

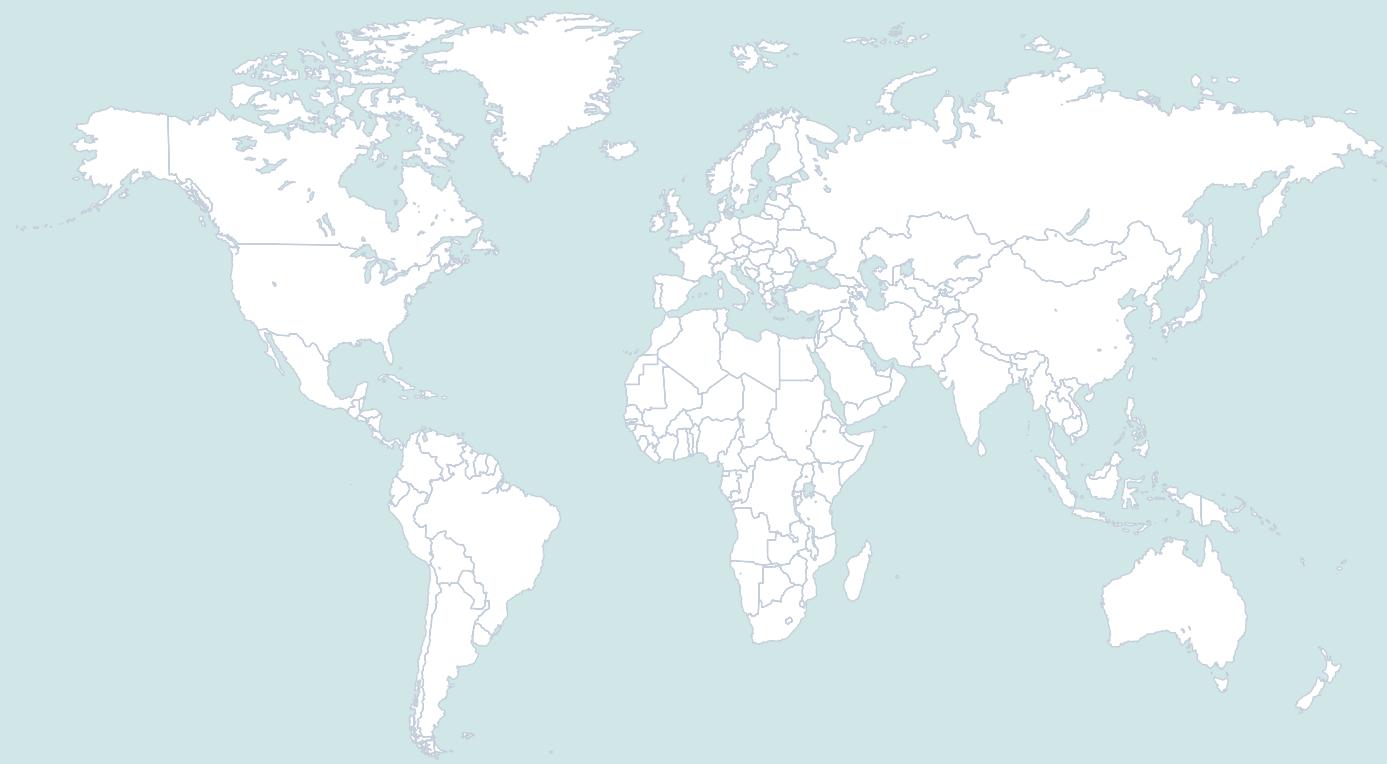


**SEW  
EURODRIVE**

# **Handbuch Auszug aus Praxis der Antriebstechnik**



## **EMV in der Antriebstechnik - EMV-gerechte Installation in der Praxis**





## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>EMV-gerechte Installation in der Praxis.....</b>	<b>5</b>
1.1	Erdung über ein vermaschtes EMV-Konzept.....	6
1.1.1	Ableitströme.....	8
1.2	Spannungsversorgung.....	9
1.2.1	Netzauswahl .....	9
1.2.2	Kleinspannungen.....	10
1.2.3	24-V-Bremsen schalten .....	11
1.3	EMV im Schaltschrank.....	12
1.3.1	Stahlblech-Schaltschrank .....	12
1.3.2	Montageplatte im Schaltschrank.....	13
1.3.3	PE-Schiene.....	13
1.3.4	Anordnung der EMV-Komponenten.....	14
1.3.5	Netzdrossel.....	15
1.3.6	Netzfilter.....	17
1.3.7	Ausgangsdrossel (Ferritkerndrossel).....	19
1.3.8	Ausgangsfilter (Sinusfilter).....	22
1.4	Komponenten im Schaltschrank .....	25
1.4.1	MOVIDRIVE® MDX .....	25
1.4.2	Bremswiderstand .....	29
1.5	Leitungen .....	30
1.5.1	Verlegung .....	30
1.5.2	Schirmung.....	34
1.6	Potenzialausgleich in der Anlage .....	41
1.6.1	Verkettung des Potenzialausgleichs.....	41
1.6.2	Beispiel Antrieb mit Aufsteckgetriebe .....	42
1.6.3	Beispiel Drehtisch .....	43
1.6.4	Beispiel Elektrohängebahn .....	44
1.6.5	Beispiel Hubwerk mit integrierter Rollenbahn.....	45
1.6.6	ESD – Elektrostatische Entladung.....	46
1.6.7	Niederohmiger Massebezug.....	48
1.6.8	Kontaktierung .....	50
1.6.9	Kabelkanalverbindungen .....	51
1.7	Potenzialausgleich dezentraler Komponenten.....	52
1.7.1	MOVIMOT® mit Feldverteiler.....	52
1.7.2	MOVIFIT® .....	53
1.7.3	MOVIPRO® .....	55
1.7.4	MOVIGEAR® .....	56
1.8	Potenzialausgleich von Drehstrommotoren .....	57
1.8.1	Anschluss Optionen.....	57
1.8.2	Potenzialausgleich / HF-Erdung am Anschlusskasten .....	57
1.8.3	DT/DV-Motoren.....	58
1.8.4	DR-Motoren, außenliegende NF-Erdung .....	59
1.8.5	Option "Verbesserung der Erdung" für DR-Motoren.....	60



## Inhaltsverzeichnis

---

<b>2</b>	<b>EMV-Störungen .....</b>	<b>63</b>
2.1	Störungssuche .....	63
2.2	Störungsbeseitigung .....	63
2.3	Störungsliste .....	64
	<b>Stichwortverzeichnis .....</b>	<b>66</b>



## 1 EMV-gerechte Installation in der Praxis

Die elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) beschreibt die Fähigkeit mehrere elektrische und elektronische Komponenten in einer bestimmten Umgebung miteinander und nebeneinander störungsfrei zu betreiben.

Dieses Handbuch hilft Ihnen die EMV der Anlage zu optimieren und bereits bestehende EMV-Störungen zu beseitigen.

Die Hinweise des Kapitels sind keine Vorschriften, sondern nur Ratschläge zur Verbesserung der EMV der Anlage. Gerätespezifische Hinweise und Anleitungen entnehmen Sie der Betriebsanleitung des Geräts.

Beachten Sie bei der elektrischen Installation folgende Richtlinien und Hinweise:

- Allgemeine Richtlinien und Vorgaben des Anlagenbauers
- Allgemeine Sicherheitshinweise der Geräte
- Zulässige Bedingungen am Einsatzort
- Montagehinweise und Installationsanleitungen der Geräte

Bei Fragen oder für Anregungen steht Ihnen der Verfasser gerne zur Verfügung.

Frank Glasstetter	SEW-EURODRIVE GmbH & Co KG Ernst-Bickle-Straße 42 D-76646 Bruchsal Postfachadresse: Postfach 3023, D-76642 Bruchsal	Tel. +49 7251 75-2322 Fax +49 7251 75-502322 <a href="http://www.sew-eurodrive.de">http://www.sew-eurodrive.de</a> <a href="mailto:frank.glasstetter@sew-eurodrive.de">frank.glasstetter@sew-eurodrive.de</a>



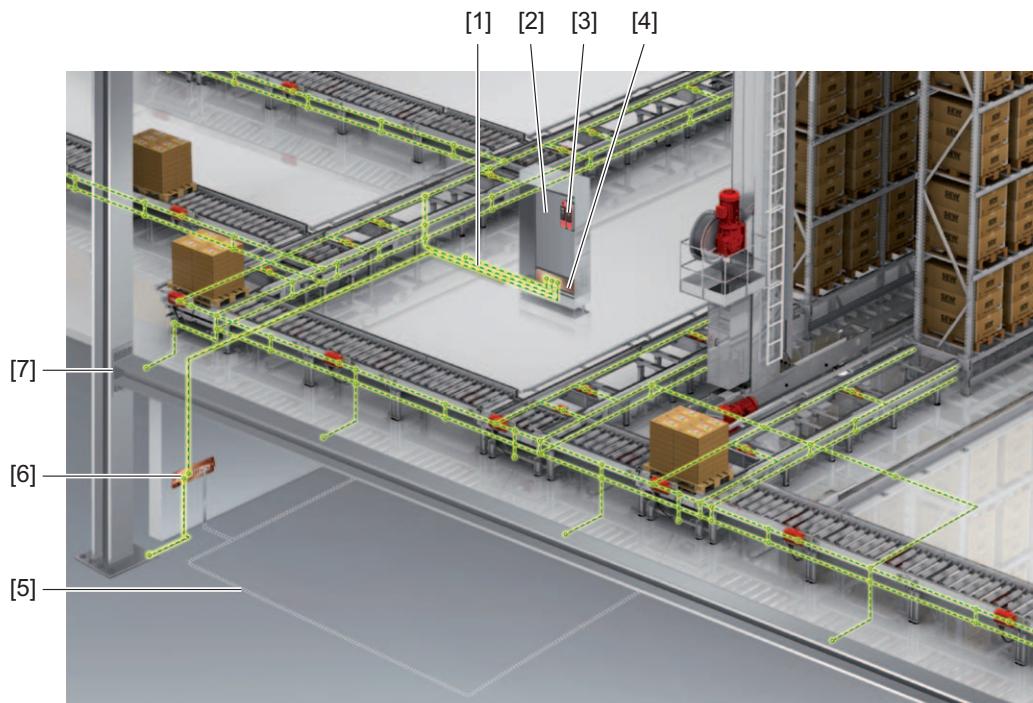
#### 1.1 Erdung über ein vermaschtes EMV-Konzept

Die Erdung spielt für den störungsfreien Betrieb einer Anlage eine besonders wichtige Rolle.

Beachten Sie deshalb folgende Hinweise:

- Alle Komponenten der Anlage müssen sowohl im Niederfrequenz-Bereich (NF) als auch im Hochfrequenz-Bereich (HF) niederohmig geerdet werden. Deshalb muss die Anlage über ein Erdungsnetz verfügen, das auch für hohe Frequenzen ein einheitliches Bezugspotenzial sicherstellt.
- Für elektromagnetische Störmechanismen stellt der Schutzleiter eine hohe HF-Impedanz dar. Erdungsleitungen haben im HF-Bereich nur einen Nutzen, wenn sie **vermascht** sind. Diese **Parallelschaltung** reduziert den Leitungswiderstand.

Das folgende Bild zeigt beispielhaft die Komponenten einer Anlage, auf die Sie hinsichtlich der Erdung besonders achten müssen.

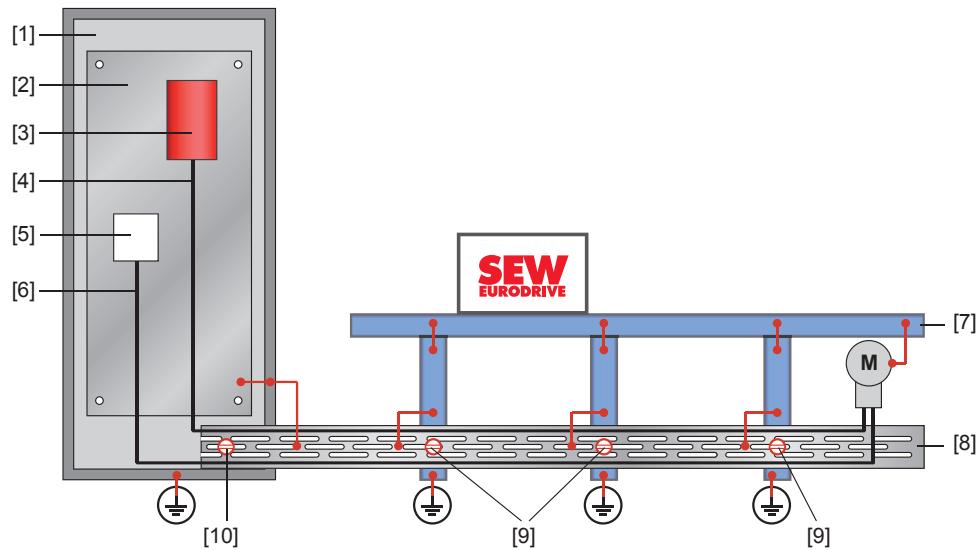


3771657867

- |     |   |
|-----|---|
| [1] | Blech-Kabelkanal                        |
| [2] | Montageplatte im Schaltschrank          |
| [3] | Frequenzumrichter                       |
| [4] | Potenzialausgleichsschiene (PE-Schiene) |
| [5] | Fundament-Erder                         |
| [6] | Potenzialausgleichspunkt                |
| [7] | Stahlkonstruktion                       |



Das folgende Bild zeigt die Potenzialausgleichs-Maßnahmen eines Transportsystems mit einem Antrieb:



- [1] Schaltschrank
- [2] Montageplatte
- [3] Umrichter
- [4] Motorzuleitung
- [5] SPS
- [6] Signalleitung
- [7] Metallische Konstruktion
- [8] Blech-Kabelkanal
- [9] Blech-Kabelkanal großflächig mit der metallischen Maschinenkonstruktion verschraubt
- [10] Blech-Kabelkanal großflächig mit der Rückwand des Schaltschranks verschraubt



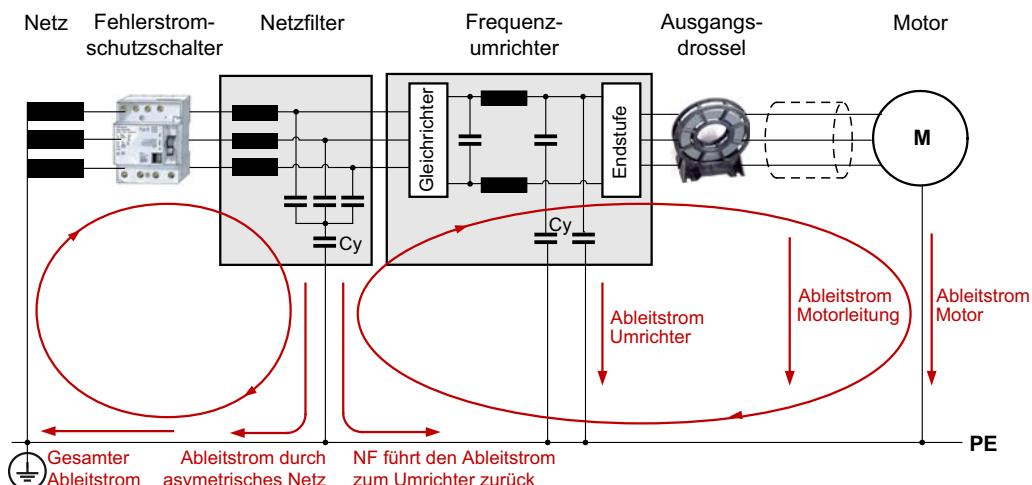
#### 1.1.1 Ableitströme

Ein geregeltes Antriebssystem erzeugt prinzipiell leitungsgebundene, niederfrequente und hochfrequente Störungen. Durch geeignete EMV-Maßnahmen werden diese Störungen erheblich reduziert und teilweise als Ableitströme zum Erdpotenzial abgeleitet.

- Der größte Anteil der Ableitströme sollte zum Frequenzumrichter zurückfließen.
- Deshalb ist eine gute, **niederohmige Erdung** besonders wichtig. Sie verhindert, dass die Ableitströme auf anderen Wegen abfließen und somit andere Geräte stören.
- Die Induktivität eines **Netzfilters** wirkt dem Ableitstrom im kHz-Bereich entgegen und leitet einen großen Teil der Ableitströme über den Y-Kondensator zum Frequenzumrichter zurück.

Das Netzfilter hält so die vom Umrichter erzeugten Ableitströme und Störspannungen vom Netz fern und führt sie zum Frequenzumrichter (Störquelle) zurück.

Das folgende Bild zeigt die Ableitströme eines geregelten Antriebs mit geeigneten EMV-Maßnahmen.



3875098123

#### Fazit

Der größte Teil der Ableitströme sollte zum Frequenzumrichter zurückfließen, damit die Ableitströme andere Geräte nicht stören.

#### HINWEIS



Nähtere Informationen zum Thema "Ableitströme von Frequenzumrichtern" erhalten Sie von SEW-EURODRIVE auf Anfrage.



## 1.2 Spannungsversorgung

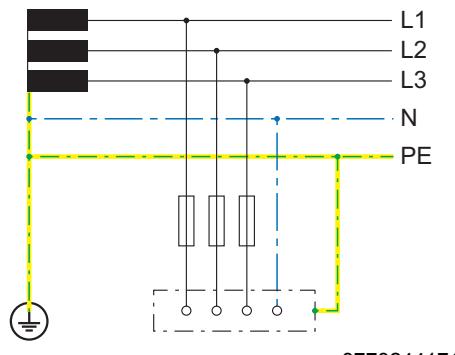
Die Geräte in einer Anlage müssen sternförmig an die Versorgungsquelle angeschlossen werden. Für empfindliche Geräte und Geräte mit hoher Leistung sind getrennte Versorgungen erforderlich.

### 1.2.1 Netzauswahl

Zur Versorgung der Geräte sind verschiedene Netzformen zulässig. Die Netzformen haben einen erheblichen Einfluss auf das EMV-Verhalten einer Anlage.

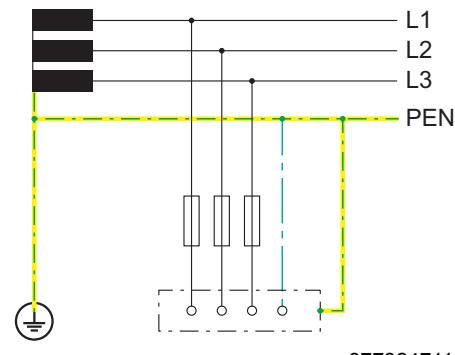
Das folgende Bild zeigt die Schaltbilder der Netzformen.

TN-S-Netz



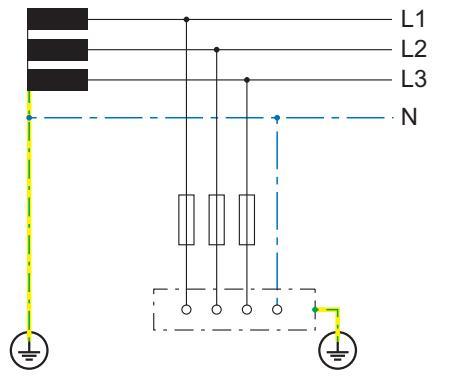
3773244171

TN-C-Netz



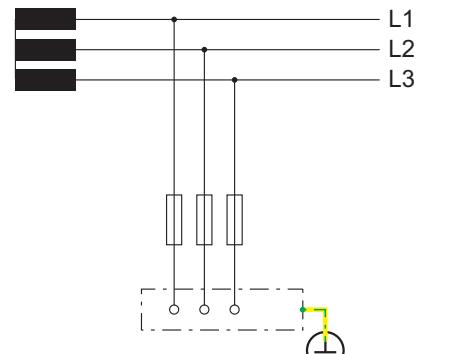
3773247115

TT-Netz



3773250571

IT-Netz



3773369611

Die folgende Tabelle zeigt die EMV-Eigenschaften der Netzformen.

Netzform	EMV-Eigenschaft
TN-S-Netz	Sehr Gut
TT-Netz	Gut
TN-C-Netz	Schlecht
IT-Netz	Schlecht

Das TN-S-Netz mit 5 Adern hat die besten EMV-Eigenschaften. Der Vorteil des TN-S-Netzes liegt in der **getrennten Führung des N- und PE-Leiters**. Die beiden Leiter werden nur an einem zentralen Punkt im Gebäude zusammengeführt. Die PE-Leitung dient im Normalfall ausschließlich zur Ableitung von Störströmen.

Das isoliert aufgebaute IT-Netz hat die schlechtesten EMV-Eigenschaften.



#### 1.2.2 Kleinspannungen

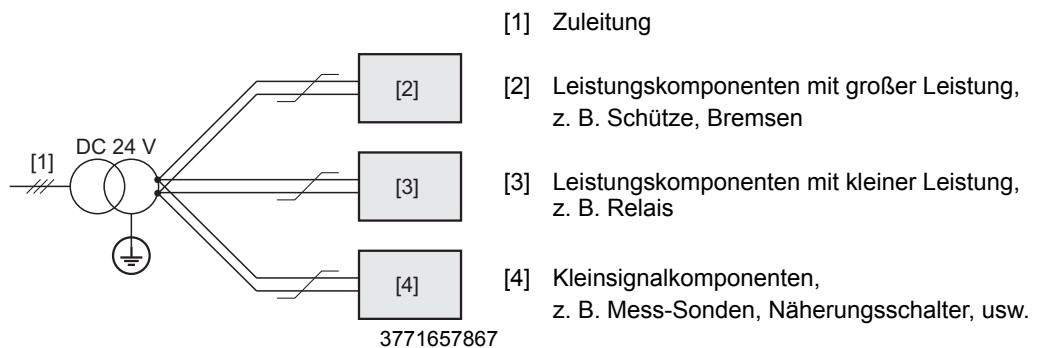
Für Kleinspannungen (z. B. 24 V) ist es wichtig, dass

- analoge Verbraucher (z. B. Mess-Sonden, Näherungsschalter usw.)
- und Verbraucher mit großen Leistungen (z. B. Schütze, Bremsen usw.)

auf verschiedene Netzteile oder zumindest auf verschiedene Stränge verteilt werden.  
Diese Stränge müssen sternförmig zum Netzteil führen.

**Der Hin- und der Rückleiter müssen immer gemeinsam verlegt werden.**

Das folgende Bild zeigt das Versorgungskonzept für die Kleinspannungsversorgung.





### 1.2.3 24-V-Bremsen schalten

Bei Motoren mit einer DC-24-V-Bremse, die nicht von einem Bremsensteuergerät (BMV oder BSG) angesteuert werden, können abgebrannte Relaiskontakte und EMV-Störungen der 24-V-Versorgung auftreten.

SEW-EURODRIVE empfiehlt deshalb für 24-V-Bremsen immer ein Bremsensteuergerät BMV (im Schaltschrank) oder BSG (im Klemmenkasten) zu verwenden.

*Bremse mit  
Bremsen-  
steuergerät  
(BMV oder BSG)*

Die Bremsensteuergeräte BMV und BSG sind verschleißfreie, elektronische Schalter. Deshalb entstehen beim Abschalten der Bremse keine EMV-störenden Abreißfunken. Das Bremsensteuergerät schützt die Bremse vor Überspannungen.

