

Installationshinweise für die optimale EMV in der Antriebstechnik

Eine gute Schaltschrankentstörung ist von der Auswahl des richtigen Netzfilters sowie von einer EMV-gerechten Installation abhängig. Damit die maximale Entstörwirkung erreicht wird, sind einige grundlegende Punkte zu beachten. Wenn diese bereits bei der Konstruktion bzw. beim Aufbau des Schaltschranks berücksichtigt werden, können alle EMV-Komponenten ihre volle Wirkung bezüglich Störemission und -immission entfalten. Bereits bei der Auswahl der einzelnen Komponenten des Schaltschranks sollte man erkennen, welche der einzelnen Bauteile/Geräte EMV kritisch sind. Hierzu zählen z. B. Frequenzumrichter, Servoantriebe, Schaltnetzteile, SPS-Steuerungen und Industrie-PCs. Alle diese Geräte werden über ein gemeinsames Netz versorgt und sind meist auf sehr engem Raum angeordnet. Es ist deshalb mit negativen Auswirkungen der Geräte untereinander sowie auf andere Verbraucher zu rechnen.

- In manchen Schaltschränken sind noch farbig lackierte Montageplatten eingebaut. Diese sind für einen EMV-gerechten Aufbau ungeeignet, da durch die Lackschicht eine gute HF-Kontaktierung unmöglich gemacht wird. Eloxierte Flächen sind aufgrund des hohen Übergangswiderstandes im Hochfrequenzbereich ebenfalls nicht für Verbindungen geeignet.
- Es ist darauf zu achten, dass eine eventuelle Korrosion die HF-Kontaktierung nicht angreift.
- Eine ausreichende räumliche Trennung zwischen Störern und belasteten Komponenten erhöht die Störfestigkeit gegenüber gestrahlter Immission. Sollte die räumliche Trennung nicht möglich sein, so sind metallische Trennwände und Abschirmbleche eine Alternative.

Folgende Punkte sollten besonders beachtet werden:

- Schütze, Relais und Magnetventile, die sich im gleichen Stromkreis mit anderen Elektronikkomponenten befinden, sind mit Funkenlösch-Kombinationen bzw. Überspannungs-Schutzschaltungen zu versehen.
- Bei Baugruppen mit hohem Störpegel sollten einzelne Filter vorgeschaltet werden. Außerdem ist es empfehlenswert diese räumlich von anderen empfindlicheren Baugruppen zu trennen, um Störeinkoppelungen zu minimieren.
- Durch Einzelfilterung wird das leitungsgebundene Störpotenzial auf niedrigere Werte gesenkt und gleichzeitig die Störfestigkeit der entstörten Komponente, gegenüber netzgeführten Spannungseinflüssen, verbessert.
- Bei der Einzelentstörung sollte das Filter so nah als möglich an der Störquelle platziert werden. Ist dies aus Platzgründen nicht möglich, so ist ein abgeschirmtes Kabel als Verbindung zu wählen.
- Sollte man sich für eine Sammel-Entstörung entscheiden, so muss dieses Filter möglichst nahe am Netzeingang platziert werden. Dies führt unter anderem auch zu einer Steigerung der leitungsgebundenen Immissionsfestigkeit gegenüber netzseitig geführten Spike-, Burst- und Surgeimpulsen.
- Alle Geräte und Anlagenkomponenten sind HF-tauglich miteinander zu kontaktieren, d. h. sie sind großflächig, niederohmig und korrosionsgeschützt mit dem PE-Bezugspotenzial zu verbinden.
- Bei der Verwendung von Netzfiltern ist auf eine ausreichend dimensionierte PE-Verbindung zu achten, da die in den Filtern eingesetzten Y-Kapazitäten entsprechende Ströme gegen PE ableiten. Bei den dreiphasigen Netzfiltern treten im Normalbetrieb nur sehr geringe Ableitströme auf. Bei unsymmetrischen Netzverhältnissen kann der Ableitstrom jedoch mehrere 100 mA betragen.
- Alle metallischen Teile des Schaltschranks wie z. B. Rück- und Seitenwand, Deck- und Bodenblech sind HF-optimiert miteinander zu verbinden. Ohne diese Verbindung wirken diese Teile wie „Flächenstrahler“. Als Verbindungsleitung eignen sich hervorragend querschnittsstarke, feindrähtige Litzen oder Massebänder aus Kupfer. Auf Volldraht sollte man gänzlich verzichten. Dies gilt auch für den PE-Anschluss.

