

3.2 Grundlagen der EMV

3.2.1 Was ist EMV?

EMV steht für "elektromagnetische Verträglichkeit" und beschreibt entsprechend der Definition des EMV-Gesetzes §2(7) "die Fähigkeit eines Gerätes, in der elektromagnetischen Umwelt zufriedenstellend zu arbeiten, ohne dabei selbst elektromagnetische Störungen zu verursachen, die für andere in dieser Umwelt vorhandene Geräte unannehmbar wären".

Im Prinzip ist damit gemeint, dass Geräte sich nicht gegenseitig stören sollen. Eine Eigenschaft, die Sie schon immer von Ihren Produkten verlangt haben!

3.2.2 Störaussendung, Störfestigkeit

Die EMV hängt ab von zwei Eigenschaften der beteiligten Geräte, der Störaussendung und der Störfestigkeit. Man behandelt elektrische Geräte als Störquellen (Sender) und Störsenken (Empfänger). Elektromagnetische Verträglichkeit ist gegeben, wenn die vorhandenen Störquellen die Funktion der Störsenken nicht beeinflussen. Ein Gerät kann auch gleichzeitig Störquelle und Störsenke sein. So ist zum Beispiel das Leistungsteil eines Frequenzumrichters als Störquelle zu betrachten und das Steuerteil als Störsenke.

Die **Störaussendung** von Frequenzumrichtern fällt unter die europäische Norm EN 61800-3. Gemessen werden leitungsgebundene Störungen am Netzanschluss unter genormten Bedingungen als Funkstörspannung. Elektromagnetisch abgestrahlte Störungen als Funkstrahlung. Die Norm definiert Grenzwerte "Erste Umgebung" (öffentliche Netze) und "Zweite Umgebung" (Industrienetze).

Beim Anschluss an das öffentliche Netz sind die zulässigen Netzzrückwirkungen entsprechend der Bestimmungen des Stromversorgungsunternehmens zu beachten.

Die **Störfestigkeit** beschreibt das Verhalten eines Geräts unter dem Einfluss von elektromagnetischen Störungen. Anforderungen und Bewertungskriterien für das Verhalten der Geräte regelt ebenfalls die Norm EN 61800-3.

3.2.3 Anwendung im Industrie- und Wohnbereich

Grenzwerte für Störaussendung und Störfestigkeit sind entsprechend dem geplanten Einsatz der Geräte festgelegt. Unterschieden wird nach Industrie- und Wohnbereich. Im Industriebereich muss die Störfestigkeit der Geräte sehr hoch sein, dagegen werden an die Störaussendung geringere Anforderungen gestellt. Im Wohnbereich – d. h. Anschluss am öffentlichen Netz – ist die Störaussendung streng reglementiert, dagegen genügt die Auslegung der Geräte für eine kleinere Störfestigkeit.

Ist der Antrieb Bestandteil einer Anlage, braucht er zunächst keine Anforderungen bezüglich Störaussendung und Störfestigkeit zu erfüllen. Das EMV-Gesetz fordert aber, dass die Anlage als Ganzes mit ihrer Umwelt elektromagnetisch verträglich ist. Innerhalb der Anlage wird der Betreiber aus eigenem Interesse für elektromagnetische Verträglichkeit sorgen.

Ohne Funk-Entstörfilter liegt die Störaussendung der Frequenzrichter SIMOVERT MASTERDRIVES über dem Grenzwert "Erste Umgebung", für den Bereich "Zweite Umgebung" sind Grenzwerte derzeit noch in Beratung (s. EN 61800-3 Abs. 6.3.2). Ihre hohe Störfestigkeit macht sie aber unempfindlich gegenüber den Störaussendungen benachbarter Geräte. Haben alle Steuerungskomponenten der Anlage (z. B. Automatisierungsgeräte) eine industrietaugliche Störfestigkeit, muss nicht jeder einzelne Antrieb für sich diesen Grenzwert einhalten.

3.2.4 Ungeerdete Netze

In einigen Industriezweigen verwendet man ungeerdete Netze (IT-Netze), um die Verfügbarkeit der Anlage zu erhöhen. Im Falle eines Erdschlusses fließt kein Fehlerstrom und die Anlage kann weiter produzieren. In Verbindung mit Funk-Entstörfiltern fließt im Falle eines Erdschlusses jedoch ein Fehlerstrom, der zum Abschalten der Antriebe oder möglicherweise zur Zerstörung des Funk-Entstörfilters führen kann. Um diesen Fehlerstrom zu minimieren, ist eine andere Auslegung der Funk-Entstörfilter nötig, die sehr schnell an physikalische Grenzen stößt. Zusätzlich beeinträchtigen Funk-Entstörfilter das Konzept der ungeerdeten Netze und können in diesen Netzen zu einem Sicherheitsrisiko führen (siehe Produktnorm EN 61800-3: 1996). Die Funk-Entstörung sollte im Bedarfsfall auf der geerdeten Primärseite des speisenden Transformators durchgeführt werden oder mit einem einzelnen Spezialfilter auf der Sekundärseite. Auch das Spezialfilter erzeugt Ableitströme gegen Erde. Ein Isolationswächter, der üblicherweise im ungeerdeten Netz eingesetzt wird, ist auf das Spezialfilter abzustimmen.

3.3 Der Frequenzumrichter und seine elektromagnetische Verträglichkeit

3.3.1 Der Frequenzumrichter als Störquelle

Arbeitsweise der SIMOVERT MASTERDRIVES

Die Frequenzumrichter SIMOVERT MASTERDRIVES arbeiten mit einem Spannungszwischenkreis.

Um möglichst wenig Verlustleistung zu erzeugen, schaltet der Wechselrichter die Zwischenkreisspannung in Form von Spannungspulsen auf die Motorwicklung.

Im Motor fließt ein nahezu sinusförmiger Strom

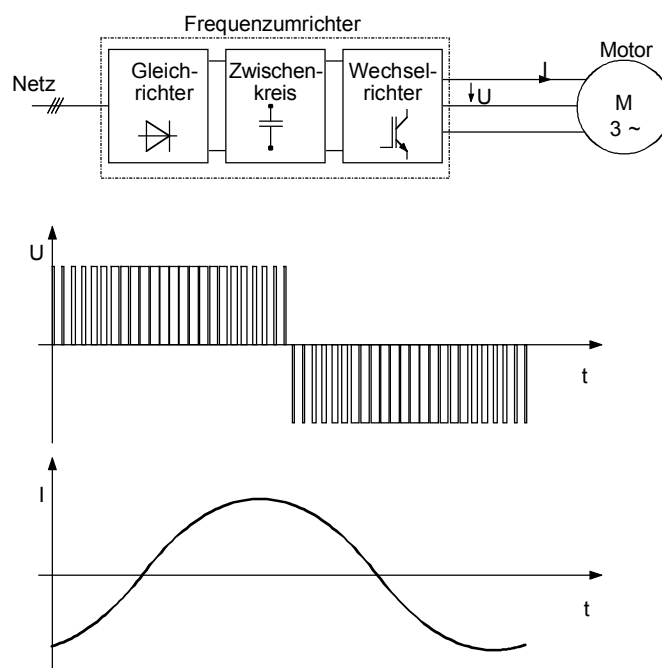
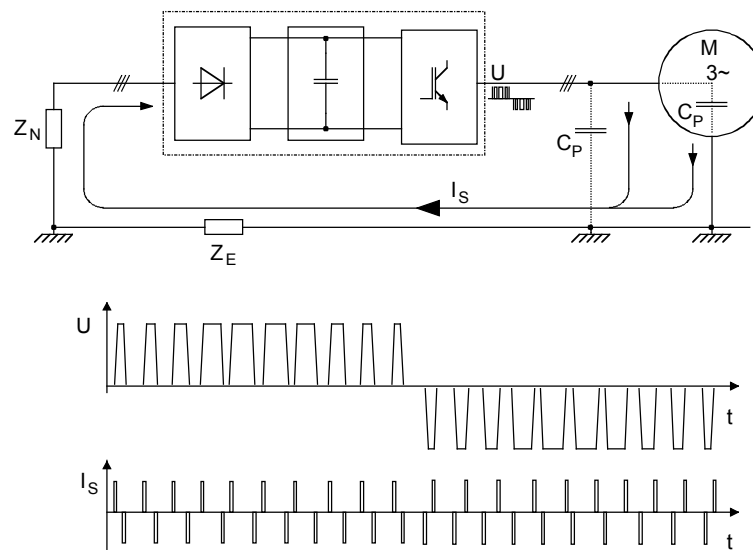


Bild 3-1 Prinzipdarstellung Ausgangsspannung U und Motorstrom I eines Frequenzumrichters

Das beschriebene Funktionsprinzip in Verbindung mit leistungsfähigen Halbleiter-Schaltelementen ermöglichte die Entwicklung kompakter Frequenzumrichter, die in der Antriebstechnik inzwischen unverzichtbar sind.

