

Entwurfsrichtlinien für elektronische Baugruppen unter EMV - Aspekten

EMV in Verdrahtung und Layout

Ziel:

ist der Entwurf elektronischer Baugruppen, die sich durch **Funktionssicherheit** bei Vorhandensein elektromagnetischer Störquellen auszeichnen und selbst **geringe Eigenstörungen** hervorrufen.

Die Baugruppen müssen entsprechend der funktionellen Notwendigkeiten und der gesetzlichen Vorschriften entwickelt werden.

EMV - Maßnahmen in der Verdrahtung

Erdung

Alle Komponenten eines Gerätes oder einer Anlage müssen sowohl für NF als auch für HF-Signale das gleiche Erdungspotential aufweisen.

Forderung : **Niederohmige Verbindung für HF und NF - Signale**

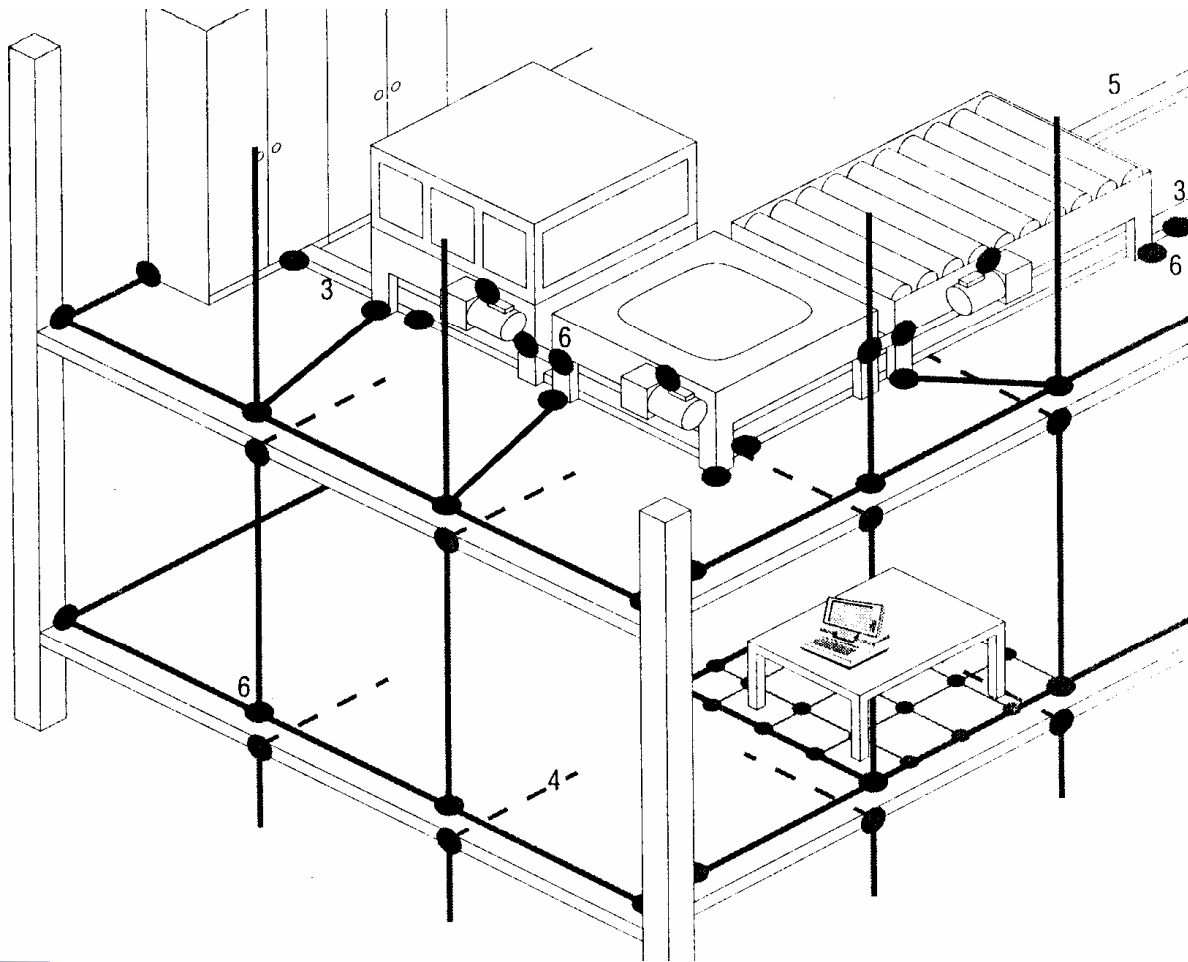
Der Schutzleiter eines Systems hat hohe HF Impedanz.

Problem: Schutzleiter meist **nicht** zur EMV gerechten Erdung geeignet

Erdleitungssysteme müssen vermascht sein.

EMV - Maßnahmen in der Verdrahtung

vermaschte Erdung in einer elektronischen Anlage



EMV - Maßnahmen in der Verdrahtung

Erdung

Maßnahmen zur Herstellung eines niederohmigen HF-Massebezugs:

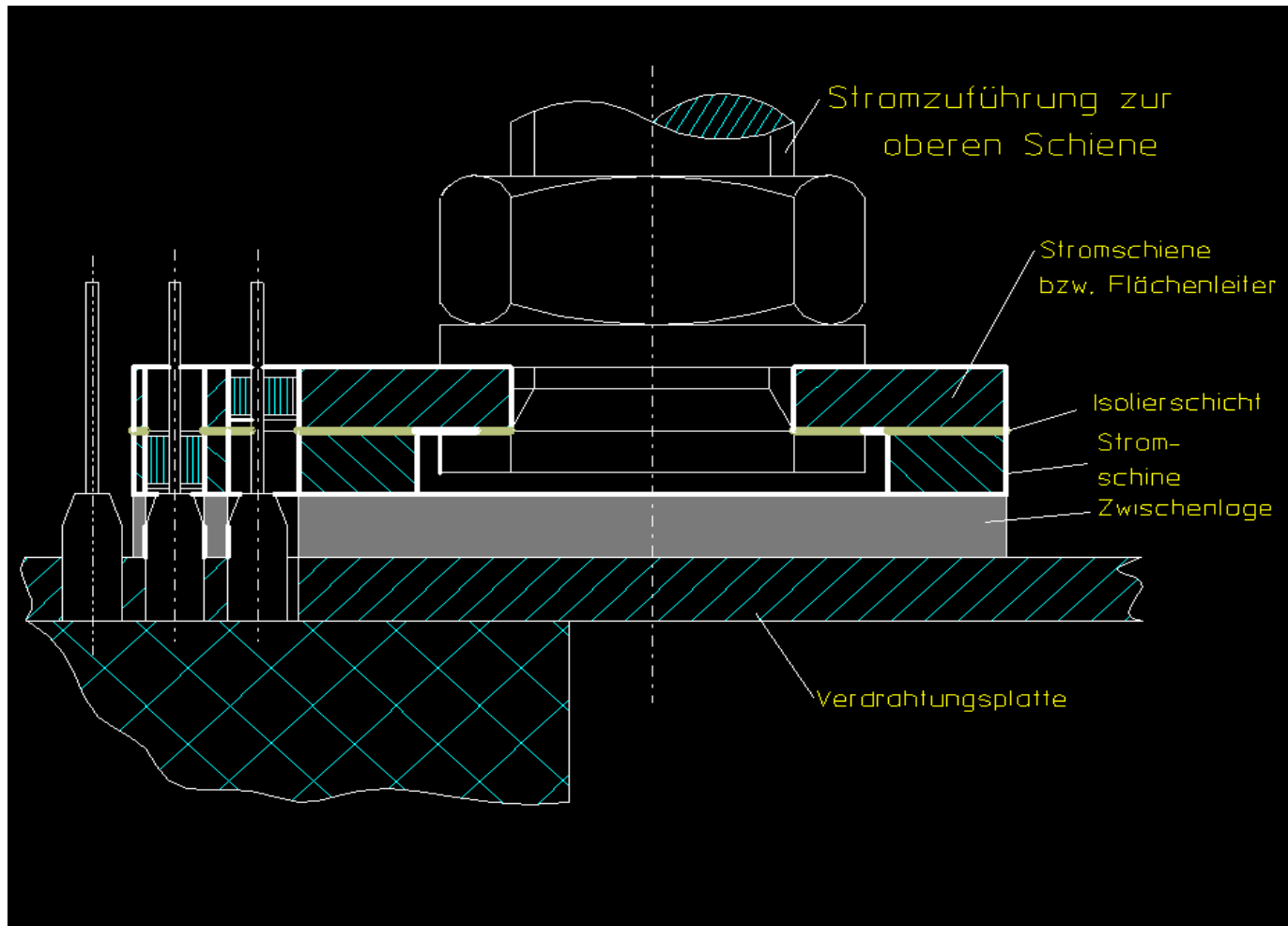
**breitflächige Verbindung
(Längen /Breitenverhältnis < 1 : 3)**

**einzelne, voneinander isolierte
Einzeldrähte (Erdungslitze)**

geschirmte Leitung

EMV - Maßnahmen in der Verdrahtung

Erdung

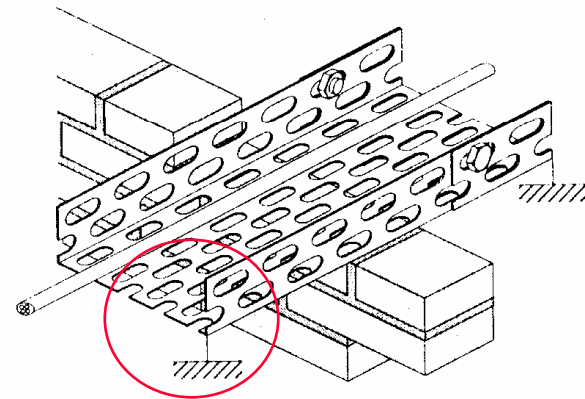
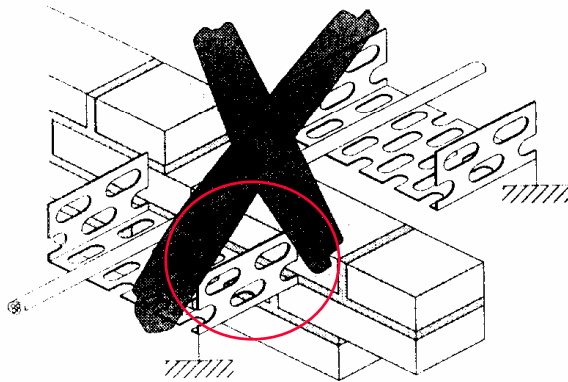
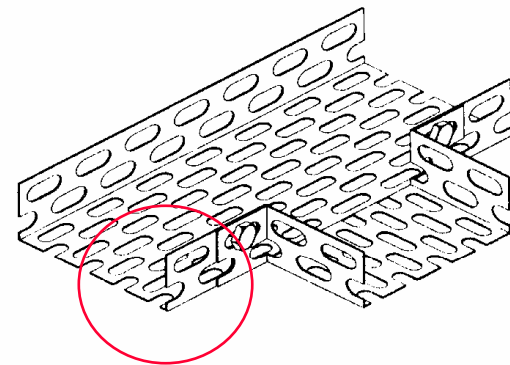
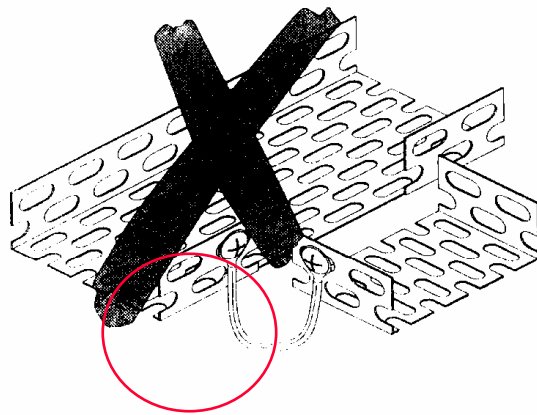


Metallplattentechnik zur niederohmigen Erdung der Rückverdrahtung

EMV - Maßnahmen in der Verdrahtung

Erdung

Die Störbeeinflussung von Leitungen kann durch eine geeignete Leitungsverlegung und eine durchgängige Erdung entscheidend vermindert werden.

