

EMV-LEITFADEN



Planung
Montagehinweise
Checklisten

EMV-LEITFADEN LOHMEIER

Leitfaden Planung

- Planungshinweise mit Formblättern
- Checklisten Planungsabnahme

Leitfaden Montagehinweise

- Hinweise für Montagepersonal
- Checkliste Montageabnahme



„EMV gerechter Schaltschrankaufbau“

Leitfaden

Ausgabe 2001
Version 1

AK 01.01



Diese Empfehlung ist als vorläufig zu betrachten und soll nach Erprobung in der Praxis innerhalb von 12 Monaten überarbeitet werden. Es wird gebeten, der

DEMVT e. V. , Geschäftsstelle Rosenheim, Chiemseestr.21, 83022 Rosenheim

Erfahrungen mitzuteilen und/oder Änderungsvorschläge zu machen.

*Alle Inhalte, Angaben, Daten und Zahlen sind sorgfältig ermittelt und zusammengestellt,
bleiben jedoch unverbindlich.
Für Druckfehler, Richtigkeit und Genauigkeit wird keine Gewähr oder Garantie übernommen.
„Änderungen sind vorbehalten“*

Deutsche Gesellschaft für EMV-Technologie e.V. (DEMVT)
Geschäftsstelle: Chiemseestr. 21, 83022 Rosenheim



Inhaltsverzeichnis

I. Allgemein

- 1.1 Anwendungsbereich
- 1.2 Zweck
- 1.3 Normenverweis

II. EMV Struktur

- 1. EMV Analyse
 - 1.1 Frequenz- und Pegelbetrachtung
 - 1.2 Beeinflussungsmatrix
 - 1.3 Versorgendes Netz
- 2. Planung EMV Bereiche / Zonen im Schaltschrank

III. EMV Schutzmaßnahmen im Schaltschrank


- 1. räumliche Trennung / Anordnung
- 2. Gehäuseschirmung
 - 2.1 Gehäuse
 - 2.2 Weitere Schaltschrankschirmmaßnahmen
 - 2.3 Geräteschirmung
- 3. Leitungsschirmung
 - 3.1 Geschirmte Leitungen
 - 3.2 Auswahl der Kabel und Leitungstypen
 - 3.3 Anschluß des Schirms
 - 3.4 Schirmunterbrechungen
 - 3.5 Große Querschnitt verwenden
 - 3.6 Motorzuleitung getrennt verlegen
 - 3.7 Bei Bedarf Doppelschirm
- 4. **Erdung**
 - 4.1 Erdungspunkt
 - 4.2 Erdungsverbindungen
 - 4.3 Sicherung des Erdpotentials zwischen Baugruppen mit stark unterschiedlichem Störpotential
- 5. Überspannungsschutz
- 6. Filtereinsatz
 - 6.1 Montage am Gerät
 - 6.2 Erdung des Filters
 - 6.3 Ableitströme
- 7. Verkabelung
 - 7.1 Leitungsverlegung
 - 7.2 Schirmanbindung

IV. Peripherieanbindung

V. Prüfablaufplan

Anhang

- Muster EMV- und EMV-Zonen-Liste
- Montagehinweise
- Checkliste Planung
- Checkliste Ausführung

	„EMV gerechter Schaltschrankaufbau“ Leitfaden	Ausgabe 2001 Version 1
		AK 01.01

I. Allgemein

1.1 Anwendungsbereich

Dieser Leitfaden gilt für die Planung von Gerätestör- und zerstörsicheren sowie datenstörsicheren elektrischen Verteiler- und Steuerschränken. Dieser Leitfaden berücksichtigt den Einfluß von technischen und atmosphärischen Störungen (Blitz, Burst, ESD usw.), periodische Frequenzen aus Wechselwirkungen von Baugruppen sowie Ein- und Ausschwingvorgängen von transienten Belastungen.

1.2 Zweck

Dieser Leitfaden hat den Zweck, eine störsichere Schaltschrankinstallation aus CE-gekennzeichneten und dadurch EMV-geprüften Geräten zu einem System in der Planung zu integrieren, für das eine innere und äußere EMV vermutet werden kann.