Die schnellen Halbleiter-Schalter bringen neben vielen Vorteilen auch einen Nachteil mit sich:

Während jeder Schaltflanke fließt ein pulsförmiger Störstrom über parasitäre Kapazitäten C_p gegen Erde. Parasitäre Kapazitäten sind zwischen Motorleitung und Erde, aber auch innerhalb des Motors vorhanden.

Bild 3-2 Prinzipdarstellung Ausgangsspannung U und Störstrom I_s

Die Quelle des Störstroms I_s ist der Wechselrichter; deshalb muss der Störstrom auch wieder dorthin zurückfließen. Im Rückpfad wirkt eine Impedanz Z_N und die Impedanz der Erde Z_E . Die Impedanz Z_N bilden parasitäre Kapazitäten zwischen Netzleitung und Erde, denen die Impedanz (zwischen Phase und Erde) des Netztrafos parallelgeschaltet ist. Der Störstrom selbst und die von ihm verursachten Spannungsabfälle an Z_N und Z_E können andere Geräte beeinflussen.

Frequenzumrichter erzeugen die bereits beschriebenen hochfrequenten Störströme. Zusätzlich sind noch niederfrequente Netzurückwirkungen zu beachten. Durch die Gleichrichtung der Netzspannung wird ein nicht-sinusförmiger Netzstrom entnommen, der zur Verzerrung der Netzspannung führt.

Niederfrequente Netzurückwirkungen werden durch **Netzdrosseln** verringert.

Die hochfrequente Störaussendung lässt sich nur reduzieren, wenn der erzeugte Störstrom "auf den richtigen Weg" gebracht wird. Mit ungeschirmten Motorleitungen fließt der Störstrom undefiniert zurück zum Frequenzumrichter, z. B. über Fundamente, Kabeltrassen, Schrankholme. Für Ströme mit einer Frequenz von 50 oder 60 Hz haben die angesprochenen Strompfade einen sehr kleinen Widerstand. Der Störstrom enthält jedoch hochfrequente Anteile, die zu störenden Spannungsabfällen führen können.

Damit der Störstrom definiert zum Frequenzumrichter zurückfließt, ist eine **geschirmte Motorleitung** zwingend erforderlich. Der Schirm muss großflächig mit dem Gehäuse des Frequenzumrichters und dem Motorgehäuse verbunden werden. Jetzt ist der Schirm der günstigste Pfad für den Störstrom zurück zum Frequenzumrichter.

Maßnahmen zur Reduzierung der Störaussendung

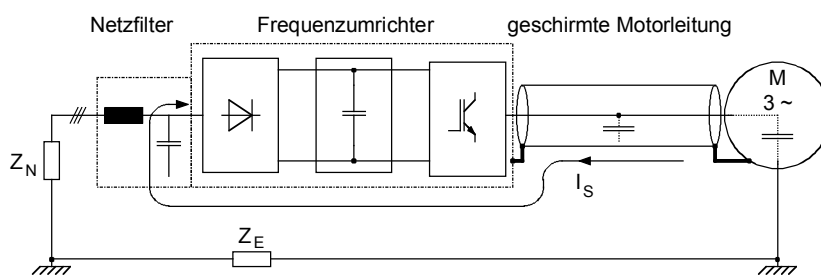


Bild 3-3 Verlauf des Störstromes bei geschirmter Motorleitung

Eine geschirmte Motorleitung mit **beidseitig aufgelegtem Schirm** bewirkt, dass der Störstrom auf dem Schirm zum Frequenzumrichter zurückfließt.

Obwohl an der Impedanz Z_E bei geschirmter Motorleitung (fast) kein Spannungsabfall entsteht, kann immer noch der Spannungsabfall an der Impedanz Z_N zur Beeinflussung anderer Geräte führen.

Aus diesem Grund ist ein **Funk-Entstörfilter** in die Netzleitung zum Frequenzumrichter einzubauen. Anordnung der Komponenten gemäß folgendem Bild.

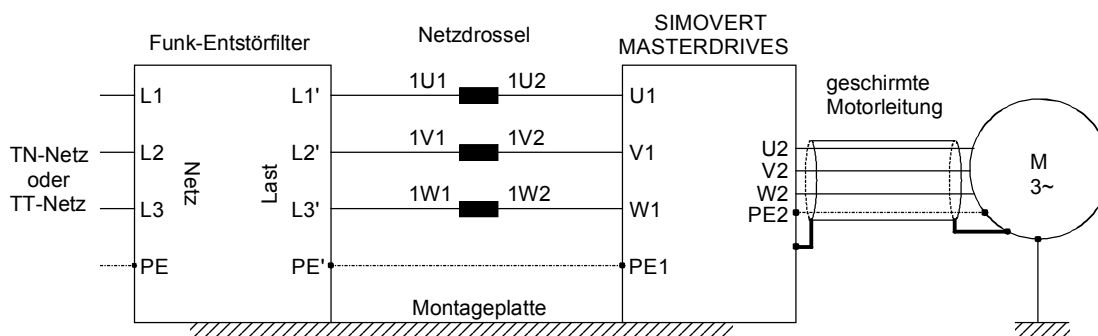


Bild 3-4 Anordnung der Komponenten

Funk-Entstörfilter und Frequenzumrichter müssen für hochfrequente Störströme niederohmig verbunden sein. In der Praxis lässt sich diese Forderung am besten durch Montage von Frequenzumrichter und Funk-Entstörfilter auf einer gemeinsamen Montageplatte erreichen. Frequenzumrichter und Funk-Entstörfilter sind großflächig mit der Montageplatte zu kontaktieren.

Die SIMOVERT MASTERDRIVES müssen in einem geschlossenen **Schaltschrank** eingebaut sein, um auch die Funkstrahlung zu begrenzen. Die Funkstrahlung wird vor allem durch den Steuerungssteil mit seinem Mikroprozessor bestimmt, ist also vergleichbar mit der Störaussendung eines Computers. Befinden sich in der unmittelbaren Umgebung der SIMOVERT MASTERDRIVES keine Funkdienste, kann auf einen HF-dichten Schaltschrank verzichtet werden.

Beim Einbau in Gerüste wird die Funkstrahlung nicht begrenzt. Hier ist durch geeignete Gestaltung des Betriebsraumes für eine Abschirmung zu sorgen.

3.3.2 Der Frequenzumrichter als Störquelle

Beeinflussungsmechanismen

Störungen können galvanisch, induktiv oder kapazitiv in ein Gerät gelangen.

Das Ersatzschaltbild zeigt eine Störquelle, die durch kapazitive Einkopplung einen Störstrom I_S im Gerät verursacht. Die Größe der Koppelkapazität C_K wird von der Verkabelung und dem mechanischen Aufbau festgelegt.

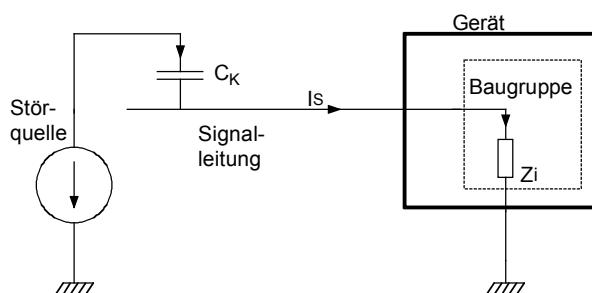


Bild 3-5 Kapazitive Einkopplung bei ungeschirmter Signalleitung

Der Störstrom I_S erzeugt an der Impedanz Z_i einen Spannungsabfall. Fließt der Störstrom über eine Baugruppe mit schnellen elektronischen Bauelementen (z. B. Mikroprozessor), kann bereits ein kleiner Nadelimpuls im μs -Bereich und einer Amplitude von wenigen Volt zu Störbeeinflussungen führen.

Maßnahmen zur Erhöhung der Störfestigkeit

Die wirkungsvollste Maßnahme zur Vermeidung von Einkopplungen ist die konsequente **Trennung von Leistungs- und Signalleitungen**.

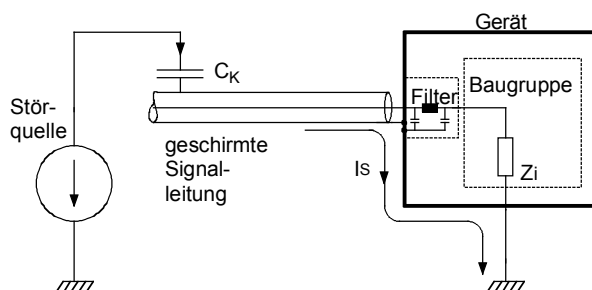


Bild 3-6 Erhöhung der Störfestigkeit durch geschirmte Signalleitungen

Ein- und Ausgänge des Steuerteils der SIMOVERT MASTERDRIVES sind mit Filtern ausgestattet, die Störströme I_S von der Elektronik fernhalten. Die Filter glätten auch das Nutzsignal. Bei Signalleitungen mit sehr hochfrequenten Nutzsignalen, z. B. dem Digitaltacho, stört diese Glättung. Weil funktionsbedingt keine Glättung möglich ist, sind hier **geschirmte Signalleitungen** einzusetzen. Der Störstrom fließt jetzt über den Schirm und das Gehäuse zurück zur Störquelle.