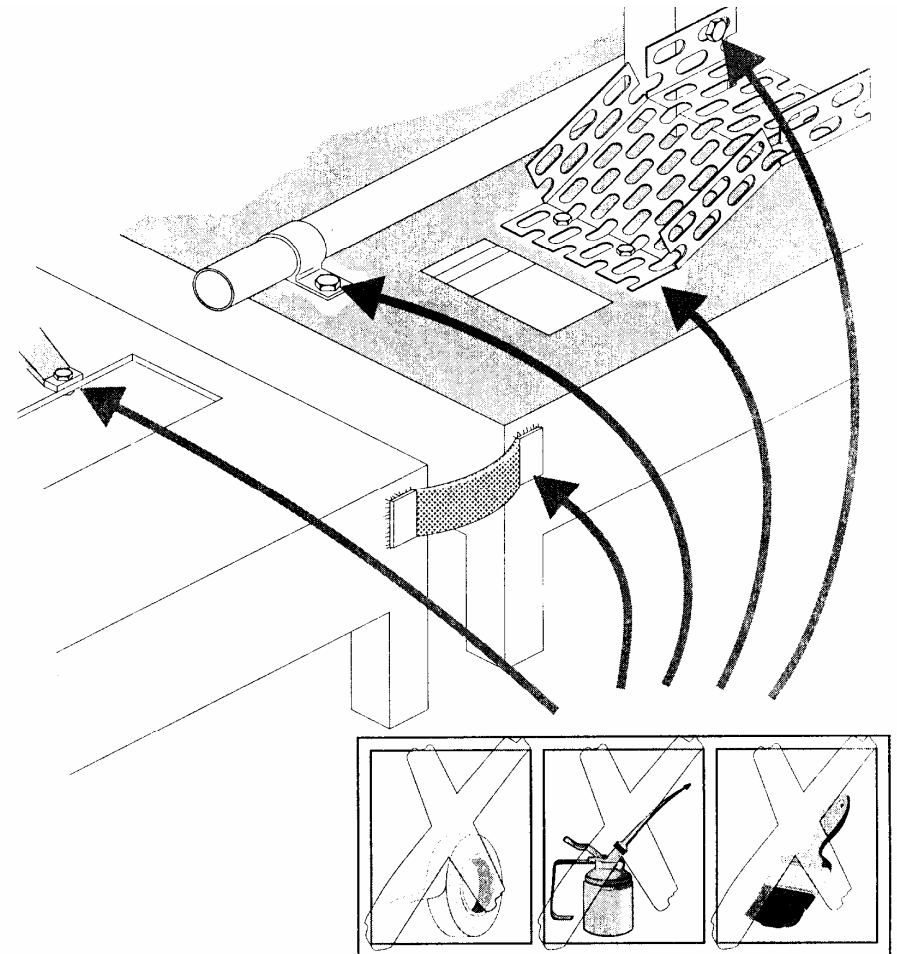


Erdung - Kontaktierung von Erdleitern

Der Erdleiter kann durch **unsachgemäße Kontaktierung** unwirksam sein.

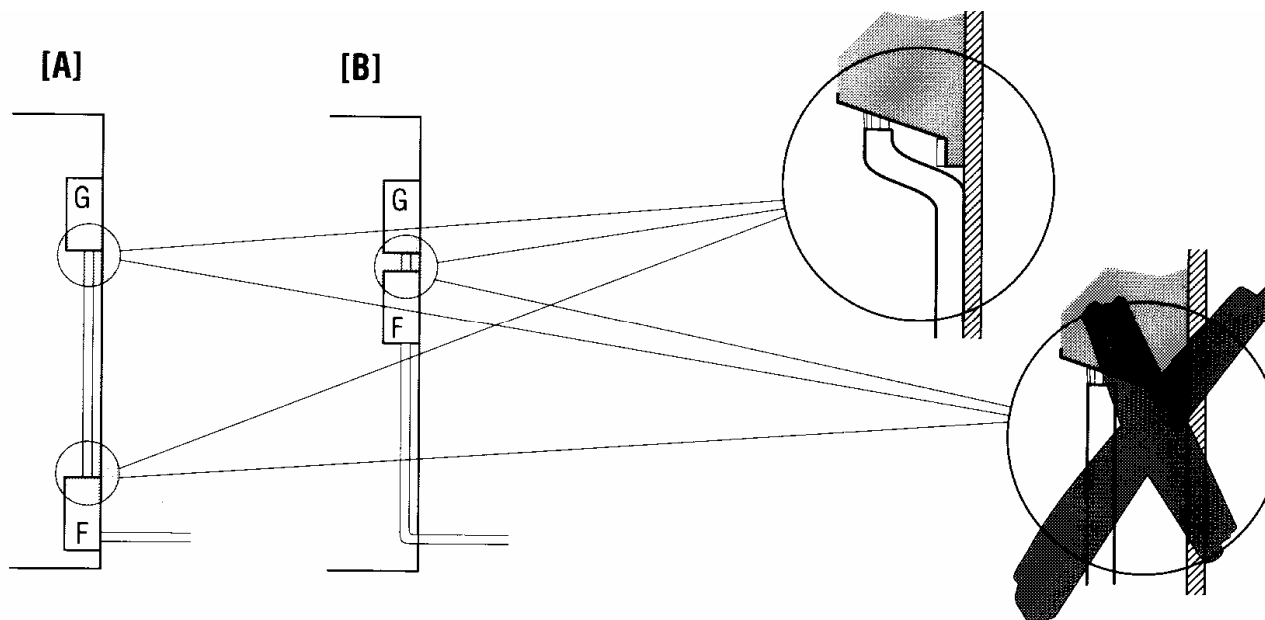
Maßnahmen:

- Kontaktstellen nicht ölen
- Kontaktstellen nicht mit Farbe behandeln
- Oxidschicht der Oberfläche entfernen
- Leitkleben nur bei sehr großen Kontaktflächen verwenden



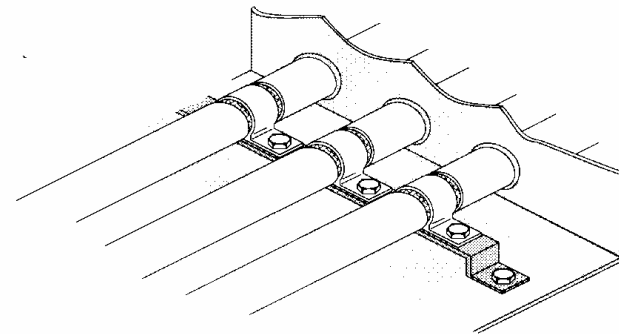
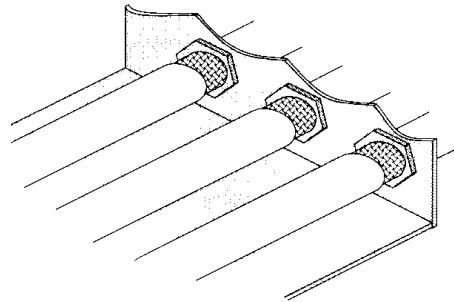
EMV - Maßnahmen in der Verdrahtung