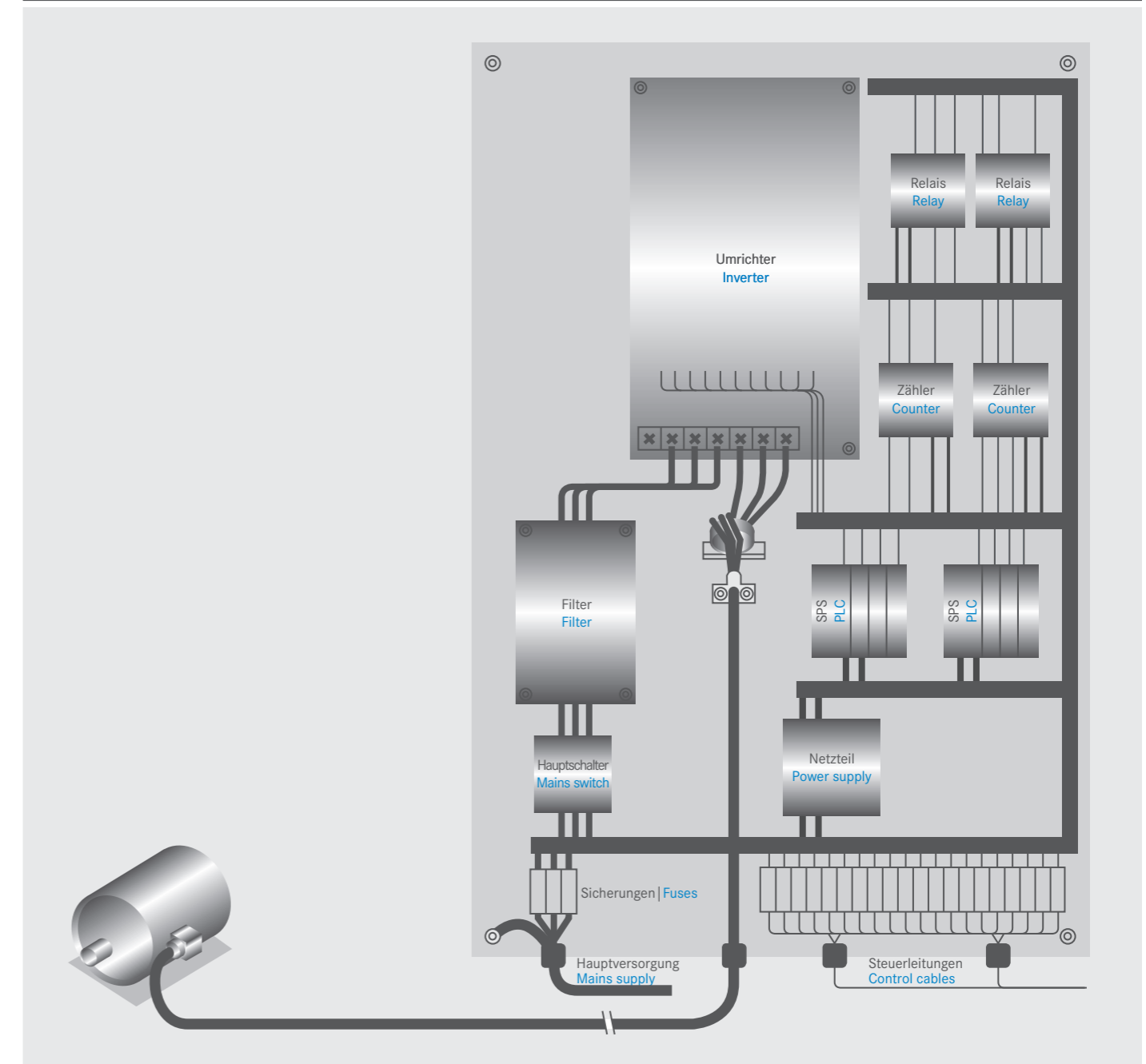
Installation instructions for Variable Frequency Drives