Schirme von **digitalen Signalleitungen** sind immer beidseitig aufzulegen, also am Sender und Empfänger!

Bei **analogen Signalleitungen** können sich durch beidseitiges Auflegen des Schirms niederfrequente Störungen ergeben (Brummschleifen). In diesem Fall ist der Schirm nur einseitig an den SIMOVERT MASTERDRIVES aufzulegen. Die andere Seite des Schirms sollte über einen Kondensator (z. B. 10 nF/100 V Typ MKT) geerdet werden. Mit Hilfe des Kondensators ist der Schirm für Hochfrequenz trotzdem beidseitig aufgelegt.

3.4 EMV Planung

Sind zwei Geräte elektromagnetisch nicht verträglich, kann die Störaussendung der Störquelle reduziert oder die Störfestigkeit der Störsenke erhöht werden. Störquellen sind oft Geräte der Leistungselektronik mit großer Stromaufnahme. Um ihre Störaussendung zu verkleinern, sind aufwendige Filter notwendig. Störsenken sind vor allem Steuergeräte und Sensoren einschließlich ihrer Auswerteschaltung. Die Erhöhung der Störfestigkeit von leistungsschwachen Geräten ist mit weniger Aufwand verbunden. Im Industriebereich ist deshalb aus wirtschaftlicher Sicht die Erhöhung der Störfestigkeit günstiger als die Reduzierung der Störaussendung.

Um die Grenzwertklasse A1 der EN 55011 einzuhalten, darf die Funkstörspannung am Netzanschluss zwischen 150 kHz und 500 kHz maximal 79 dB (μV) und zwischen 500 kHz und 30 MHz maximal 73 dB (μV) betragen. Ausgedrückt in Volt sind das 9 mV bzw. 4,5 mV!

Bevor Entstörmittel eingesetzt werden, muss klar sein, an welchen Stellen Sie oder Ihr Kunde Forderungen bezüglich EMV hat. Dazu folgendes Beispiel:

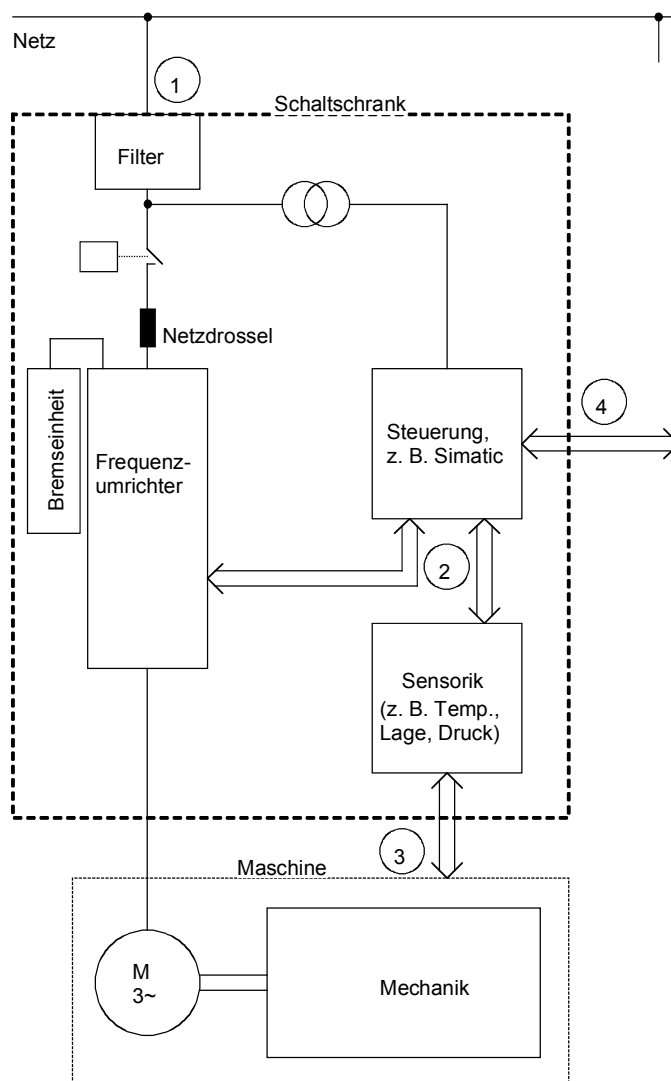


Bild 3-7 Prinzipdarstellung eines Antriebssystems

Ein Frequenzumrichter soll einen Motor antreiben. Der Frequenzumrichter, die zugehörige Steuerung und Sensorik sind in einem Schaltschrank untergebracht. Am Netzanschluss soll die Störaussendung begrenzt werden. Aus diesem Grund sind im Schaltschrank Funk-Entstörfilter und Netzdrossel eingebaut.

Angenommen am Punkt ① sind alle Forderungen erfüllt; herrscht jetzt ein Zustand der elektromagnetischen Verträglichkeit?

Die Frage lässt sich nicht einfach mit "ja" beantworten, denn auch innerhalb des Schaltschranks muss die EMV sichergestellt sein. So kann die Steuerung an den Schnittstellen ② und ④, die Sensorik bei ② und ③ elektromagnetische Beeinflussungen aufweisen.

Ein Funk-Entstörfilter ist also keinesfalls die alleinige Lösung für EMV von Geräten!

Siehe nachfolgende Abschnitte.

3.4.1 Das Zonenkonzept

Die kostengünstigste Entstörmaßnahme ist die räumliche Trennung von Störquellen und Störsenken, vorausgesetzt, sie wird bereits während der Planung einer Maschine/Anlage berücksichtigt. Zunächst ist für jedes verwendete Gerät die Frage zu beantworten, ob es eine potentielle Störquelle oder Störsenke ist. Störquellen sind in diesem Zusammenhang z. B. Frequenzumrichter, Bremsen, Schütze. Störsenken sind z. B. Automatisierungsgeräte, Geber und Sensoren. Anschließend teilt man die Maschine/Anlage in EMV-Zonen ein und ordnet die Geräte den Zonen zu. In jeder Zone herrschen bestimmte Anforderungen bezüglich Störaussendung und Störfestigkeit. Die Zonen sind räumlich zu trennen, am besten durch Metallgehäuse oder innerhalb eines Schaltschranks durch geerdete Trennbleche. An den Schnittstellen der Zonen sind gegebenenfalls Filter einzusetzen. Das Zonenkonzept soll anhand des einfachen Antriebssystems des nachfolgenden Bildes erläutert werden:

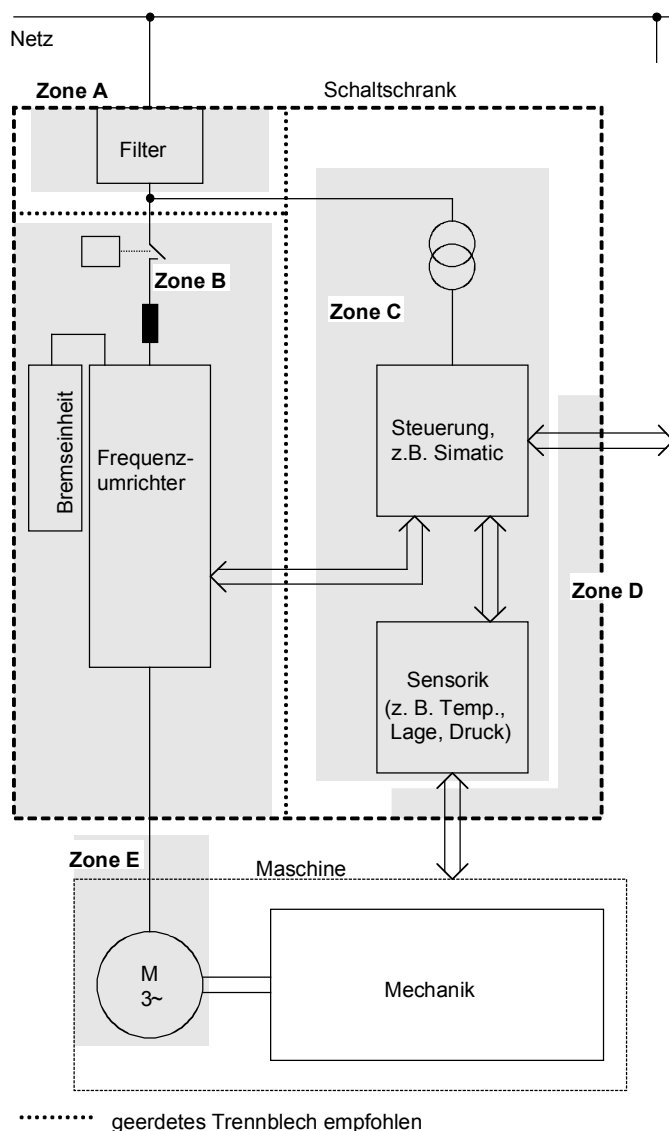


Bild 3-8 Einteilung eines Antriebssystems in Zonen

- ◆ Zone A ist der Netzanschluss des Schaltschranks einschließlich Filter. Hier soll die Störaussendung bestimmte Grenzwerte einhalten.
- ◆ Zone B beinhaltet die Netzdrüse und die Störquellen: Frequenzumrichter, Bremsen, Schütz.
- ◆ In Zone C sind eingebaut der Steuerungstrafo und die Störquellen: Steuerung und Sensorik.
- ◆ Zone D bildet die Schnittstelle der Signal- und Steuerleitungen zur Peripherie. Hier wird ein bestimmter Störfestigkeitspegel verlangt.
- ◆ Zone E umfasst den Drehstrommotor und die Motorleitung.
- ◆ Die Zonen sollen räumlich getrennt sein, um elektromagnetische Entkopplung zu erreichen.