Erdung



EMV - Maßnahmen in der Verdrahtung

Erdung von Kabeldurchführungen



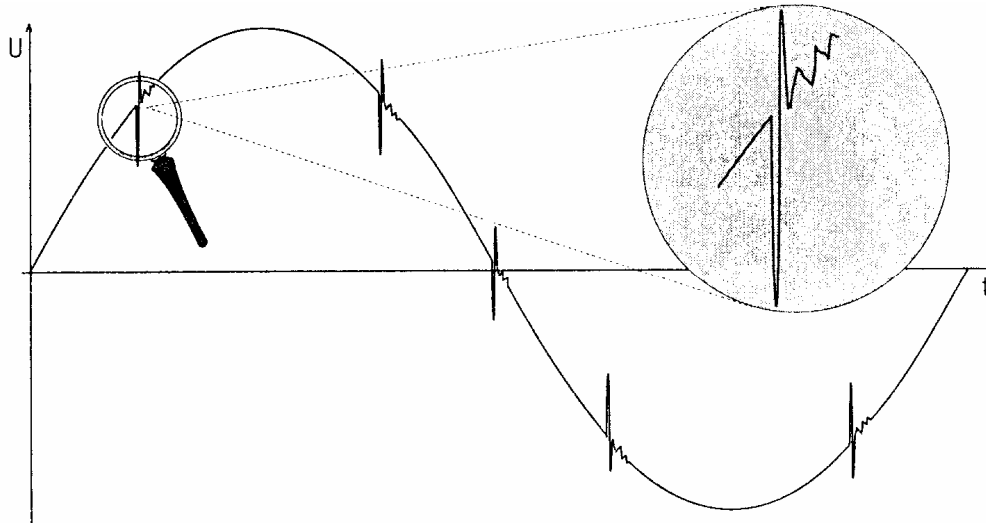
EMV - Maßnahmen in der Verdrahtung

Leitungsauswahl

| Leitungstyp | Anwendung |
|------------------------|--|
| Einzelader | < 60 Hz |
| Adernpaar , parallel | < 60 Hz |
| Adernpaar, verdrillt | wenig gestörte Industrieumgebung, keine Analogbaugruppen |
| Folienschirm | wenig gestörte Industrieumgebung, < 10MHz |
| Schirmgeflecht | Industrieumgebung der Automatisierungs- branche (Messen Steuern Regeln) |
| Schirmgeflecht + Folie | sensible Leitungen (Meßleitungen) in stark gestörter Umgebung |

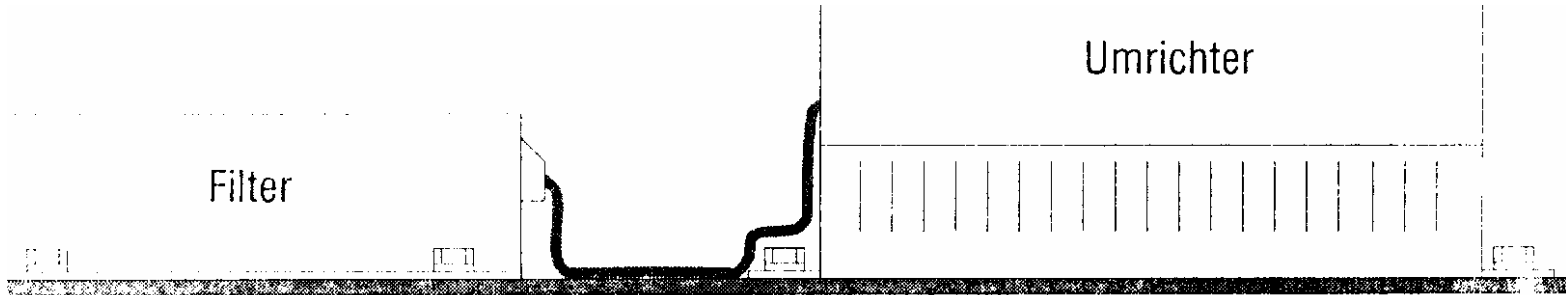
EMV - Maßnahmen in der Verdrahtung

Filtereinsatz



EMV - Maßnahmen in der Verdrahtung

Erdungsanpassung des Netzfilters



Wichtig!
Flächiger metallischer Kontakt zwischen Filter und Umrichter

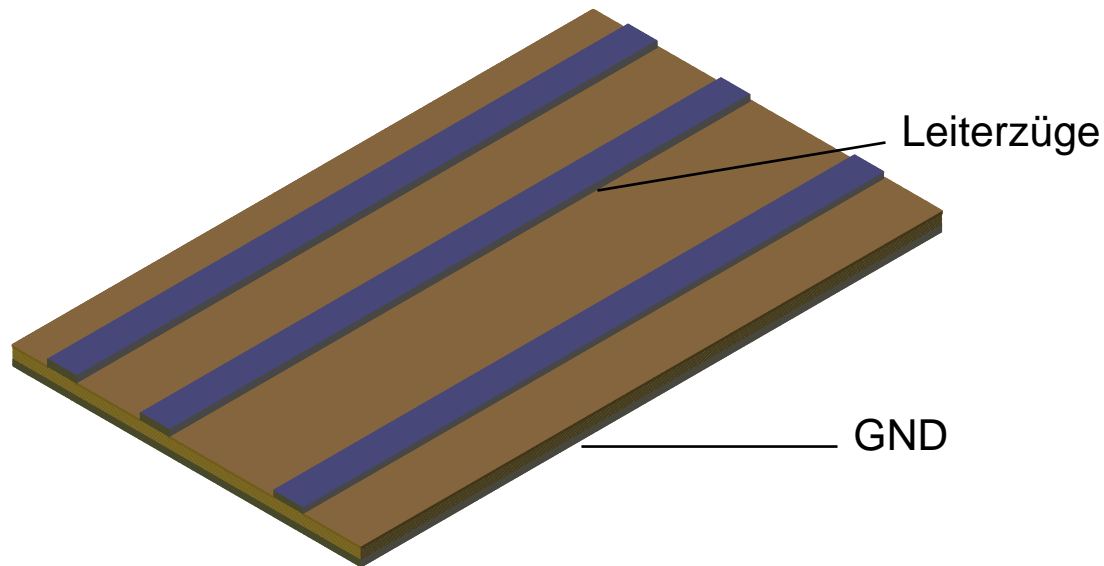
EMV - gerechter Leiterplattenentwurf

Leitungsverlegung

Auf Leiterplatten treten die gleichen Störgrößen und Koppelmechanismen auf, wie bei der Verdrahtung elektronischer Baugruppen.

Leiterplattenart

Insbesondere bei Verwendung einer Multilayer-Leiterplatte besteht die Möglichkeit, eine großflächige Bezugspotentialfläche (gnd) zu schaffen. Die Leiterzüge auf der Signalebene bilden dann s.g. Mikrostreifenleitungen mit einem definierten Wellenwiderstand.