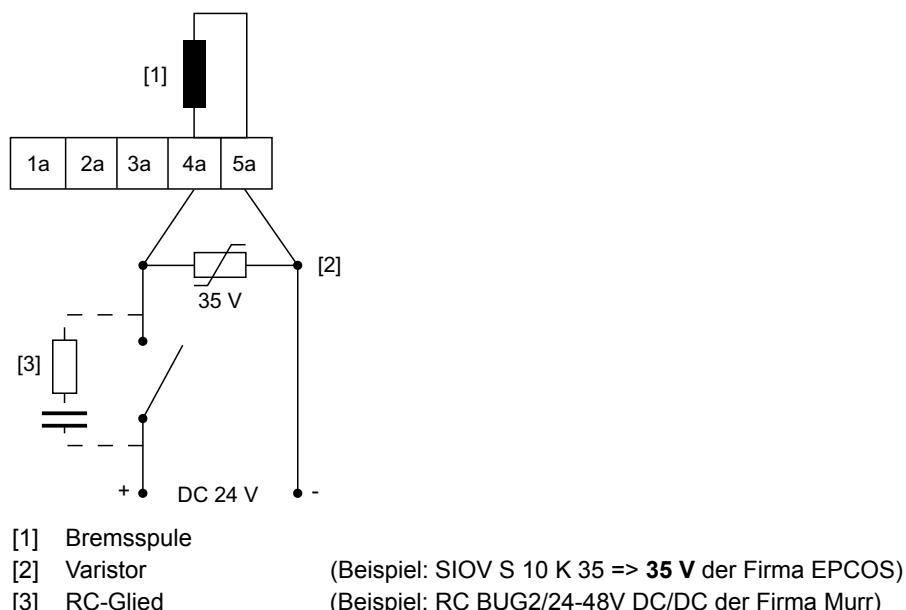
*Bremse ohne  
Bremsen-  
steuergerät*

Wenn die Bremse nicht von einem Bremsensteuergerät (BMV oder BSG) geschaltet wird, müssen Sie ein Schütz oder Relais verwenden, das für das Schalten induktiver Lasten von Gleichströmen geeignet ist. Bei einer 24-V-Bremse ist in diesem Fall ein **35-V-Varistor** parallel zur Bremsspule als Überspannungsschutz und zur EMV-Entstörung der 24-V-Versorgung notwendig, siehe Bild unten.

Verwenden Sie bei Bremsen mit einer Gleichstromversorgung größer 24 V einen 300-V-Varistor.

Falls dennoch EMV-Störungen auftreten, können Sie zusätzlich ein RC-Glied parallel zum Schützkontakt schalten.

Das folgende Bild zeigt eine 24-V-Bremse mit EMV-Entstörung:



*Fazit*

Die Bremsensteuergeräte BMV und BSG bieten im Vergleich zu einem Schütz oder Relais folgende Vorteile:

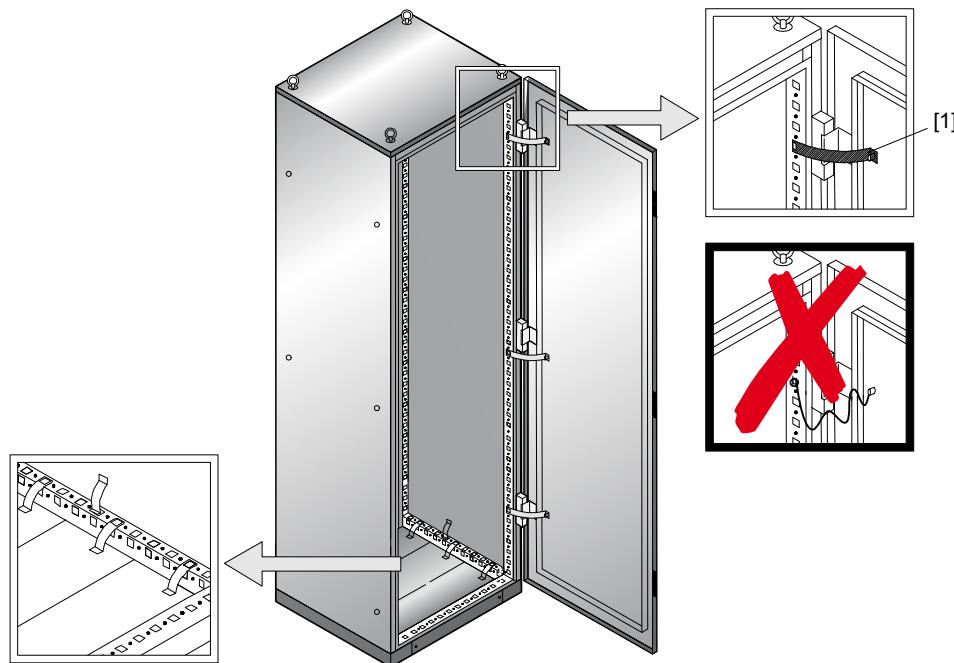
- wesentlich höhere Anlagenverfügbarkeit
- wesentlich bessere EMV-Verträglichkeit
- wesentlich längere Lebensdauer



### 1.3 EMV im Schaltschrank

#### 1.3.1 Stahlblech-Schaltschrank

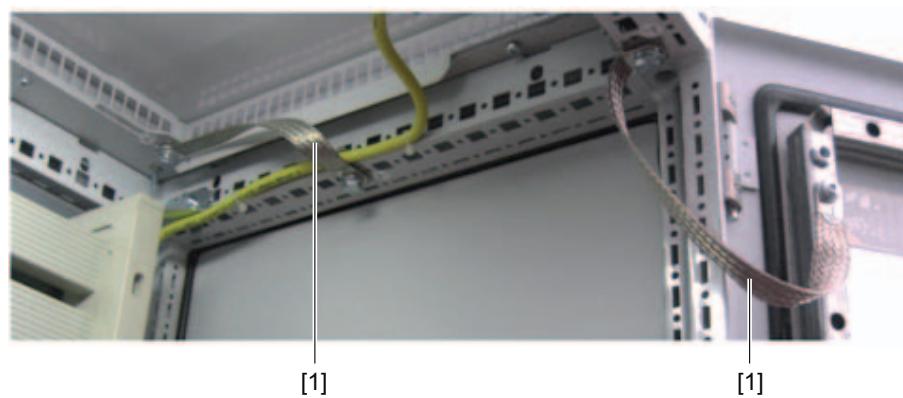
Ein Schaltschrank aus Stahlblech ist aus der Sicht der EMV eine gute Lösung, weil er magnetische Störfelder besonders gut abschirmt.



401657483

[1] HF-Litzen

Das folgende Bild zeigt den HF-Potenzialausgleich zwischen den Türen, Blechen und der Montageplatte:



3773699467

[1] HF-Potenzialausgleich zwischen Türen, Blechen und Montageplatte

Der Schaltschrank trägt zur Verminderung der Abstrahlung bei. Ein optimaler Potenzialausgleich verbessert die Schirmung des Schaltschranks. Die Einbindung der Türen und der Leitungsdurchführungen ist dabei von Bedeutung.



### 1.3.2 Montageplatte im Schaltschrank

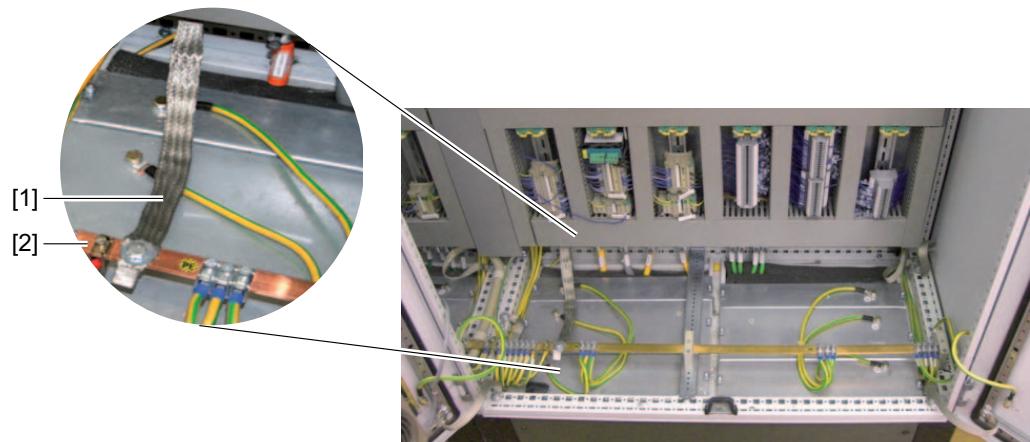
Die Montageplatte im Schaltschrank dient neben der Befestigung der Komponenten auch zur flächigen Erdung von Einbaugeräten mit Metallgehäusen. Verzinkte Stahlplatten sind dafür am besten geeignet. Die Montageplatte muss einen flächigen Kontakt mit der Maschinenhallen-Konstruktion haben. Diese Verbindung wird mit einer HF-Litze zwischen der Montageplatte und der PE-Schiene realisiert.

Anstelle von Montageplatten werden neuerdings auch Montagesysteme verwendet. Aufgrund der nicht flächigen Verbindungen zu den Umrichtergehäusen ergeben sich jedoch EMV-technische Nachteile. Wenn sich der Erdungswiderstand durch den Einsatz eines Montagesystems erhöht, wirkt sich dies auch negativ auf die EMV aus. Bei Montagesystemen müssen deshalb alle Komponenten wie Frequenzumrichter, Filter und Schirmung flächig auf einer im System integrierten Montageplatte befestigt werden.

### 1.3.3 PE-Schiene

Die PE-Schiene ist der zentrale Anschlusspunkt für die PE-Leiter jedes einzelnen Geräts im Schaltschrank (sternförmige Erdung). Der PE-Anschluss ersetzt weder die HF-Erdung noch die Schirmung. Er ist aus sicherheitstechnischen Gründen für die Schutzerdung vorgeschrieben.

Das folgende Bild zeigt die PE-Schiene und den HF-Potenzialausgleich zwischen der Montageplatte und der PE-Schiene im Schaltschrank.



3773666827

- [1] HF-Potenzialausgleich zwischen Montageplatte und PE-Schiene
- [2] PE-Schiene

#### Fazit

Aus Sicht der elektrischen Sicherheit stellt die PE-Schiene den Sternpunkt dar.

Aus Sicht der EMV ist es vorteilhaft, wenn die Montageplatte als Sternpunkt bezüglich des HF-Potenzialausgleichs verwendet wird.

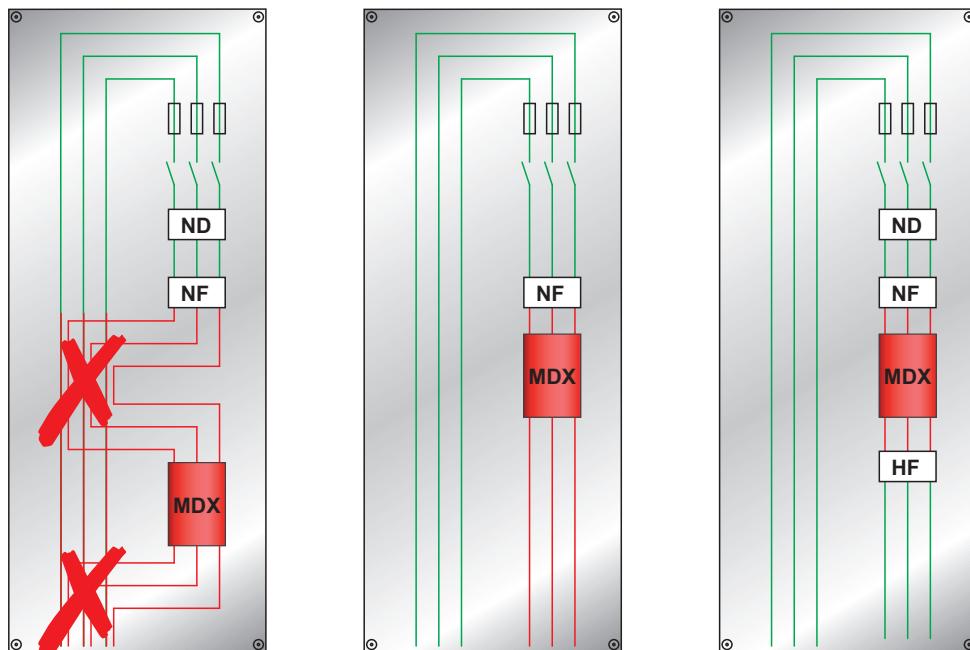


#### 1.3.4 Anordnung der EMV-Komponenten

Zur Verbesserung der EMV können Sie EMV-Komponenten installieren. **EMV-Komponenten, wie Netzfilter und Ausgangsfilter, benötigen einen flächigen, metallischen Kontakt auf einer gemeinsamen Montageplatte mit dem Umrichter.**

Sie müssen so dicht wie möglich am zugehörigen Gerät installiert werden, damit die Leitungen zwischen der EMV-Komponente und dem Gerät kurz sind (max. 50 cm).

Halten Sie die folgende Reihenfolge der Komponenten im Schaltschrank gemäß den folgenden Bildern ein:



3774370699

ND	Netzdrossel
NF	Netzfilter
MDX	Umrichter
HF	Ausgangsfilter

grüne Leitung	= EMV-gefilterte Leitung
rote Leitung	= EMV-belastete Leitung

Achten Sie darauf, dass die netzseitige Zuleitung (vor dem Netzfilter) nicht mit der EMV-belasteten Leitung (nach dem Netzfilter) parallel verlaufen. Ansonsten wird die bereits gefilterte Leitung wieder von Neuem mit EMV-Störungen belastet.

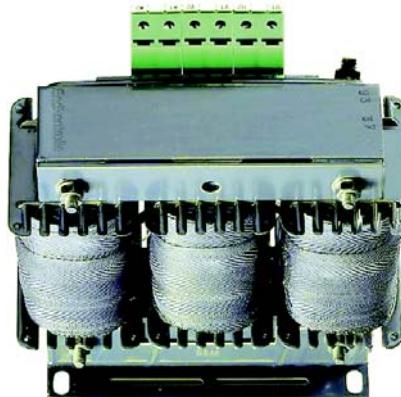
Falls diese Forderungen nicht erfüllt werden können, ist der Einsatz von geschirmten Leitungen sinnvoll. Zur Eliminierung induktiver Einkopplungen sollten keine Einzeladern zum Anschluss verwendet werden.

Wenn Sie EMV-Komponenten wegen ihres hohen Gewichts auf die Bodenplatte des Schaltschranks montieren (aus EMV-Sicht nicht optimal), müssen Sie die Bodenplatte mit Hilfe einer HF-Litze mit der Montageplatte verbinden.



### 1.3.5 Netzdrossel

Eine Netzdrossel dämpft Spannungs- und Stromspitzen. Dies führt auch zur Dämpfung der Netzoberschwingungen.



5389615883

#### Netzober-schwingungen

Ein Umrichter erzeugt während des Betriebs immer Netzoberschwingungen. Durch Optimierung des Umrichters können die Netzoberschwingungen bereits bei ihrer Entstehung begrenzt oder reduziert werden.

Umrichtern mit hoher Netzstromverzerrung werden Netzdrosseln vorgeschaltet. Diese glätten den Eingangsstrom nahezu sinusförmig. Somit reduzieren Sie die Amplitude der Netzoberschwingungen.

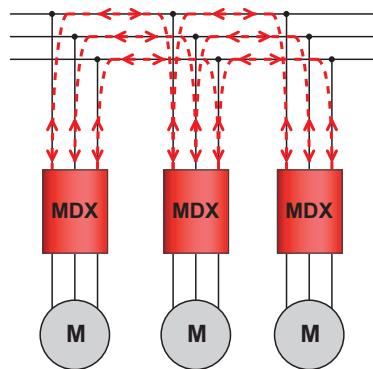
#### SEW-Umrichter

Bei modernen Frequenzumrichtern mit schlankem Zwischenkreis (z. B. Umrichter von SEW-EURODRIVE) sind die Oberschwingungen bereits so weit gesenkt, dass üblicherweise keine zusätzliche Netzdrossel erforderlich ist.

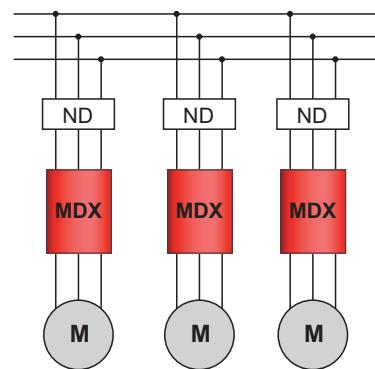
#### Resonanz-schwingungen

Wenn mehrere Frequenzumrichter direkt nebeneinander über sehr kurze Zuleitungen versorgt werden, können Resonanzschwingungen zwischen den Frequenzumrichtern auftreten.

Resonanzschwingungen zwischen den Frequenzumrichtern MDX



Resonanzschwingungen werden unterdrückt



3774645643

Diese Resonanzschwingungen können die Gleichrichter am Umrichtereingang belasten und zu einer frühzeitigen Alterung führen.

In diesen Fällen muss vor jeden Frequenzumrichter eine Netzdrossel geschaltet werden. Diese Netzdrosseln dämpfen die schädlichen Resonanzschwingungen.



<b>Spannungsspitzen</b>	Das Schalten von Schützen größerer Leistung verursacht Überspannungsimpulse im Netz. Diese Spannungsspitzen können zur Abschaltung oder Zerstörung des Umrichters führen. Eine Netzdrossel schützt den Umrichter vor diesen Spannungsspitzen. Bei kritischen Netzbedingungen, bei denen mit Überspannungsimpulsen zu rechnen ist, empfiehlt SEW-EURODRIVE eine Netzdrossel zum Schutz des Umrichters.
<b>Einschaltstromspitzen</b>	Wenn mehrere Frequenzumrichter gleichzeitig zugeschaltet werden, addiert sich der Gesamt-Einschaltstrom. Bei kleinen Netzschützen kann ein zu hoher Einschaltstrom zum Verkleben oder Verschweißen der Schützkontakte führen.
<b>Fazit</b>	Wenn im Betrieb mehrere Frequenzumrichter gleichzeitig zugeschaltet werden, sollten Sie vor den Frequenzumrichter jeweils eine Netzdrossel schalten.



### 1.3.6 Netzfilter

Ein Netzfilter hält die vom Umrichter erzeugten Störspannungen vom Netz fern und führt sie zum Umrichter zurück.



5552897931

Beachten Sie folgende Hinweise:

- Die Auswahl des Netzfilters ist abhängig vom Umrichterstrom und von der Netzspannung des Frequenzumrichters.
- Die Auswahl des Netzfilters erfolgt nach Empfehlung des Komponentenherstellers, der die Einhaltung von Grenzwerten anhand typischer Konstellationen nachgewiesen hat. Ein Nachweis für die Vielzahl der möglichen Kombinationen von Netzverhältnissen, Netzfiltern, Umrichtern, Motorzuleitungen und Motoren ist normativ nicht vorgesehen.

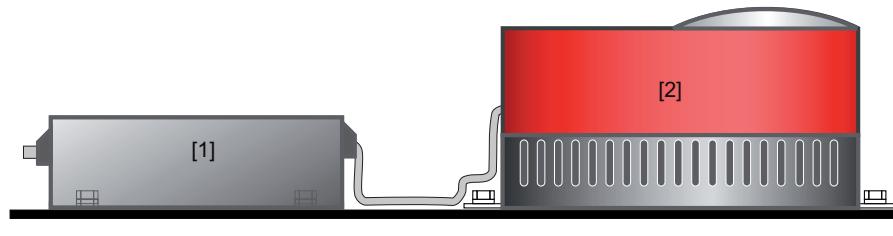
Es ist nicht empfehlenswert, Netzfilter anhand von Dämpfungskurven auszuwählen, weil diese nur für idealisierte Messbedingungen gelten und in der konkreten Anlage gravierend abweichen können.

- Installieren Sie jeweils einen Netzfilter kurz vor jedem Frequenzumrichter.
- Alternativ können Sie einen gemeinsamen Netzfilter für den gesamten Schaltschrank verwenden. Die Auswahl des Summennetzzfilters ist abhängig vom Summenstrom aller Umrichter.
- Installieren Sie zwischen dem Netzfilter und dem Frequenzumrichter kein schaltendes Bauteil (z. B. Schütz).



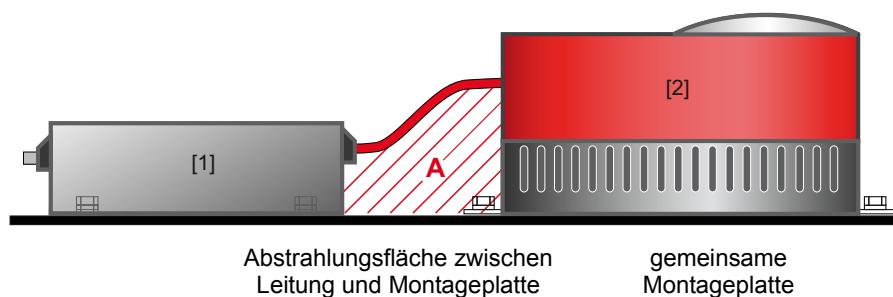
## EMV-gerechte Installation in der Praxis EMV im Schaltschrank

- Verlegen Sie die Leitung zwischen dem Filter [1] und dem Frequenzumrichter [2] so dicht wie möglich an der Montageplatte.



237370123

Wenn Sie die Leitung in großem Abstand zur Montageplatte verlegen, vergrößert sich die Abstrahlungsfläche und somit die Störaussendung.



3774704907

- Verlegen Sie die Leitungen deshalb so nahe wie möglich am Bezugspotenzialausgleich (Montageplatte).

**Freischwebende Leitungen wirken als aktive und passive Antennen.**

### Verwendung

Der Einsatz von Netzfiltern empfiehlt sich unter folgenden Anforderungen:

- Reduzierung der Störaussendung über die Netzzuleitung
- Einhaltung von Grenzwerten
- Reduzierung von Potenzial-Ausgleichsströmen
- Verringerung von Ableitströmen bei großen Motorzuleitungslängen



### 1.3.7 Ausgangsdrossel (Ferritkerndrossel)

Eine Ausgangsdrossel reduziert als kostengünstige Maßnahme das Störpotenzial auf der Motorzuleitung des Umrichters.

Bei geeigneter Dimensionierung werden die Abstrahlungs-Grenzwerte für die Funkentstörung eingehalten.

SEW-EURODRIVE bietet Ausgangsdrosseln für verschiedene Aderquerschnitte (offene Bauformen HD001, HD002, HD003) sowie für Umrichterbaugrößen (HD012, HD004, HD005) an.

Die Ausgangsdrossel hat den Vorteil, dass kein zusätzlicher Spannungsfall am Umrichterausgang auftritt. Üblicherweise genügen 3 – 5 Windungen um einen Ringkern.

Ausgangsdrosseln werden im Normalfall mit ungeschirmten Motorzuleitungen verwendet.

#### Sonderfall: Geschirmte Motorzuleitung mit mehreren Steckverbindern

##### HINWEIS



Steckverbinder innerhalb einer geschirmten Motorzuleitung sind aus der Sicht der EMV keine optimale Lösung.

Um bei Ausfällen Stillstandszeiten zu reduzieren, werden in der Automobil-Industrie jedoch häufig Steckverbinder gefordert.

Wenn die geschirmte Motorzuleitung mehrere Steckverbindungen aufweist, verschlechtert sich möglicherweise die Schirmwirkung. In solchen Fällen kann eine Ausgangsdrossel auch in Kombination mit einem Motorleitungsschirm verwendet werden. Die Ableitströme, die über den Motorleitungsschirm abfließen, belasten die Ausgangsdrossel zusätzlich. Dies führt dann zu einer erhöhten Temperatur.



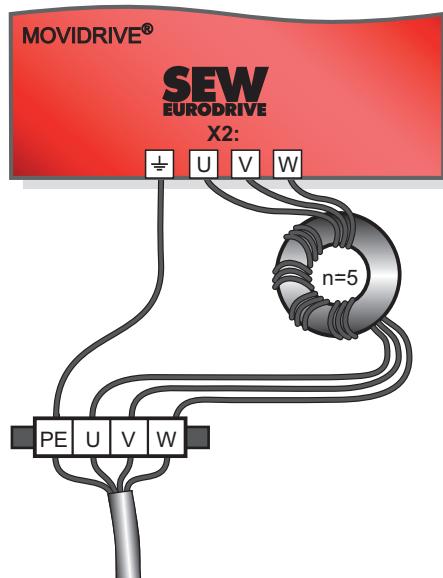
## EMV-gerechte Installation in der Praxis EMV im Schaltschrank

### Hohe Betriebs-temperatur

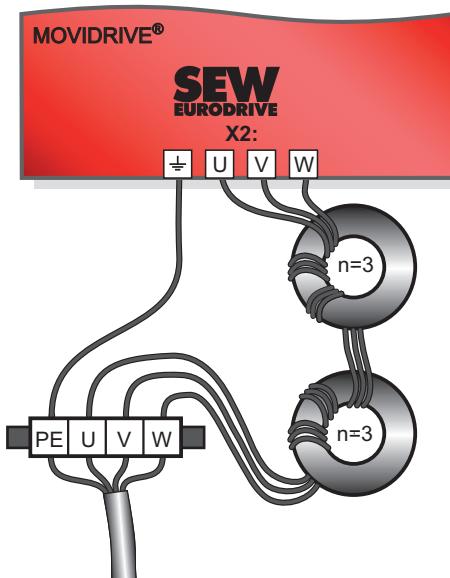
Die Ausgangsdrossel kann funktionsbedingt hohe Betriebstemperaturen (über 100 °C) am Ringkern erreichen. Bei offenen Ausführungen schützt ein Kunststoffgitter die Aderisolierung der Motorzuleitungen. Wenn in der Anlage geringere Temperaturen angestrebt werden, kann die Temperatur durch den Einsatz einer zweiten Ausgangsdrossel gesenkt werden.

