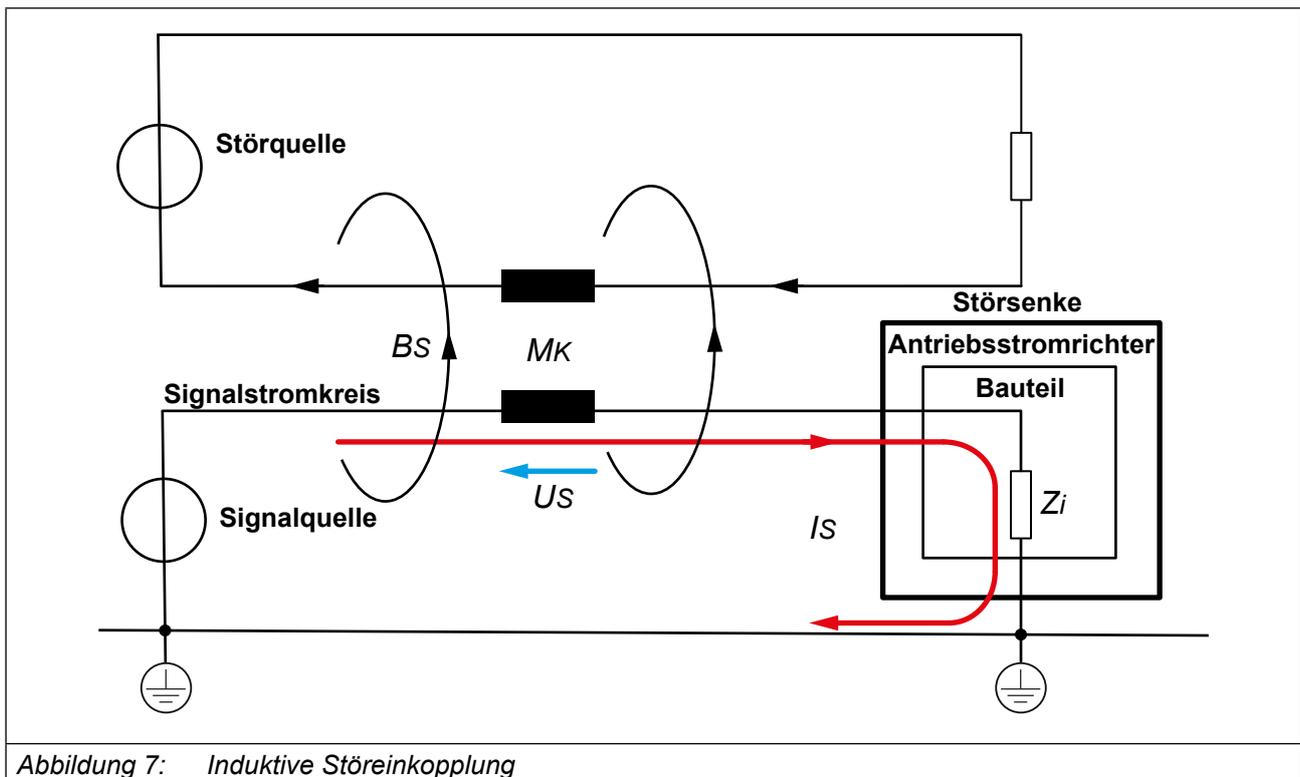


Abbildung 7: Induktive Störeinkopplung

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.

3.1.3.1 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.

3.1.4 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 B_s eine Störspannung U_s in einem Signalstromkreis induziert. Die Störspannung U_s treibt einen Störstrom I_s und dieser erzeugt an der Impedanz Z_i der Störquelle einen Spannungsfall und somit eine Störung.