EMV - gerechter Leiterplattenentwurf

Auf Leiterplatten bildet insbesondere die Spannungsversorgung (VCC) und das Bezugspotential (GND) Koppelimpedanzen an denen Störspannungen entstehen können.

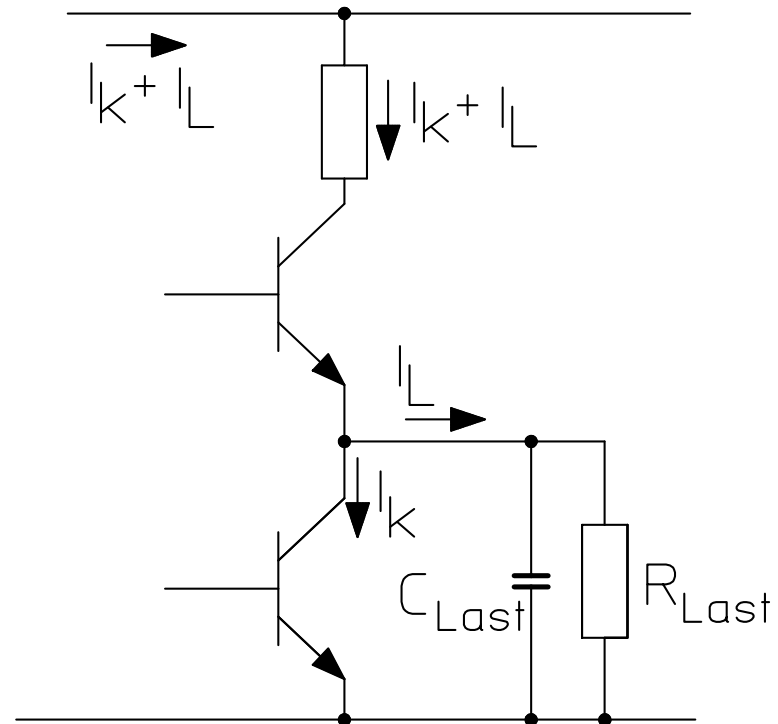
Die Änderung der Versorgungsspannung und des Bezugspotentials führt zu ungewollten Signaländerungen.

Konstruktive Gegenmaßnahmen sollen im folgenden diskutiert werden.

Gestaltung der Spannungszuführung

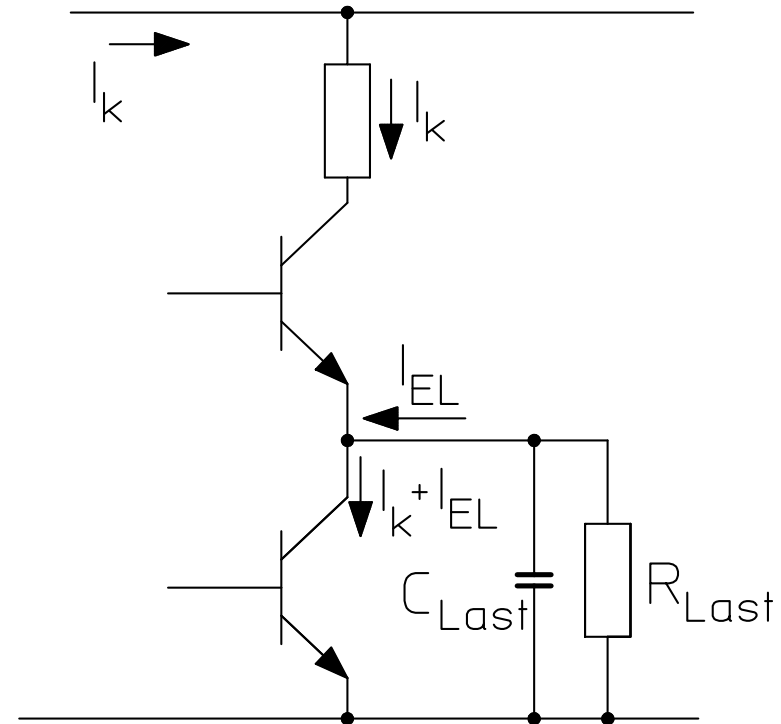
Beim Schaltvorgang eines Gatters sind kurzzeitig beide Endstufentransistoren leitend. Dadurch fließt ein Kurzschlussstrom I_K , der der beispielsweise bei TTL auf 15...20mA begrenzt ist.

Bei Wechsel von L auf H addiert sich dazu der Ladestrom I_L der angeschlossenen Lastkapazitäten wodurch insbesondere VCC belastet wird.



Gestaltung der Spannungszuführung

Bei Wechsel von H auf L werden die Leitungs- und Eingangskapazitäten der angeschlossenen Schaltkreise entladen. Zwar wird VCC weniger belastet, GND dafür jedoch deutlich mehr.



Gestaltung der Spannungszuführung

Die mit den Schaltvorgängen verbundenen Stromimpulse bewirken im wesentlichen an den Induktivitäten eine Störspannung entsprechend :