Bei der Installation einer zweiten Ausgangsdrossel müssen Sie die Anzahl der Leitungs-Wicklungen auf dem Ferritkern reduzieren:

1 Ausgangsdrossel bei 5 Wicklungen



2 Ausgangsdrosseln bei 3 Wicklungen



1804844811

### Installation

Wickeln Sie die Motorleitungsadern immer gemeinsam auf die Ausgangsdrossel wie folgt:

1. Nehmen Sie die 3 Adern in eine Hand.
2. Fixieren Sie den Anfang der 3 Adern mit einem Kabelbinder.
3. Wickeln Sie die 3 Adern gemeinsam 5-mal durch den Ringkern.



5552959755

Nun liegen alle 3 Adern parallel um den Ringkern.

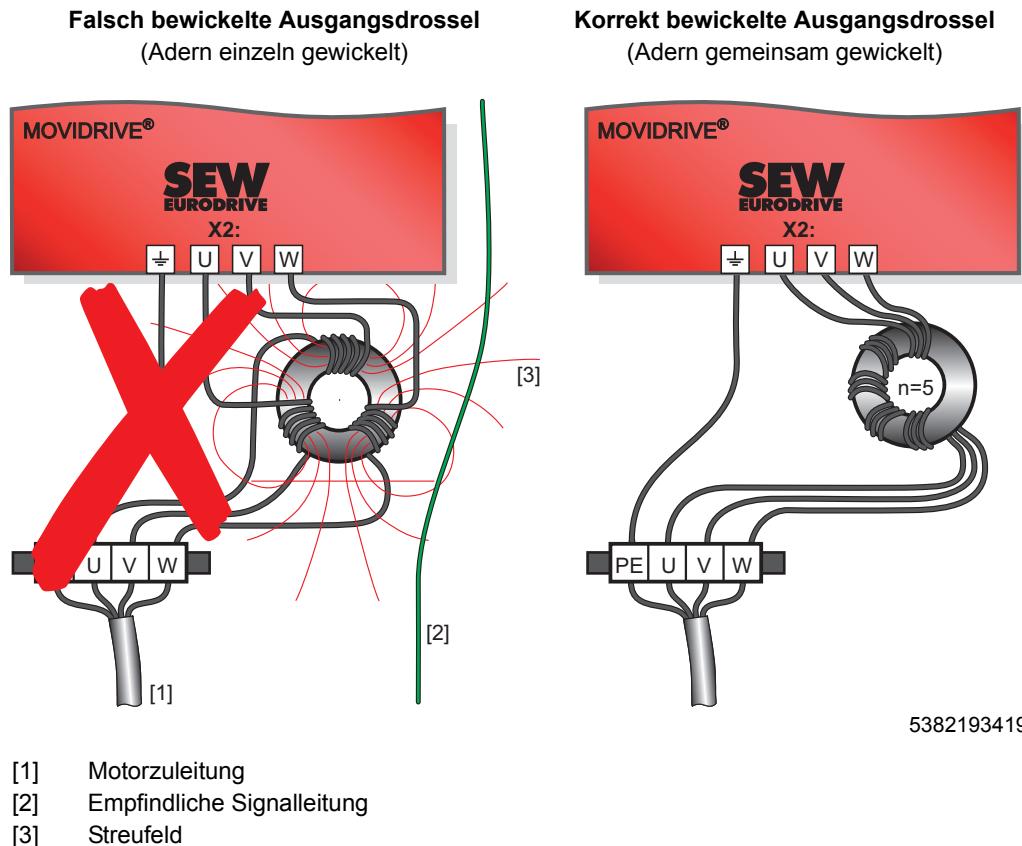
Beachten Sie dabei folgende Hinweise:

- Wickeln Sie alle 3 Adern in die gleiche Richtung.
- Den Anfang und das Ende der Adern dürfen Sie nicht vertauschen. Ansonsten heben Sie die Wirkung der Drossel auf.
- Wenn Sie jede Ader einzeln um den Ringkern wickeln, besteht die Gefahr, dass Sie die Wickelrichtung oder den Anfang und das Ende der Ader vertauschen.

Außerdem kann dann an den nicht bewickelten Bereichen des Ringkerns zwischen den Phasen ein erhöhtes Streufeld auftreten, das empfindliche Leitungen stören kann.



Das folgende Bild zeigt den Anschluss der Ausgangsdrossel:



#### Einsatz

Eine Ausgangsdrossel dient zur Entstörung des Umrichterausgangs.

Eine einzelne Ausgangsdrossel wird durch einen Gruppenantrieb sehr schnell überlastet.



#### 1.3.8 Ausgangsfilter (Sinusfilter)

Die Ausgangsspannung eines Umrichters wird aus Rechteckimpulsen gebildet.

Ein Ausgangsfilter wandelt diese rechteckförmige Ausgangsspannung in eine nahezu sinusförmige Spannung, siehe folgendes Bild.



5553462411



237376395

#### Gruppenantrieb

Die rechteckförmige Ausgangsspannung des Umrichters ruft in den Parasitäarkapazitäten der Motorzuleitung und der Motorwicklung Ableitstromspitzen hervor. Beim Gruppenantrieb addieren sich diese Ableitstromspitzen und können für den Umrichter unzulässige Werte erreichen.

Die Ableitstromspitzen sind abhängig von:

- der Anzahl der parallel geschalteten Motoren,
- der Art und Länge der Leitung am Umrichterausgang
- und der Größe der Motoren.

Beim Betrieb mit einem Ausgangsfilter werden diese Ableitstromspitzen aufgrund seiner sinusförmigen Ausgangsspannung erheblich reduziert. Das Ausgangsfilter belastet den Umrichter mit einer Filterstromkomponente, die jedoch unabhängig von externen Faktoren wie Motorenanzahl, Leitungsart und der Leitungslänge ist.



*Motoren, die nicht für den Umrichterbetrieb geeignet sind*

Aufgrund der rechteckförmigen Ausgangsspannung des Umrichters können im Motor Überspannungen auftreten, siehe Kapitel "Spannungsbelastung des Motors durch Wechselrichter-Taktung". Diese Überspannungen können bei Motoren, die nicht für den Umrichterbetrieb geeignet sind, zur Zerstörung der Wicklungsisolation des Motors führen. Eine zuverlässige Abhilfe bietet hier der Einsatz eines Ausgangsfilters. Aufgrund der sinusförmigen Spannung hinter dem Ausgangsfilter wird die Überspannung sehr stark reduziert. Dies entlastet das Isoliersystem der Motoren. Um Überspannungen durch Resonanzen gegen das Erdpotenzial (z. B. bei großen Leitungslängen) zu vermeiden, sollte das Ausgangsfilter auch gegen das Erdpotenzial filtern. Dies wird durch Rückführung des Signals in den Zwischenkreis ( $U_Z$ -Anbindung) realisiert.

*Geräuschfilterung*

Die rechteckförmigen Pulse des Umrichterausgangs verursachen im Motor Geräusche. Diese Geräusche im Bereich der Umrichter-Taktfrequenz können sehr unangenehm sein. Das Ausgangsfilter dämpft diese Geräusche im Motor stark. Das Filter erzeugt jedoch selbst Geräusche im Bereich der Umrichter-Taktfrequenz.

*Funkentstörung*

Durch den Einsatz eines Ausgangsfilters ist der Betrieb ohne geschirmte Motorzuleitung auch bei Anwendungen möglich, in denen Grenzwerte vorgeschrieben sind.

*Ausgangsfilter ohne Zwischenkreisanbindung*

Ein Ausgangsfilter **ohne** Zwischenkreisanbindung wandelt beim Anschluss Phase gegen Phase eine getaktete Umrichterausgangsspannung in eine Sinusspannung.

Beim Anschluss Phase gegen Erde hat er jedoch eine erheblich reduzierte Filterwirkung.

*Ausgangsfilter mit Zwischenkreisanbindung*

Ein Ausgangsfilter **mit** Zwischenkreisanbindung wandelt beim Anschluss Phase gegen Phase und Phase gegen Erde eine getaktete Umrichterausgangsspannung in eine Sinusspannung um.

Bei der Zwischenkreisanbindung des Ausgangsfilters müssen Sie die Taktfrequenz erhöhen! Bei einer Taktfrequenz von 12 kHz liefert der Umrichter nur noch eine Leistung von ca. 70 % seiner Nennleistung!

*Auslegung*

Die Auswahl des Ausgangsfilters ist abhängig vom Nennstrom und der Nennspannung des Umrichters.

Wenn der Nennstrom des Motors kleiner als der Nennstrom des Umrichters ist, wählen Sie das Ausgangsfilter anhand des Motorstroms aus.

Beim Parallelbetrieb mehrerer Motoren wählen Sie das Ausgangsfilter anhand der Summe der Motorströme aus.

Beachten Sie, dass am Ausgangsfilter ein Spannungsfall gemäß den Angaben in den technischen Daten auftritt. Dieser Spannungsfall verringert die Spannung, die dem Motor zur Verfügung steht.

*Motorzuleitung*

Verwenden Sie als Motorzuleitung am Ausgang des Ausgangsfilters nur ungeschirmte Leitungen.

Bei geschirmten Motorzuleitungen können zwischen der Schirmkapazität und der Kapazität des Ausgangsfilters Resonanzschwingungen auftreten. Diese Resonanzschwingungen können das Ausgangsfilter schädigen.



#### Einsatz

In folgenden Anwendungen ist der Einsatz von Ausgangsfiltern empfehlenswert:

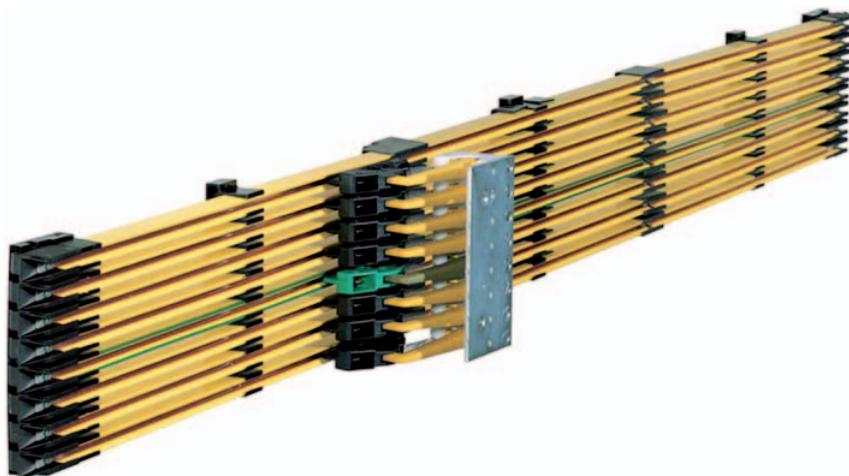
- Gruppenantrieb (mehrere Motoren an einem Umrichter)
- Einsatz als Geräuschfilter
- Funkentstörter Betrieb mit ungeschirmten Motorzuleitungen
- Als Schutz vor Überspannungsspitzen

#### Preis

Der Kaufpreis, die Größe und die Energieverluste eines Ausgangsfilters und eines Umrichters sind ähnlich hoch. Deshalb versuchen viele Projektplaner den Einsatz eines Ausgangsfilters zu vermeiden, obwohl das Ausgangsfilter aus der Sicht der EMV eine nahezu optimale Lösung ist.

#### Stromschiene als Motorzuleitung

Wenn Sie hinter einem Frequenzumrichter isolierte Stromschienen (z. B. von den Firmen Wampfler oder Vahle) als Motorzuleitung verwenden, empfiehlt SEW-EURODRIVE den Einsatz eines Ausgangsfilters. Eine geschirmte Verlegung ist hier nicht möglich.



4048008715

Das Ausgangsfilter schützt vor EMV-Störungen. Außerdem schützt es die Endstufe des Umrichters bei Problemen mit den Stromabnehmern. Das Ausgangsfilter wirkt dabei wie ein Puffer.

Verwenden Sie nur Stromschienen mit doppelten Stromabnehmern (2 Kohlen in Reihe).

Verwenden Sie für den PE-Leiter 2 Stromabnehmer mit 2 voneinander getrennten Haltern.



## 1.4 Komponenten im Schaltschrank

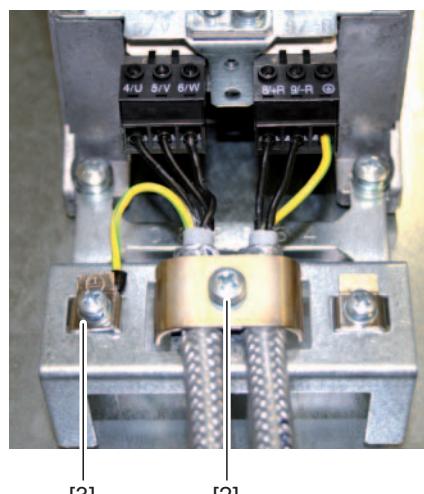
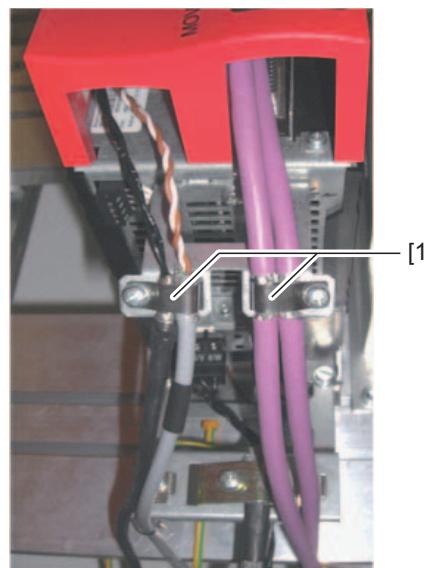
Die folgenden Kapitel beschreiben beispielhaft den Potenzialausgleich der Komponenten im Schaltschrank von SEW-EURODRIVE.

### 1.4.1 MOVIDRIVE® MDX

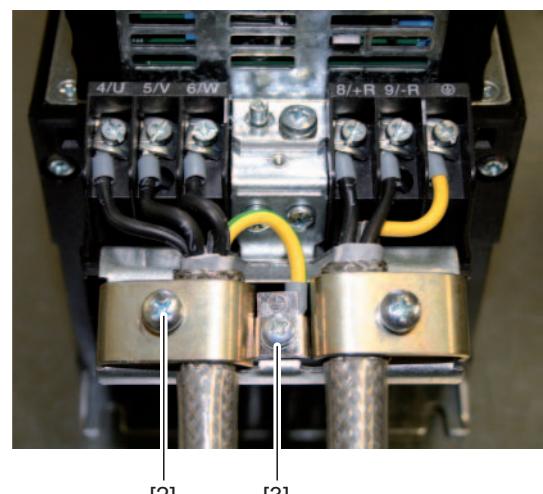
Anschluss  
Schirmgeflecht bei  
MOVIDRIVE®  
Baugröße 1 und 2

Die folgenden Bilder zeigen den Anschluss der Schirmgeflechte am Frequenzumrichter MOVIDRIVE® MDX der Baugrößen 1 und 2.

Steuerkopf



Leistungsteil  
Baugröße 1



Leistungsteil  
Baugröße 2

3845576075

- [1] Anschluss Schirmgeflecht Signalkabel (24-V-Kabel, Geberkabel und Buskabel)
- [2] Anschluss Schirmgeflecht Leistungskabel (Schirmklemme Leistungsteil)
- [3] PE-Anschluss



## EMV-gerechte Installation in der Praxis

### Komponenten im Schaltschrank

Anschluss  
Schirmgeflecht bei  
MOVIDRIVE®  
Baugröße 3 bis 6

Das folgende Bild zeigt den Anschluss der Schirmgeflechte von 3 Frequenzumrichtern MOVIDRIVE® MDX der Baugrößen 3 – 6.

Legen Sie das Schirmgeflecht der Motorzuleitung am eingangsseitigen Schirmblech des Schaltschranks gemäß dem folgenden Bild auf:

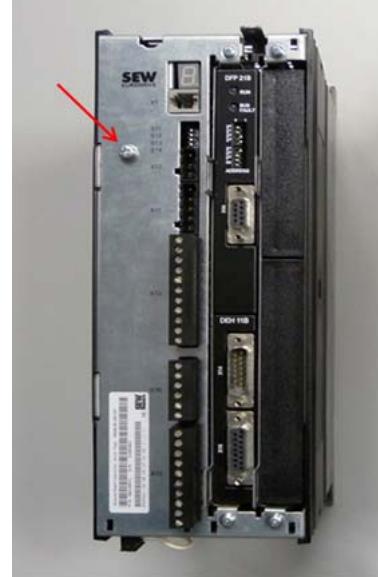


9007203102443787



**Erhöhte Geberverfügbarkeit durch Erdungsschraube des MOVIDRIVE®-Steuerkopfs**

Mit Hilfe einer Erdungsschraube am MOVIDRIVE®-Steuerkopf kann das Bezugspotenzial der 24-V-Versorgung vom PE-Schutzleiter getrennt werden.



3847702795

- Erdungsschraube eingeschraubt → direkte Verbindung zu 0 V der 24-V-Versorgung  
DGND (X10, X12, X13, X16, X17) ist mit PE verbunden  
Dadurch verfügt der MOVIDRIVE®-Umrichter eine erhöhte Schutzwirkung gegen Geberfehler!
- Ohne Schraube → Hoher Isolationswiderstand  
Durch Entfernen der M4-Erdungsschraube entsteht die Potenzialtrennung.  
Die Verbindung zur Erde besteht dann über 4 Kondensatoren und einem hohen Widerstand zur Erde.

**Beispiel: Isolationswächter in 24-V-Versorgung**

Als zusätzlichen Schutz der Betriebssicherheit wird die 24-V-Versorgung zum Teil von einem Isolationswächter überwacht (beispielsweise in der Chemieindustrie). Die Überwachung bietet einen zusätzlichen Schutz gegen Fehlfunktionen der Anlage bei schadhafter Isolation im 24-V-Steuerstromkreis.

Wenn bei Geräten keine Potenzialtrennung möglich ist, dann ist eine separate 24-V-Versorgung notwendig.



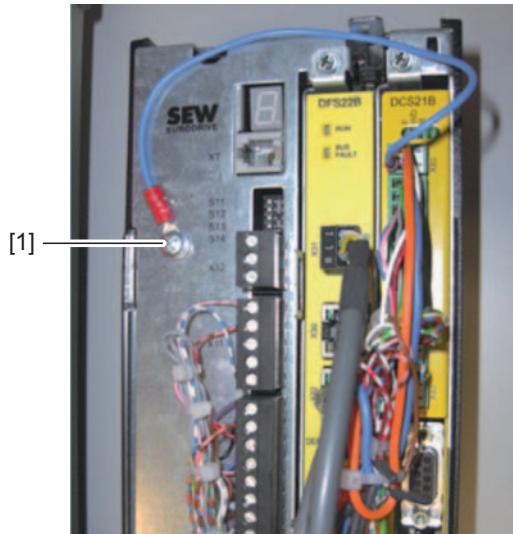
## EMV-gerechte Installation in der Praxis

### Komponenten im Schaltschrank

**Anschluss  
Potenzialausgleich  
der Optionskarte  
DCS21/31B**

Das folgende Bild zeigt den Anschluss des Potenzialausgleichs der Optionskarte DCS21B/31B am Frequenzumrichter MOVIDRIVE® MDX der Baugröße 1 bis 6:

**MOVIDRIVE®  
mit Erdungsschraube**



3851412747

[1] Anschluss Potenzialausgleich der Optionskarte mit Hilfe einer Erdungsschraube



#### HINWEIS

Wenn Sie die Option DCS21B/31B in einen Frequenzumrichter MOVIDRIVE® MDX B ohne Gewindebohrung einbauen, ist kein ordnungsgemäßer Betrieb gewährleistet.

SEW-EURODRIVE empfiehlt, den Frequenzumrichter MOVIDRIVE® MDX B ohne Gewindebohrung durch einen Frequenzumrichter MOVIDRIVE® MDX B mit Gewindebohrung zu ersetzen.



### 1.4.2 Bremswiderstand

#### Bremswiderstands-Kabel

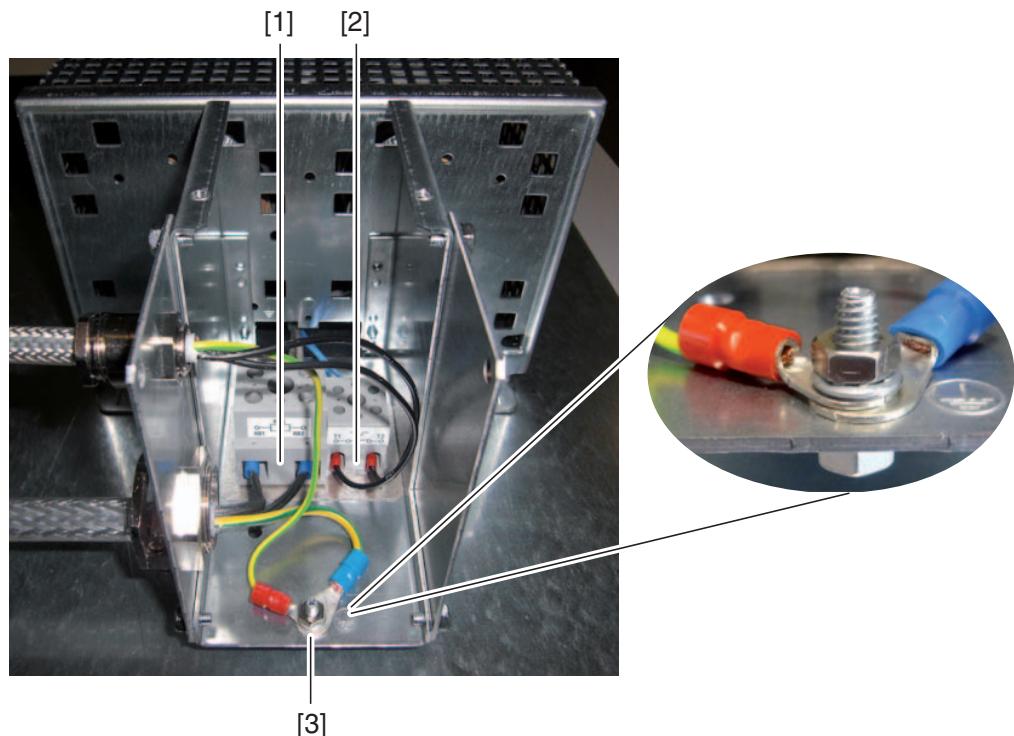
Verwenden Sie zum Anschluss von Bremswiderständen an den Umrichter 2 eng verdrillte Adern oder ein geschirmtes Leistungskabel.

Die Nennspannung des Bremswiderstands-Kabels muss gemäß DIN VDE 0298 mindestens  $U_0 / U = 300 \text{ V} / 500 \text{ V}$  betragen.

#### Installation Stahlgitter-Bremswiderstand

Montieren Sie den Bremswiderstand möglichst flächig auf einem nicht lackierten Untergrund. Wenn dies nicht möglich ist, können Sie den Bremswiderstand auch mit Hilfe von Zahnscheiben auf dem Schaltschrankblech montieren.