EMV relevante Betrachtung bzgl. EMVG

Anlagen, die erst am Betriebsort zusammengesetzt werden, bedürfen keiner Bescheinigung einer zuständigen Stelle, keiner Baumusterbescheinigung, Konformitätserklärung und keiner CE-Kennzeichnung.

Eine Anlage ist eine Zusammenschaltung von Apparaten, Systemen und Bauteilen zu einem bestimmten Zweck an einem gegebenen Ort.

Dies betrifft auch Zulieferteile für die Industrie, Handwerk und sonstige EMV-fachkundige Betriebe.

Voraussetzung: Es handelt sich um nicht selbständig betreibbare Geräte, die nicht allgemein erhältlich sind.

Daraus folgt, daß aus Sicht des EMV Gesetzes eine CE Kennzeichnung nicht erforderlich ist. Weitere Richtlinien die eine CE Kennzeichnung erfordern, sind zu berücksichtigen (z.B. Niederspannungsrichtlinie).



„EMV gerechter Schaltschrankaufbau“

Ausgabe 2001
Version 1

Leitfaden

AK 01.01

1.3 Normenverweis

DIN EN 50081-1 VDE 0839 Teil 82-1:03.1993
Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) – Fachgrundnorm
Störaussendung – Teil 1: Wohnbereich;
Deutsche Fassung EN 50081-1:1993

DIN EN 50082-1 VDE 0839 Teil 82-1: 11.1997
Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) – Fachgrundnorm
Störfestigkeit – Teil 1: Wohnbereich;
Deutsche Fassung EN 50082-1:1997

DIN EN 50081-2 VDE 0839 Teil 81-2: 03.1994
Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV)-Fachgrundnorm
Störaussendung-Teil 2: Industriebereich
Deutsche Fassung EN 50081-2:1993

DIN EN 55011 VDE 0875 Teil 11: 1997
Grenzwerte und Meßverfahren für Funkstörungen von industriellen,
wissenschaftlichen und medizinischen Hochfrequenzgeräten (ISM-Geräten)
(IEC-CISPR 11:1990 modifiziert + A1:1996 modifiziert + A2:1996 + Corrigendum:1996)
Deutsche Fassung EN 55011:1991 + A1:1997 + A2:1996

DIN EN 55011 VDE 0875 Teil 11: 2000
industrielle, wissenschaftliche und medizinische Hochfrequenzgeräte
(ISM-Geräte) – Funkstörungen – Grenzwerte und Meßverfahren (IEC/CISPR 11:1997 + A1:1999 modifiziert)
Deutsche Fassung EN 55011:1998 + A1:1999

DIN EN 60439 Teil1 VDE 0660 Teil 500
Niederspannungs-Schaltgerätekombinationen – Teil 1:
Typgeprüfte und partiell typgeprüfte Kombinationen (IEC 60439-1:1999)
Deutsche Fassung EN 60439-1:1999

DIN EN 61000-3-2 VDE 0838 Teil 2: 1998
Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) – Teil 3: Grenzwerte -
Hauptabschnitt 2: Grenzwerte für Oberschwingungsströme (Geräte-
Eingangsstrom [16A je Leiter) (IEC 61000-3-2: 1995 + A1: 1997 + A2: 1998)
Deutsche Fassung EN 61000-3-2: 1995 + Corrigendum: 1997 + A1:1998 + A2: 1998

DIN EN 61000-3-3 VDE 0838 Teil 3: 1996
Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) – Teil 3: Grenzwerte –
Hauptabschnitt 3: Grenzwerte für Spannungsschwankungen und Flicker
In Niederspannungsnetzen für Geräte mit einem Eingangsstrom [16 A (IEC 61000-3-3: 1994)
Deutsche Fassung EN 61000-3-3: 1995

DIN EN 61000-6-2 VDE 0839 Teil 6-2: 2000
Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) – Teil 6-2: Fachgrundnormen -
Störfestigkeit Industriebereich (IEC 61000-6-2: 1999)
Deutsche Fassung EN 61000-6-2: 1999

DIN EN 60335 VDE 0160
Ausrüstung von Starkstromanlagen mit elektronischen Betriebsmitteln

VDE 0100 Teil 443
Errichten von Starkstromanlagen mit Nennspannungen bis 1000 V, Schutzmaßnahmen: Schutz gegen
Überspannungen infolge atmosphärischer Einflüsse

26. BIMSchV Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über
elektromagnetische Felder vom 16. Dezember 1996

Leitfaden zur Anwendung der Richtlinie 73/23/EWG
Leitfaden zur Anwendung der Richtlinie 89/336/EWG

Hinweis:

Im Einzelfall zutreffende Produktnormen für eingesetzte Komponenten beachten.