- ◆ Mindestabstand 20 cm.
- ◆ Noch besser ist die Entkopplung über geerdete Trennbleche. Auf keinen Fall dürfen Leitungen, die verschiedenen Zonen zugeordnet sind, miteinander in Kabelschächten verlegt werden!
- ◆ An den Verbindungsstellen zwischen den Zonen sind gegebenenfalls Filter einzubauen.
- ◆ Innerhalb einer Zone können ungeschirmte Signalleitungen verwendet werden.
- ◆ Alle Busleitungen (z. B. RS 485, RS 232) und Signalleitungen, die den Schaltschrank verlassen, müssen geschirmt sein.

3.4.2 Einsatz von Filtern und Koppellementen

Die EMV ist nicht allein mit dem Einbau von Filtern herzustellen! Maßnahmen wie geschirmte Motorleitung und räumliche Trennung sind trotzdem erforderlich.

Funk-Entstörfilter	Funk-Entstörfilter reduzieren die leitungsgebundene Funkstörspannung am Netzanschluss. Um Grenzwerte ("Erste Umgebung" oder "Zweite Umgebung") einzuhalten, ist ein Funk-Entstörfilter notwendig, unabhängig vom Einsatz eines du/dt- oder Sinusfilters am Ausgang des Frequenzumrichters.
du/dt-Filter	du/dt-Filter dienen in erster Linie zum Schutz der Motorwicklung, indem sie die maximal auftretende Spannungsbeanspruchung reduzieren. In zweiter Linie bewirkt die geringere Spannungssteilheit einen kleineren Störstrom.
Sinusfilter	Sinusfilter sind Tiefpassfilter und formen aus den Spannungsblöcken, die der Umrichter auf die Ausgangsklemmen schaltet, eine nahezu sinusförmige Spannung. Spannungssteilheit sowie maximale Spannungsspitzen werden noch wirksamer als beim du/dt-Filter begrenzt.
Koppelemente	Zusätzlich können an der Schnittstelle zwischen den Zonen Datenleitungsfilter und/oder Koppelbausteine erforderlich werden. Koppelbausteine mit galvanischer Trennung (z. B. Trennverstärker) verhindern, dass sich die Störungen der einen Zone auch in der nächsten Zone ausbreiten. Besonders bei analogen Signalen sind Trennverstärker vorzusehen.

3.5 EMV-gerechter Aufbau von Antrieben

3.5.1 Die Grundregeln der EMV

Die Regeln 1 bis 13 sind allgemein gültig. Die Regeln 14 bis 20 sind besonders zur Begrenzung der Störaussendung wichtig.

Regel 1 Alle metallischen Teile des Schaltschranks sind flächig und gut leitend miteinander zu verbinden. (Nicht Lack auf Lack!) Gegebenenfalls Kontakt- oder Kratzscheiben verwenden. Die Schranktür ist über möglichst kurze Massebänder mit dem Schaltschrank zu verbinden.

HINWEIS Die Erdung von Anlagen/Maschinen ist in erster Linie eine Schutzmaßnahme. Bei Antrieben hat sie jedoch Einfluss auf Störaussendung und Störfestigkeit. Die Erdung eines Systems kann sternförmig oder flächig erfolgen. Bei Antrieben ist die Flächenerdung vorzuziehen, d. h. alle zu erdenden Teile der Anlage werden flächig oder maschenförmig verbunden.

Regel 2 Signalleitungen und Leistungskabel sind räumlich getrennt voneinander zu verlegen (Koppelstrecken vermeiden!). Mindestabstand: 20 cm. Trennbleche zwischen Leistungs- und Signalleitungen vorsehen. Trennbleche sind mehrmals zu erden.

Regel 3 Schütze, Relais, Magnetventile, elektromechanische Betriebsstundenzähler etc. im Schaltschrank sind mit Entstörkombinationen zu beschalten, zum Beispiel mit RC-Gliedern, Dioden, Varistoren. Die Beschaltung muss direkt an der jeweiligen Spule erfolgen.

Regel 4 Ungeschirmte Leitungen des gleichen Stromkreises (Hin- und Rückleiter) sind zu verdrehen, bzw. die Fläche zwischen Hin- und Rückleiter möglichst klein halten um unnötige Rahmenantennen zu vermeiden.

Regel 5 Unnötige Leitungslängen vermeiden. Koppelkapazitäten und -induktivitäten werden dadurch klein gehalten.

Regel 6 Reserveadern an beiden Enden erden. Damit wird eine zusätzliche Schirmwirkung erreicht.

Regel 7 Generell werden Störeinkopplungen verringert, wenn man Leitungen nahe an geerdeten Blechen verlegt. Deshalb Verdrahtungen nicht frei im Schrank verlegen, sondern dicht am Schrankgehäuse bzw. an Montageblechen führen. Dies gilt auch für Reservekabel.

Regel 8 Tacho, Encoder oder Resolver müssen über eine geschirmte Leitung angeschlossen werden. Der Schirm ist am Tacho, Encoder oder Resolver und am SIMOVERT MASTERDRIVES großflächig aufzulegen. Der Schirm darf keine Unterbrechungen aufweisen, z. B. durch Zwischenklemmen. Für Encoder und Resolver sollten die fertig konfektionierten Leitungen mit Mehrfachschirmung verwendet werden (siehe Katalog DA65.11).

- Regel 9** Die Schirme von **digitalen** Signalleitungen sind beidseitig (Sender und Empfänger) großflächig und gut leitend auf Erde zu legen. Bei schlechtem Potentialausgleich zwischen den Schirmanbindungen ist zur Reduzierung des Schirmstromes ein zusätzlicher Ausgleichsleiter von mindestens 10 mm² parallel zum Schirm zu verlegen. Generell darf man die Schirme auch mehrmals mit Erde (= Schrankgehäuse) verbinden. Auch außerhalb des Schaltschranks dürfen die Schirme mehrmals geerdet werden.
- Folienschirme sind ungünstig. Sie sind in ihrer Schirmwirkung gegenüber Geflechschirmen mindestens um den Faktor 5 schlechter.
- Regel 10** Die Schirme von **analogen** Signalleitungen sind bei gutem Potentialausgleich beidseitig auf Erde zu legen. Guter Potentialausgleich ist erfüllt, wenn Regel 1 eingehalten wird.
- Falls niederfrequente Störungen auf den Analogleitungen auftreten, zum Beispiel: Drehzahl- /Messwertschwankungen als Folge von Ausgleichsströmen (Brummschleifen), erfolgt die Schirmanbindung der analogen Signale einseitig an den SIMOVERT MASTERDRIVES. Die andere Seite des Schirms sollte über einen Kondensator (z. B. 10 nF/100 V Typ MKT) geerdet werden. Mit Hilfe des Kondensators ist der Schirm für Hochfrequenz trotzdem beidseitig aufgelegt.
- Regel 11** Signalleitungen möglichst nur von einer Seite in den Schrank führen.
- Regel 12** Werden die SIMOVERT MASTERDRIVES über eine externe 24-V-Stromversorgung betrieben, darf diese Stromversorgung nicht mehrere Verbraucher speisen, die räumlich getrennt in verschiedenen Schaltschränken eingebaut sind (Brummschleifen!). Die optimale Lösung ist eine eigene Stromversorgung für jeden SIMOVERT MASTERDRIVES.
- Regel 13** Störeinkopplungen über den Netzanschluss vermeiden.
- SIMOVERT MASTERDRIVES und Automatisierungsgeräte/Steuer-elektronik sollten an unterschiedlichen Netzen angeschlossen werden. Ist nur ein gemeinsames Netz vorhanden, sind Automatisierungsgeräte/ Steuerelektronik über einen Trenntransformator vom speisenden Netz zu entkoppeln.
- Regel 14** Zur Einhaltung einer Grenzwertklasse "A1" oder "B1" (EN 55011) ist der Einsatz eines Funk-Entstörfilters obligatorisch, auch wenn Sinusfilter oder du/dt-Filter zwischen Motor und SIMOVERT MASTERDRIVES eingebaut sind.
- Ob ein zusätzliches Filter für weitere Verbraucher installiert werden muss, ist abhängig von der verwendeten Steuerung und der Verdrahtung des restlichen Schaltschranks.