$$u_{\text{Stör}} = -L \, di / dt$$

Diese Störspannung führt zum

Zusammenbruch
der Spannungsversorgung

oder zum

Anheben
des Bezugspotentials

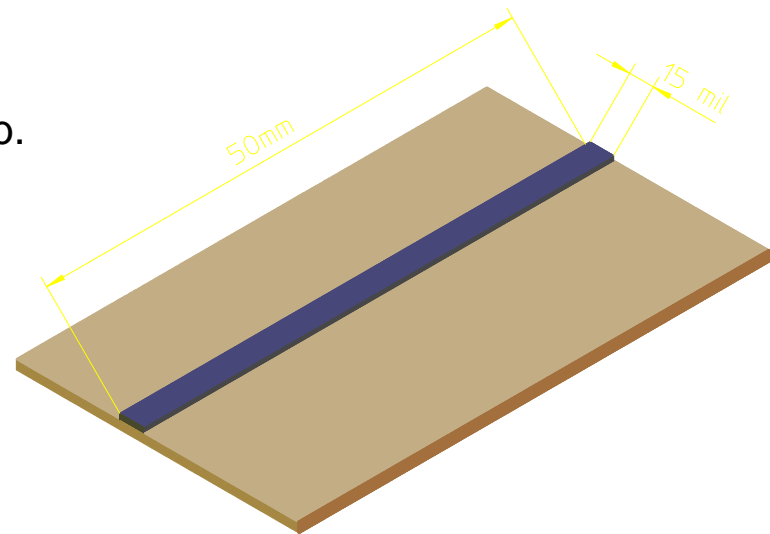
H-Pegel bricht zusammen

L-Pegel wird angehoben

EMV - gerechter Leiterplattenentwurf

Gestaltung der Spannungszuführung

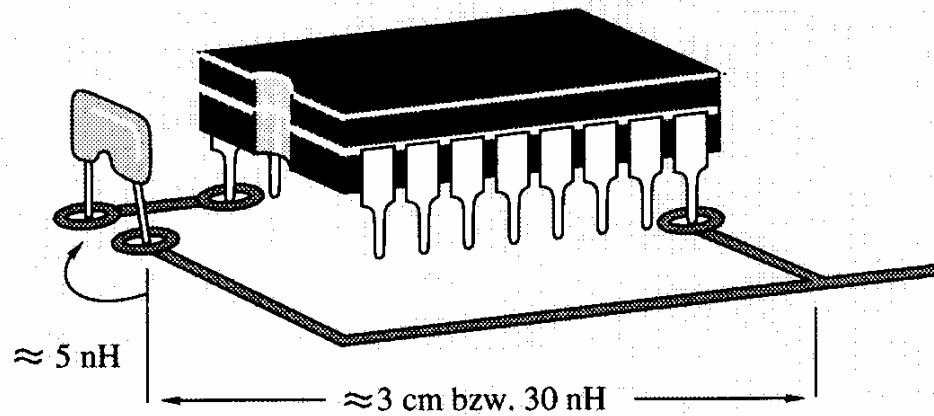
Ein üblicher Leiterzug mit einer Länge von 50mm hat einen Induktivitätsbelag von 10 nH/cm.
Bei einer Stromsteilheit von 10mA/ns fällt bereits eine Spannung von 0,5 V ab.



Während Digitalschaltkreise Versorgungsspannungsschwankungen von 3% tolerieren, reagieren analoge IC's wesentlich empfindlicher.

Einsatz von Stützkondensatoren

ungünstige Gestaltung

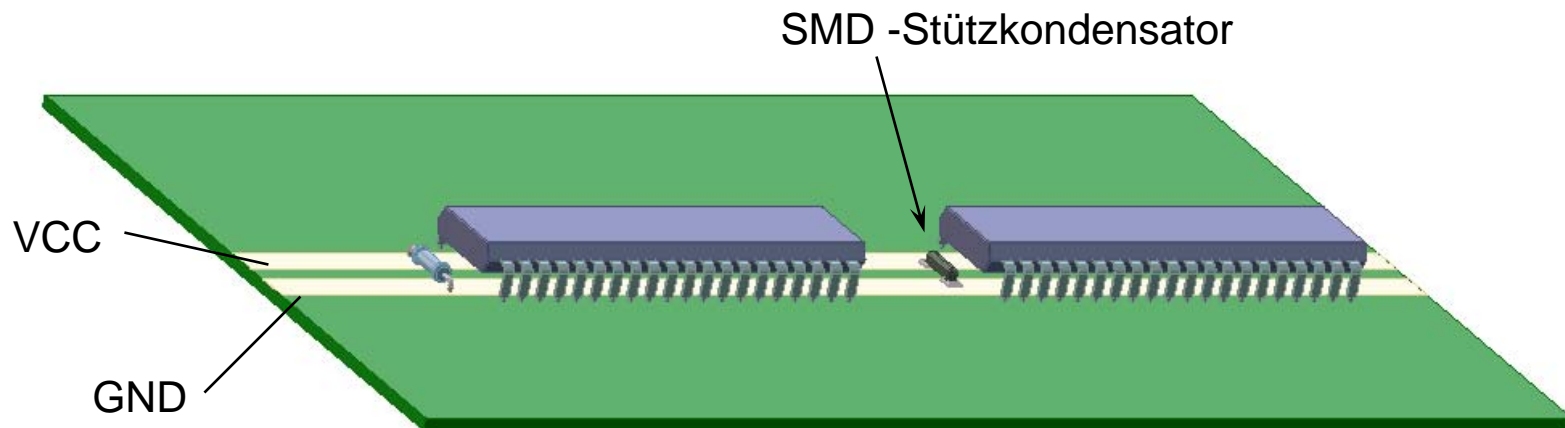


EMV - gerechter Leiterplattenentwurf

Stützung der Spannungszuführung

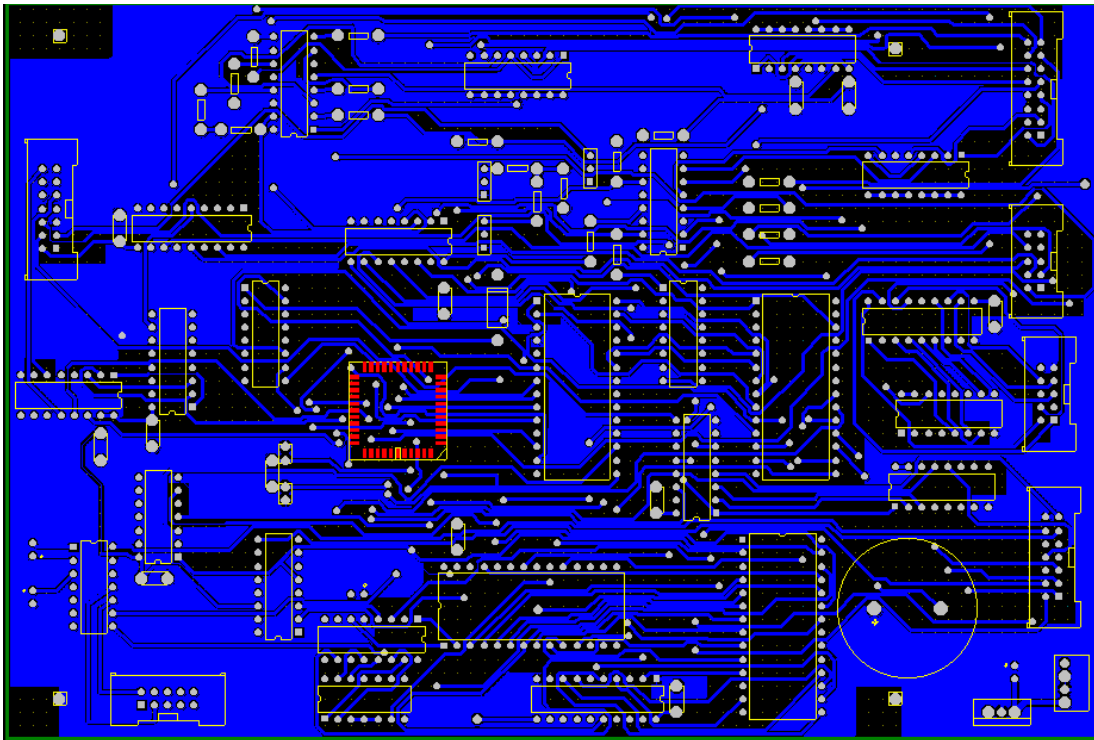
Trotz niederohmiger Auslegung der Stromversorgungsleitungen kann es erforderlich sein, den während der Schaltvorgänge notwendigen Strom über Stützkondensatoren bereitzustellen.