II. EMV Struktur

1. EMV-Analyse

Elektronische Geräte können trotz der Einhaltung von normativen Störaussendungs- und Störfestigkeitsgrenzwerten (für Fernfeld) EM Unverträglichkeiten im Schaltschrank aufweisen.

Bei sicherheitsrelevanten Funktionen ist die EMV-Analyse auch auf mögliche Gefahrenpotentiale zu überprüfen.

Elektronische Geräte und die dazugehörigen informationstechnischen Netzwerke, die EM Unverträglichkeiten aufweisen, sind in unterschiedliche EMV-relevante Bereiche zusammenzufassen. Die notwendigen Maßnahmen zur Störvermeidung sind im Planungsstadium zu definieren.



Abb.1



„EMV gerechter Schaltschrankaufbau“

Ausgabe 2001
Version 1

Leitfaden

AK 01.01

1.1 Frequenz- und Pegelbetrachtung

Für die eingesetzten Geräte sind die Nutzfrequenzen zu betrachten. Das Frequenzschema soll aufzeigen, in welchen Frequenzbereichen Beeinflussung möglich ist. Der relevante Frequenzschutzbereich der Geräte untereinander ist aus dem Frequenzschema ersichtlich. Für diesen zu entkoppelten Frequenzbereich sind Entkopplungsempfehlungen von räumlicher Trennung über Schirmung bis zu Filtereinsatz zu überlegen.

Zweckmäßigerweise sind die eingesetzten Komponenten mit Angabe von Nutzfrequenz und Pegeln in einer EMV-Liste zusammen zu stellen und die notwendige Entkopplungsanforderung darin festzulegen.

- ☞ Frequenzbereich bis 10 MHz räumliche Trennung
- ☞ Frequenzbereich über 10 MHz räumliche Trennung + Schirmung
- ☞ Frequenzbereich über 1 GHz EMV-geschirmte Gehäuse

Je nach Höhe der Frequenzen ist ein geeignetes Schirmmaterial zu wählen. Im unteren Frequenzbereich (< 150 kHz) überwiegt der Einfluß der magnetischen Leitfähigkeit (z. B. Eisen), darüber die elektrische Leitfähigkeit (z. B. Aluminium, Kupfer).

EMV-Liste								
Pos.	Gerät	Nutzfrequenz	Störfestigkeit	Störaussendungspegel	EMV-Maßnahme	Schnittstelle	Übertragungsfrequenz	EMV-Maßnahmen
1	SPS	..... MHz	+	-	Nach Montageanleitung	Dig. E/O	DC	Verdrillt
						Analog E/O	DC	Einfach geschirmt
						Profibus	???	Doppelt geschirmt
						ASI-Bus	???	Doppelt geschirmt
						Stromversorgung	DC	Einfach geschirmt
2	Frequenzumrichter	..... MHz	+	+	Nach Montageanleitung	Stromversorgung	50 Hz	Einfach geschirmt
						Stromversorgung	0 – 50 Hz	Einfach geschirmt
						Motorleitung	30 – 50 Hz	Einfach geschirmt
						Busleitung	???	Doppelt geschirmt
3	Netztrafo		-	-	0	Leistungsverbindung	50 Hz	
4	Luftsch.		-	-	0	Leistungsverbindung	50 Hz	
						Steuerleitung	50 Hz	



„EMV gerechter Schaltschrankaufbau“

Ausgabe 2001
Version 1

Leitfaden

AK 01.01

1.2 Beeinflussungsmatrix

☞ Verwendete Baugruppen sind in Bereiche einzuteilen;

Zweckmäßigerweise ist aus der EMV-Liste entsprechend 1.1 eine EMV-Zonenliste durch Umgruppierung der Komponenten nach EM-Verträglichkeit zu erstellen.