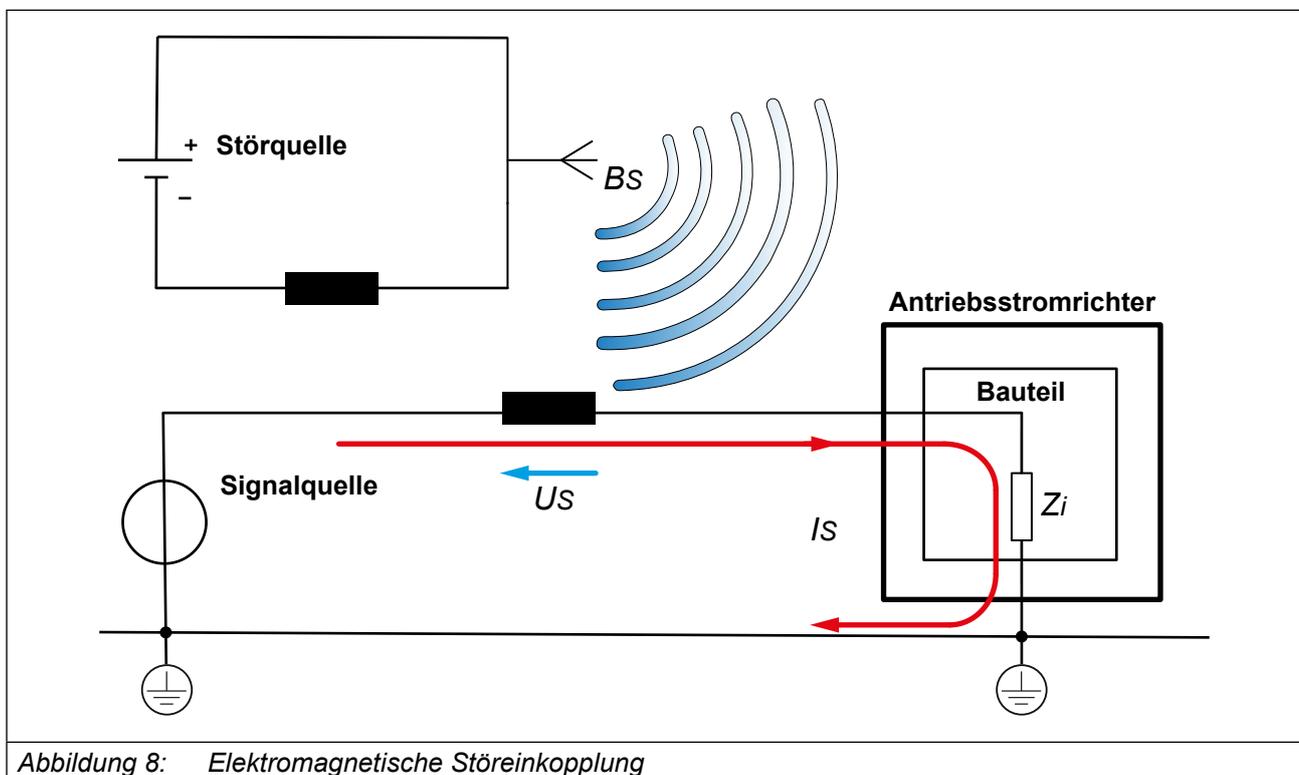


Abbildung 8: Elektromagnetische Störeinkopplung

3.1.4.1 Maßnahmen zur Reduzierung elektromagnetischer Störeinkopplungen

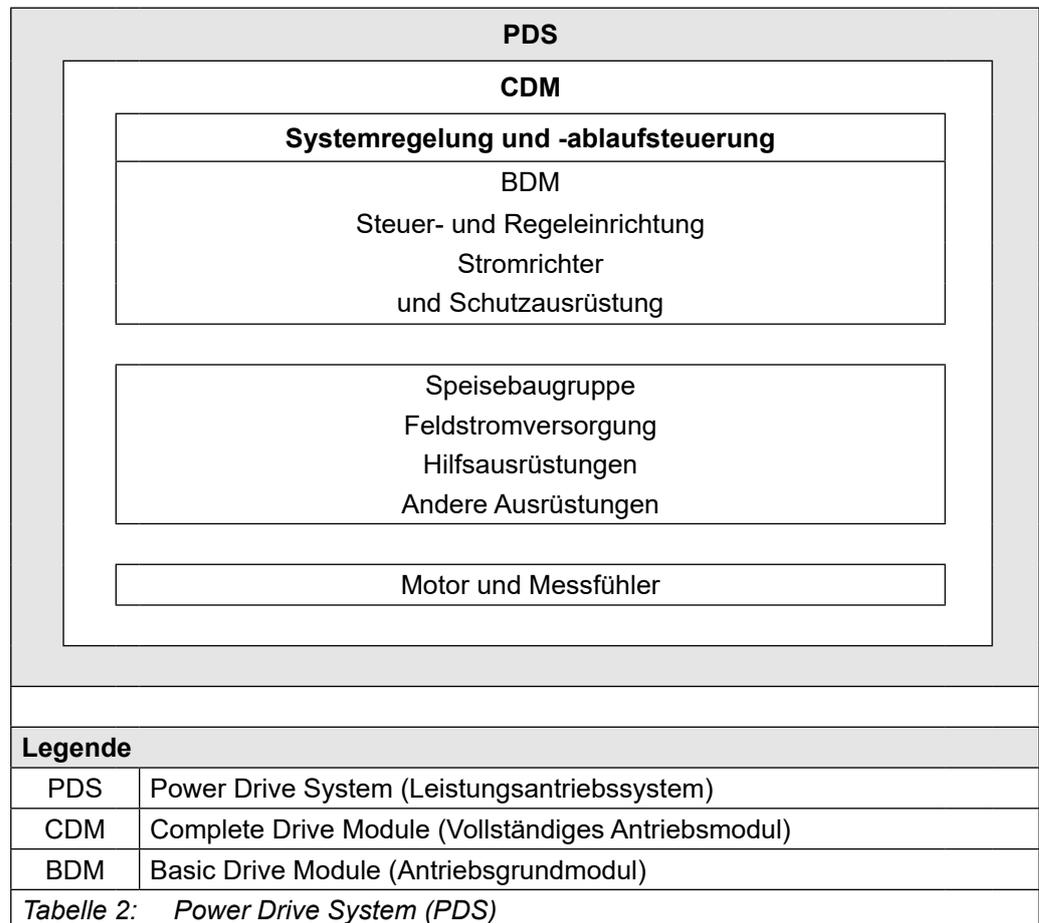
Die elektromagnetischen Felder liegen im hochfrequenten Bereich. Daher müssen die im Folgenden aufgezählten Schirmungsmaßnahmen zur Reduktion von Störstrahlungseinkopplungen so ausgeführt sein, dass sie auch bei hohen Frequenzen wirksam sind.

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 feindrätzig geflochtenen, hochfrequenztauglichen Schirmen.
- Ferritkerne (Mantelwellenfilter) z.B. Klappferrite an Signal-, Zu- und Ableitungen.

4 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.



4.1 Kategorien für PDS

In Abhängigkeit von der Installationsumgebung und Leistung drehzahlveränderbaren Antriebe (PDS) sind in der *DIN 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.		

Tabelle 3: Kategorien

4.2 PDS der Kategorie C1

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

4.3 PDS der Kategorie C2

PDS mit einer Bemessungsspannung kleiner als 1000V, 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.

4.4 PDS der Kategorie C3

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

4.5 PDS der Kategorie C4

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



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

4.6 Definition eines PDS (Power Drive System)

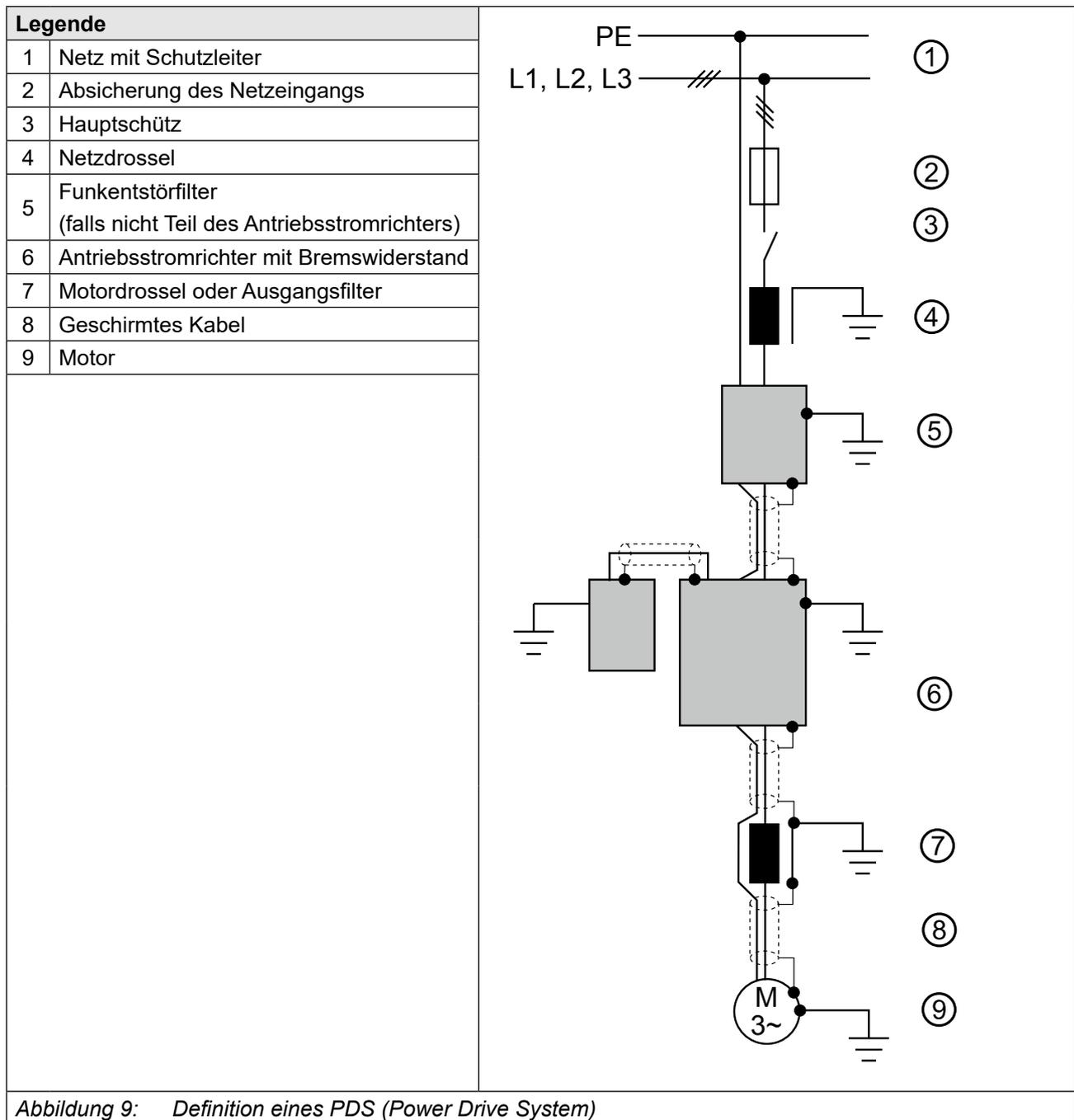
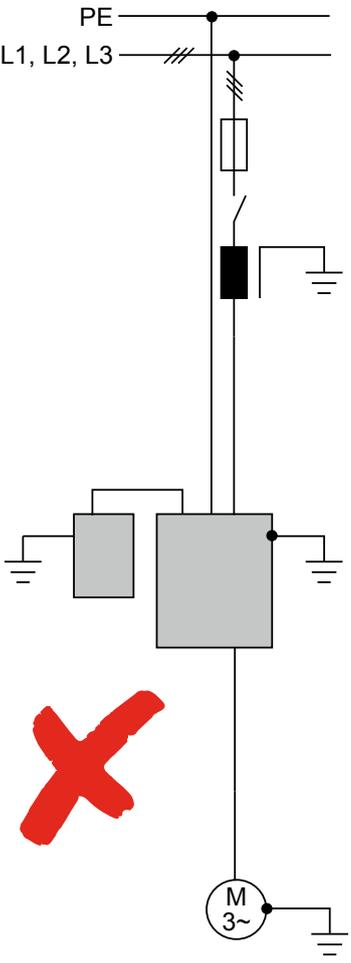
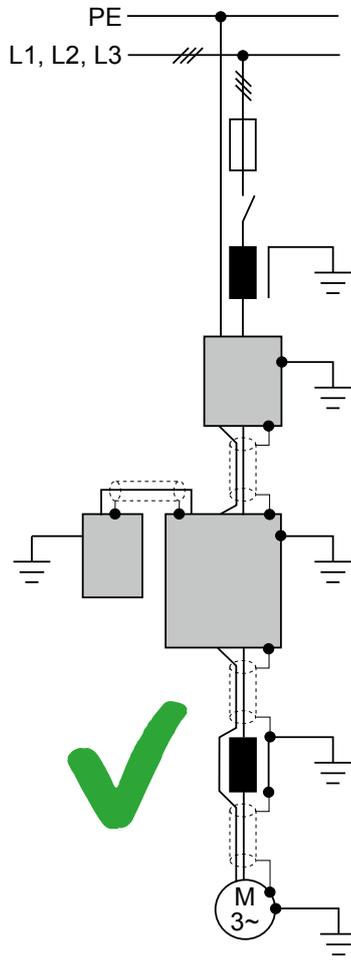