Damit die Ladung auch schnell zur Verfügung steht, muss die Zuleitung möglichst niederinduktiv sein.



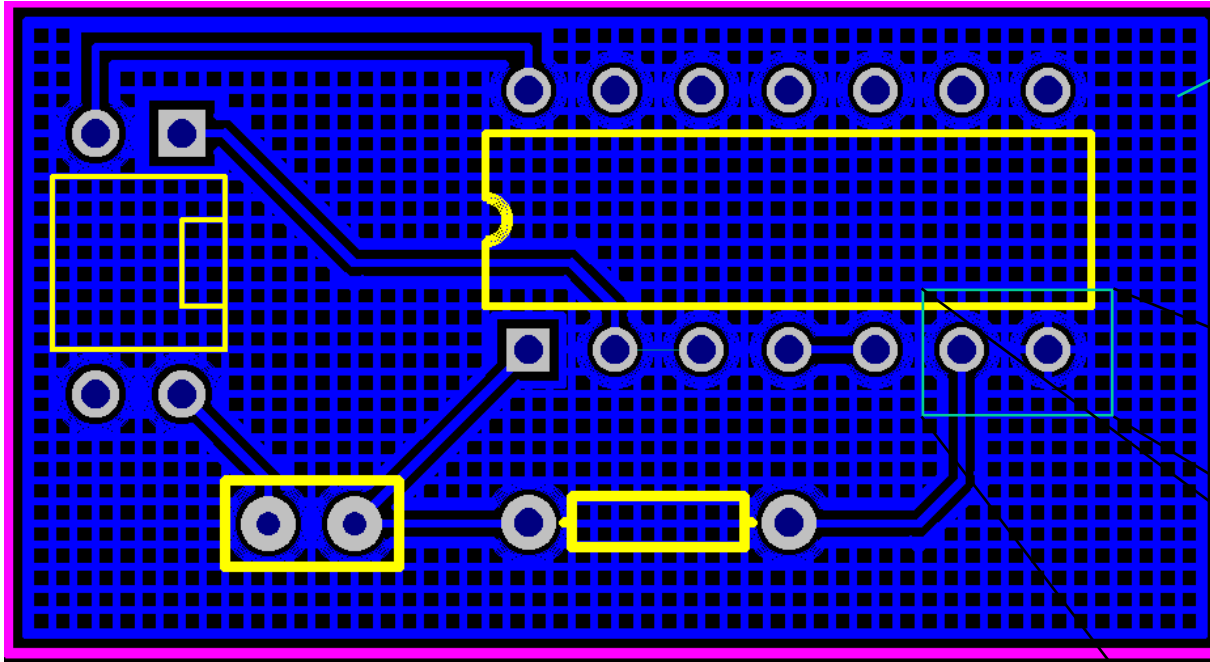
EMV - gerechter Leiterplattenentwurf

Gestaltung der Bezugspotentialfläche

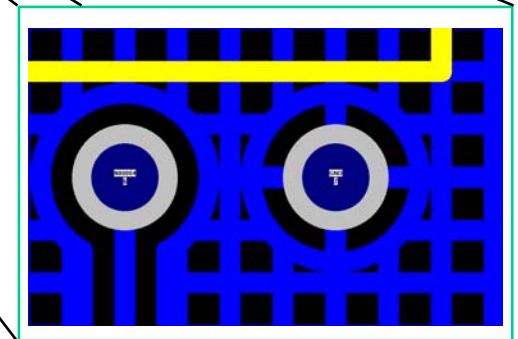


Nicht an das Bezugspotential angeschlossene Cu- Flächen wurden entfernt.

Gestaltung der Bezugspotentialfläche



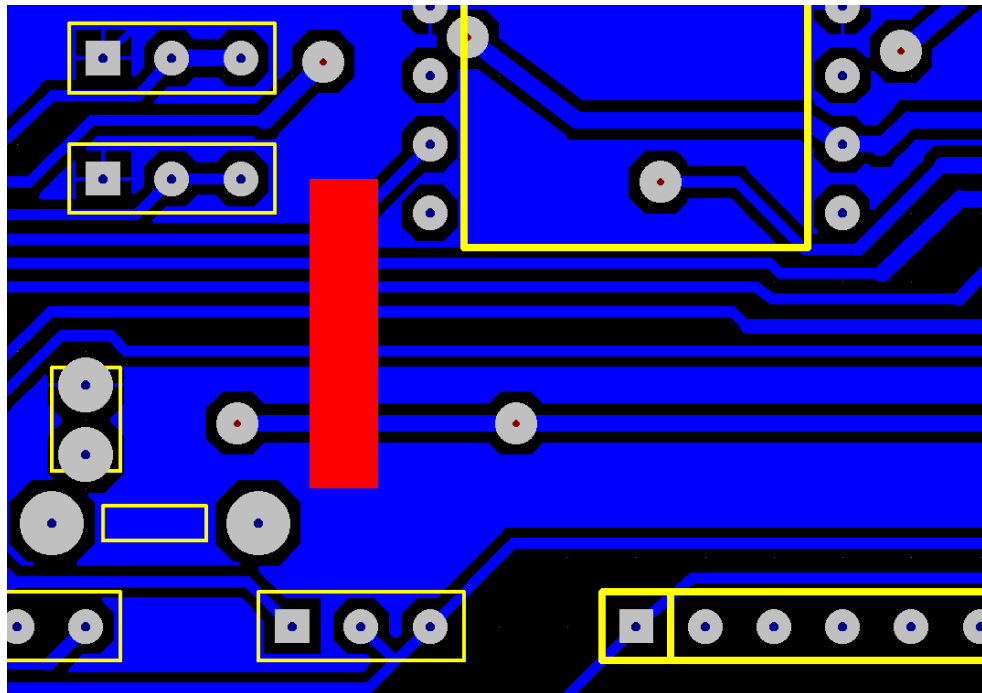
Die Ausführung des Bezugspotentials als Gitterfläche besitzt auch eine hinreichend kleine Impedanz