	SPS	Mikro- prozessor	Meßsystem	Gleichrichter	Netzteile	Frequenz- umrichter	Schalter ind. Lasten	Kompensa-ti- onsanlagen
SPS	0	0	0	!	!	!	!	!
Mikroprozessor	0	0	0	!	!	!	!	!
Meßsystem	0	0	0	0	!	!	!	0
Gleichrichter	!	!	0	0	0	0	0	0
Netzteile	!	!	!	0	0	!	!	!
Frequenzumrichter	!	!	!	0	0	0	!	!
Schalter, ind. Lasten	!	!	!	0	!	0	0	0
Kompensationsanlagen	!	!	0	0	!	!	0	0

Abb.2

! gekennzeichnete Kombinationen in getrennte Bereiche

0 EMV-verträglich in gleicher Zone

■ irrelevant

EMV-Zonenliste													
Zone	Pos.	Gerät	Nutz-fre- quenz	EMV- Maß- nahme	Schir- mungs- art	Kabel- ein-füh- rungen	Schnitt- stelle	Übertra- gungs- frequenz	EMV- Maß- nahmen	Ziel	Schirm- art	Leitungs- art	Schirm- anbin- dung
1	3	Netztrafo		0			Leistungs- verbindg.	50 Hz					
	4	Luftsch.		0			Leistungs- verbin- dung	50 Hz					
				0			Steuer- leitung	50 Hz					
2	2	Frequenz- umrichter	... MHz	Nach Montage- anleitung			Stromver- sorgung	50 Hz	Einfach geschirmt				
							Stromver- sorgung	0 – 50 Hz	Einfach geschirmt				
							Motor- leitung	30 – 50 Hz	Einfach geschirmt				
							Busleitung	???	Doppelt geschirmt				
3	1	SPS	... MHz	Nach Montage- anleitung			Dig. E/O	DC	Verdrillt				
							Analog E/O	DC	Einfach geschirmt				
							Profibus	???	Doppelt geschirmt				
							ASI-Bus	???	Doppelt geschirmt				
							Stromver- sorgung	DC	Einfach geschirmt				



„EMV gerechter Schaltschrankaufbau“

Leitfaden

Ausgabe 2001
Version 1

AK 01.01

1.3 Versorgendes Netz

☞ Wenn möglich, Auswahl des versorgenden Netzes beeinflussen

EMV-Verhalten		
TT	Gut	Der PE-Leiter bildet nicht mehr die einzige Bezugsmasse für die Anlage. <ul style="list-style-type: none"> - Es sind Überspannungsableiter vorzusehen (Verteilung über Freileitungen). - Dieser Netztyp erfordert entsprechende Maßnahmen für Geräte mit hohem Fehlerstrompotential, die in abgangsseitiger Richtung hinter den Differenzstromschutzgeräten liegen
TN-C	Schlecht	Fluß von Störströmen über Masse. Aussendung von elektromagnetischer Störstrahlung durch den PE-Leiter. Nicht empfehlenswert, wenn in der Anlage Geräte mit hohem Oberschwingungsanteil betrieben werden.
TN-S	Sehr gut	<ul style="list-style-type: none"> - Dieser Netztyp erfordert entsprechende Maßnahmen für Geräte mit hohem Fehlerstrompotential, die in abgangsseitiger Richtung hinter den Differenzstromschutzgeräten liegen. - Hohe Fehlerströme im PE-Leiter (durch induzierte Störungen). - nur eine Erdung
IT	Schlecht	Kein Einsatz von Filtern für asymmetrische Störströme möglich. <ul style="list-style-type: none"> - Erfordert u.U. zur Begrenzung der Kabellängen und Fehlerströme die Aufteilung der Anlage. - Netztyp TN im Falle eines Zweifehlers.