Das folgende Bild zeigt den Anschluss eines Stahlgitter-Bremswiderstands mit Temperaturfühler oder Temperaturschalter:



3852709899

- [1] Anschluss Bremswiderstand
- [2] Anschluss Temperaturschalter TH
- [3] Anschluss PE



## 1.5 Leitungen

### 1.5.1 Verlegung

Beachten Sie die folgenden Hinweise:

- Verlegen Sie den Hin- und Rückleiter immer gemeinsam.
- Vermeiden Sie Reserveschleifen an allen Anschlusskabeln.
- Nicht benutzte Leiter müssen Sie an beiden Enden erden.
- Verlegen Sie störbehaftete Leitungen bevorzugt in den Ecken eines metallischen Kabelkanals oder Eckprofils. Dies vermindert die Abstrahlung der Leitung.



235879819

K Kabelkanal  
E Eckprofil  
S Schirmeffekt

Die Schirmung wird durch einen geschlossenen Kabelkanal erheblich verbessert.

#### Abstand zwischen den Leitungen

Je größer der Abstand zwischen den Leitungen ist, desto kleiner ist die Parasitärkapazität, und somit auch der Störstrom.

Die Parasitärkapazität (Störkapazität) wächst

- mit sinkendem Leitungsabstand
- mit wachsender Länge von parallel verlegten Leitungen

Der Störstrom wächst mit steigender Spannung auf der störenden Leitung.

#### Abstand zum Bezugspotenzial

Verlegen Sie die Leitungen so dicht wie möglich am Bezugspotenzialausgleich, wie der Montageplatte, dem Bleckkanal oder der geerdeten Maschinenkonsole.

**Freischwebende Leitungen wirken als aktive und passive Antennen.**



**Leitungsgruppen** Die Kopplung zwischen Störquelle (z. B. Motorzuleitung) und Störsenke (z. B. empfindliche Leitung, Gerät) erfolgt meist über die angeschlossenen Leitungen. Für die EMV spielen deshalb die Leitungsverlegung und die Art der verwendeten Leitungen eine große Rolle.

Um eine Systematik in die Leitungsverlegung zu bringen, werden die Leitungen in Abhängigkeit von den transportierten Signalen in Gruppen eingeteilt. Mit dieser Einteilung können allgemeine, praxistaugliche Regeln für die Leitungsverlegung aufgestellt werden.

In der Praxis hat sich eine Einteilung der Leitungen in 4 Gruppen als sinnvoll erwiesen. Die Leitungsgruppen können wie folgt charakterisiert werden:

Leitungsgruppe	Beispiele
<b>Gruppe 1</b> sehr empfindlich	Geberleitung Analog-Sensoren Messleitung Kapazitive Näherungsschalter Buskabel
<b>Gruppe 2</b> empfindlich	Kleinsignal-Leitungen Kleinsignal-Versorgung (10 V, 24 V)
<b>Gruppe 3</b> Störer	Steuerleitung induktiver Lasten (Bremsen, Schütze, Relais) Entstörte Leistungskabel Netzzuleitungen (nicht geschaltet)
<b>Gruppe 4</b> starke Störer	Leistungskreise Geschaltete Leistungskabel (induktiver Lasten, z. B. Schütz) Getaktete Leistungskabel (Umrichter)

Mit Hilfe der Gruppeneinteilung lassen sich folgende Faustregeln zur Auswahl der Leitungen aufstellen:

Leitungsgruppe	Im Schaltschrank	Außerhalb des Schaltschranks
<b>Gruppe 1</b>	Geschirmte, niederkapazitive Leitung möglichst ohne Unterbrechung bis zum Gerät mit Abstand zu den Gruppen 3 und 4	
<b>Gruppe 2</b>	Ungeschirmte Leitung	Leitung
<b>Gruppe 3</b>	getrennt von den Gruppen 3 und 4	mit Abstand zu den Gruppen 3 und 4
<b>Gruppe 4</b>	Geschirmte oder gefilterte Leitung	

Die parallele, betriebssichere Verlegung von Leitungen aus verschiedenen Gruppen ist nur mit Zusatzmaßnahmen wie z. B. Schirmung, Filterung oder Abstand möglich.



**Im Schaltschrank** müssen die Energie und die Signale vielfach verzweigt und aufgeteilt werden. Die Leitungslängen sind relativ kurz. Die Abstrahlung nach außen wird durch die Schirmwirkung des Schaltschranks reduziert.

Im Schaltschrank ist die getrennte Verlegung von Leitungen der Gruppe 1 oder 2 zu den Leitungen der Gruppe 3 oder 4 nicht immer möglich. Die parallele Verlegung sollte jedoch auf das notwendige Minimum beschränkt werden.

- Motorzuleitung im Schaltschrank

Wenn Sie eine Motorzuleitung ungeschirmt und ungefiltert im Schaltschrank verlegen, müssen Sie die Adern der 3 Phasen verdrillt und getrennt von sensiblen Leitungen verlegen. Diese Lösung ist allerdings nur ein Kompromiss und sollte nicht in Schaltschränken mit sensiblen Leitungen angewendet werden.

- Bremswiderstand im Schaltschrank

Verlegen Sie als Bremswiderstands-Leitungen nur geschirmte Leitungen oder 2 verdrillte Adern. Verlegen Sie die verdrillten Adern getrennt von sensiblen Leitungen.

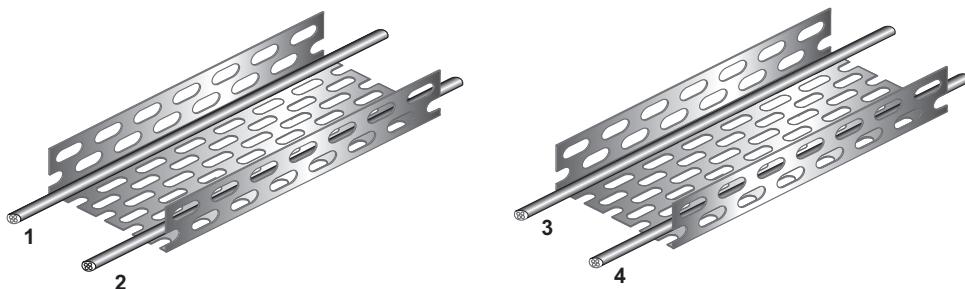
**Außerhalb des Schaltschranks** laufen die Leitungen oft über lange Strecken mit geringem Abstand parallel. Bei einer nicht EMV-gerechten Verlegung führt dies zu einer hohen Kopplung zwischen den transportierten Signalen.

Außerhalb des Schaltschranks ist ein Abstand von 20 cm zwischen Leitungen der Gruppe 1 oder 2 und Leitungen der Gruppe 3 oder 4 in den meisten Fällen ausreichend.

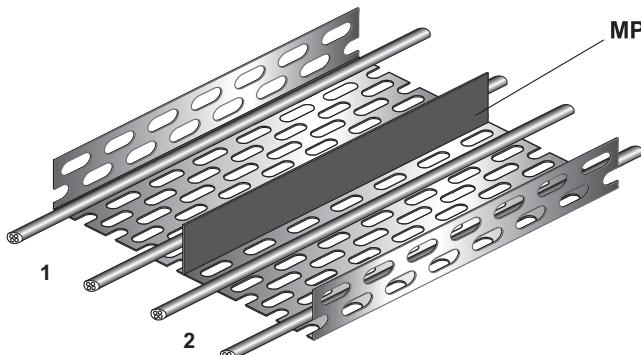
#### Verlegung von Leitungen aus verschiedenen Gruppen

Beachten Sie bei der Verlegung von Leitungen aus verschiedenen Gruppen folgende Hinweise:

- Verlegen Sie Leitungen der Gruppen 1 und 2 sowie Leitungen der Gruppen 3 und 4 mit größtmöglichem Abstand oder getrennt durch eine metallische Trennwand.



3779300107

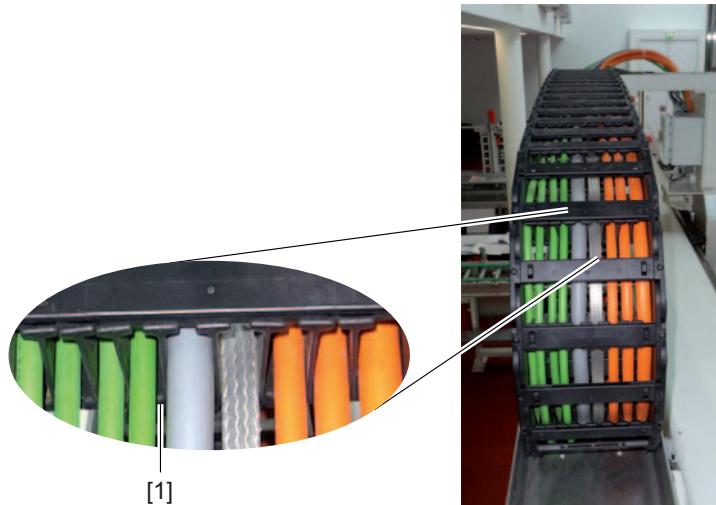


235452043

MP Metallische Trennwand

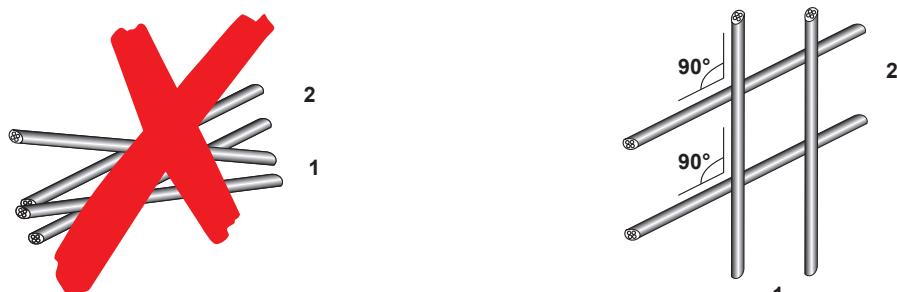


- Die Motorzuleitung hinter einem Ausgangsfilter können Sie in einem gemeinsamen Kabelkanal mit Leitungen von anderen Gruppen verlegen.
- Verwenden Sie nur Schleppketten mit Zwischenstegen [1].



3779433099

- Kreuzen Sie Leitungen der Gruppen 1 und 2 sowie der Gruppen 3 und 4 möglichst im rechten Winkel.



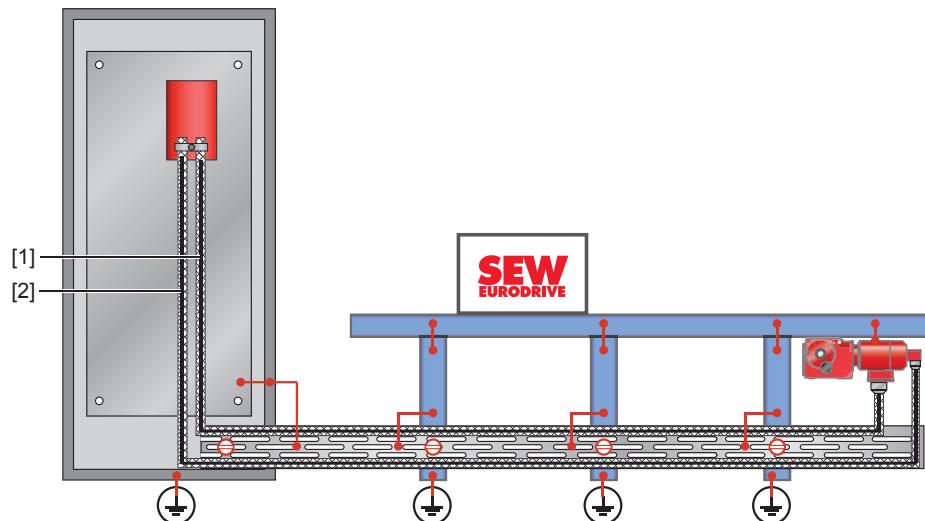
235879819



#### 1.5.2 Schirmung

Beachten Sie bei der Schirmung folgende Hinweise:

- Jede Leitung kann ein magnetisches Feld abstrahlen oder empfangen. Das bedeutet, dass jede Leitung sowohl als Sende- als auch als Empfangsanntenne wirkt.
- Eine einzelne ungeschirmte oder ungefilterte Leitung kann alle anderen Maßnahmen zunichte machen.
- Die einseitige Schirmung einer Leitung wirkt nur gegen die kapazitive Kopplung paralleler Leitungen, jedoch nicht gegen Magnetfelder.
- Gegen die magnetische Abstrahlung müssen Sie den Schirm immer beidseitig anschließen. Der Schirm sollte aus Kupfer bestehen.



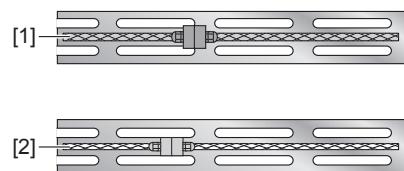
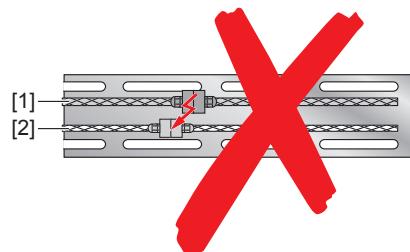
5558529931

- [1] Motorzuleitung (beidseitig geerdet)  
[2] Geberleitung (beidseitig geerdet)

#### Ausnahme:

- Die Verlegung der Leitung in einem Blech-Kabelkanal dämpft die Abstrahlung auch, jedoch nicht so effektiv wie ein Kupferschirm.
- Metallische Rohre sind für Schirmzwecke gut geeignet. Besondere Beachtung muss dabei der Weiterführung des Schirms an den Rohrenden geschenkt werden.
- Geschirmte Leitungen aus verschiedenen Gruppen, die beidseitig geerdet sind, können Sie im gleichen Kabelkanal verlegen.

Verlegen Sie jedoch Leitungen, die mit Steckverbindern verlängert wurden, nur in getrennten Kabelkanälen. Ansonsten können Störungen über die Steckverbinder übertragen werden.



5558536331

- [1] Motorzuleitung  
[2] Geberleitung



**Erfahrungen aus der Praxis:**

- Bei verlängerten, geschirmten Geber- oder Motorzuleitungen werden häufig nicht EMV-gerechte Steckverbinder verwendet.
- Die Steckverbinder von verlängerten Leitungen werden häufig nicht EMV-gerecht konfektioniert.

Verwenden Sie deshalb bei verlängerten Geber- und Motorzuleitungen nur konfektionierte Leitungen von SEW-EURODRIVE.

**Schirmtypen**

In der Praxis sind unterschiedliche Schirmtypen für elektrische Leitungen gebräuchlich. Die folgende Tabelle erläutert die charakteristischen Merkmale der Schirmtypen:

<b>Schirmtyp</b>	<b>Merkmal</b>
<b>Folienschirm</b>	Folienschirme werden häufig für Signalleitungen verwendet. Ihr Vorteil liegt im hohen Schirmbedeckungsgrad von 100 %. Aufgrund der geringen Dicke der leitfähigen Schicht ist die Wirksamkeit von Folienschirmen eingeschränkt, insbesondere bei: <ul style="list-style-type: none"> <li>starken magnetischen Störfeldern</li> <li>und bei größeren Störströmen aufgrund des geringen Querschnitts</li> </ul> Bei der Anwendung muss darauf geachtet werden, dass die Schirmfolie durch Biegevorgänge nicht beschädigt wird.
<b>Geflechtschirm</b>	Geflechtschirme werden üblicherweise für Leistungsleitungen verwendet. Aufgrund des höheren Schirmquerschnitts bieten Geflechtschirme bei hohen Störströmen und starken Magnetfeldern einen besseren Schutz. Die optische Schirmbedeckung ist eine wichtige Kenngröße der Schirmung. Sie muss für EMV-Zwecke mindestens 85 % betragen. Leitungen mit Eisenarmierung sind für EMV-Zwecke nicht geeignet.
<b>Mehrfachschirme</b>	Mehrfach geschirmte Leitungen bieten gegenüber einfach geschirmten Leitungen eine höhere Schirmdämpfung. Durch die Kombination von Folien- und Geflechtschirmen lassen sich die guten Eigenschaften beider Typen kombinieren. Aufgrund der aufwendigen Herstellung werden solche Leitungen üblicherweise nur zum Transport empfindlicher Signale eingesetzt.
<b>Rohrverlegung</b>	Ein Sondertyp der Schirmung ist die Verlegung von Leitungen in metallischen Rohren. Metallische Rohre bieten einen hohen Schirmquerschnitt und einen Schirmbedeckungsgrad von 100 %. Deshalb sind metallische Rohre für Schirmzwecke gut geeignet. Besondere Beachtung muss dabei der Weiterführung des Schirms an den Rohrenden und der Kopplung zwischen gemeinsam im Rohr verlegten Leitungen geschenkt werden.
<b>Ferrit-Ummantelung</b>	Für Leistungsleitungen werden Mantelwerkstoffe mit integrierten Ferritpartikeln zur Dämpfung von Störströmen angeboten. Diese Leitungen haben aufgrund der längenabhängigen Dämpfung und der Wirksamkeit in der Praxis nur eine geringe Bedeutung. Insbesondere bei größeren Leitungslängen und wegen der deutlich aufwendigeren Herstellung sind diese Leitungen bisher nur wenig verbreitet.



## EMV-gerechte Installation in der Praxis

### Leitungen

#### Geberleitungen

Verwenden Sie als Geberleitungen nur Kabel mit folgenden Eigenschaften:

- niederkapazitiv (Kapazität zwischen den Adern  $C_{Ader - Ader} \leq 70 \text{ nF/km}$  ( $70 \text{ pF/m}$ ))
- mit Schirmgeflecht
- paarweise verdrillt

#### Empfehlung:

Verwenden Sie vorkonfektionierte Geberleitungen von SEW-EURODRIVE.

Falls Sie das Geberkabel selbst konfektionieren, beachten Sie folgende Richtwerte:

Gerät	Kapazität $C_{Ader - Ader}$ der Geberleitung
Antriebsumrichter MOVIDRIVE®	$\leq 120 \text{ nF/km}$ (bis 50 m Leitungslänge) $\leq 70 \text{ nF/km}$ (ab 50 m Leitungslänge)
Sicherheitsmodul MOVISAFE® (MOVIDRIVE®-Option)	$\leq 70 \text{ nF/km}$
Servovertärker MOVIAXIS®	$\leq 70 \text{ nF/km}$

#### Beispiel: Geberleitungen von der Fa. HELUKABEL®

HELUKABEL® Typ	Verwendung
Li9YCY	SEW-EURODRIVE verwendet dieses Kabel ( $70 \text{ nF/km}$ ) standardmäßig als niederkapazitive Geberleitung.
Li2YCY	Dieses Kabel ist auch als Geberleitung geeignet. $C_{Ader - Ader} = 70 \text{ nF/km}$
LiYCY	Dieses Kabel wird häufig als Geberleitung verwendet. Dieses Kabel ist <u>keine</u> niederkapazitive Leitung. $C_{Ader - Ader} = 120 \text{ nF/km}$

#### Lange geschirmte Leitungen

Beachten Sie bei langen geschirmten Leitungen folgende Hinweise:

- Die Schirmwirkung sinkt mit steigender Leitungslänge. Bei längeren Leitungen können Sie die Schirmung verbessern, indem Sie den Schirm in regelmäßigen Abständen mehrmals mit Kabelschellen erden.
- Jede Leitung hat eine Parasitätkapazität, die die Ableitströme gegen Erde abfließen lässt. Die Parasitätkapazität wird durch die Schirmung deutlich erhöht.
- Bei langen geschirmten Motorzuleitungen können die hohen Ableitströme erhebliche Störungen verursachen. Verwenden Sie in solchen Fällen anstelle der geschirmten Leitung Ausgangsfilter oder Ferritkerne.

Wenn der Schirm einer bereits verlegten, geschirmten Leitung unerwünscht ist, müssen Sie die Leitung nicht ersetzen.

Alternativ können Sie den Schirm beidseitig abklemmen und isolieren. Achten Sie dabei auf eine sorgfältige Isolation, z. B. mit einem Schrumpfschlauch. Bei schlechter Isolation können an den Schirmenden Funken gegen Erde oder andere leitende Gegenstände entstehen.

Das Abklemmen des Schirms kann aus folgenden Gründen notwendig sein.

- Nachträgliche Installation eines Ausgangsfilters
- Erhöhter Ableitstrom
- Zu hohe Leitungskapazität bei einer zu langen Leitung
- Gruppenantriebe



**Bei Gruppenantrieben keine geschirmten Leitungen**

Bei einem Gruppenantrieb fließen in erhöhtem Maße Ableitströme, weil sich die Kapazität der Motorleitungen und Motoren durch die Parallelschaltung erhöht. Diese Ableitströme belasten die Endstufe des Frequenzumrichters zusätzlich.

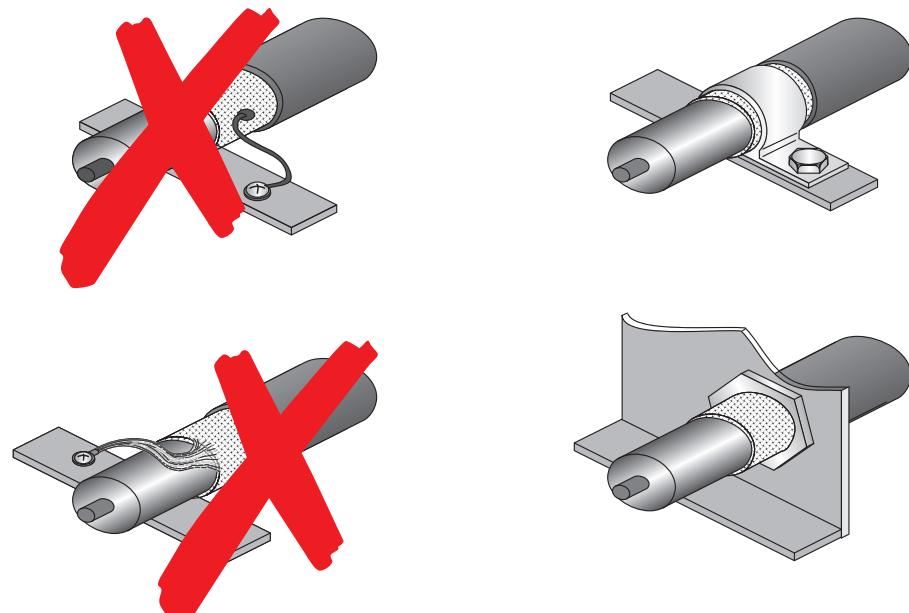
Bei der Verwendung von geschirmten Motorzuleitungen erhöhen sich diese Ableitströme sehr stark. Außerdem können die Ableitströme den Motorschutzschalter, der bei Gruppenantrieben üblicherweise eingesetzt wird, zum Auslösen bringen. Verwenden Sie deshalb bei Gruppenantrieben bevorzugt ungeschirmte Leitungen. Wenn die Anlage EMV-Grenzwerte einhalten muss, installieren Sie ein Ausgangsfilter.

**Auflage Schirmgeflecht**

Legen Sie das Schirmgeflecht mit Hilfe von über Erdungsschellen oder EMV-Verschraubungen über den gesamten Umfang großflächig auf.

Schließen Sie den Schirm nicht über ein verdrilltes Schirmgeflecht (sogenannter "Pigtail") oder über eine Drahtverlängerung an. Dies kann die Schirmwirkung um bis zu 90 % reduzieren.