- Regel 15** Platzierung eines Funk-Entstörfilters immer in der Nähe der Störquelle. Das Filter ist flächig mit dem Schrankgehäuse, Montageblech etc. zu verbinden. Am günstigsten ist eine metallisch blanke Montageplatte (z. B. aus Edelstahl, Stahl verzinkt), weil hier die gesamte Anlagefläche elektrischen Kontakt herstellt. Bei einer lackierten Montageplatte müssen die Schraubstellen zur Befestigung von Frequenzumrichter und Funk-Entstörfilter vom Lack befreit werden, damit sich elektrischer Kontakt ergibt.
- Ein- und Ausgangsleitungen des Funk-Entstörfilters sind räumlich zu trennen.
- Regel 16** Zur Begrenzung der Störaussendung sind alle drehzahlveränderbaren Motoren mit geschirmten Leitungen anzuschließen, wobei die Schirme niederinduktiv (großflächig) beidseitig mit den jeweiligen Gehäusen verbunden werden. Auch innerhalb des Schaltschranks sind die Motorleitungen zu schirmen oder zumindest über geerdete Trennbleche abzuschirmen. Geeignete Motorleitung, z. B. Siemens PROTOFLEX-EMV-CY (4 x 1,5 mm² ... 4 x 120 mm²) mit Cu-Schirm. Stahlgeschirmte Leitungen sind ungeeignet.
- Am Motor kann zur Schirmauflage eine geeignete PG-Verschraubung mit Schirmkontaktierung verwendet werden. Es ist auf eine niederimpedante Verbindung zwischen Motorklemmenkasten und Motorgehäuse zu achten. Gegebenenfalls mit zusätzlicher Erdungslitze verbinden. **Motorklemmenkasten nicht aus Kunststoff!**
- Regel 17** Zwischen Funk-Entstörfilter und den SIMOVERT MASTERDRIVES ist eine Netzdrossel einzubauen.
- Regel 18** Die Netzleitung ist von den Motorleitungen räumlich zu trennen, z. B. durch geerdete Trennbleche.
- Regel 19** Die Schirmung zwischen Motor und SIMOVERT MASTERDRIVES darf durch den Einbau von Komponenten wie Ausgangsdrosseln, Sinusfiltern, du/dt-Filtern, Sicherungen, Schützen nicht unterbrochen werden. Die Komponenten sind auf einem Montageblech aufzubauen, das gleichzeitig als Schirmauflage für die ankommende und abgehende Motorleitung dient. Gegebenenfalls sind geerdete Trennbleche zur Abschirmung der Komponenten erforderlich.
- Regel 20** Um die Funkstörstrahlung zu begrenzen (speziell für Grenzwertklasse "B1"), müssen außer der Netzleitung alle Leitungen, die von extern am Schaltschrank angeschlossen sind, geschirmt sein.
- Beispiele zu den Grundregeln:

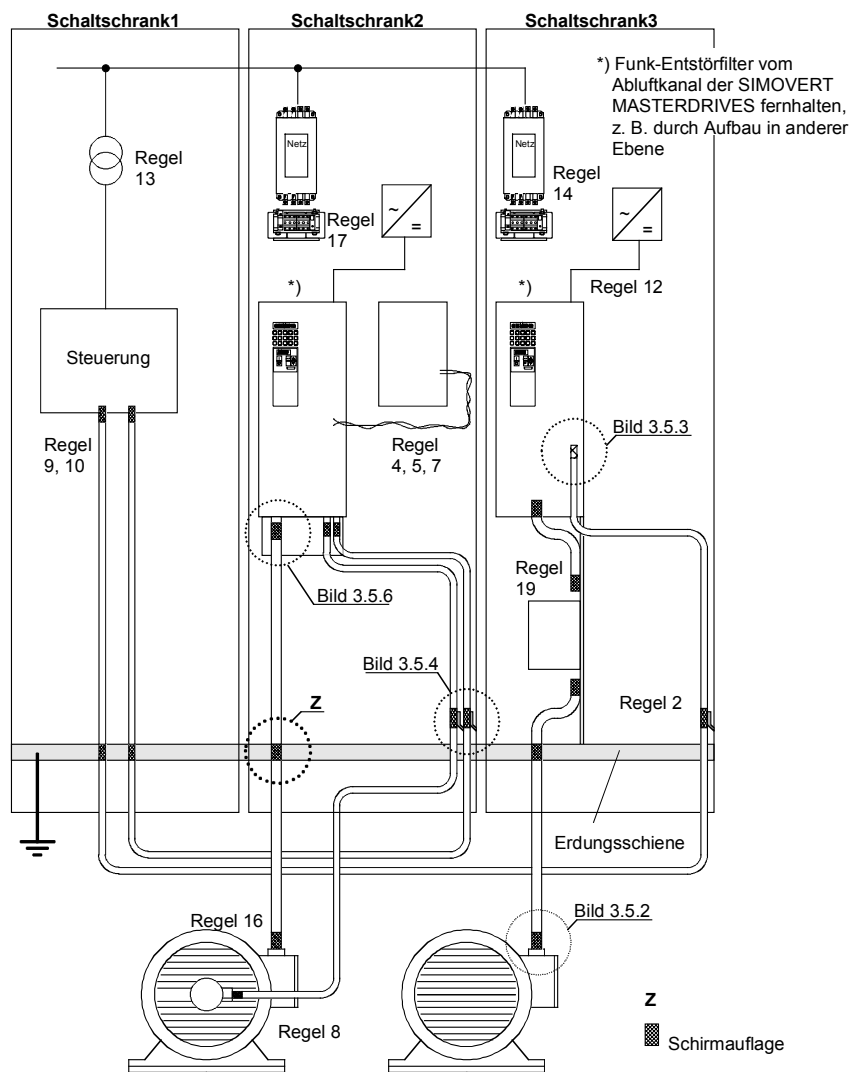


Bild 3-9 Beispiele für die Anwendung der Grundregeln der EMV

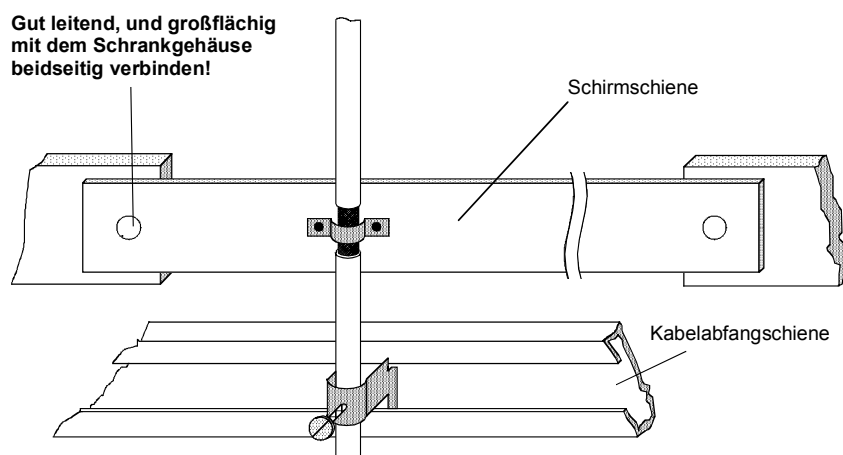


Bild 3-10 Schirmanbindung der Motorleitung bei Einführung in den Schaltschrank

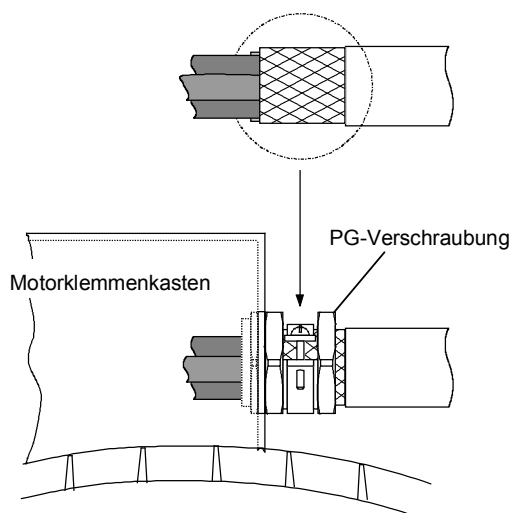


Bild 3-11 Schirmanbindung am Motor

Der Schirm kann über eine PG-Verschraubung (Messing vernickelt) mit Zugentlastungsbügel aufgelegt werden. Damit lässt sich die Schutzart IP 20 erreichen.

Für höhere Schutzarten (bis IP 68) gibt es spezielle PG-Verschraubungen mit Schirmauflage, z. B.:

- ◆ SKINDICHT SHVE, Fa. Lapp, Stuttgart
- ◆ UNI IRIS Dicht oder UNI EMV Dicht, Fa. Pflitsch, Hückeswagen

Motorklemmenkasten nicht aus Kunststoff!