Abbildung 9: Definition eines PDS (Power Drive System)

4.6.1 PDS EMV-Installation

Fehlerhafte Installation	Korrekte Installation
	
Fehler	Checkliste
<ul style="list-style-type: none"> • Fehlende Filtermaßnahmen • Keine EMV-gerechte Installation • Keine Schirmung • Keine Funktionserdung 	<input type="checkbox"/> Netzeingangsfilter am Antriebsstromrichter angeschlossen?
Mögliche Probleme	<input type="checkbox"/> Ausgangskreis des Antriebsstromrichters mit Sinusfilter versehen?
<ul style="list-style-type: none"> • Störung von Messeinrichtungen • Störung von Kommunikationseinrichtungen • Unstetige Regelung • Abstrahlung hochfrequenter Störsignale durch getaktete Ausgangsspannung • Von Antriebsstromrichtern werden in das Netz hochfrequente Störungen eingekoppelt • Andere am Starkstromnetz betriebene elektrische Geräte werden gestört • Hochfrequente Ableitströme gegen Erde verursachen in benachbarten Leitungen Störspannungen 	<input type="checkbox"/> Alle Verbindungsleitungen möglichst kurz und geschirmt?
	<input type="checkbox"/> Alle Komponenten und Schirme großflächig mit PE verbunden?
	<input type="checkbox"/> Filter und Antriebsstromrichter flächig auf gleiches Schaltschrankpotenzial montiert?
<p>Abbildung 10: PDS EMV-Installation</p>	

5 EMV-Maßnahmen

5.1 Erläuterungen

- 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.

5.2 Leitungsverlegung

Die Leitungsverlegung trägt wesentlich zur elektromagnetischen Verträglichkeit einer Anlage bei.

Um Störungseinkopplungen zu vermeiden, sind

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

zu trennen und mit einem Abstand von mindestens 15 cm zueinander zu verlegen.

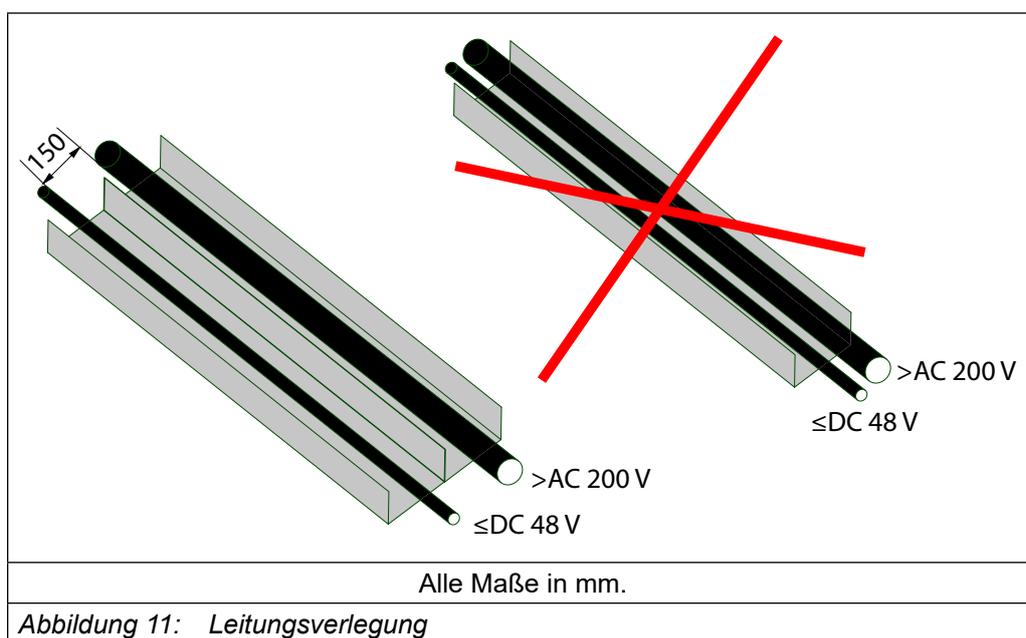


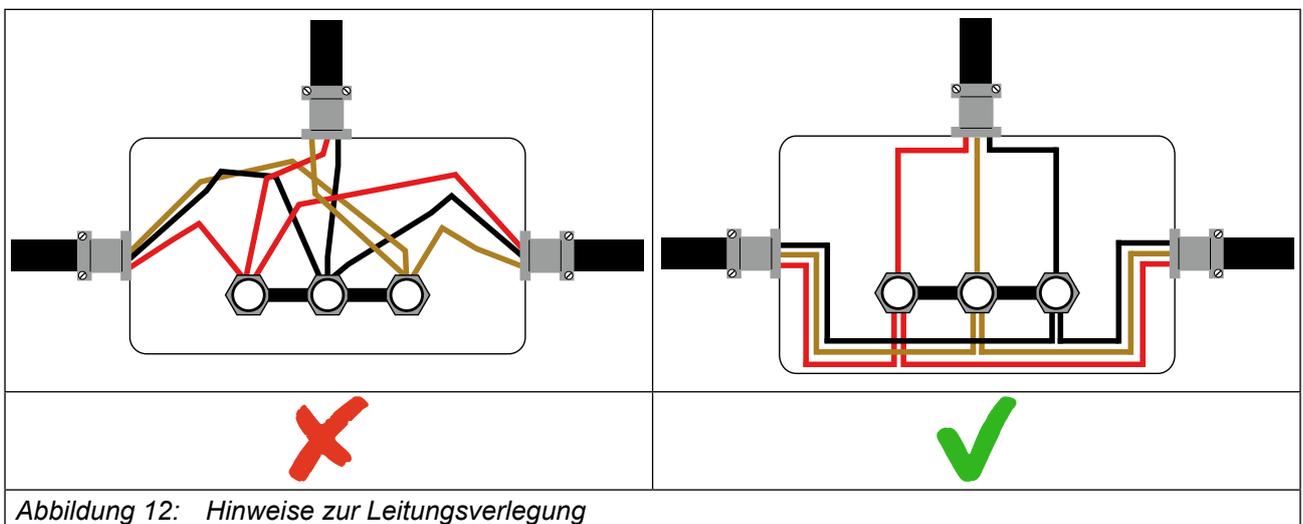
Abbildung 11: Leitungsverlegung

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

5.2.1 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.
- Adern von Signal- und Datenleitungen die nicht verwendet werden, sind an beiden Enden zu erden. Frei schwebende Leitungen wirken wie Antennen.
- Bei ungeschirmten Leitungen müssen Hin- und Rückleiter verdreht werden (Twisted Pair), um symetrische Störungen zu dämpfen.
- Störbehaftete bzw. stöempfindliche 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 tollerieren, eine parallel 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.



5.3 Schutzerdung

5.3.1 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 $0,1 \Omega$ oder weniger betragen.

5.3.2 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:

- ▶ Schutzleiter Querschnitt mindestens 10 mm^2 Kupfer.
- ▶ Überwachen des Schutzleiters durch eine Einrichtung, die im Fehlerfall selbstständig abschaltet.
- ▶ Verlegen eines zweiten Schutzleiters über getrennte Klemmen. Dieser muss auch für sich allein die Anforderungen für Schutzleiter erfüllen.