Das folgende Bild zeigt verschiedenen Möglichkeiten der Schirmauflage:



235857803

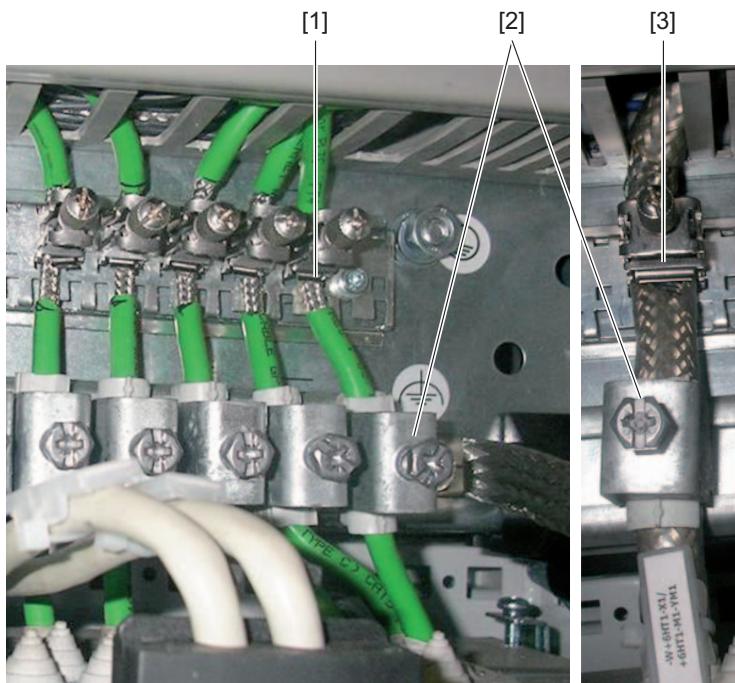
**Falsche Schirmauflage**  
über eine Drahtverlängerung  
oder über ein verdrilltes Schirmgeflecht

**Korrekte Schirmauflage**  
über den gesamten Umfang auf dem Gehäuse  
oder einer geerdeten Fläche



#### Praxis

Die folgenden Bilder zeigen die Auflage der Schirmgeflechte in der Praxis:



3779830539

- [1] Schirmauflage des Geberkabels auf dem Schirmblech der Steuerungskomponenten
- [2] Mechanische Zugentlastung
- [3] Schirmauflage der Motorzuleitung auf dem Schirmblech der Leistungskomponenten

Beachten Sie folgende Hinweise:

- Legen Sie die Schirmgeflechte der Geberkabel und Buskabel am Schirmblech der Steuerkomponenten auf [1].
- Legen Sie das Schirmgeflecht der Motorzuleitung an dem separaten Schirmblech für Leistungskomponenten auf [3].
- Fixieren Sie die Leitungen mit den mechanischen Zugentlastungen [2].
- Wenn das Schirmblech nicht direkt mit der unlackierten Montageplatte verbunden ist, müssen Sie eine HF-Anbindung zur PE-Schiene im Schaltschrank installieren.
- Das Schirmgeflecht können Sie auch direkt am Frequenzumrichter auflegen.



**EMV-Verschraubungen**

Verwenden Sie für die Kabdurchführung in ein Gehäuse eine EMV-Verschraubung des folgenden Typs:



3880956939

**Zum Beispiel:**

Hersteller	Vertrieb	Gewinde	Typ
Fa. Jacob	Fa. Sonepar	Mxx	50.6xx M / EMV
		M20	50.620 M / EMV

Alternativ können Sie auch EMV-Verschraubungen der Firma Hummel verwenden:

HSK-M-EMV: Vergleichstyp zu 50.6xx M / EMV der Firma Jacob

HSK-MZ-EMV: mit zusätzlicher Zugentlastung und Knickschutz

HSK-M-EMV-D: zur Durchführung des Schirmgeflechts

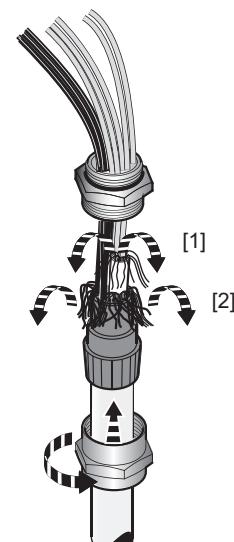
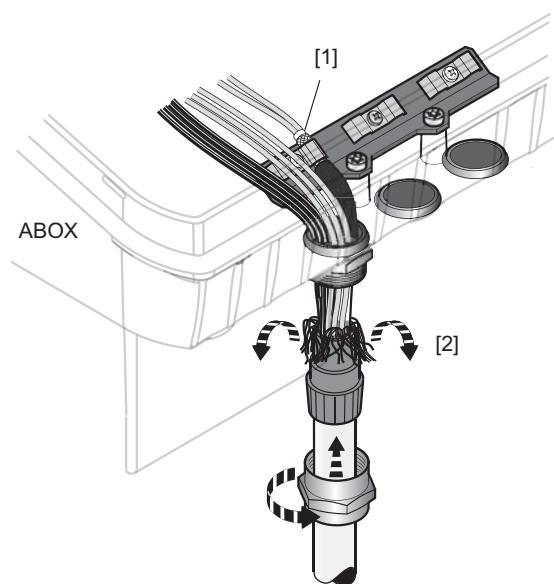
**Schirmung von Hybridkabeln**

Grundsätzlich müssen Sie jeden Schirm eines Hybridkabels beidseitig anschließen!

**Beispiel MOVIFIT®**

Auflage des 2. Schirmgeflechts einer Hybrideleitung am Schirmblech

Auflage des 2. Schirmgeflechts einer Hybrideleitung mit einer EMV-Verschraubung



3780284427

- [1] Innerer Schirm
- [2] Äußerer Schirm

Wenn für ein weiteres Schirmgeflecht eines Hybridkabels keine Schirmklemme vorhanden ist, müssen Sie alle Schirmgeflechte gemeinsam an der EMV-Verschraubung anschließen.



#### Fehler bei der Konfektionierung von Hybridkabeln

Vorkonfektionierte Hybridkabel werden häufig vom Kunden motorseitig gekürzt oder vom Kunden selbst konfektioniert.

Dabei tritt häufig folgender Fehler auf:

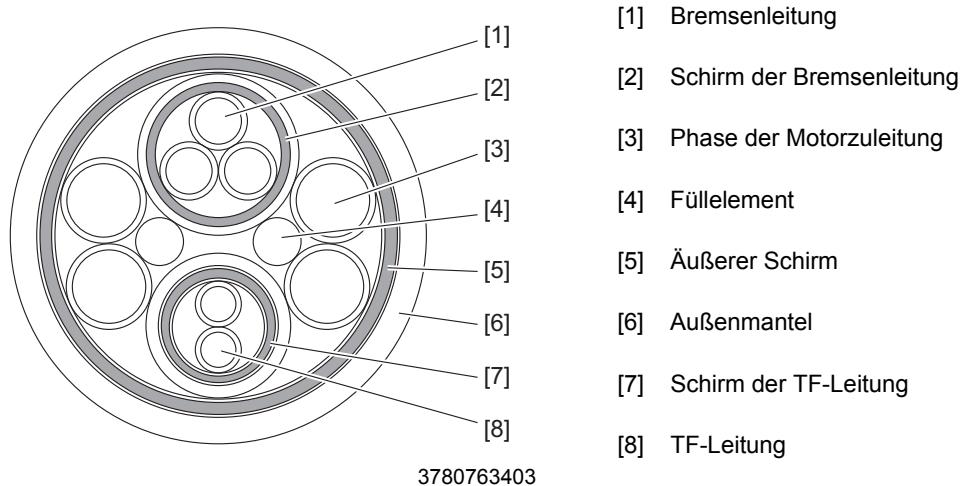
- Der äußere Schirm wird korrekt angeschlossen.
- Der innere Schirm wird auf der Seite des Umrichters korrekt angeschlossen.
- **Fehler:** Der innere Schirm wird auf der Seite des Motors **nicht** angeschlossen.

#### Beispiel Motor- / Bremsleitung:

Wenn die Bremsleitung eines Hybridkabels nur einseitig aufgelegt wird, ist die Schirmwirkung unzureichend.

Bei einer getakteten Motorzuleitung mit unzureichender Schirmwirkung gelangen HF-Störspitzen in die Bremsenleitung. Diese HF-Störspitzen in der Bremsenleitung belasten den Bremsgleichrichter unzulässig hoch, so dass er dadurch schneller altert.

Das folgende Bild zeigt den Querschnitt des Hybridkabels (SEW-EURODRIVE, Typ D) mit Adern zum Anschluss des Motors [3], der Bremse [1] und des Temperaturfühlers [8]:



- Der einseitige Anschluss des inneren Schirms der Bremsenleitung im Hybridkabel kann langfristig den Bremsgleichrichter und als Folgefehler die Bremsspule schädigen.
- Eine TF-Leitung, deren Schirmung nicht beidseitig geerdet ist, kann Geberfehler auslösen.

Legen Sie den Schirm des Hybridkabels und der TF-Leitung beidseitig auf!



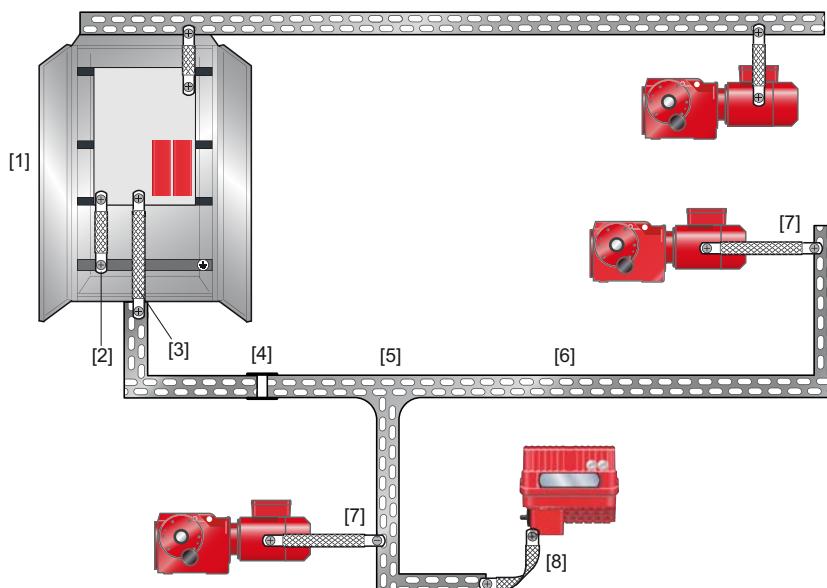
## 1.6 Potenzialausgleich in der Anlage

### 1.6.1 Verkettung des Potenzialausgleichs

Bei einer Aneinanderkettung mehrerer Maschinen ist ein Potenzialausgleich zwischen Schaltschrank, Förder-Elementen, Kabelkanälen und Betriebsmittel erforderlich.

- Aus Sicht der elektrischen Sicherheit stellt die PE-Schiene den Sternpunkt dar.
- Aus Sicht der EMV ist es vorteilhaft, wenn die Montageplatte als Sternpunkt bezüglich des HF-Potenzialausgleichs verwendet wird.

Das folgende Bild zeigt beispielhaft die Verbindungen des Potenzialausgleichs von mehreren Komponenten:



3853533579

- [1] Schaltschrank mit PE-Schiene
- [2] Verbindung zwischen Montageplatte und PE-Schiene
- [3] HF-tauglicher Anschuss des Kabelkanals an die PE-Schiene
- [4] Großflächige Verbindung zwischen den Kabelkanälen
- [5] Abzweigung mit großflächigen Winkeln
- [6] Kabelkanal aus Blech
- [7] HF-tauglicher Potenzialausgleich des Getriebemotors an den Kabelkanal
- [8] HF-tauglicher Potenzialausgleich des MOVIFIT®-Geräts an den Kabelkanal

Beachten Sie bei der Installation des Potenzialausgleichs folgende Hinweise:

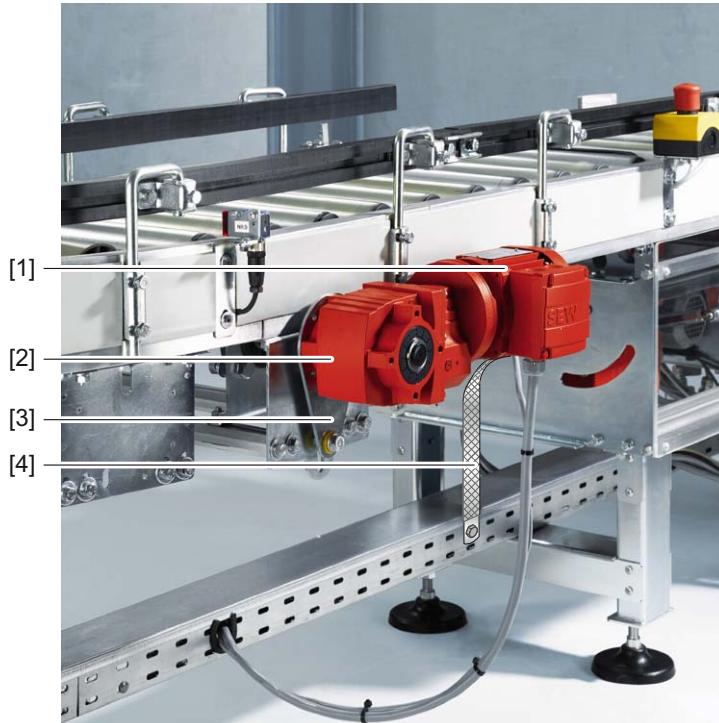
- Installieren Sie den Schaltschrank mit PE-Schiene gemäß dem obigen Bild.
- Verbinden Sie den Kabelkanal flächig mit dem Schaltschrank.
- Verbinden Sie den Kabelkanal mit Hilfe einer HF-Litze mit der Montageplatte im Schaltschrank [3].
- Verbinden Sie die PE-Schiene großflächig (HF-Verbindung) mit der Montageplatte [2].
- Verbinden Sie die Teile des Blech-Kabelkanals großflächig miteinander [4].
- Verbinden Sie abzweigende Kabelkanäle mit großflächigen Winkeln [5] oder mit HF-Litzen.
- Verbinden Sie den PE-Anschluss des MOVIFIT®-Geräts mit Hilfe einer HF-Litze mit dem Kabelkanal [8].
- Verbinden Sie den Getriebemotor ebenso mit dem Kabelkanal [7].



#### 1.6.2 Beispiel Antrieb mit Aufsteckgetriebe

**Potenzialaus-  
gleich zum Schutz  
des Brems-  
gleichrichters**

Ein Antrieb mit Aufsteckgetriebe ist mechanisch nur über eine Welle und eine Drehmomentstütze an der Anlage installiert.



5374678539

- [1] Motor
- [2] Aufsteckgetriebe
- [3] Drehmomentstütze mit Gummibuchse
- [4] HF-Litze

Die Lager des Getriebes bilden für den Antrieb nur einen unzureichenden Potenzialausgleich. Die Drehmomentstütze verfügt häufig über eine elastische Gummibuchse, die den Antrieb zur Anlage elektrisch isoliert. Somit hat der Antrieb keinen HF-tauglichen Potenzialausgleich.

Aufgrund des unzureichenden Potenzialausgleichs fließen die Ableitströme vom Motor teilweise über die Bremsleitung zurück zum Umrichter im Schaltschrank. Da die Ableitströme dabei durch den Bremsgleichrichter fließen, schädigen sie die Elektronik des Bremsgleichrichters. Dies kann zu einer erhöhten Alterung bis hin zu einem frühzeitigen Ausfall des Bremsgleichrichters führen.

Auch bei Hubwerken und Drehtischen ist der Potenzialausgleich des mobilen Antriebs nicht immer HF-tauglich. Der mangelhafte Potenzialausgleich an den mobilen Antrieben von Hubwerken und Drehtischen kann deshalb ebenso zu einem frühzeitigen Ausfall der Bremsgleichrichter führen.

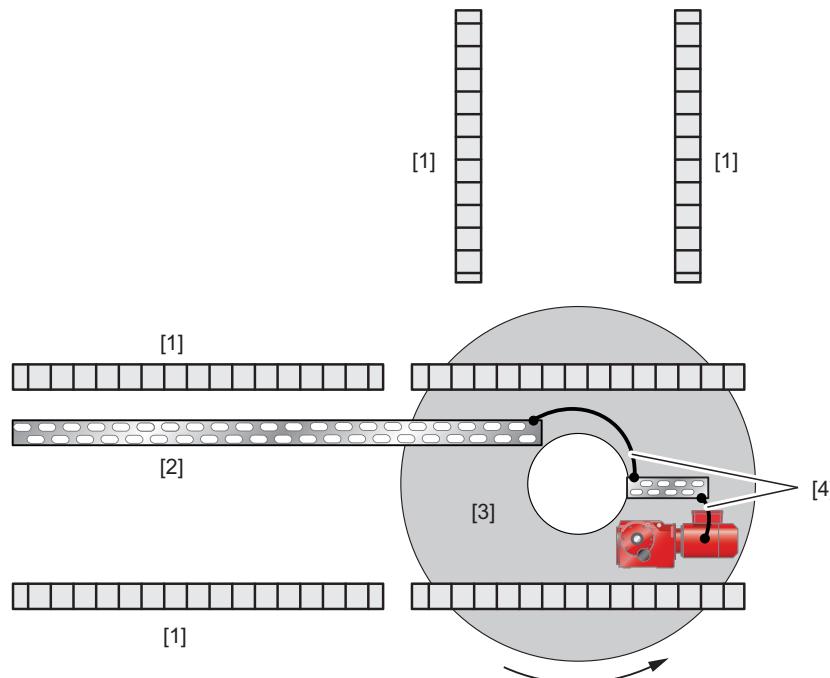
#### Fazit

Installieren Sie deshalb bei Aufsteckgetrieben, Hubwerken und Drehtischen immer eine HF-Litze zwischen dem Motor und der Anlage. Die Ableitströme fließen dann über die HF-Litze zur Erde ab.



### 1.6.3 Beispiel Drehtisch

Das folgende Bild zeigt den Potenzialausgleich an einem Drehtisch:



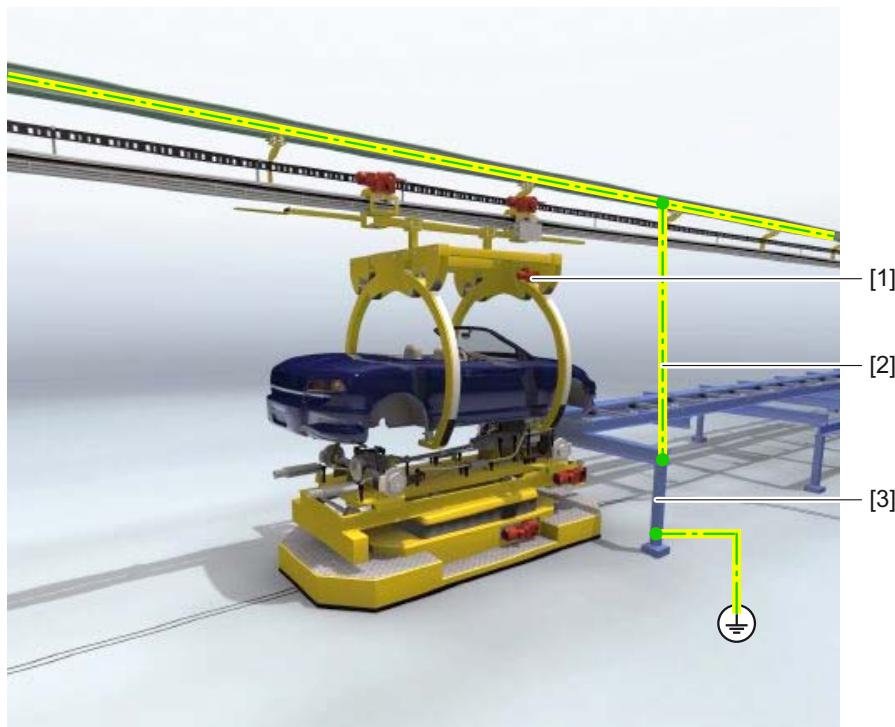
- [1] Kette Kettenförderer
- [2] Kabelkanal aus Blech
- [3] Drehtisch
- [4] Potenzialausgleich zwischen feststehenden und mobilen Bleckkanälen und Motor

Stellen Sie zwischen den feststehenden Kabelkanälen, den mobilen Kabelkanälen und dem Motor einen Potenzialausgleich gemäß dem obigen Bild her [3].



#### 1.6.4 Beispiel Elektrohängelbahn

Das folgende Bild zeigt den Potenzialausgleich an der Dockingstation einer Elektrohängelbahn:



3855975947

- [1] Frequenzumrichter der Drehvorrichtung mit Netzfilter
- [2] Potenzialausgleich der PE-Schiene zur Dockingstation
- [3] Dockingstation

- Mobiler Antrieb auf der Elektrohängelbahn

Wenn auf einer Elektrohängelbahn ein geregelter Antrieb mitfährt, muss der mobile Antrieb mit einem Netzfilter ausgestattet sein. Bei kleineren Baugrößen ist das Netzfilter bereits integriert. Der Netzfilter führt die Ableitströme größtenteils zum Frequenzumrichter zurück. Dies reduziert die Gefahr, dass die Ableitströme über andere Komponenten abfließen und die Geräte oder Kommunikation stören.

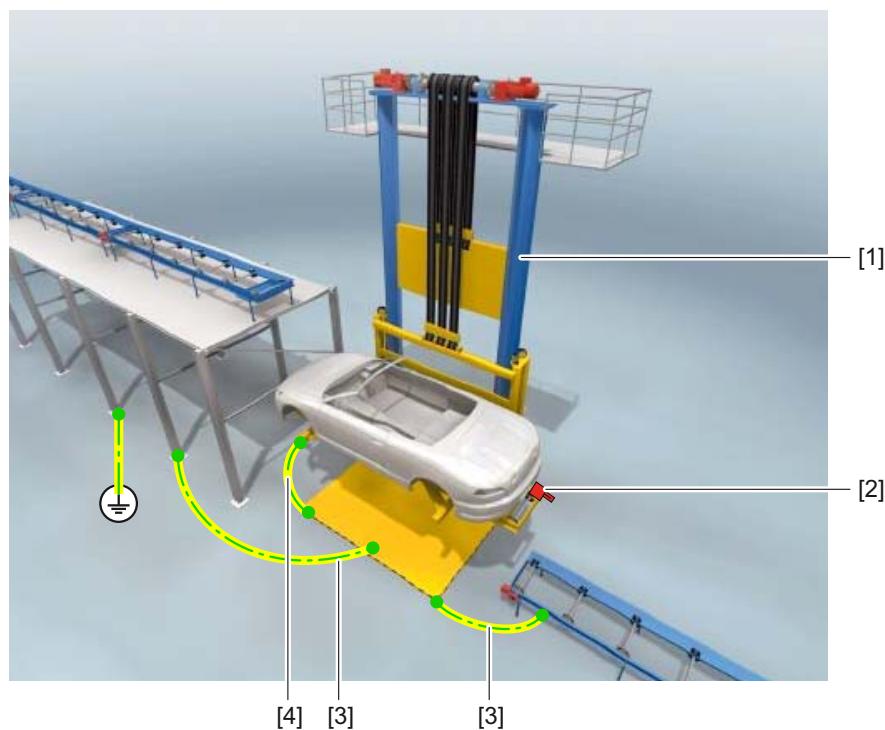
- Potenzialausgleich der Elektrohängelbahn an der Dockingstation

Wenn eine Elektrohängelbahn über ein Stromschiensystem elektrisch versorgt wird, müssen Sie zwischen der PE-Schiene des Stromschiensystems und der Haltestelle der Dockingstation eine Potenzialausgleichs-Leitung installieren. Dadurch stellen Sie sicher, dass zwischen der Elektrohängelbahn und der Dockingstation kein Potenzialunterschied auftreten kann. Die elektrische Gefährdung von Personen ist somit ausgeschlossen.



### 1.6.5 Beispiel Hubwerk mit integrierter Rollenbahn

Das folgende Bild zeigt den Potenzialausgleich an einem Hubwerk mit integrierter Rollenbahn:



3857042187

- [1] Hubwerk
- [2] Mobiler Antrieb
- [3] Potenzialausgleich
- [4] Potenzialausgleich (Hängekabel) der Gabel

Wenn auf dem Hubwerk ein geregelter Antrieb [2] mitfährt, muss der mobile Antrieb mit einem Netzfilter ausstattet sein. Bei kleineren Baugrößen ist das Netzfilter bereits integriert. Das Netzfilter führt die Ableitströme größtenteils zum Frequenzumrichter zurück. Dies reduziert die Gefahr, dass die Ableitströme über andere Komponenten abfließen und die Geräte oder Kommunikation stören.

Wenn auf der Gabel des Hubwerks der Frequenzumrichter und das Busmodul eines Rollenantriebs installiert ist, ist der korrekte Potenzialausgleich der Gabel besonders wichtig.