Abb.3

2. Planung EMV Bereiche/Zonen im Schaltschrank

Die Anordnung der Komponenten im Schaltschrank hat wesentlichen Einfluß auf die ungestörte Anlagen- oder Maschinenfunktion. Um elektromagnetische Beeinflussungen wirksam auszuschließen, ist es zweckmäßig, eine Aufteilung in Bereiche/Zonen unterschiedlichen Leistungs- und Störniveaus vorzunehmen. Des Weiteren ist es sinnvoll wie unter Punkt 1.2 siehe Abb.2 die zum Einsatz kommenden Baugruppen über eine Beeinflussungsmatrix hinsichtlich der EMV-Verträglichkeit zu bewerten. (Störquelle/Störsenke)

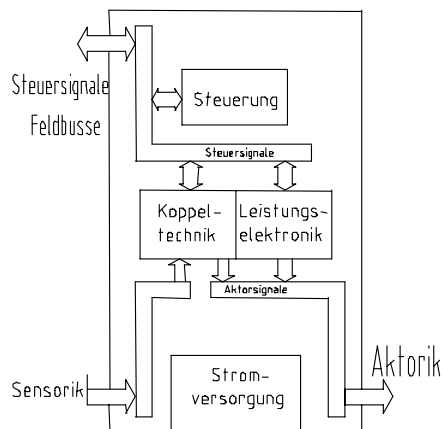


Abb.4

Zusätzlich zum EMV-Verhalten auch Überspannungsschutz, s. Seite 19, berücksichtigen.

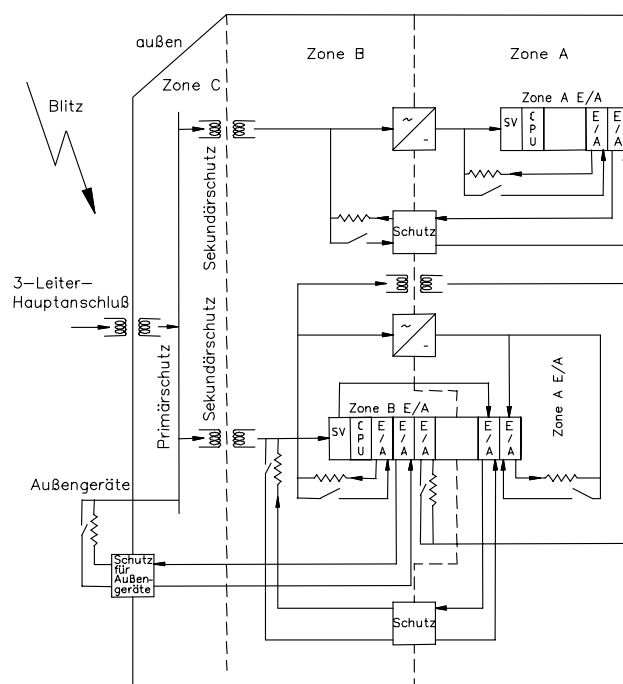


Abb.5



III. EMV Schutzmaßnahmen im Schaltschrank

1. räumliche Trennung/Anordnung

- ☞ Bereichstrennung im Aufbauplan definieren
- ☞ Montageanleitung der Gerätehersteller beachten