Good EMC is dependent on choosing the right power line filter and correct installation. Consideration must be given to the emissions and immunity of all system components. In the selection of individual components of the switchgear cabinet, the components and devices that are potential noise sources should be identified. These include, for example, inverters, servo drives, switch-mode power supplies, PLCs and industrial PCs. All these devices could be on a shared supply and are usually densely packed. Interference problems can be expected.

The following points should be particularly observed:

- Contactors, relays and solenoid valves, which are wired in the same circuit with other electronic components, need over-voltage protection circuits to suppress back-EMF.
- High-emission components and their wiring should be individually filtered and isolated from other parts of the system, to minimize emissions.
- Individual input filters should be as close as possible to the noise source or connected by shielded cable.
- Individual filtering of sensitive components may improve their immunity.
- A single-filter for the panel must be placed as close as possible to the input. This gives increased immunity against supply-side interference, voltage spikes, burst and surge.
- All device and system components should have good RF earth bonding, with large surface area, low impedance and corrosion protection.
- When using Line filters it is important to have a good PE connection, because the Y-capacitors inside the filters conduct a leakage current. Three-phase-filters at normal operation have a very low current to earth, but if the three phases are not balanced it might be several 100 mA.
- All metallic parts of the switching cabinet such as rear, side, top and bottom plates should make good electrical contact together. Without this, these parts can act as antennas. Earthing connections are made with large cross-section stranded cable or braided straps and not with solid wire. This also applies to the PE connection.

Typischer Schaltschrank | Typical cabinet



- Some wiring cabinets are still supplied with painted mounting plates. These are unsuited for EMC because the coating makes RF bonding difficult. Paint must be cleared around earthed connections for a large-area contact. Anodised surfaces have the same problem.
- It is important to prevent corrosion of Earth connections.
- Physical separation of noise sources and susceptible components reduces radiated interference. If separation is not possible, screening or ferrite shielding may be necessary.

Auswahl und Verlegung von Kabeln und Leitungen

Neben einer sorgfältigen Planung des Schaltschrank Layouts trägt die richtige Auswahl sowie die Verlegungsart der Kabel und Leitungen elementar zum EMV-Erfolg bei. Durch die stetige Weiterentwicklung der Frequenzrichter und Servo-Antriebe ist man heute in der Lage, hoch dynamische Applikationen zu betreiben. Diese Dynamik bedingt immer schnellere Taktzeiten in den IGBT-Ausgangsstufen der Umrichter. Es werden hierbei Spannungssteilheiten von bis zu $15 \text{ kV}/\mu\text{s}$ erzeugt; daraus ergibt sich ein sehr hohes Störpotenzial für die Peripherie. Diese Störungen können sich in die Leitungen und Kabel einkoppeln.