Als Hängekabel [4] sind folgende Kabel geeignet:

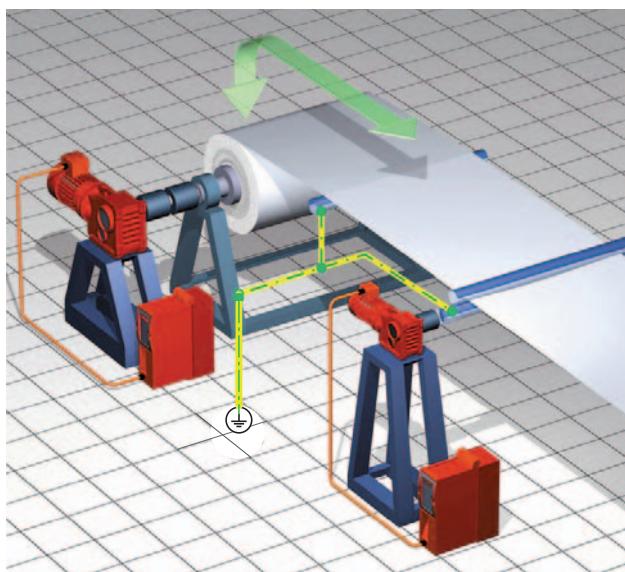
- Rundes Kupferband verzinkt, z. B. RTCB von der Firma ERICO.  
Dies ist aus Sicht der EMV die beste Lösung.
- Separate PE-Leitung mit größerem Kabelquerschnitt, z. B. 16 mm<sup>2</sup>.



#### 1.6.6 ESD – Elektrostatische Entladung

Die elektrostatische Entladung (ESD = electrostatic discharge) ist ein elektrischer Durchschlag oder ein Funke, der durch hohe Potenzialdifferenzen in einem elektrisch isolierenden Material entsteht. Sie verursacht einen sehr kurzen, hohen, elektrischen Stromimpuls, der die elektrischen Komponenten der Anlage erheblich stört.

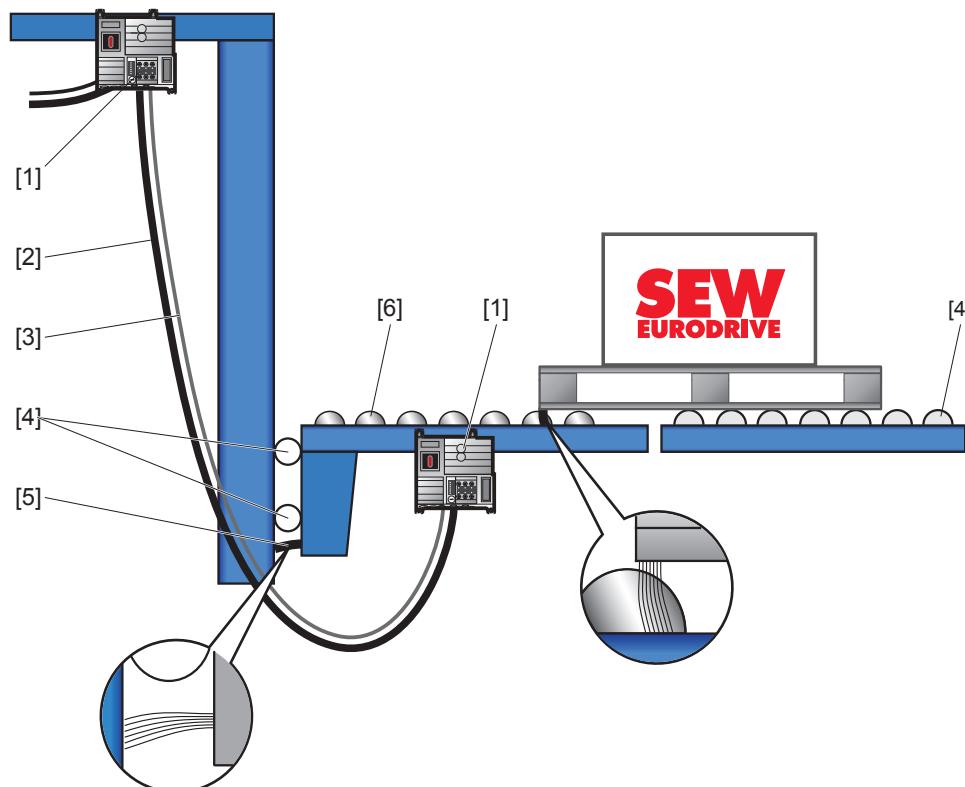
<b>Ursache</b>	Die Ursache für die hohe Potenzialdifferenz ist meist die kontinuierliche Aufladung durch Reibungselektrizität, zum Beispiel:
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Beim Gehen auf Teppichen mit isolierenden Schuhen</li> <li>• Bei der Handhabung von Kunststoffteilen</li> <li>• Beim Ablauf von Kunststoff- und Papierbahnen von Rollen</li> <li>• Bei der Verwendung von Kunststoffrollen, wie bei Rollenbahnen oder Hubwerken</li> </ul>
<b>Auswirkungen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Störungen von elektronischen Geräten, speziell bei Buskommunikation</li> <li>• Schädigung von Halbleitern, schlechende Defekte</li> <li>• Geberstörungen</li> </ul>
<b>Abhilfe</b>	<p>Um die Anlage vor elektrostatischer Entladung zu schützen, installieren Sie an allen Stellen, wo isolierende Stoffe aneinander reiben, Komponenten zur Ableitung der Ladung.</p> <p>Zur Ableitung der Ladung innerhalb der Anlage sind folgende Maßnahmen geeignet:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Leitfähige Kämme</li> <li>• Bürsten, Metallfäden</li> <li>• Schleifer, Metallrollen, Metallwalzen, usw.</li> </ul> <p>Diese Schutzmaßnahmen sind besonders bei folgenden Anlagen von Bedeutung:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Transportbändern</li> <li>• Beim Ablauf von Kunststoff- und Papierbahnen von Rollen.</li> </ul> <p>Bei großen bewegten Objekten (z. B. Wickler) kann die Ladung so große Werte annehmen, dass der ESD-Schutz schon aus Personenschutzgründen notwendig ist.</p> <p>Das folgende Bild zeigt den ESD-Schutz eines Wicklers:</p>



3857042187



Das folgende Bild zeigt den ESD-Schutz eines Hubwerks und einer Rollenbahn mit Metall- und Kunststoffrollen:



301406603

- [1] Störungsgefährdet Feldverteiler mit Umrichter
- [2] Hybridkabel (Leistung, Buskommunikation)
- [3] EMV-gerechte Potenzialausgleichs-Leitung
- [4] Kunststoffrollen (aus PVC)
- [5] Metallkamm
- [6] Metallrollen

Die Ladungen des mobilen Teils fließen über den Metallkamm kontinuierlich auf den Rahmen des Hubwerks ab. Dies verhindert die elektrostatische Aufladung des transportierten Stückguts.

#### Fazit

An ESD-gefährdeten Anlagen sind zusätzlich zum EMV-gerechten Potenzialausgleich auch ESD-Schutzmaßnahmen erforderlich.

Folgende Maßnahmen sind erforderlich:

- EMV-gerechter **Potenzialausgleich** gegen Störaussendungen
- **ESD-Schutz** als Geräteschutz

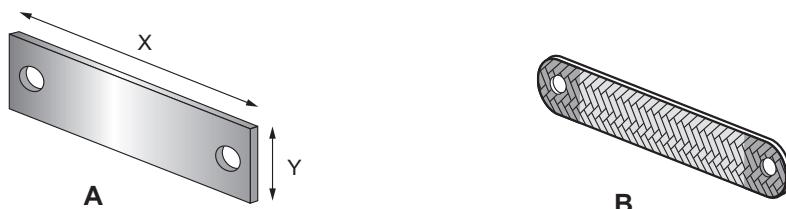
Bei großen bewegten Objekten ist der ESD-Schutz auch aus Personenschutzgründen erforderlich.



### 1.6.7 Niederohmiger Massebezug

Für den optimalen Potenzialausgleich im HF-Bereich ist ein niederohmiger Massebezug unerlässlich.

Die folgenden Verbindungs-Elemente gewährleisten einen niederohmigen Massebezug:



235057163

- A Breitflächige Verbindung im Größenverhältnis  $1:3 < X:Y < 3:1$ ,  
z. B. für die Verbindung von Bleckkanälen
- B HF-Litze

#### Breitflächige Verbindung

Für Verbindungen zwischen einzelnen Maschinenteilen oder Bleckkanälen können Sie breitflächige Verbindungen [A] verwenden.

Verbinden Sie diese an beiden Enden großflächig mit dem Bezugspotenzial.

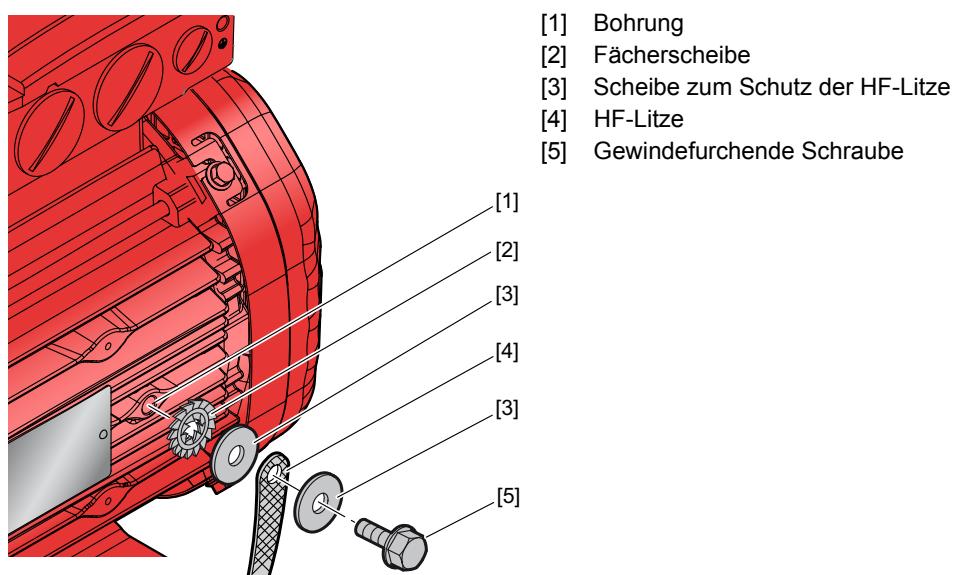
#### HF-Litzen

Wenn die Verwendung von breitflächigen Verbindungen nicht möglich ist, können Sie auch flexible HF-Litzen [B] verwenden.

Gemäß der Norm **EN 60204-1**, Kapitel 13.2.2 von 2006 dürfen HF-Litzen auch als Schutzleiter verwendet werden, wenn die Anschluss-Stellen mit dem graphischen Erdungs-Symbol gekennzeichnet werden.

Schützen Sie die HF-Litze mit Hilfe von 2 Scheiben, damit es beim Festdrehen der Schraube oder bei Rüttelbelastung nicht beschädigt wird. Beachten Sie den folgenden Aufbau der Schraubverbindung:

Das folgende Bild zeigt beispielhaft die Montage der HF-Litze am Motor DR.100M:

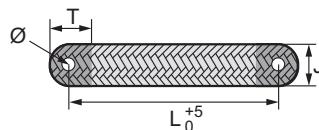




SEW-EURODRIVE empfiehlt für den Anschluss des Potenzialausgleichs von SEW-Antrieben folgende HF-Litzen der Firma ERICO:

- Verwenden Sie für den Standard-Anschluss des Potenzialausgleichs von SEW-Komponenten wie Motoren und dezentrale Controller eine HF-Litze mit einem Lochdurchmesser von 6,5 mm.
- Verwenden Sie für die Option "Verbesserung der Erdung" bei DR-Motoren (siehe Kapitel "DR-Motoren" (Seite 59) eine HF-Litze mit einem Lochdurchmesser von 8,5 mm.

Das folgende Bild zeigt die HF-Litze der Fa. ERICO:



3566927115

Die folgende Tabelle zeigt die technischen Daten der HF-Litzen:

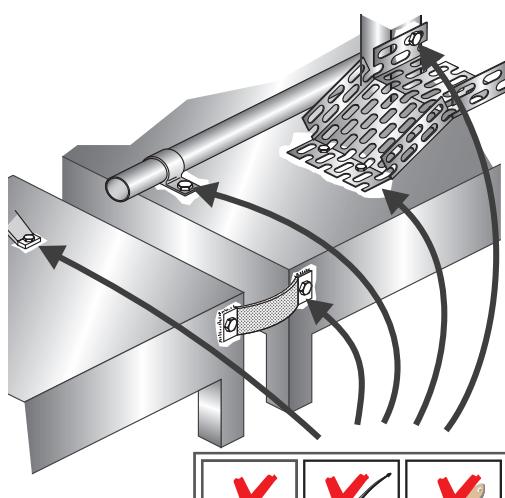
	<b>SEW-Standard-Anschluss des Potenzialausgleichs</b>	<b>Option "Verbesserung der Erdung"</b>
Artikelnummer (Firma ERICO)	556610	556660
Typ	MBJ 10-300-6	MBJ 16-300-8
[L] Länge	300 mm	300 mm
[J] Breite	12 mm	15 mm
[Ø] Lochdurchmesser	6.5 mm	8.5 mm
[T] Mindestauflagelänge	22 mm	25 mm
Strombelastbarkeit	max. 75 A	max. 120 A
Kabelquerschnitt	10 mm <sup>2</sup>	16 mm <sup>2</sup>



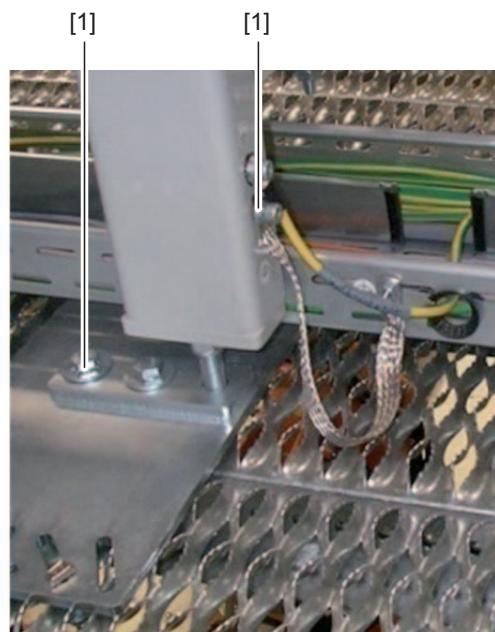
### 1.6.8 Kontaktierung

Die Kontaktierung der Erdverbindungen hat einen wesentlichen Einfluss auf die Qualität der Erdverbindung. Die Wirkung des besten Erdleiters können Sie durch eine nachlässige oder unzweckmäßige Kontaktierung zunichte machen!

Die folgenden Bilder zeigen Beispiele geeigneter Verbindungsmöglichkeiten:



235062283



3879515275

[1] Verbindungsmöglichkeiten

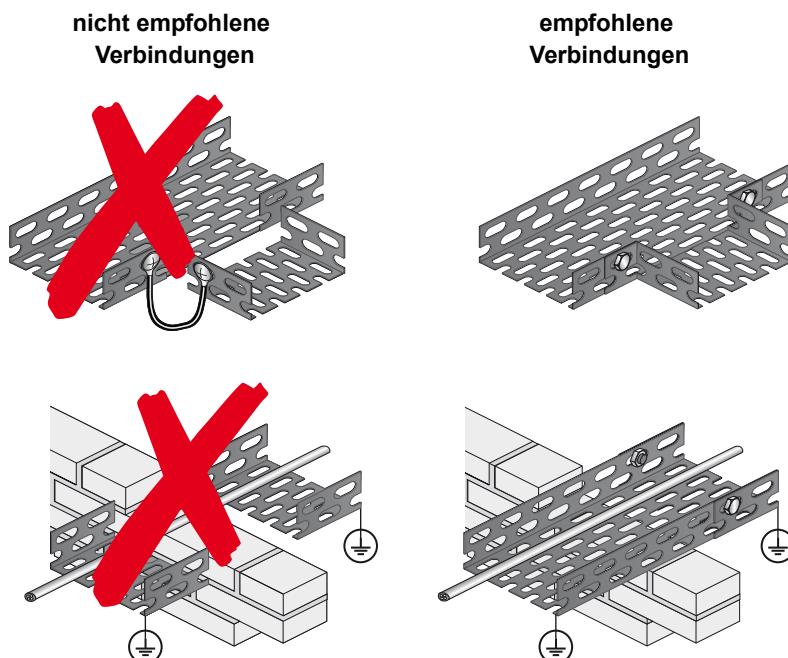


### 1.6.9 Kabelkanalverbindungen

Beachten Sie bei Installation von Kabelkanälen folgende Hinweise:

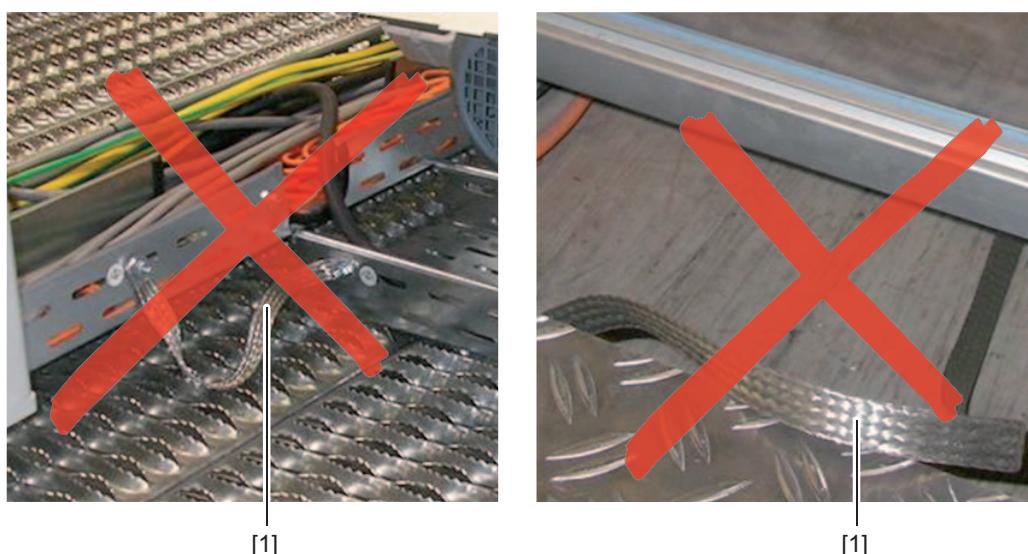
- Installieren Sie großflächige Verbindungen von Kabelkanälen mit Hilfe von Metallwinkeln.
- Zwischen 2 Anlagenkomponenten muss eine durchgehende Massebezugsfläche (Blechkanal) existieren.
- Führen Sie alle Leitungen entlang der Massebezugsfläche.
- Achten Sie darauf, dass die Verbindungen keine Stolperstellen bilden.

Die folgenden Bilder zeigen Beispiele von Verbindungsmöglichkeiten:



235092491

Die folgenden Bilder zeigen negative Beispiele von Verbindungsmöglichkeiten:



[1] Verbindung bildet eine Stolperstelle

Die oben gezeigten Verbindungen [1] dürfen Sie **so nicht** installieren, weil sie keine großflächigen Verbindungen sicherstellen und Stolperstellen bilden.



## 1.7 Potenzialausgleich dezentraler Komponenten

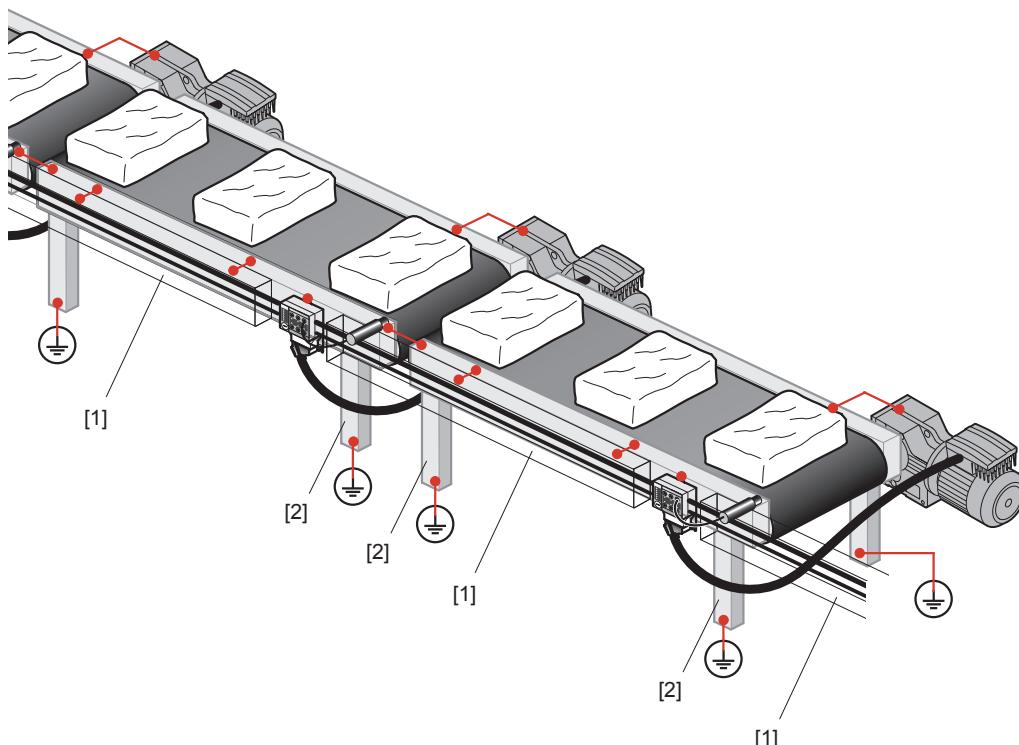
Bei dezentralen Anlagen ist die Buskommunikation im Feld verteilt. Deshalb ist ein HF-tauglicher Potenzialausgleich besonders wichtig.

Zusätzlich zum Schutzleiteranschluss müssen Sie einen niederohmigen, HF-tauglichen Potenzialausgleich (z. B. HF-Litze) installieren.

Die folgenden Kapitel beschreiben beispielhaft den Potenzialausgleich der dezentralen Komponenten von SEW-EURODRIVE.

### 1.7.1 MOVIMOT® mit Feldverteiler

Das folgende Bild zeigt die Potenzialausgleichs-Maßnahmen eines Transportsystems mit mehreren MOVIMOT®-Antrieben. Die Signalübertragung und Versorgung erfolgt mit Hilfe von Feldverteilern:



462884107

- [1] Kabelkanal
- [2] Metallische Konstruktion

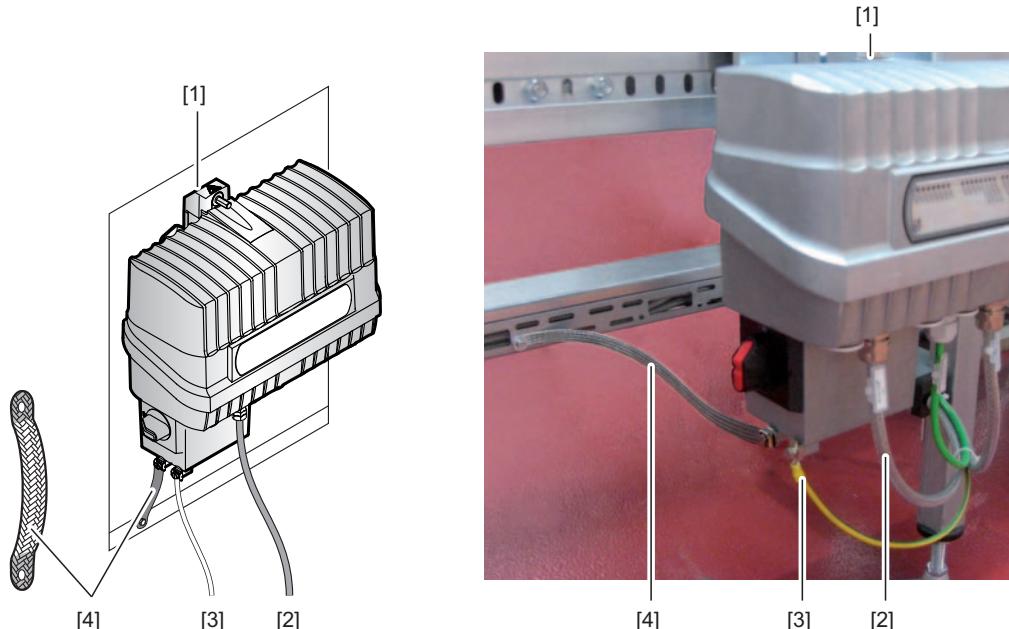
Die Leitungen für Feldbusssysteme sowie Dreh- und Lagegeber transportieren empfindliche Signale und liegen prinzipbedingt parallel zu Leistungskabel wie z. B. den Motorzuleitungen von Frequenzumrichtern.