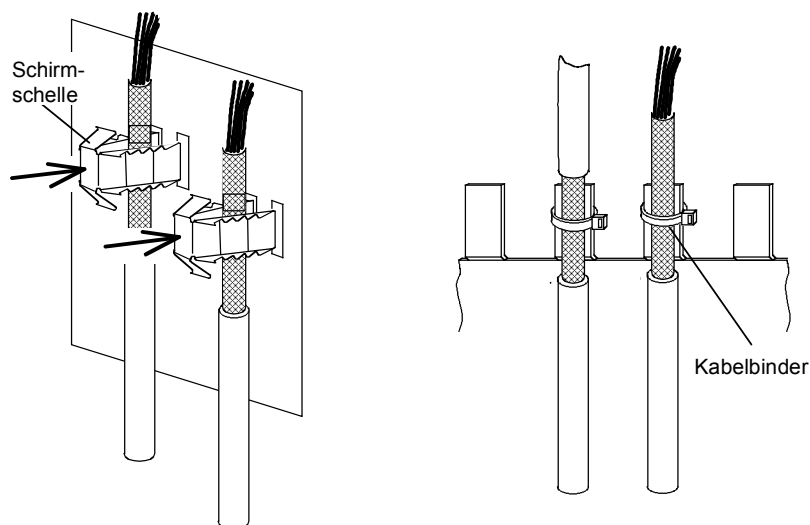


Bild 3-12 Schirmanbindung der Signalleitungen bei SIMOVERT MASTERDRIVES

- ◆ Jedem SIMOVERT MASTERDRIVES sind zur Schirmanbindung der Signalleitungen Schirmschellen beigelegt.
- ◆ Bei den Einbaugeräten (Bauformen $\geq E$) lassen sich die Schirme zusätzlich mit Hilfe von Kabelbindern an kammartigen Schirmstellen auflegen.

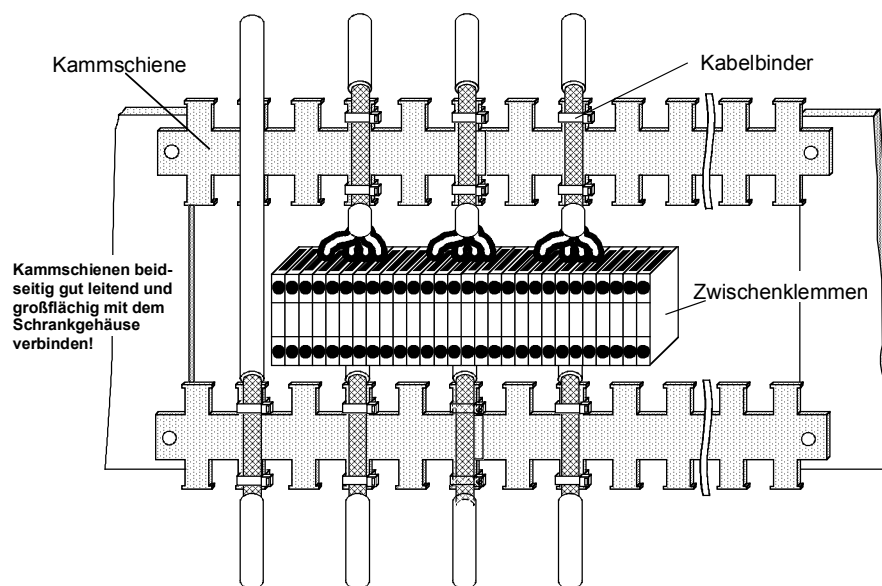


Bild 3-13 Schirmanbindung der Signalleitungen im Schaltschrank

Wo immer möglich, sollte auf Zwischenklemmen verzichtet werden, weil sie die Schirmwirkung verschlechtern!

3.5.2 Beispiele

Antrieb mit Bauform Kompakt PLUS

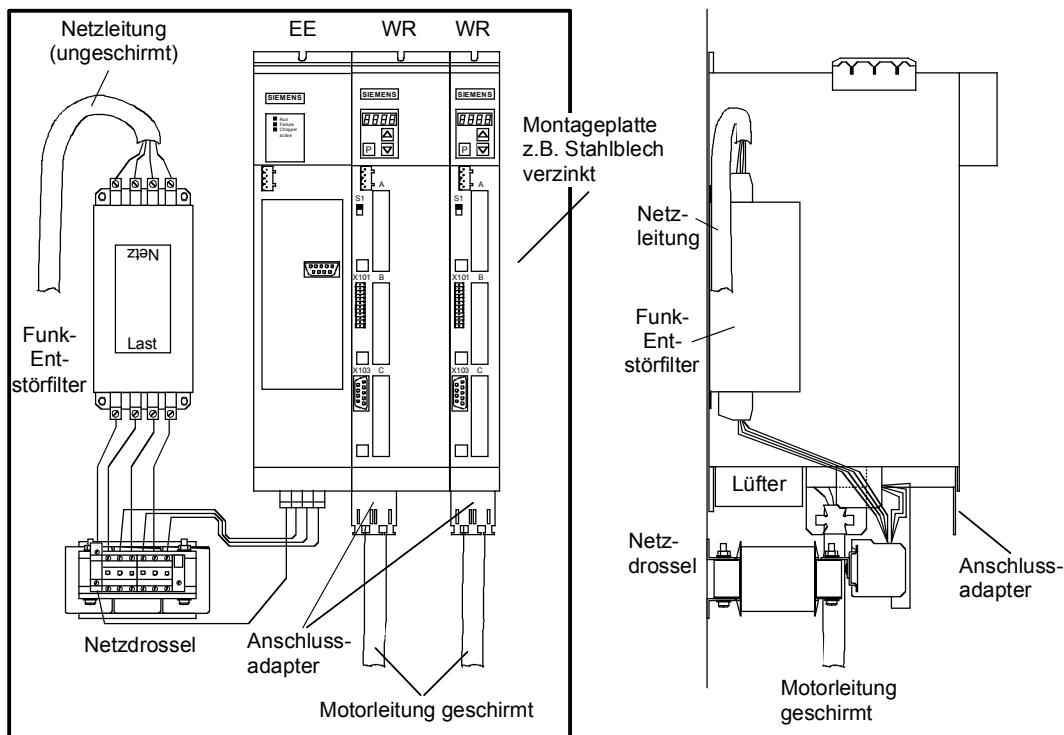


Bild 3-14 Ausführungsbeispiel Kompakt PLUS mit Funkentstörfilter und Netzdrossel

Die Verkabelung ist so kurz wie möglich auszuführen. Die Netzleitung zum Funk-Entstörfilter ist getrennt von anderen Leitungen zu verlegen (Zonenkonzept!)

Der Motor muss unbedingt über eine geschirmte Leitung angeschlossen werden! Der Schirm ist am Motor und Wechselrichter flächig aufzulegen.

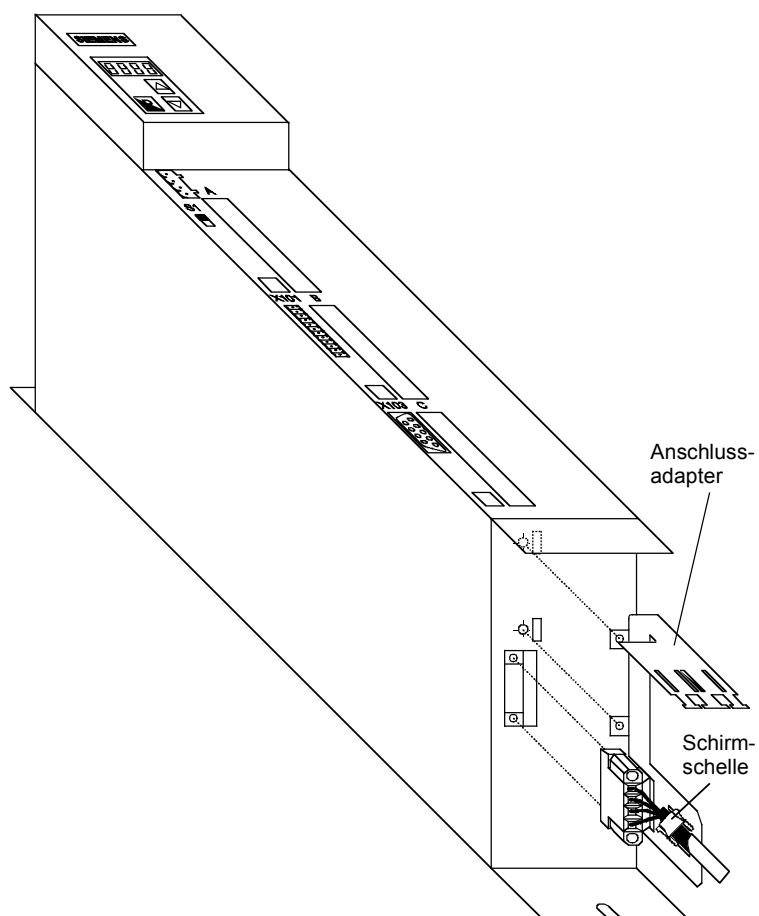


Bild 3-15 Montage des Motoranschlusses und des Anschlussadapters

Für den Anschluss der Motorleitung und die Befestigung der Schirmung ist folgende Vorgehensweise zweckmäßig:

- ◆ Zuerst die Motorleitung an den abgezogenen Motorstecker X2 anschließen.
- ◆ Den Schirm der Motorleitung flächig am Anschlussadapter auflegen, z. B. mit Schirmschellen.
- ◆ Befestigungslaschen des Anschlussadapters durch die Schlitze im Gehäuseunterteil führen und anschrauben.
- ◆ Den Motorstecker X2 am Gerät aufstecken und festschrauben.