Nachfolgend geben wir Ihnen Hinweise und Tipps zur richtigen Auswahl und Verlegung der Verbindungsleitungen:

- Störbehaftete Leitungen (z. B. Leitungen vom Frequenzrichter Ausgang zum Motor) sollten möglichst nahe am Bezugspotenzial (z. B. Schaltschrankrückwand, Seitenwand) verlegt werden, damit ein Teil der gestrahlten Emission von der Bezugsfläche absorbiert werden kann.
- „Heiße“ und „kalte“ Leitungen müssen räumlich getrennt voneinander verlegt werden, das bedeutet, dass störbehaftete Leitungen auf keinen Fall parallel oder in der Nähe von bereits entstörten oder nicht störenden Leitungen verlegt werden dürfen (Bild 1). Ist dies nicht möglich, so muss eine Metall-Trennwand zwischen den Kabelsträngen eingebracht werden (Bild 2).
- Jede Verbindungsleitung hat eine E-Feldkomponente (elektrisches Feld), daher sollte eine „ordentliche“ parallele und räumlich enge Verlegung zwischen störbehafteten und sauberen Leitungen vermieden werden. Durch die kapazitive Kopplung könnte sonst die bislang störungsfreie Leitung negativ beeinflusst werden (Bild 3).
- Störbehaftete Leistungskabel und Steuerkabel sollten sich möglichst im 90° -Winkel kreuzen (Bild 4).
- Nicht belegte Adern sind beidseitig mit PE-Potenzial zu verbinden, da sie ansonsten als Antennen wirken (Bild 5).
- Ungeschirmte Analogleitungen sollten miteinander verdrillt werden, um symmetrische Störungseinkoppelungen zu vermeiden (Bild 6).
- Überlange Verbindungsleitungen (Sicherheitslängen) sollten vermieden werden, meistens werden sie aufgerollt im Kabelkanal „verstaubt“. Diese Wicklungen wirken wie Antennen (Induktionsschleifen) und strahlen Störungen ab, bzw. nehmen diese auf.
- Bei der Verwendung von abgeschirmten Kabeln wird die Sorte YCY empfohlen, da dieses Kabel ein Kupferschirmgeflecht enthält. Kabel mit Stahlgeflecht sind hier ungeeignet, da der elektrische Leitwert für HF-Anwendungen zu hoch ist.
- Sollte applikationsbedingt eine Auftrennung des Schirmes nötig sein, so sind die freien Aderenden bis zur Anschlussklemme möglichst kurz zu halten. Geschirmte Motorkabel dürfen keine weiteren Leitungen, wie z. B. Steuer- oder Datenleitungen mitführen.
- Die Verbindung zwischen Funkentstörfilter und Störquelle sollte möglichst geschirmt durchgeführt werden. Bei kurzen Verbindungswegen ($< 20 \text{ cm}$) kann meist auf eine Abschirmung verzichtet werden.