5.4 Schirmanbindung

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

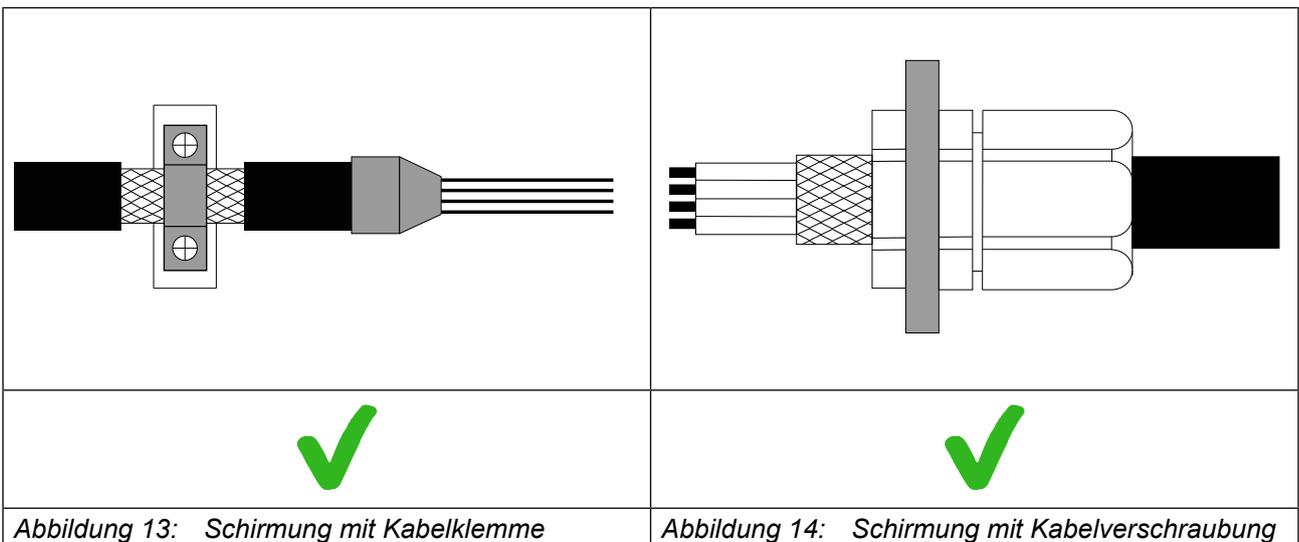
5.4.1 Anschluss der Schirmanbindung

- 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.

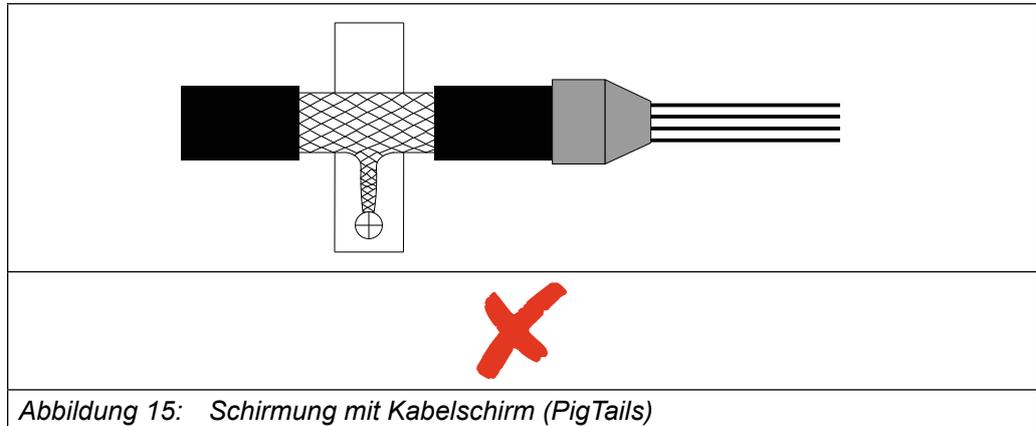
5.4.2 Anschlussvarianten

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

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

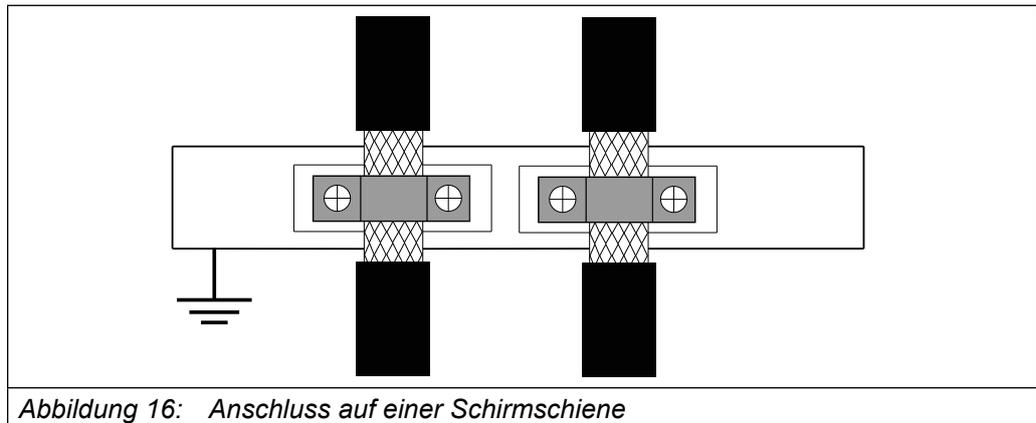


Ein am Ende zusammengedriltes Geflecht oder am Geflecht angebrachter Draht (Pig Tail) verschlechtern deutlich die Wirksamkeit der Schirmanbindung. Grundsätzlich ist davon abzuraten.



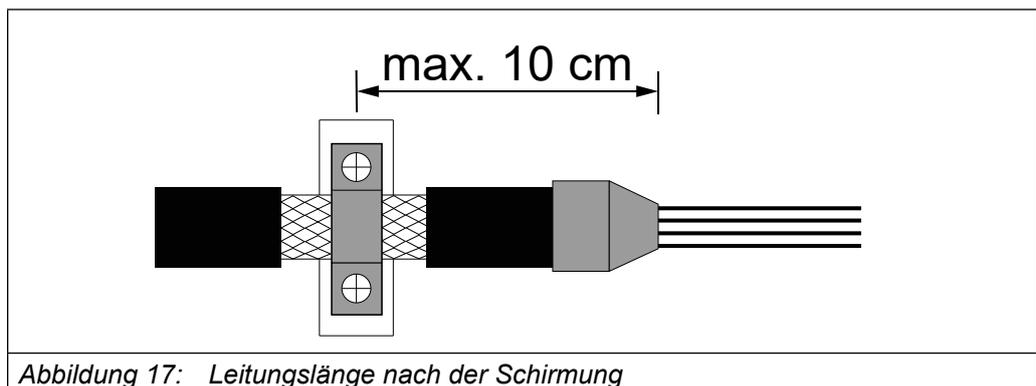
5.4.3 Anschluss auf einer Schirmschiene

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.



5.4.4 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.



5.4.5 Potentialausgleichsleiter

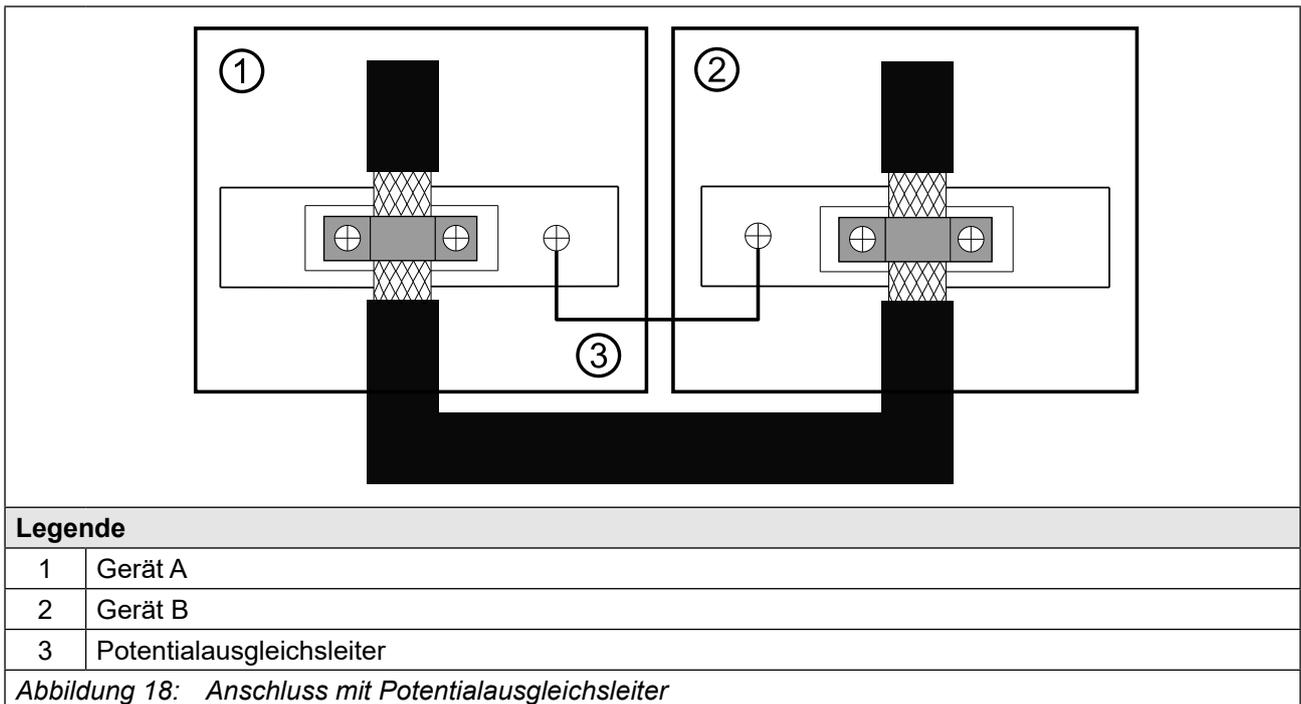
Kabelschirme werden immer beidseitig aufgelegt. Über grössere Strecken und zwischen einzelnen Maschinenkomponenten muss parallel zum geschirmten Kabel ein Potentialausgleichsleiter ($\geq 6 \text{ mm}^2$) verlegt werden, damit entstehende Ausgleichs- oder Ableitströme abfließen können.