Die Steuerleitungen können auf der Vorderseite des Anschlussadapters mit Schirmschellen aufgelegt und befestigt werden.

Antrieb mit Bauform Kompakt

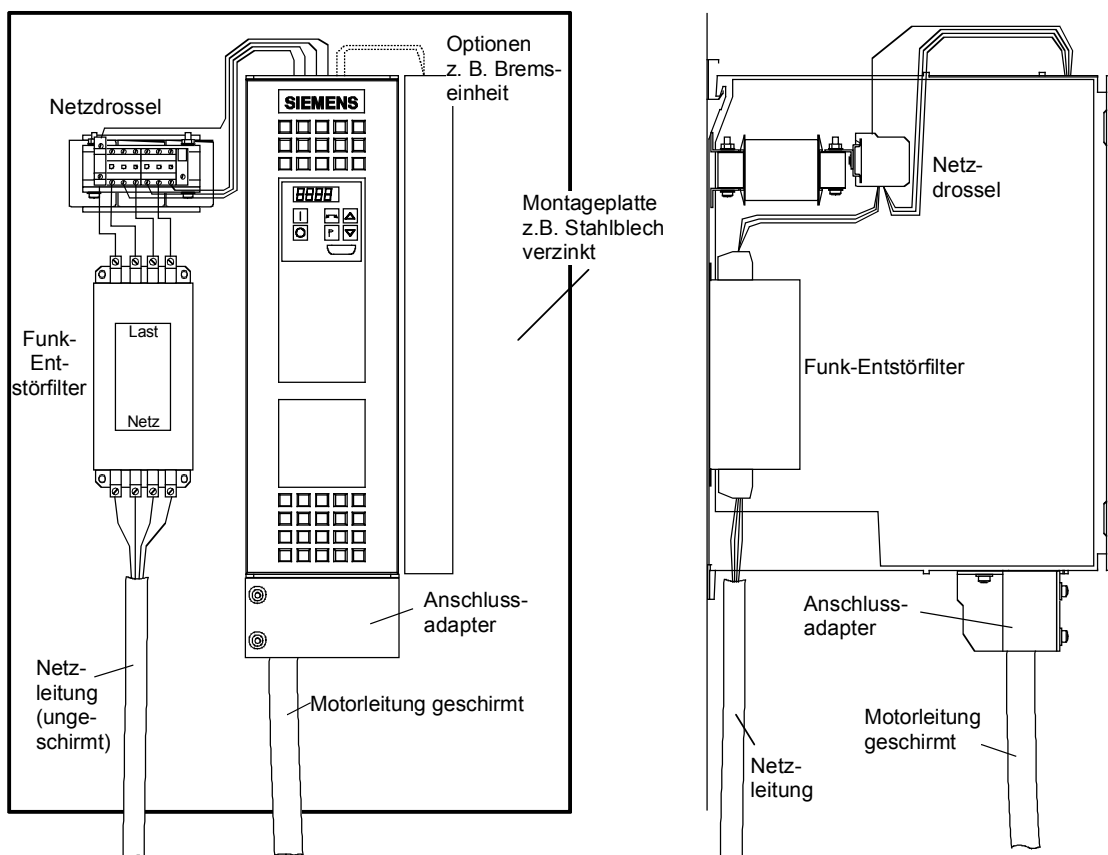


Bild 3-16 Ausführungsbeispiel Kompaktgerät mit Funkentstörfilter und Netz-drossel

Die Verkabelung ist so kurz wie möglich auszuführen. Die Netzleitung zum Funk-Entstörfilter ist getrennt von anderen Leitungen zu verlegen (Zonenkonzept!)

Der Motor muss unbedingt über eine geschirmte Leitung angeschlossen werden! Der Schirm ist am Motor und Umrichter flächig aufzulegen. Für die Schirmauflage am SIMOVERT MASTERDRIVES ist der optionale Anschlussadapter zu verwenden.

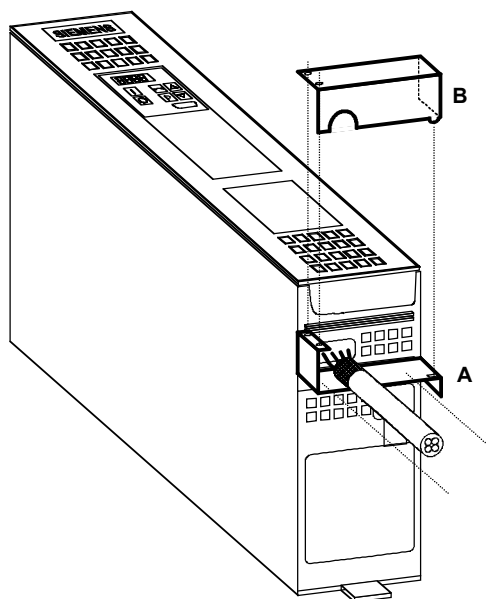


Bild 3-17 Montage des Anschlussadapters

- ◆ Unterteil A am SIMOVERT MASTERDRIVES anschrauben.
- ◆ SIMOVERT MASTERDRIVES auf Montageplatte montieren.
- ◆ Geschirmte Motorleitung anschließen und Schirm am Unterteil A flächig auflegen, z. B. mit Kabelbinder festzurren.
- ◆ Oberteil B aufstecken und festschrauben. Am Oberteil können die Schirme von Signalleitungen aufgelegt werden.

**Antrieb mit Bauform
Einbaugerät**

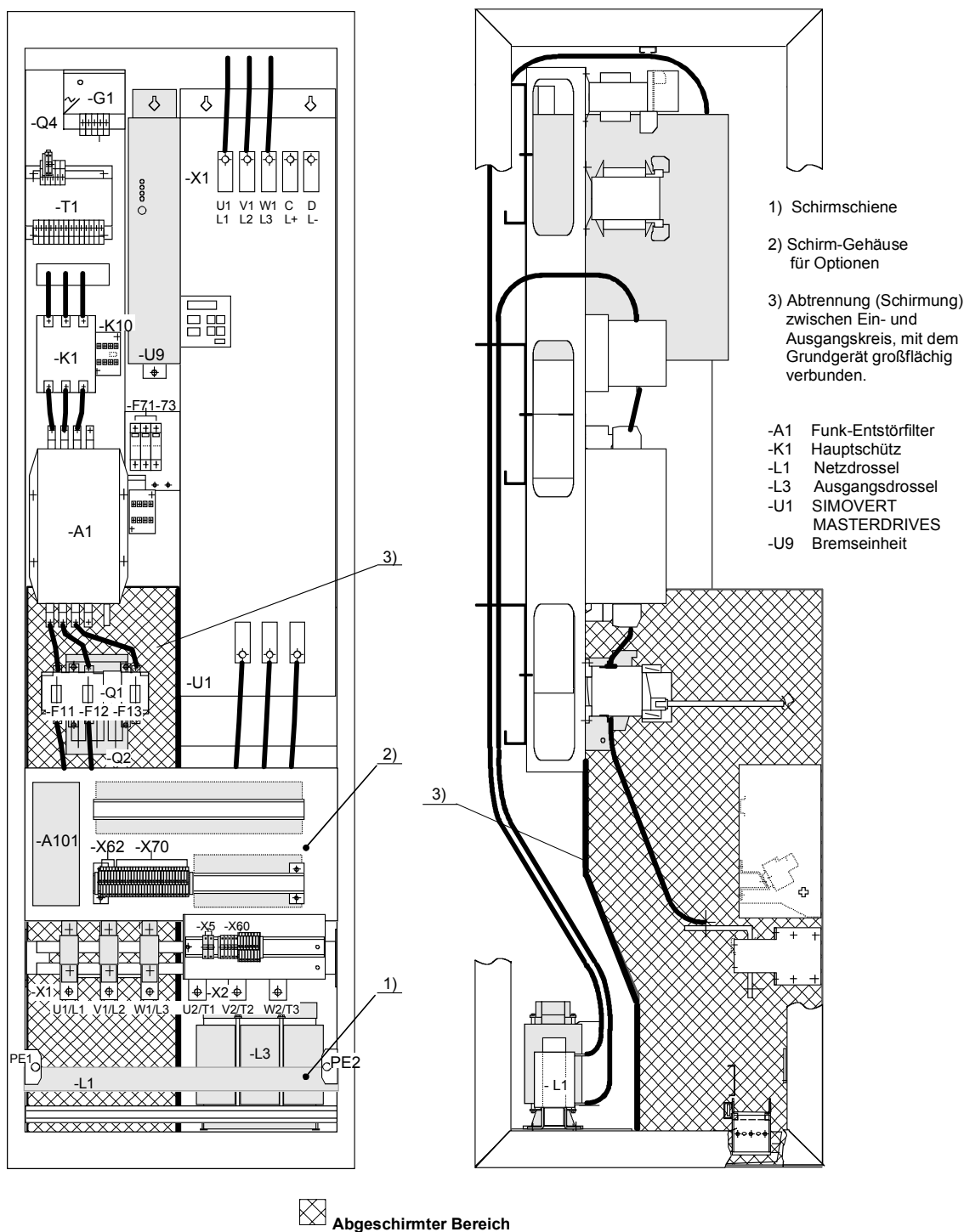


Bild 3-18 Ausführungsbeispiel Einbaugerät im Schaltschrank mit Funkentstörfilter und Netzdrossel