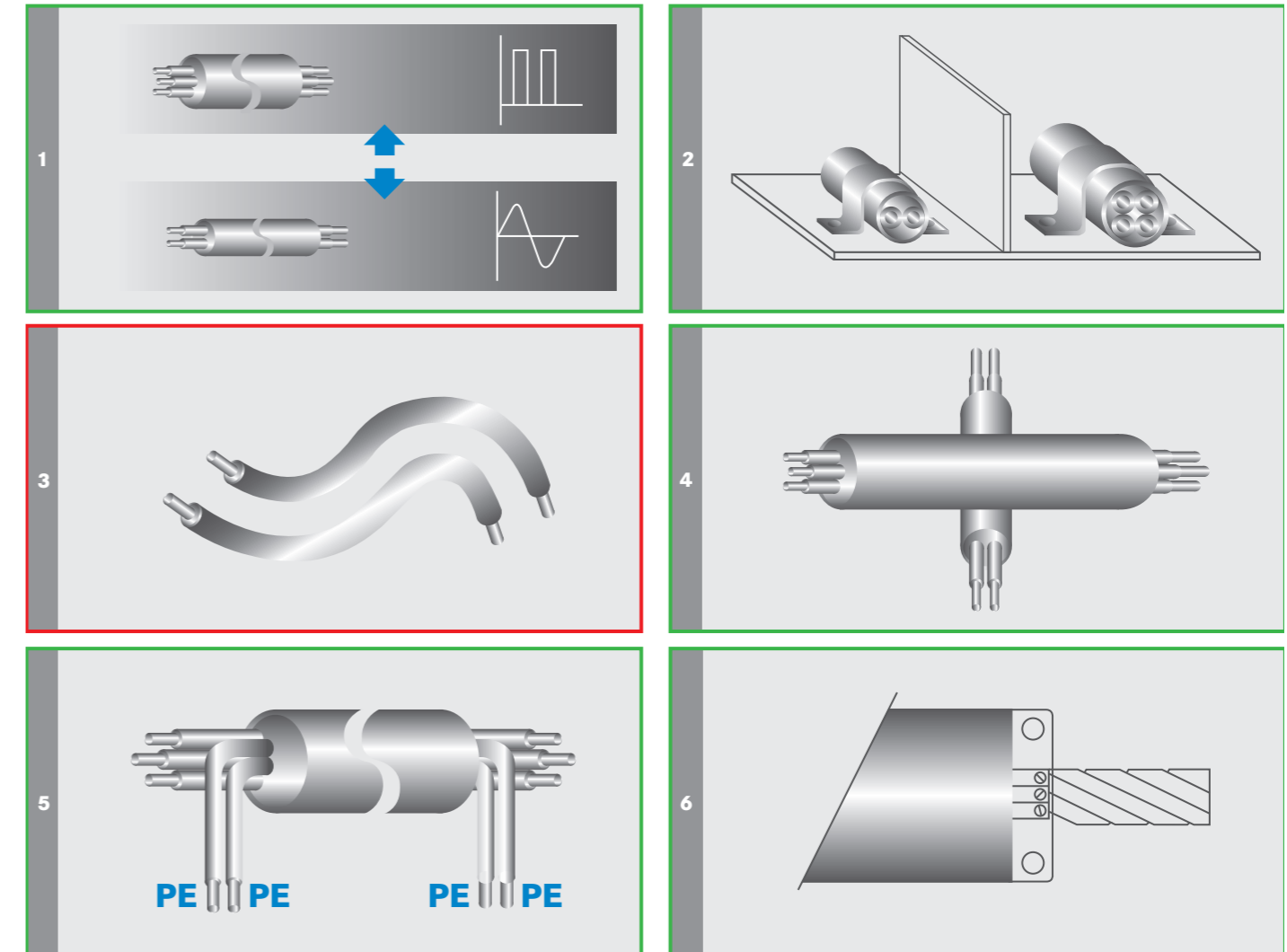
Selection and placement of cables and wires

The correct cabinet layout as well as the selection and the placement of the cables and wires is crucial for an EMC-success. The fast technological improvements of inverters and servo drives make it easy to operate dynamic applications. This dynamic leads to fast switching frequencies in the IGBT-output of the drives; therefore causing voltages with a rate of rise up to $15 \text{ kV}/\mu\text{s}$. This means a considerable interference potential, which can be coupled into cables and wires.

The following recommendations are useful for the selection and placement of cables and wires:

- Interference-prone lines (e. g. output motor cable of an inverter) should be installed as close as possible to reference potentials (e. g. cabinet rear wall, sidewall). Through this placement a part of the emission will be absorbed by the reference potential.
- “Hot” and “cold” cables must be separated. This means that cables with interference potential should not be placed near by non-interference lines or already filtered lines (Picture 1). If this separation is impossible, a shielding or metallic partition must be installed (Picture 2).
- Every wire has an E-field component (electrical field), which will lead to capacitive coupling. This is the reason why an accurate parallel and close placement of interference-prone and filtered wires must be avoided. Otherwise the capacitive coupling can influence the filtered line (Picture 3).
- Interference-prone power cables and control cables should be crossed in a 90° -angle (Picture 4).
- Unused wires should be connected on both sides to earth potential or they will act like antennas (Picture 5).
- Unshielded analogue lines should be drilled. This method avoids symmetrical interference couplings (Picture 6).
- Very long wires (safety lengths) should be avoided. It is common to store these “rolled up” wires in the ducts of the cabinet, but these coils act like antennas and radiate and / or pick up interference.
- The cable type YCY is recommended when using a shielded cable. This type contains a copper-shielding. Cables with steel mesh are not useful, because their electric conductance is insufficiently high for HF applications.
- For applications that need an interrupted shield, the free wire ends should be kept as short as possible and connected with the terminal. Shielded motor cables should not contain any wires like control or data lines.
- The setup of the connection between the suppression filter and the emission source should be shielded. In cases of short length ($< 20 \text{ cm}$) screening may not be needed.