Um den notwendigen Schutz vor HF-Einstreuungen zu gewährleisten, sind diese Systeme mit hochwertigen HF-Schirmen ausgestattet. In solchen Systemen ist der Potenzialausgleich über den Kabelkanal und die metallische Konstruktion der Maschine besonders wichtig. Ansonsten erfolgt der Potenzialausgleich im Wesentlichen über die Signalleitungen und kann dort zu Störungen führen.



### 1.7.2 MOVIFIT®

Das folgende Bild zeigt die PE-Leiter und den EMV-gerechten Potenzialausgleich von MOVIFIT®-Geräten:



3880956939

- [1] Flächige und leitende Verbindung zwischen MOVIFIT®-Gerät und Montageschiene
- [2] PE-Leiter in der Netzzuleitung
- [3] 2. PE-Leiter über getrennte Klemmen  
(Doppelte Sicherheit bei Ableitströmen > 3,5 mA gemäß EN 61800-5-1)
- [4] EMV-gerechter Potenzialausgleich über HF-Litze

#### HINWEIS



- Aus der Sicht der elektrischen Sicherheit dürfen **metallische Kabelkanäle nicht als Schutzleiter** verwendet werden.
- **Aus der Sicht der EMV** ist eine niederohmige Verbindung zwischen Schaltschrank, metallischem Kabelkanal und dem Motor als Potenzialausgleich **jedoch von Vorteil**, weil:
  - der metallische Kabelkanal immer parallel zu den Leitungen installiert ist
  - und leicht nach Unterbrechungen kontrolliert werden kann.

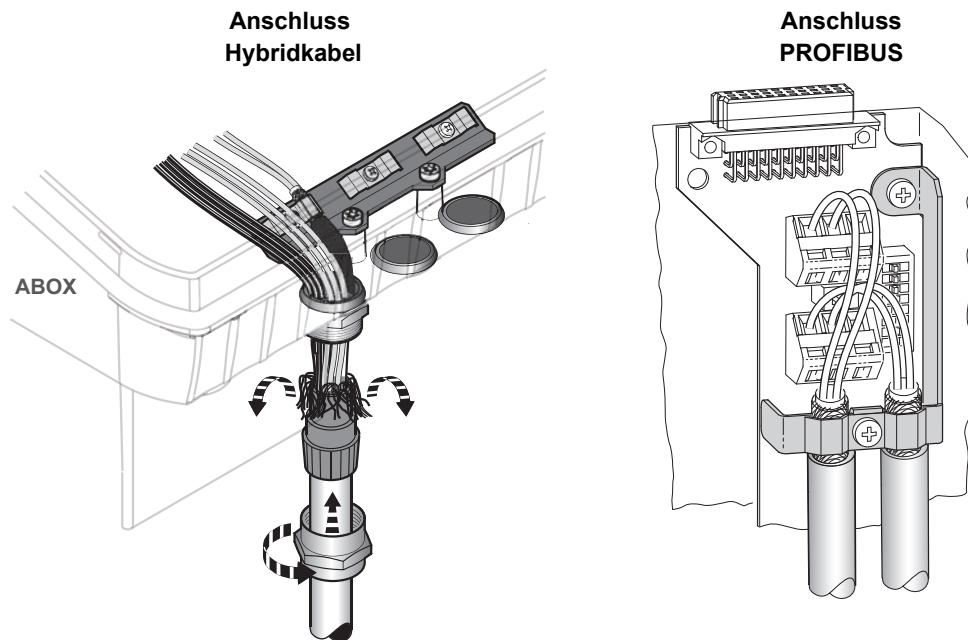
Beachten Sie bei der Installation des Potenzialausgleichs von MOVIFIT®-Geräten folgende Hinweise:

- Stellen Sie zwischen dem MOVIFIT®-Gerät und dem Erdungspunkt der Anlage eine großflächige Verbindung her.
- Installieren Sie dazu eine HF-Litze zwischen dem MOVIFIT®-Gerät und dem Erdungspunkt der Anlage.



## EMV-gerechte Installation in der Praxis Potenzialausgleich dezentraler Komponenten

Die folgenden Bilder zeigen den Schirmgeflecht-Anschluss der Hybrid- und PROFIBUS-Kabel bei MOVIFIT®-Geräten:



5461694475

5449603851

Verwenden Sie beim Anschluss des Hybridkabels an das MOVIFIT®-Gerät ausschließlich EMV-Verschraubungen, siehe Kapitel "EMV-Verschraubungen" (Seite 39).

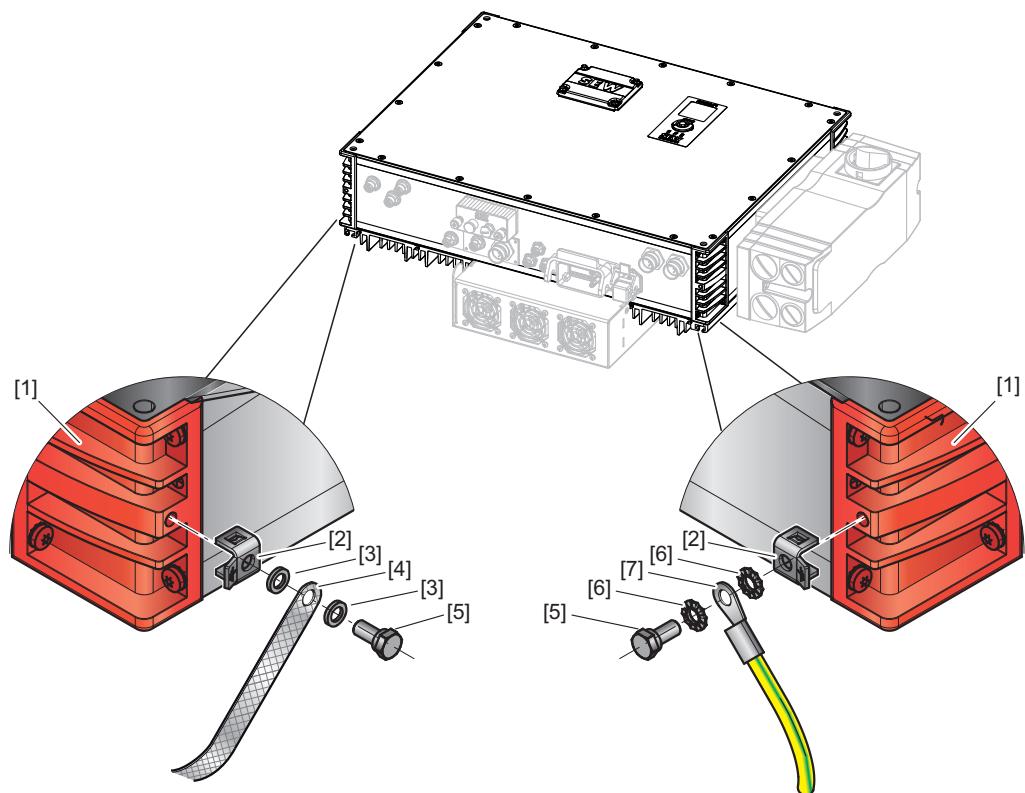


### 1.7.3 MOVIPRO®

#### Erdungssatz

Im Lieferumfang des MOVIPRO®-Geräts sind 2 Erdungssätze im Beipack enthalten.

Das folgende Bild zeigt die Lage der Anschlusspunkte und die Montagereihenfolge der Einzelteile:



5462396939

- [1] Gehäuseecke
- [2] Klemmbügel
- [3] Scheibe für M5
- [4] HF-Litze
- [5] Schraube M5, selbstfurchend

- [6] Zahnscheibe
- [5] Ringkabelschuh für PE-Kupferleiter



#### 1.7.4 MOVIGEAR®

Das folgende Bild zeigt den Potenzialausgleich bei MOVIGEAR®-Antriebseinheiten:



3882314891

[1] Potenzialausgleich der MOVIGEAR®-Antriebseinheit

Beachten Sie bei der Installation des Potenzialausgleichs von MOVIGEAR®-Antriebs-  
einheiten folgende Hinweise:

- Stellen Sie zwischen der MOVIGEAR®-Antriebseinheit und dem Erdungspunkt der Anlage eine großflächige Verbindung her.
- Installieren Sie dazu eine HF-Litze zwischen der MOVIGEAR®-Antriebseinheit und dem Erdungspunkt der Anlage.



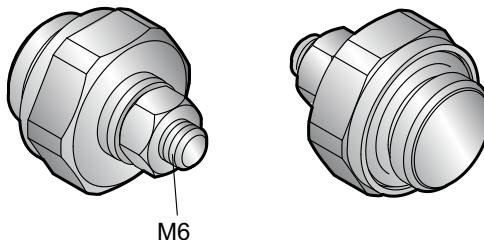
## 1.8 Potenzialausgleich von Drehstrommotoren

### 1.8.1 Anschluss Optionen

- Anschluss Temperaturfühler** Verlegen Sie das Kabel des Temperaturfühlers TF getrennt von anderen Leistungskabeln. Halten Sie dabei einen Mindestabstand von 200 mm ein. Die gemeinsame Verlegung dieser Kabel ist nur zulässig, wenn das TF-Kabel oder das Leistungskabel geschirmt ist.
- Anschluss Bremse** Verlegen Sie das Kabel der Bremse getrennt von anderen Leistungskabeln. Halten Sie dabei einen Mindestabstand von 200 mm ein. Die gemeinsame Verlegung dieser Kabel ist nur zulässig, wenn das Bremsenkabel oder das Leistungskabel geschirmt ist. Verwenden Sie bei Schaltungen im Gleichstromkreis von Scheibenbremsen Varistoren. Die Varistoren vermeiden schädliche Überspannungen. Die Bremsensteuerungen von SEW-EURODRIVE enthalten serienmäßig Varistoren.

### 1.8.2 Potenzialausgleich / HF-Erdung am Anschlusskasten

Eine weitere Option für einen HF-tauglichen Potenzialausgleich an einem Anschlusskasten bietet folgende Kabelverschraubung mit einem M6-Gewindegelenk:



3884960907

	Sachnummer
M16-Kabelverschraubung mit M6-Gewindegelenk	0 818 923 4
M25-Kabelverschraubung mit M6-Gewindegelenk	0 819 268 5

Diese Kabelverschraubung können Sie an einem Anschlusskasten installieren, an dem noch ein Kabeleinführungsloch der Größe M16 oder M25 frei ist.

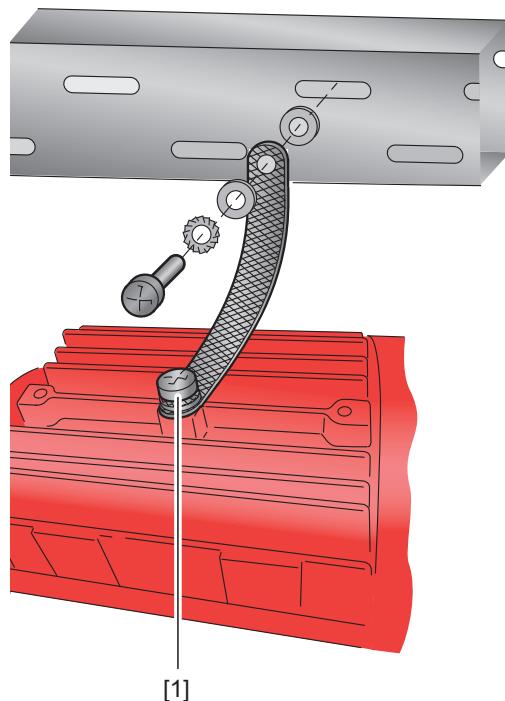
Schrauben Sie die Kabelverschraubung in das freie Loch und installieren Sie das Erdungskabel (mit Ringkabelschuh) oder die HF-Litze am M6-Gewindegelenk.



### 1.8.3 DT/DV-Motoren

Baugröße  
**DT71 – DV132**

Das folgende Bild zeigt den Anschluss des Potenzialausgleichs mit geeigneten Schrauben und Fächerscheiben:



3884799499

[1] Gewindefurchende Schraube und 2 Fächerscheiben

Verwenden Sie für die jeweiligen Baugrößen beim Potenzialausgleich die folgenden Schrauben und Fächerscheiben:

- **Baugröße DT71 – DV132S:**

1 gewindefurchende Schraube M5 x 10 und 2 Fächerscheiben [1]

- **Baugröße DV112M – DV280:**

DV112 / DV132S:	Schraube M8	+ 2 Fächerscheiben
-----------------	-------------	--------------------

DV132M – DV180L:	Schraube M12	+ 2 Fächerscheiben
------------------	--------------	--------------------

DV200 – DV280:	Schraube M16	+ 2 Fächerscheiben
----------------	--------------	--------------------



#### 1.8.4 DR-Motoren, außenliegende NF-Erdung

Zusätzlich zum inneren Schutzleiteranschluss, kann eine NF-Erdung (Niederfrequenz-Erdung) außen am Klemmenkasten angebracht werden. Sie ist nicht standardmäßig montiert.

Die NF-Erdung kann werkseitig komplett vormontiert bestellt werden. Für die Motoren DR.71 – 132 ist dazu ein Bremsen- oder Grauguss-Klemmenkasten notwendig. Für die Motoren DR.160 – 225 kann diese Option mit allen Klemmenkästen kombiniert werden.

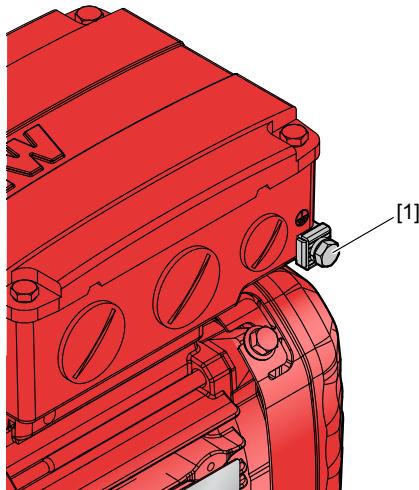
Die Option kann mit der HF-Erdung kombiniert werden.

##### HINWEIS



Alle Teile der NF-Erdung sind aus Edelstahl gefertigt.

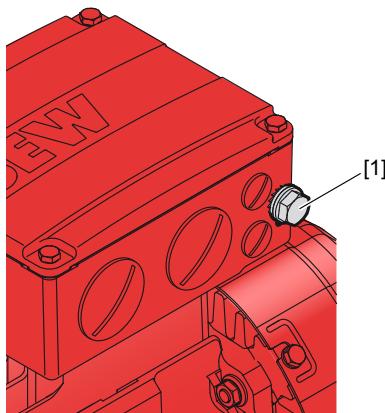
Baugröße  
DR.71 – DR.132



9007204717158539

[1] NF-Erdung am Klemmenkasten

Baugröße  
DR.160 – DR.225



9007204718646539

[1] NF-Erdung am Klemmenkasten



### 1.8.5 Option "Verbesserung der Erdung" (HF-Erdung) für DR-Motoren

Für eine verbesserte niederimpedante Erdung bei hohen Frequenzen werden folgende Anschlüsse empfohlen. SEW-EURODRIVE empfiehlt, korrosionsgeschützte Verbindungselemente zu verwenden.

Die HF-Erdung ist nicht standardmäßig montiert.

Die Option HF-Erdung kann mit der NF-Erdung am Klemmenkasten kombiniert werden.

Wenn zusätzlich zur HF-Erdung eine NF-Erdung angebracht werden soll, kann der Leiter an der gleichen Stelle aufgelegt werden.

Die Option HF-Erdung kann folgendermaßen bestellt werden:

- werkseitig komplett vormontiert oder als
- Kit "Erdungsklemme" zur kundenseitigen Montage, Sachnummern siehe folgende Tabelle.

Motorbaugröße	Sachnummer Kit "Erdungsklemme"
DR.71S / M	
DR.80S / M	1363 3953
DR.90M / L	
DR.100M	
DR.100 L – DR.132 mit Alu-Klemmenkasten	1363 3945
DR.160 – DR.225 mit Alu-Klemmenkasten	

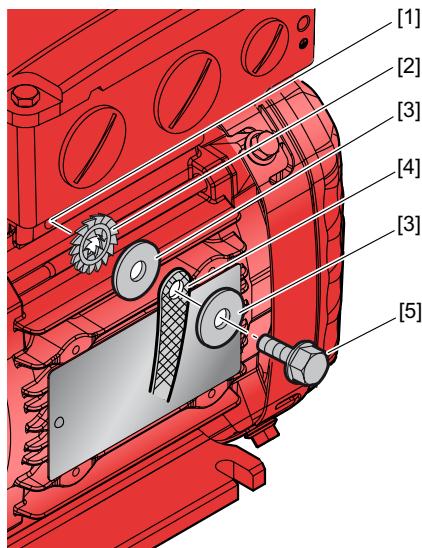
#### HINWEIS



Alle Teile der Kits sind aus Edelstahl gefertigt.

Baugröße  
DR.71S / M  
und DR.80S / M

Das folgende Bild zeigt die Montage der Erdung:



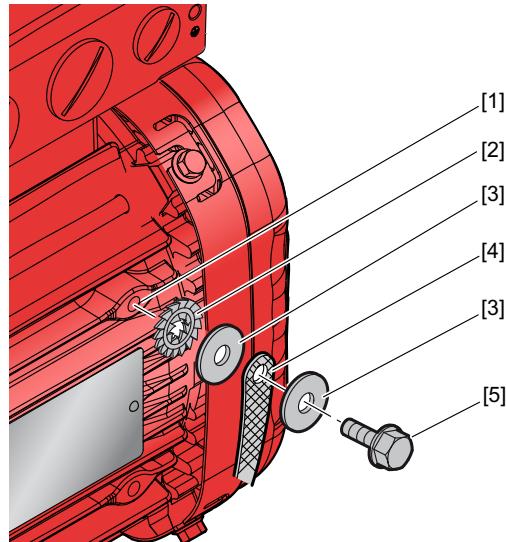
9007204719329675

- |     |   |     |   |
|-----|---|-----|---|
| [1] | Verwendung der vorgegossenen Bohrung am Statorgehäuse | [4] | Erdungsband (nicht im Lieferumfang enthalten)                                   |
| [2] | Fächerscheibe   | [5] | Gewindefurchende Schraube DIN 7500 M6 x 16, Anzugsdrehmoment 10 Nm (88.5 lb-in) |
| [3] | Scheibe 7093  |     |   |



Baugröße  
DR.90M / L

Das folgende Bild zeigt die Montage der Erdung:

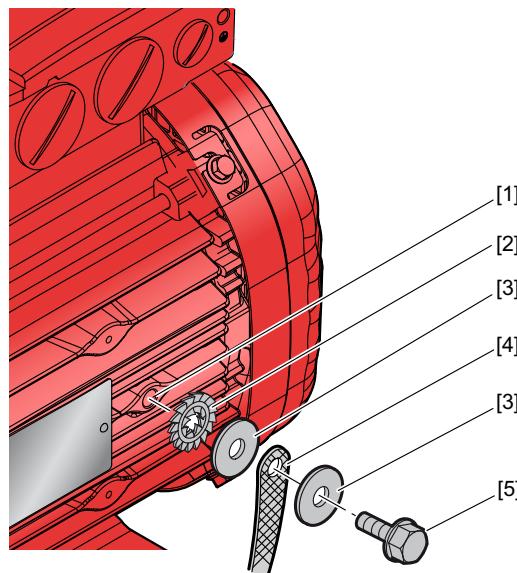


9007204722451083

- |   |   |
|---|---|
| [1] Verwendung der vorgegossenen Bohrung am Statorgehäuse | [4] Erdungsband (nicht im Lieferumfang enthalten)                                   |
| [2] Fächerscheibe   | [5] Gewindefurchende Schraube DIN 7500 M6 x 16, Anzugsdrehmoment 10 Nm (88.5 lb-in) |
| [3] Scheibe 7093  |   |

Baugröße  
DR.100M

Das folgende Bild zeigt die Montage der Erdung:



9007204735364875

- |   |   |
|---|---|
| [1] Verwendung der vorgegossenen Bohrung am Statorgehäuse | [4] Erdungsband (nicht im Lieferumfang enthalten)                                   |
| [2] Fächerscheibe   | [5] Gewindefurchende Schraube DIN 7500 M6 x 16, Anzugsdrehmoment 10 Nm (88.5 lb-in) |
| [3] Scheibe 7093  |   |

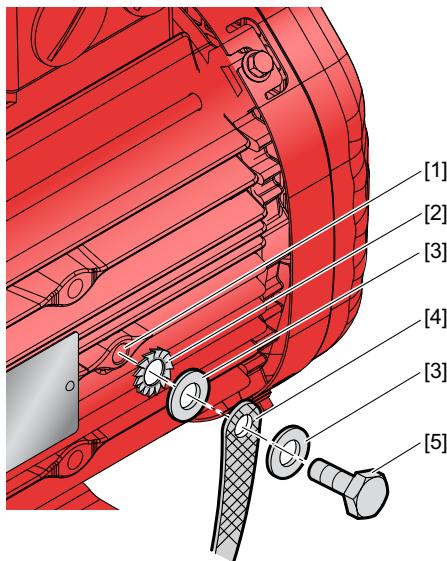


## EMV-gerechte Installation in der Praxis

### Potenzialausgleich von Drehstrommotoren

Baugröße  
DR.100L – DR.132

Das folgende Bild zeigt die Montage der Erdung:

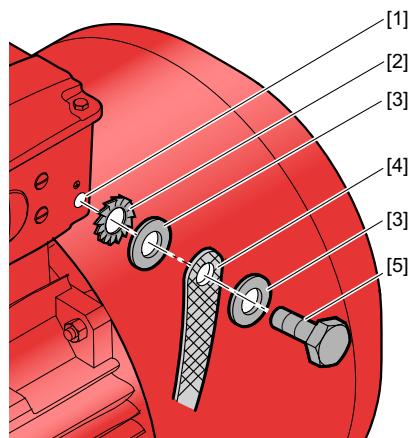


9007204735369227

- |  |  |
|--|--|
| [1] Verwendung der Gewindebohrung für Tragösen | [4] Erdungsband (nicht im Lieferumfang enthalten)                              |
| [2] Fächerscheibe DIN 6798                     | [5] Sechskantschraube ISO 4017 M8 x 18,<br>Anzugsdrehmoment 10 Nm (88.5 lb-in) |
| [3] Scheibe 7089 / 7090                        |  |

Baugröße  
DR.160 – DR.315

Das folgende Bild zeigt die Montage der Erdung:



9007204735374603

- |  |   |
|--|---|
| [1] Verwendung der Gewindebohrung am Klemmenkasten |   |
| [2] Fächerscheibe DIN 6798                         |   |
| [3] Scheibe 7089 / 7090                            |   |
| [4] Erdungsband (nicht im Lieferumfang enthalten)  |   |
| [5]  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sechskantschraube ISO 4017 M8 x 18 (bei Alu-Klemmenkästen der Baugrößen DR.160 – 225), Anzugsdrehmoment 10 Nm (88.5 lb-in)</li> <li>• Sechskantschraube ISO 4017 M10 x 25 (bei Grauguss-Klemmenkästen der Baugrößen DR.160 – 225), Anzugsdrehmoment 10 Nm (88.5 lb-in)</li> <li>• Sechskantschraube ISO 4017 M12 x 30 (Klemmenkästen der Baugröße DR.250 – 315), Anzugsdrehmoment 15.5 Nm (137.2 lb-in)</li> </ul> |



## 2 EMV-Störungen

### 2.1 Störungssuche

Genaues betrachten und dokumentieren der aufgetretenen Fehler erleichtert die Störungssuche. Je exakter die Fehlerbeschreibung ist, desto zielsicherer ist die Fehlerbeseitigung. Vergewissern Sie sich, dass bei Weitergabe der Fehlerbeschreibung keine Fehlinterpretation möglich ist.