Beispiel für die richtige Kabelverlegung

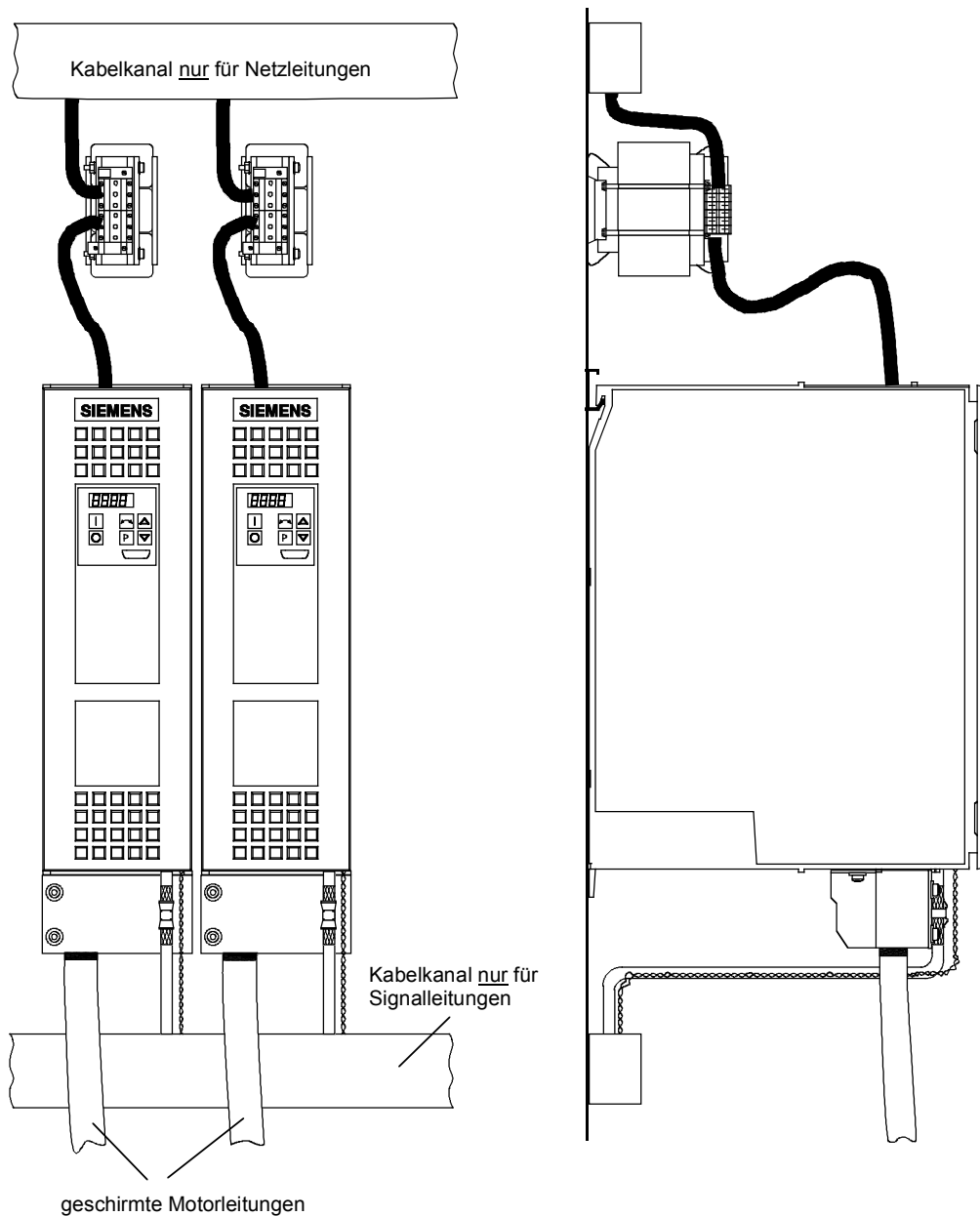


Bild 3-19 Installation mit räumlich getrennten Kabelkanälen

Installation mit Kabelkanälen nur für die Netzleitungen. Die Netzleitungen sind ungeschirmt.

Die Motor- und Signalleitungen werden räumlich getrennt voneinander verlegt.

Die Schirme der Motor- und Signalleitungen sind flächig an den Schirmauflagen befestigt.

Beispiel für die falsche Kabelverlegung

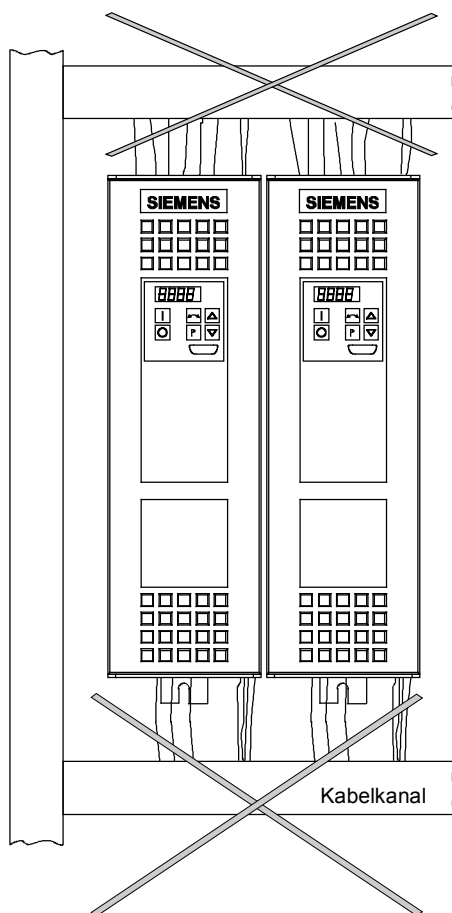


Bild 3-20 Installation mit Kabelkanälen

Installation mit Kabelkanälen, aufgebaut auf einer lackierten Montageplatte. Alle Leitungen sind ungeschirmt.

Rein optisch sieht die Sache gut aus.

Nur leider ist diese **Installation aus Sicht der EMV völlig unbrauchbar!**

Motor- und Signalleitungen werden parallel im unteren Kabelkanal verlegt. Gleiches gilt für Netzleitungen und externe Stromversorgungen im oberen Kabelkanal. Schließlich werden alle Leitungen im senkrechten Kabelkanal zusammengeführt.

Mit einer solchen Verkabelung sind optimale Voraussetzungen für die Ausbreitung und Einkopplung von Störungen gegeben!

3.6 Zuordnung SIMOVERT MASTERDRIVES, Funk-Entstörfilter und Netzdrossel

Die Zuordnung SIMOVERT MASTERDRIVES, Funk-Entstörfilter und Netzdrossel ist im Katalog DA65.11 und der Betriebsanleitung zu den Funk-Entstörfiltern 6SE70 angegeben.

Die Funk-Entstörfilter 6SE70 wurden anhand von Anordnungen, bestehend aus Geräten SIMOVERT MASTERDRIVES und zugeordneten Netzdrosseln auf Einhaltung der Grenzwerte überprüft. Die Komponenten waren unter Beachtung der angegebenen Regeln in Schaltschränke (Typ 8MC) eingebaut. Die Länge der Motorleitung betrug 30 m.

3.7 Zitierte Normen

- EN 55011: 1991 Grenzwerte und Messverfahren für Funkstörungen von industriellen, wissenschaftlichen und medizinischen Hochfrequenzgeräten (ISM-Geräte)
- EN 50081-1: 1992 Fachgrundnorm Störaussendung
Teil 1: Wohnbereich, Geschäfts- und Gewerbebereiche sowie Kleinbetriebe
- EN 50081-2: 1993 Fachgrundnorm Störaussendung
Teil 2: Industriebereich
- EN 50082-1: 1992 Fachgrundnorm Störfestigkeit
Teil 1: Wohnbereich, Geschäfts- und Gewerbebereiche sowie Kleinbetriebe
- EN 50082-2: 1995 Fachgrundnorm Störfestigkeit
Teil 2: Industriebereich
- EN 61800-3: 1996 EMV-Produktnorm einschließlich spezieller Prüfverfahren für drehzahlveränderbare elektrische Antriebe