Kabelverlegungen | Cable placement



Richtiger Umgang mit dem Kabelschirm

Alle Komponenten und elektrischen Geräte sind innerhalb eines Schaltschranks durch Leitungen miteinander verbunden. Bei der Verwendung von geschirmten Leitungen gilt es zu unterscheiden, ob analoge oder digitale Signale übertragen werden sollen.

Bei analogen geschirmten Signalleitungen ist eine einseitige Schirmauflage auf der „Senderseite“, also Signalquelle, empfehlenswert, um Brumm- und Erdschleifen zu verhindern.

Bei digitalen geschirmten Signalleitungen (hierzu zählt auch die Leitung vom Umrichter Ausgang zum Motor) ist eine beidseitige Schirmauflage empfehlenswert (Bild 1).

Dabei gilt es die nachfolgenden Tipps zu beachten:

- Der Schirm muss immer großflächig aufgelegt werden, z. B. mit einer Kabelschelle.
- Der Abstand zwischen Schirmschelle und Klemmstelle ist möglichst kurz zu halten. Ist dies nicht möglich, so sollte der Schirm nah an die Klemmstelle weitergeführt werden (Bild 2).
- Das Schirmende sollte mit einem Schrumpfschlauch mechanisch gesichert werden.
- Ein einfaches Verdrillen des Schirmes mit Anschluss an die PE-Klemme ist nicht ausreichend (Bild 3).
- Der Schirm darf nicht über ein angelötetes Litzenende an eine PE-Klemme angeschlossen werden (Bild 4).
- Ein Anschluss des Schirmgeflechtes mittels eines Quetschringes mit angelötetem Litzenende, bietet keine gute HF-Kontaktierung (Bild 5)
- Bei Kabeldurchführungen (auch am Klemmenkasten des Motors) sollten spezielle EMV-Verschraubungen verwendet werden.
- Die am Frequenzumrichter angeschlossene Motorzuleitung hat das größte Emissionspotenzial; diese sollte immer geschirmt ausgeführt werden.

Proper use of the cable shield

All components and electrical devices in a cabinet are connected with wires. When using a shielded cable it is necessary to know if analogue or digital signals will be transferred. With analogue shielded signal cables single-ended earthing of the shield on its transmitter side is recommended in order to avoid humming and earth loops.

With digital shielded signal cables the shield must be grounded at both ends (e. g. the output cable from an inverter to a motor is a digital line) (Picture 1).

Please observe the following recommendations:

- The shield must be connected to a large surface, e. g. with a cable clip.
- The distance between the shield strap and the clamping point is to be kept short. If this is not possible the shield should be carried close to the connecting terminal (Picture 2).
- The end of the shield should be mechanically secured with a heat-shrinkable sleeve.
- A simple drilling of the shield end connected to a PE-terminal is not recommended (Picture 3).
- The shield must not be connected by means of soldered strand ends to a PE terminal (Picture 4).
- Connection of the shield braid with a pressure ring and a soldered on strand end will not work as a good HF connection (Picture 5)
- Special threaded connections for cable bushings with HF-suitable shield layer should be used.
- The motor cable connected on an inverter has the biggest emission potential; always use a shielded cable for this type of connection.

Richtiger Umgang mit dem Kabelschirm

Proper use of the cable shield