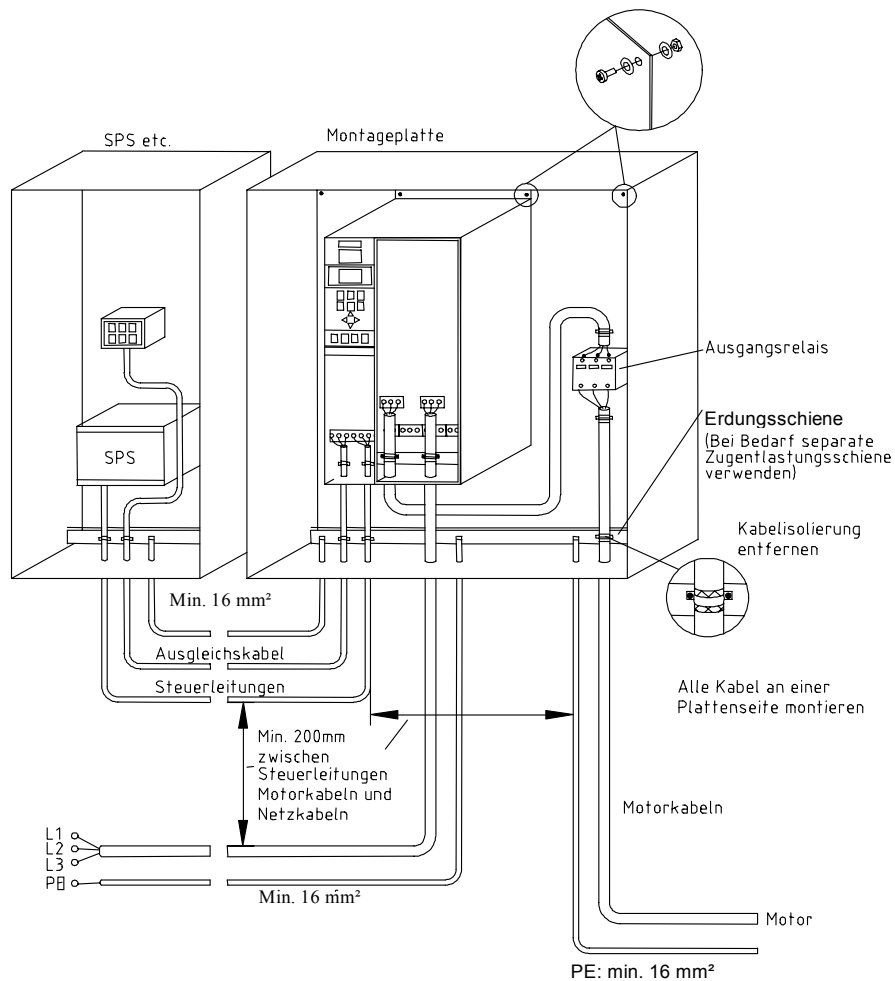


Abb. 6



2. Gehäuseschirmung

2.1 Gehäuse

Ziel der optimalen HF-Schirmung ist die möglichst schlitzfreie leitende Verbindung aller Gehäuseaußenflächen untereinander zur Ableitung hochfrequenter Störströme, **erzeugt** durch auftreffende elektromagnetische Felder.

Grund-Schirmwirkung

Dämpfung von elektromagnetischen Feldern erfolgt durch jedes Stahlblech-Gehäuse, die allerdings in hohen Frequenzbereichen oft den Anforderungen nicht genügt.

- ☞ Eine Potentialausgleichsverbindung an abnehmbaren oder zu öffnenden Teilen ist vorzusehen