EMV - gerechter Leiterplattenentwurf

Gestaltung der Bezugspotentialfläche

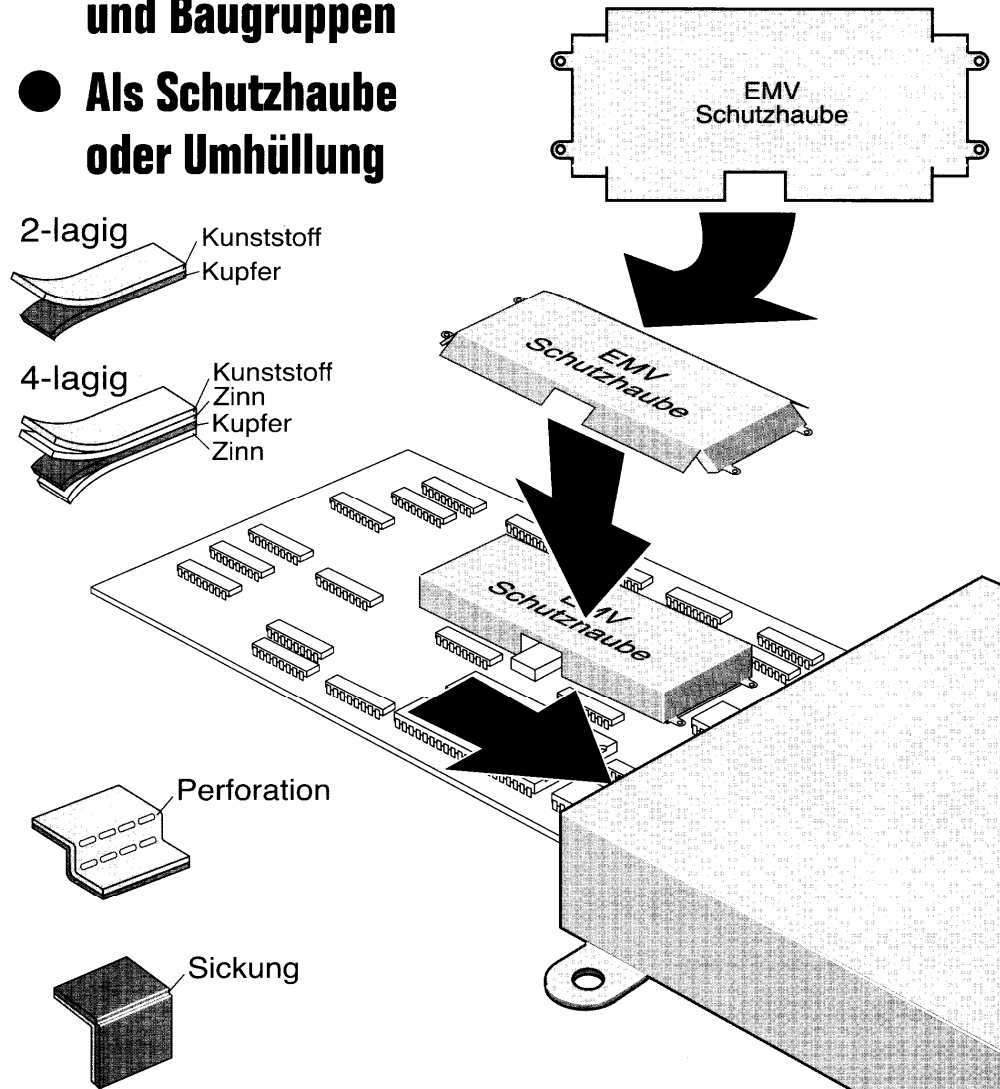
Nicht miteinander verbundene GND- Flächen können durch eine aufgelötete Metallfläche zusammengefasst werden.



EMV - Maßnahmen in der Verdrahtung

Schirmung von Leiterplatten

- Für Komponenten und Baugruppen
- Als Schutzhaube oder Umhüllung

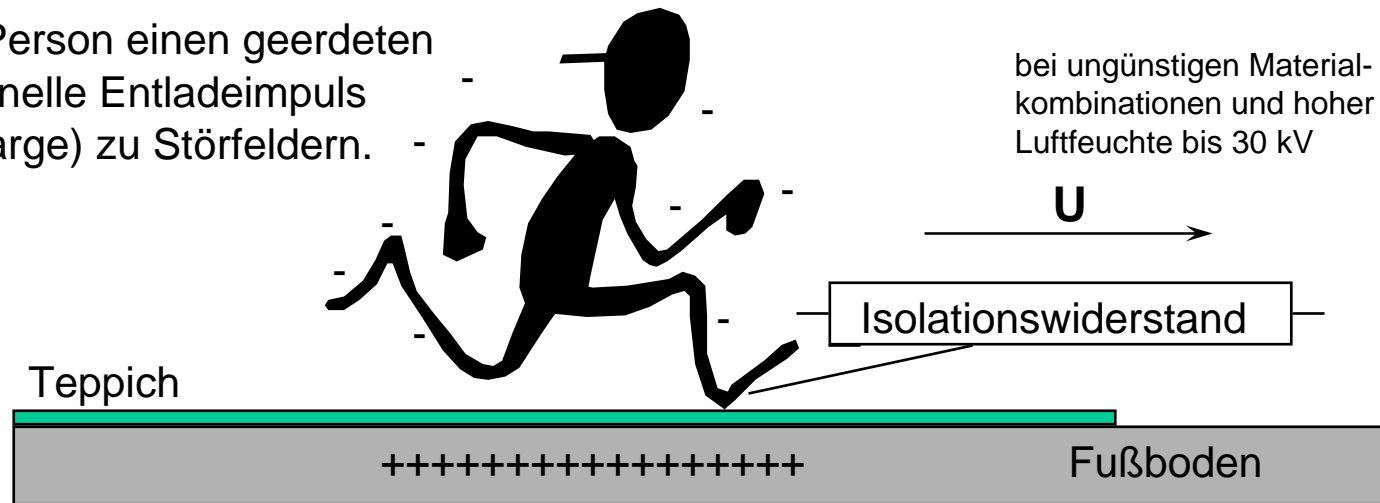


EMV - gerechter Baugruppentwurf

Elektrostatische Aufladung

Problem:

berührt die aufgeladene Person einen geerdeten Gegenstand führt der schnelle Entladeimpuls (ESD = electrostatic discharge) zu Störfeldern.



Auswirkungen im HF-Bereich
Energiegehalt gering

Lösung: leitende Bodenbelege
spezielle Schuhe
Erdungsbänder
Abschirmung des Gerätes, b.z.w. der gefährdeten Baugruppen