Der Potentialausgleichsleiter sollte feindrahtig ausgeführt werden, damit er aufgrund der großen Oberfläche auch bei hochfrequenten Störströmen wirksam ist.

Außerdem sind nach *IEC 60364-5-54* Mindestquerschnitte 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 Potentialverschiebungen führen.



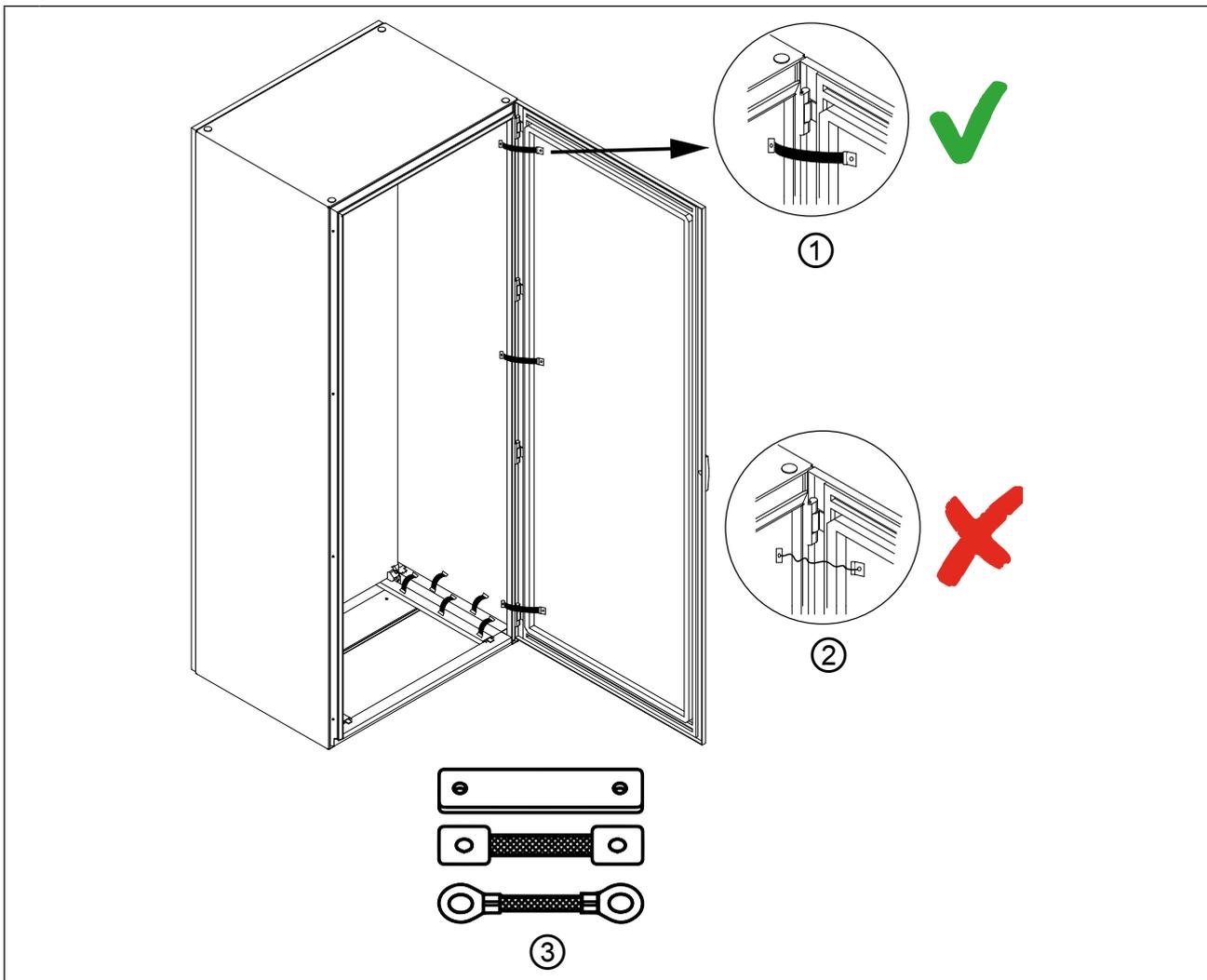
Es besteht die Möglichkeit den Schirm einseitig kapazitiv aufzulegen. Ein Mehrlagenvorwiderstand (ZNR) parallel zur Kapazität verhindert einen Kondensatordurchschlag bei Burst oder ESD. Mit dieser Massnahme kann auf einen Potentialausgleichsleiter verzichtet werden.

5.5 Funktionserdung

⚠ VORSICHT**Gefährliche Berührungsspannungen!****Funktionserde und Schutzleiter getrennt voneinander verlegen!**

Funktionserde ist nicht gleich Schutzterde nach VDE 0100!
EMV-Erdverbinder dienen nur sekundär dem Schutz vor gefährlichen Berührungsspannungen.

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

**Legende**

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

Abbildung 19: Funktionserdung

5.6 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.

5.6.1 Ferritring an der Motorleitung

ACHTUNG

Verlust der Schutzwirkung!

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

Abbildung 20: Ferritring an der Motorleitung

5.6.2 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

Abbildung 21: Ferritring an der DC-Versorgungsleitung



Optimalen Schutz gegen abstrahlende Störungen liefert ein abgeschirmtes Kabel.

5.6.3 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.