#### Lokalisierung der Störquelle

- Treten die Funktionsstörungen dauerhaft oder nur gelegentlich auf?
- Gibt es Zusammenhänge zwischen dem Auftreten der Störungen, der Störungsrate und den Betriebsarten des gestörten Systems beim Betrieb anderer Geräte?
- Lokalisieren Sie die Störung durch schrittweises Abschalten von Geräten innerhalb der Anlage.
- Überprüfen Sie die Versorgungsspannungen!

#### Lokalisierung der Störsenke

- Liegt eindeutig keine Funktionsstörung aufgrund von Hardware- oder Software-Fehlern vor?
- Gibt es Geräte oder Anlagenteile, die zwar gestört sind, deren Funktionsstörungen jedoch nicht direkt erkennbar sind, wie z. B. Geber, die das Gesamtsystem beeinflussen können?
- Verwenden Sie die Diagnosemöglichkeiten des Systems (LEDs, Fehleranzeigen, Fehlerzähler, ...) zur Lokalisierung des gestörten Geräts?
- Das gezielte Abschalten, Trennen oder Austauschen von Teilen des Systems hilft beim Eingrenzen des gestörten Geräts, Abschalten z. B. durch:
  - Ändern der Betriebsart
  - Deaktivierung von Funktionen

### 2.2 Störungsbeseitigung

Zur Beseitigung von Funktionsstörungen aufgrund ungenügender EMV können Sie grundsätzlich wie folgt vorgehen:

- Beseitigen oder reduzieren Sie die von der Störquelle abgegebene Störgröße durch Spulenbeschaltung, Installation von Filtern und Schirmblechen.
- Erhöhen Sie die Störfestigkeit des beeinflussten Geräts durch den Einsatz von Filtern und/oder geschirmten Gehäusen.
- Beseitigen Sie die Koppelstrecken, um zu verhindern, dass die Störgröße von der Störquelle zu Störsenke gelangt, z. B. durch:
  - Abstand zwischen den Leistungs- und Signalleitungen
  - Einsatz von geschirmten Leitungen
  - Verlegung der Leitungen in Massennähe
- Überprüfen Sie die Einhaltung der geforderten Maßnahmen in dieser Druckschrift und in der produktbegleitenden Dokumentation.



## 2.3 Störungsliste

Die folgende Störungsliste bietet Ihnen Hilfestellung bei der Suche von EMV-Störungen.

Störung	Ursache	Lösung
Sporadische Störung	Entstörschutzbeschaltung (Funkenlöschglieder) an Spulen von Schützen, Ventilen oder Hupen fehlt.	Beschalten Sie die Spulen mit Entstörgliedern (Funkenlöschglieder). Verwenden Sie die vom Hersteller angebotene Entstörschutz-Beschaltung.
	Funkenerzeugende Maschinen (z. B. Schweißapparate)	Überprüfen / korrigieren Sie die Verlegung der Steuerleitungen der störenden Maschine. Vergrößern Sie den Abstand zur störenden Maschine.
	Funksender, Rundsteueranlage	Installieren Sie eine zusätzliche Schirmung.
	Leitungen mit mangelhaftem Schirmanschluss, falsche Aderverdrillung oder falschen Kennwerten	Verwenden Sie Originalleitungen. Überprüfen Sie die Aderbelegung.
	Unterbrechung im Leitungsschirm, z. B. bei der Zwischenschaltung eines Leitungsverteilers	Verbinden Sie die Leitungsschirme der ankommenden und der abgehenden Leitung durch Auflegen der Schirme auf einer gemeinsamen flächigen Metallverbindung, einer EMV-Schirmverschraubung oder auf ein Schirmblech.
	Falsch verlegte Potenzialausgleichs-Leitung	Verlegen Sie die Potenzialausgleichs-Leitung neu, siehe vorherige Kapitel.
Dauerhafter Achsversatz	Verschmutzung der Steuerung	Reinigen Sie die verschmutzte Steuerung und die Baugruppen. Sorgen Sie für eine saubere Zugluft.
	siehe "Sporadische Störung"	
Geberfehler	Kein / mangelhafter Potenzialausgleich der Istwert-Leitung eines Gebers	Installieren Sie eine Potenzialausgleichs-Leitung zwischen dem Gebergehäuse und dem Steuerungsgehäuse. Verbessern Sie die Potenzialausgleichs-Leitung.
	Schirm der Geberleitung unterbrochen	Ersetzen Sie die Geberleitung durch eine originale Geberleitung (produkt-spezifisch).
	Geberleitung mit schlechten Schirmungseigenschaften	
	Geberleitungsschirm über einen separaten Draht / Leitung angeschlossen	Legen Sie den Schirm der Geberleitung auf beiden Seiten mit einer EMV-Schirmklemme / Schirmverschraubung auf.
	Geberleitung mit falschen Kennwerten verwendet	Verwenden Sie den vom Hersteller empfohlenen Geberleitungstyp oder ersetzen Sie die Geberleitung durch eine originale Geberleitung (produkt-spezifisch).
	Adern der Geberspuren nicht paarweise verdrillt	Verwenden Sie als Geberleitung nur Leitungen mit verdrillten Aderpaaren. Schließen Sie diese paarweise gemäß dem Schaltbild an.
	Schirm der TF-Leitung nicht auf beiden Seiten geerdet	Verwenden Sie als TF-Leitung nur geschirmte Leitungen. Legen Sie den Schirm der TF-Leitung auf beiden Seiten auf.



Störung	Ursache	Lösung
Sporadische Teilnehmerstörung an Bussystemen (z. B. PROFIBUS)	Abschlusswiderstand nicht korrekt  z. B. PROFIBUS: 220 $\Omega$ CAN-Bus (SBus): 120 $\Omega$	Prüfen Sie durch eine Messung mit dem Ohmmeter, ob die beiden Abschlusswiderstände im Busstrangsegment vorhanden sind.  <b>Beispiel:</b> PROFIBUS-Abschlusswiderstand 220 $\Omega$ Die beiden Abschlusswiderstände sollen am Anfang und Ende eines Busstrangsegments eingeschaltet sein. Durch die Busleitungsadern sind die beiden Abschlusswiderstände parallel geschaltet. Die Widerstandsmessung zwischen "Data+" und "Data -" (bzw. "A" und "B") muss ca. den halben Wert eines Abschlusswiderstands ergeben (am PROFIBUS ca. 95 – 110 $\Omega$ ).
	Abschlusswiderstand an der falschen Stelle	Prüfen Sie während der Widerstandsmessung durch Ab- und Zuschalten des Abschlusswiderstands, ob sich dieser an der richtigen Stelle befindet.



## Stichwortverzeichnis

### Stichwortverzeichnis

<b>A</b>	
Ableitströme .....	8
Achsversatz .....	64
Anordnung der EMV-Komponenten .....	14
Ausgangsdrossel .....	19
Ausgangsfilter .....	22
<b>B</b>	
Beschreibung EMV .....	5
Bremse schalten .....	11
Bremse, Installationshinweise .....	57
Bremswiderstand	
Anschluss PE .....	29
Kabel .....	29
<b>D</b>	
DCS21/31B, Potenzialausgleich .....	28
Dezentrale Komponenten, Potenzialausgleich .....	52
Drehstrommotor, Potenzialausgleich .....	57
Drehtisch, Potenzialausgleich .....	43
DR-Motor, Potenzialausgleich .....	59
DR-Motor, Verbesserung der Erdung .....	60
Drossel	
Ausgangsdrossel .....	19
Ferritkerndrossel .....	19
Netzdrossel .....	15
DT/DV-Motor, Potenzialausgleich .....	58
<b>E</b>	
Einschaltstrom .....	16
Elektrohängebahn, Potenzialausgleich .....	44
Elektrostatische Entladung .....	46
EMV-Komponenten	
Anordnung im Schaltschrank .....	14
Ausgangsdrossel .....	19
Ausgangsfilter .....	22
Ferritkerndrossel .....	19
Netzdrossel .....	15
Netzfilter .....	17
Sinusfilter .....	22
EMV-Störungen, Störungsliste .....	64
EMV-Verschraubung .....	39
EMV, Beschreibung .....	5
Erdung	
Anlage .....	6
ESD .....	46
ESD-Schutz .....	46
<b>F</b>	
Feldverteiler, Potenzialausgleich .....	52
Ferritkerndrossel .....	19
Filter	
Ausgangsfilter .....	22
Netzfilter .....	17
Sinusfilter .....	22
Frequenzumrichter	
Störaussendung .....	18
Funkentstörung .....	19, 23
<b>G</b>	
Geberfehler .....	64
Geberleitungen .....	36
Geräuschfilterung .....	23
Gruppenantrieb	
Ableitstromspitzen .....	22
Schirmung der Leitung .....	37
<b>H</b>	
HF-Litze .....	48
Hubwerk mit Rollenbahn	
ESD-Schutz .....	47
Potenzialausgleich .....	45
Hybridkabel	
Fehler bei Konfektionierung .....	40
Querschnitt .....	40
Schirmung, Anschluss .....	39
<b>I</b>	
IT-Netz .....	9
<b>K</b>	
Kabeldurchführung .....	39
Kabelkanal	
Lage der Leitungen .....	30
Verbindungen .....	41, 51
Kabelverschraubung .....	39
Kleinspannung, Versorgung .....	10
Kontaktierung des Potenzialausgleichs .....	50
Kreuzen von Leitungen .....	33

**L**

Leitung	
Abstand .....	30
Geberleitungen .....	36
Im Kabelkanal .....	30
In der Schleppkette .....	33
Kreuzen.....	33
Leitungsgruppen, Einteilung .....	31
Leitungsgruppen, Verlegung .....	32
Schirmung.....	34
Verlegung.....	30
Litze .....	48

**M**

Massebezug, niederohmig .....	48
Metallverbindung.....	48
Metallverschraubung.....	39
Montageplatte .....	13
Motor	
Potenzialausgleich .....	57
MOVIDRIVE®	
Anschluss Schirmung .....	25, 26
Option DCS21/31B, Potenzialausgleich .....	28

**MOVIFIT®**

Anschluss PE .....	53
Anschluss Schirmung am Hybridkabel .....	54
Anschluss Schirmung am PROFIBUS-Kabel.....	54
Potenzialausgleich .....	53

**MOVIGEAR®**

Potenzialausgleich .....	56
MOVIPRO®	
Erdungssatz .....	55
Potenzialausgleich .....	55

**N**

Netzdrossel .....	15
Netzfilter .....	17
Netzformen .....	9

**O**

Option DCS21/31B, Potenzialausgleich.....	28
---	----

**P**

PE-Schiene .....	13
Pigtail .....	37

**Potenzialausgleich**

Am Anschlusskasten (Option) .....	57
Anlage.....	6, 41
Antriebssystem mit Feldverteilern.....	52
Bremswiderstand .....	29
Dezentrale Komponenten .....	52
Drehstrommotor .....	57
Drehtisch.....	43
DR-Motoren .....	59
DR-Motoren, Verbesserung Erdung .....	60
DT/DV-Motoren.....	58
Elektrohängebahn.....	44
Hubwerk mit Rollenbahn.....	45, 47
Kontaktierung.....	50
Motor.....	57
MOVIFIT® .....	53
MOVIGEAR® .....	56
MOVIPRO® .....	55
Option DCS21/31B .....	28
Transportsystem .....	7
Verkettung .....	41
Wickler .....	46

**R**

Resonanzschwingung zwischen Umrichtern .....	15
--	----

**S**

Schalschrank .....	12
EMV-Komponenten, Anordnung .....	14
Montageplatte .....	13
PE-Schiene.....	13
Schirmgeflecht, Anschluss .....	37

**Schirmung**

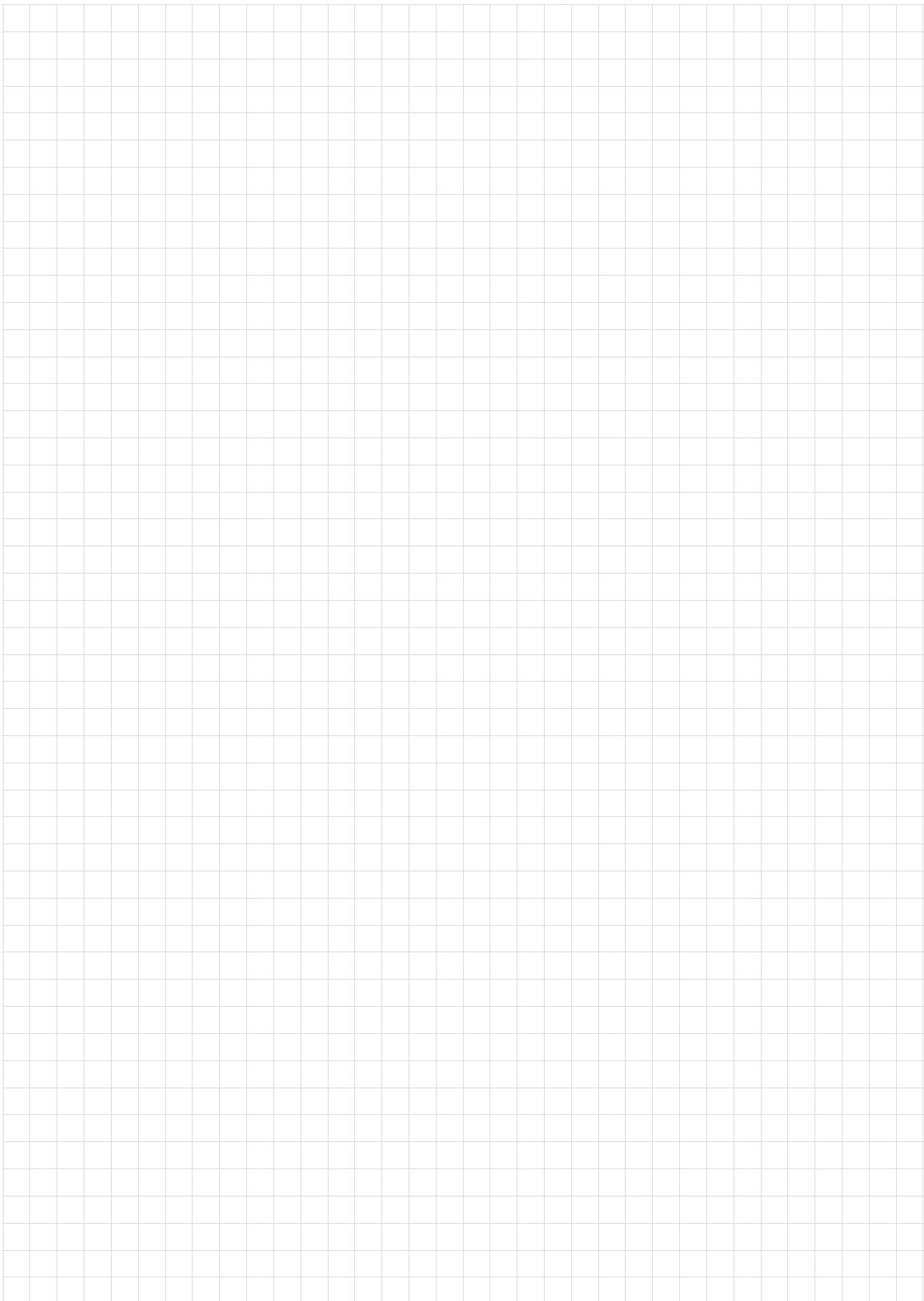
Anschluss .....	37
EMV-Verschraubung .....	39
Leitung bei Gruppenantrieb .....	37
Schirmanschluss MOVIDRIVE® Baugröße 1-2 ..	25
Schirmanschluss MOVIDRIVE® Baugröße 3-6 ..	26
Schirmgeflecht, Anschluss.....	37
Schirmtypen.....	35
Von Hybridkabeln, Anschluss .....	39
Von langen Leitungen.....	36

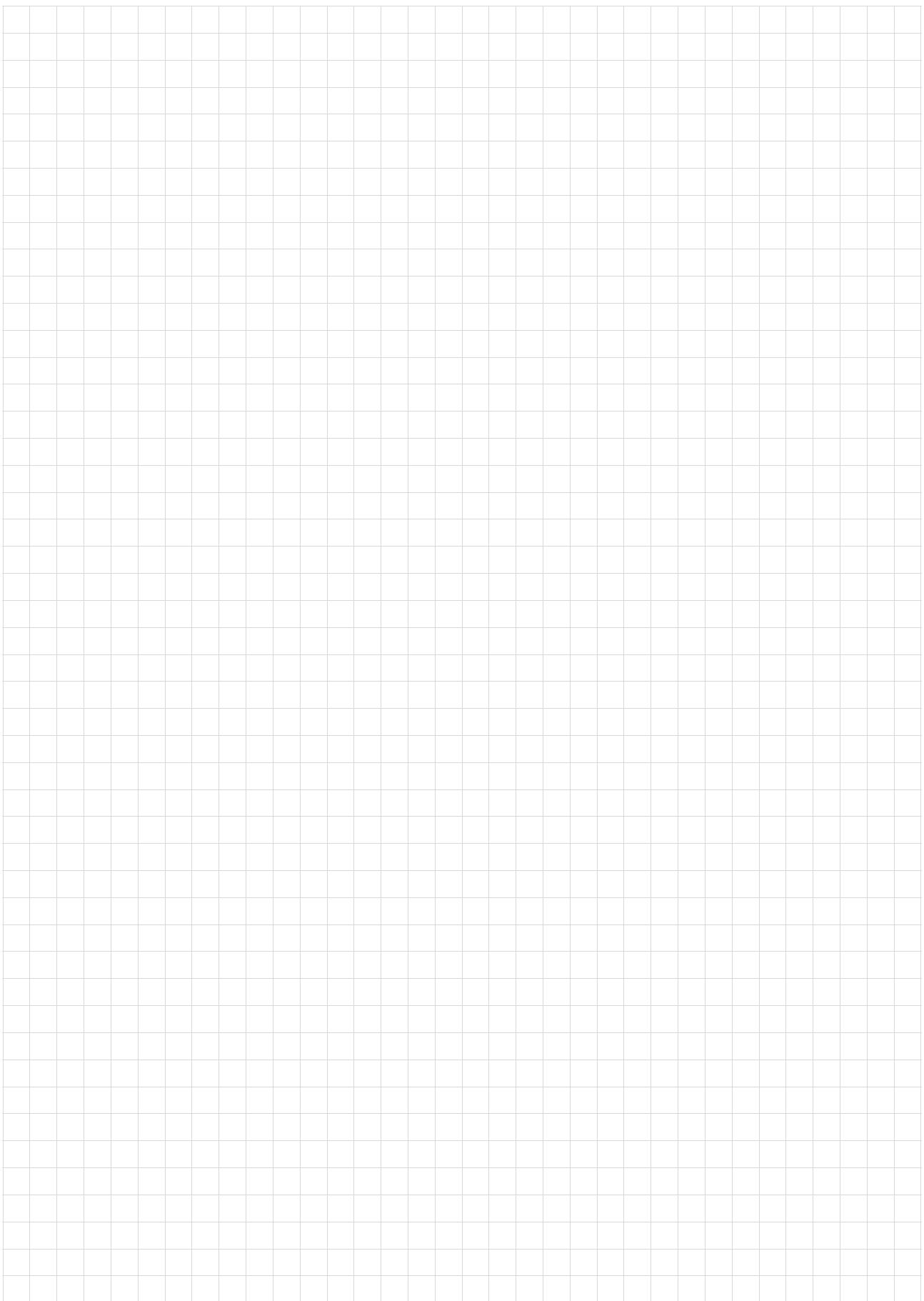
Schleppkette, Steg zwischen den Leitungen .....	33
Sinusfilter .....	22
Spannungsversorgung.....	9
Störaussendung Umrichter .....	18
Störungssliste .....	64
Störungssuche .....	63

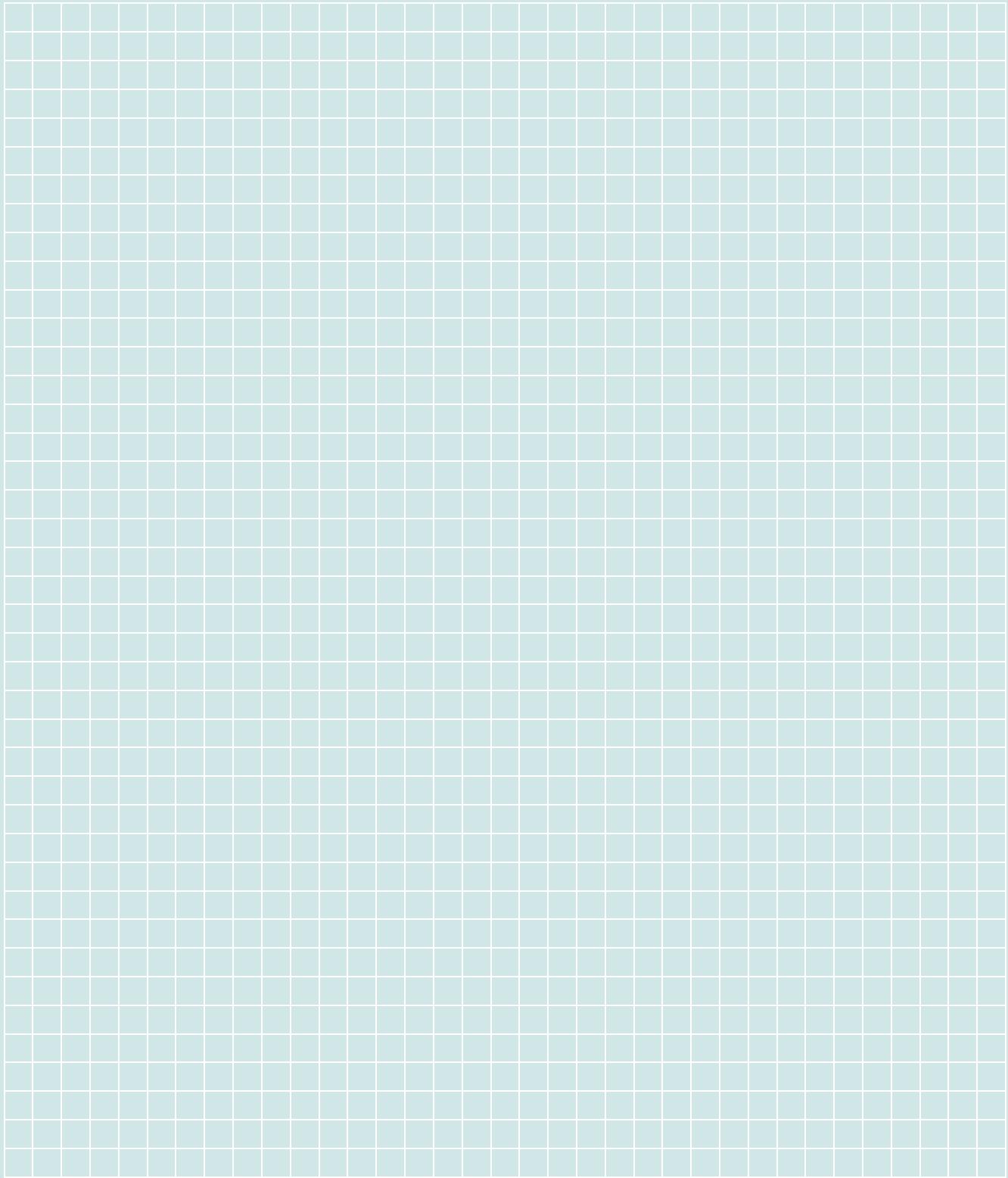


## Stichwortverzeichnis

Stromschiene .....	24	TT-Netz .....	9
<b>T</b>			
Temperaturfühler TH, Installationshinweise .....	57	Vermaschtes EMV-Konzept .....	6
TH, Installationshinweise .....	57		
TN-C-Netz .....	9	<b>W</b>	
TN-S-Netz .....	9	Wickler, Potenzialausgleich .....	46









**SEW-EURODRIVE**  
**Driving the world**

**SEW**  
**EURODRIVE**

SEW-EURODRIVE GmbH & Co KG  
P.O. Box 3023  
D-76642 Bruchsal/Germany  
Phone +49 7251 75-0  
Fax +49 7251 75-1970  
[sew@sew-eurodrive.com](mailto:sew@sew-eurodrive.com)

→ [www.sew-eurodrive.com](http://www.sew-eurodrive.com)