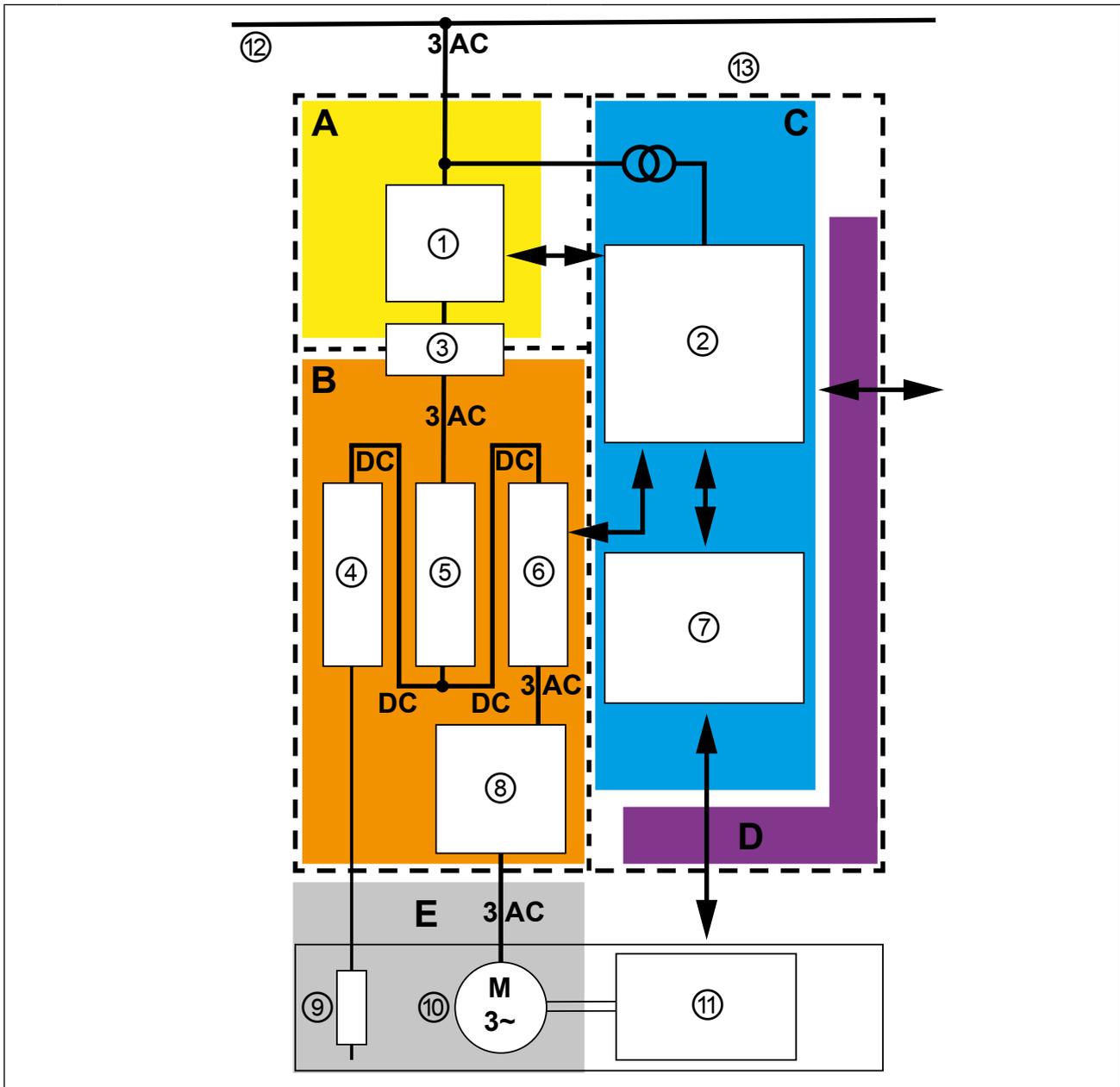


- Die Adern an die Klemmen L1, L2, L3 anschließen.
- Schutzleiter PE an Schutzleiterklemme anschließen.



Abbildung 22: Ferritring an der AC-Versorgungsleitung

6 Aufbau eines EMV-gerechten Schaltschranks



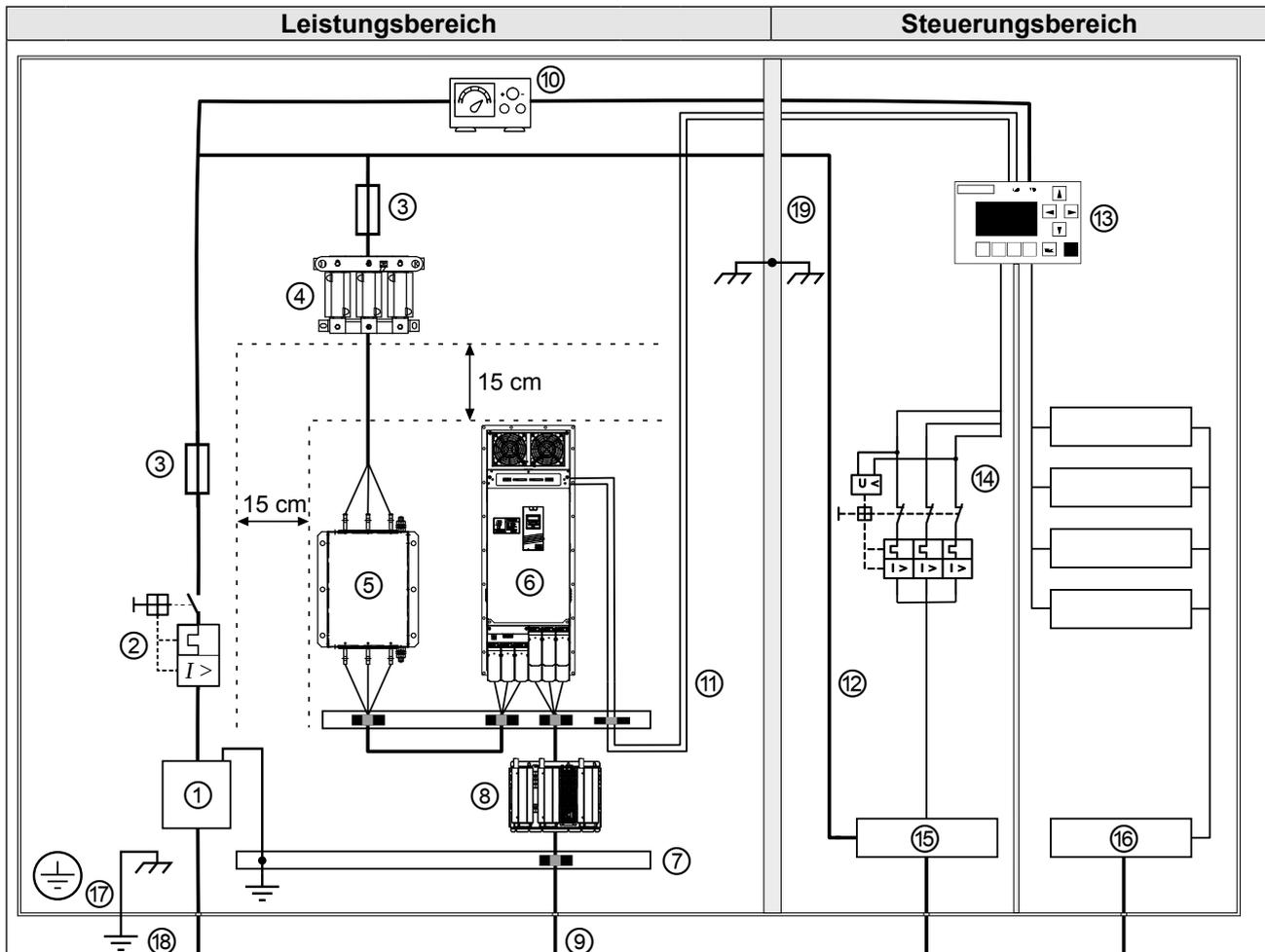
Legende

A	Zone A: Netzanschluss	5	Gleichrichter / Leistungsteil
B	Zone B: Leistungselektronik	6	Wechselrichter / Leistungsteil
C	Zone C: Steuerung und Sensorik	7	Sensorik
D	Zone D: Signalschnittstellen zur Peripherie	8	Motoranbindung
E	Zone E: Motor, -leitung, Bremswiderstand	9	Bremswiderstand
1	Netzanschluss	10	Motor
2	Steuerung	11	Mechanik
3	Netzfilter, Netzdrössel	12	Netz
4	Bremstransistor / Leistungsteil	13	Schaltschrank

Abbildung 23: Beispielhafte Einteilung eines Schaltschranks in EMV-Zonen

AUFBAU EINES EMV-GERECHTEN SCHALTSCHRANKS

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).



Legende

1	Netzeingang	11	Steuerleitungen
2	Netzschütz oder Hauptschalter	12	AC-BUS
3	Netzabsicherung	13	SPS / PC
4	Netzdrossel	14	Schütze / PKZ
5	Funkentstörfilter	15	230V / 400V I/O
6	Antriebsstromrichter	16	Logik I/O
7	Mit Schellen aufgelegter Schirm	17	Montageplatte ist gemeinsamer Sternpunkt (PE)
8	Motordrossel / Sinusfilter (Option)	18	Potentialausgleich mit Gebäudeerde
9	Motorzuleitung	19	Schrankwand
10	Netzteil		

Abbildung 24: Aufbau eines EMV-gerechten Schaltschranks

6.1 Schaltschrank EMV-Installation

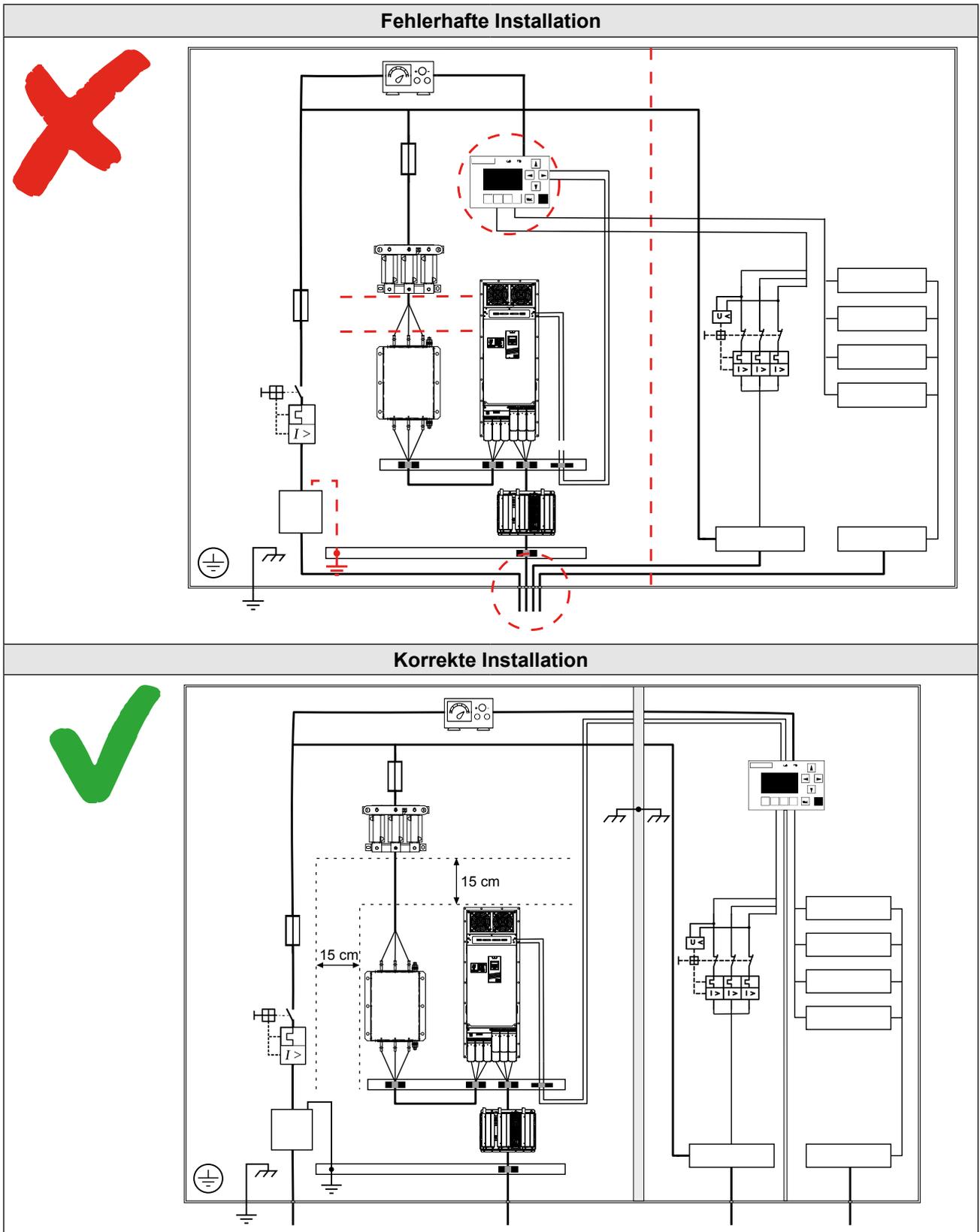


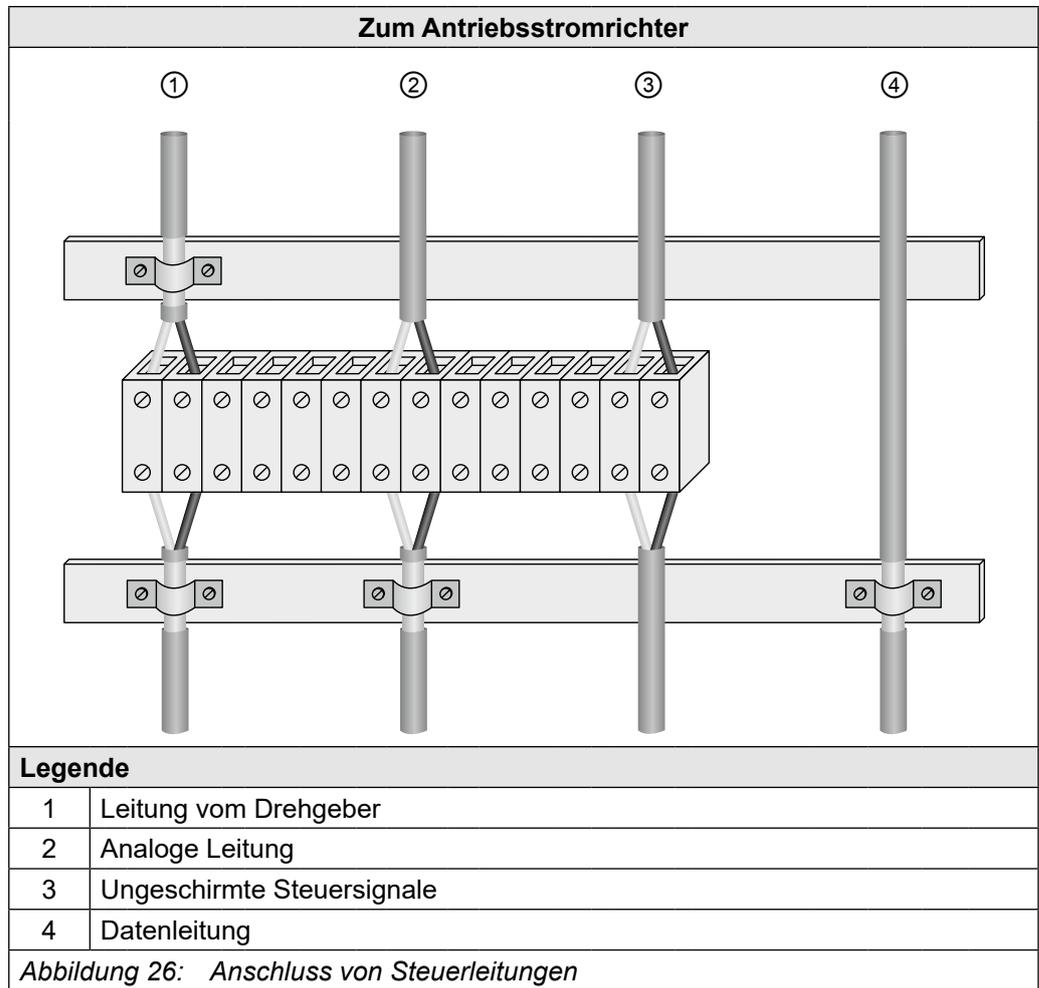
Abbildung 25: Schaltschrank EMV-Installation

weiter auf nächster Seite

AUFBAU EINES EMV-GERECHTEN SCHALTSCHRANKS

Fehlerhafte Installation	Korrekte Installation	
Fehler	Checkliste	
<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 	<input type="checkbox"/>	EMV-Schaltschrankplanung beachtet?
	<input type="checkbox"/>	Möglichst getrennte Schaltschränke für Leistungselektronik und Kleinsignale?
	<input type="checkbox"/>	Trennwände rundum kontaktiert
	<input type="checkbox"/>	Montageplatte EMV-gerecht (nicht lackiert bzw. eloxiert)?
	<input type="checkbox"/>	Erdungsschiene niederohmig mit Montageplatte verbunden?
Mögliche Probleme	<input type="checkbox"/>	Leitungen verschiedener Leitungsgruppen räumlich getrennt?
<ul style="list-style-type: none"> • Sporadisch auftretende Fehler 	<input type="checkbox"/>	Leitungen kurzgehalten?
<ul style="list-style-type: none"> • Störung von Messeinrichtungen 	<input type="checkbox"/>	Störende und empfindliche Leitungen rechtwinklig gekreuzt?
<ul style="list-style-type: none"> • Störung von Kommunikationseinrichtungen 	<input type="checkbox"/>	Leitungsschirme bei Schaltschrankein- und Austritt und an den Geräten geerdet?
<ul style="list-style-type: none"> • Ausfall oder Zerstörung von Geräten und Anlagenteilen 	<input type="checkbox"/>	Filter richtig installiert?
<ul style="list-style-type: none"> • Unstetige Regelung 	<input type="checkbox"/>	Leuchtstoffröhren mit Abstand zu empfindlichen Geräten platziert?
<ul style="list-style-type: none"> • Abstrahlung hochfrequenter Anteile durch getaktete Ausgangsspannung 		
<ul style="list-style-type: none"> • Vom Antriebsstromrichter werden hochfrequente Störungen ins Netz eingekoppelt 		
<ul style="list-style-type: none"> • Am Starkstromnetz betriebene andere elektrische Geräte werden gestört 		
<ul style="list-style-type: none"> • Hochfrequente Ableitströme gegen Erde verursachen in benachbarten Leitungen Störspannungen 		
<i>Tabelle 4: Schaltschrank EMV-Installation</i>		

6.2 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. 20cm entfernt) genutzt, so braucht der Schirm am Antriebsstromrichter nicht mehr aufgelegt zu werden.
- Wird der Schirm über Einzelader geerdet, so verschlechtert sich die Störfähigkeit um ca. 70%.
- Als Schirmanbindung eignen sich die im Elektrohandel erhältlichen Metallschellen.
- Bei Verwendung nicht abgeschirmter Signalleitungen, sollten diese immer als verdrilltes Paar mit Hin- und Rückleitung verlegt werden.

6.3 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:

$$k = \frac{S_{Net}}{S_{out}} \gg 200$$

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

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

► Drossel notwendig.

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

7 Beurteilung der EMV

Für die Beurteilung der elektromagnetischen Verträglichkeit sind 2 Normen zu beachten.

7.1 EN 55011 (Umgebungsnorm)

In dieser Norm werden die Grenzwerte in Abhängigkeit von der zugrunde gelegten Umgebung, in der das Produkt betrieben wird, definiert. Es wird in 2 Umgebungen unterschieden, wobei die 1. Umgebung den nichtindustriellen Wohn- und Geschäftsbereich ohne eigene Hoch- oder Mittelspannungs-Verteil-Transformatoren beschreibt. Die 2. Umgebung hingegen definiert Industriegebiete, die nicht an das öffentliche Niederspannungsnetz angeschlossen sind, sondern über eigene Hoch- oder Mittelspannungs-Verteil-Transformatoren verfügen. Die Unterteilung der Grenzwerte erfolgt dabei in die Klassen A1, A2 und B.

7.2 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, wobei die Klasse C4 grundsätzlich nur für Antriebssysteme höherer Spannung (> 1000 V AC), oder höheren Strom (> 400 A) gilt. 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	
Tabelle 5: 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.

7.2.1 Anforderungen zur Störaussendung

In der Norm werden Störaussendung in zwei Bereiche eingeteilt:

- Niederfrequenter Bereich <9kHz

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 >9kHz

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 EN 55011	Klasse B	Klasse A1 und Warnhinweis	Klasse A2 und Warnhinweis	Klasse A2 oder spezielle EMV-Planung

Tabelle 6: Kategorien der hochfrequenten Störaussendungen >9kHz

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 eine speziellen EMV-Planung vereinbaren.

7.3 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.

7.3.1 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.

7.3.2 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.

7.4 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	
<i>EN 61800-3</i>	X			Produktnorm EMV für Power Drive System, beinhaltet Emissionswerte und Immunitätsanforderungen für öffentliches und Industrienetz
<i>EN 61000-6-1</i>		X		Fachgrundnorm Immunitätsanforderung für Wohnbereich, Geschäfts- und Gewerbebereiche sowie Kleinbetriebe
<i>EN 61000-6-2</i>		X		Fachgrundnorm Immunitätsanforderung für Industrienetze
<i>EN 61000-6-3</i>		X		Fachgrundnorm Störaussendung für Wohnbereich, geschäfts- und Gewerbebereiche sowie Kleinbetrieb
<i>EN 61000-6-4</i>		X		Fachgrundnorm Störaussendung für Industrienetze

Tabelle 7: EMV-Normen

8 Änderungshistorie

Version	Datum	Beschreibung
00	2022-11	Serienversion

Benelux | KEB Automation KG

Dreef 4 - box 4 1703 Dilbeek Belgien

Tel: +32 2 447 8580

E-Mail: info.benelux@keb.de Internet: www.keb.de**Brasilien** | KEB SOUTH AMERICA - Regional Manager

Rua Dr. Omar Pacheco Souza Riberio, 70

CEP 13569-430 Portal do Sol, São Carlos Brasilien

Tel: +55 16 31161294 E-Mail: roberto.arias@keb.de**China** | KEB Power Transmission Technology (Shanghai) Co. Ltd.

No. 435 QianPu Road Chedun Town Songjiang District

201611 Shanghai P. R. China

Tel: +86 21 37746688 Fax: +86 21 37746600

E-Mail: info@keb.cn Internet: www.keb.cn**Deutschland** | **Getriebemotorenwerk**

KEB Antriebstechnik GmbH

Wildbacher Straße 5 08289 Schneeberg Deutschland

Telefon +49 3772 67-0 Telefax +49 3772 67-281

Internet: www.keb-drive.de E-Mail: info@keb-drive.de**Frankreich** | Société Française KEB SASU

Z.I. de la Croix St. Nicolas 14, rue Gustave Eiffel

94510 La Queue en Brie Frankreich

Tel: +33 149620101 Fax: +33 145767495

E-Mail: info@keb.fr Internet: www.keb.fr**Großbritannien** | KEB (UK) Ltd.

5 Morris Close Park Farm Industrial Estate

Wellingborough, Northants, NN8 6 XF Großbritannien

Tel: +44 1933 402220 Fax: +44 1933 400724

E-Mail: info@keb.co.uk Internet: www.keb.co.uk**Italien** | KEB Italia S.r.l. Unipersonale

Via Newton, 2 20019 Settimo Milanese (Milano) Italien

Tel: +39 02 3353531 Fax: +39 02 33500790

E-Mail: info@keb.it Internet: www.keb.it**Japan** | KEB Japan Ltd.

15 - 16, 2 - Chome, Takanawa Minato-ku Tokyo 108 - 0074 Japan

Tel: +81 33 445-8515 Fax: +81 33 445-8215

E-Mail: info@keb.jp Internet: www.keb.jp**Österreich** | KEB Automation GmbH

Ritzstraße 8 4614 Marchtrenk Österreich

Tel: +43 7243 53586-0 Fax: +43 7243 53586-21

E-Mail: info@keb.at Internet: www.keb.at**Polen** | KEB Automation KG

Tel: +48 60407727

E-Mail: roman.trinczek@keb.de Internet: www.keb.de**Schweiz** | KEB Automation AG

Witzbergstraße 24 8330 Pfäffikon/ZH Schweiz

Tel: +41 43 2886060 Fax: +41 43 2886088

E-Mail: info@keb.ch Internet: www.keb.ch**Spanien** | KEB Automation KG

c / Mitjer, Nave 8 - Pol. Ind. LA MASIA

08798 Sant Cugat Sessgarrigues (Barcelona) Spanien

Tel: +34 93 8970268 Fax: +34 93 8992035

E-Mail: vb.espana@keb.de**Südkorea** | KEB Automation KG

Deoksan-Besttel 1132 ho Sangnam-ro 37

Seongsan-gu Changwon-si Gyeongsangnam-do Republik Korea

Tel: +82 55 601 5505 Fax: +82 55 601 5506

E-Mail: jaeok.kim@keb.de Internet: www.keb.de**Tschechien** | KEB Automation GmbH

Videnska 188/119d 61900 Brno Tschechien

Tel: +420 544 212 008

E-Mail: info@keb.cz Internet: www.keb.cz**USA** | KEB America, Inc

5100 Valley Industrial Blvd. South Shakopee, MN 55379 USA

Tel: +1 952 2241400 Fax: +1 952 2241499

E-Mail: info@kebameric.com Internet: www.kebameric.com**WEITERE KEB PARTNER WELTWEIT:**... www.keb.de/de/kontakt/kontakt-weltweit



Automation mit Drive

www.keb.de

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