Mittlere Schirmdämpfung

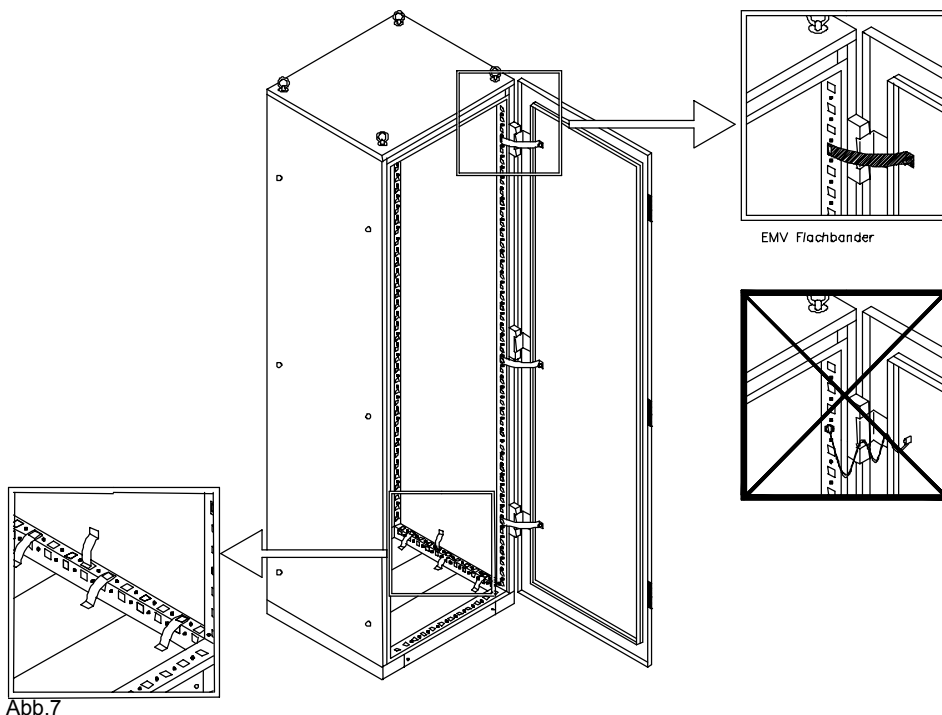
Durch kostengünstige Maßnahmen

- ☞ Zusätzlich mehrfach leitende Verbindungen aller Gehäuseteile untereinander installieren (siehe Abb.7).

Hohe Schirmdämpfung

Im Frequenzbereich bis 1 GHz.

- ☞ EMV gerechte Konstruktion und Bestückung eines Gehäuses



Verbesserung der Schirmwirkung durch optimalen Potentialausgleich



2.2 Weitere Schaltschrankschirmmaßnahmen

- ☞ leitende Dichtung zwischen Gehäuse und abnehmbaren Verkleidungsteilen
- ☞ geschirmte Sichtfenster so klein wie möglich (s. untenstehende Abschätzung)
- ☞ Klimatisierungsöffnungen mit HF-Gitter (Draht-oder Wabengitter) (s. untenstehende Abschätzung)
- ☞ Potentialausgleich über geeignete Schienen
- ☞ Netzfilter/Überspannungsschutz an der Eintrittsstelle großflächig kontaktiert
- ☞ Einführung ungeschirmte Signalleitungen über leitend mit der Gehäuseeintrittsstelle verbundene Filterdurchführungen
- ☞ geschirmte Leitungen über EMV Verschraubungen
- ☞ eventuell Gehäuse im Gehäuse (Abschottung)
- ☞ **maximale Öffnungen in Abhängigkeit von Frequenz und Materialdicke**

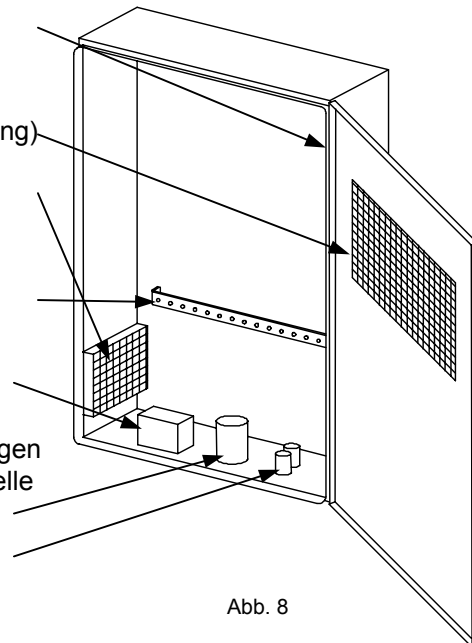


Abb. 8

2.2.1 Abschätzung von Schirmdämpfungswerten für Öffnungen in geschlossenen Gehäusen

Einsatzbedingung für die relativ einfachen Näherungsformeln:

Störfrequenzen der eingebauten Komponenten sollen im Frequenzbereich unterhalb 10 % der vom Bohrungsdurchmesser $D = 2r_o$ bestimmten Grenzfrequenz liegen.

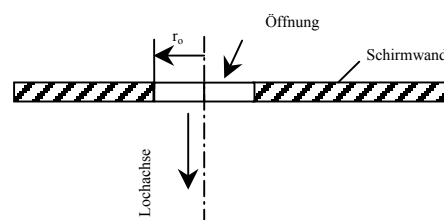
$$f < \frac{30 \times 10^9}{3,42 \times r_o} \text{ (Hz)}$$

Der Abstand der eingebauten elektronischen Komponenten von den Löchern auf der Lochachse soll größer sein als:

$$a > 30 \times r_o \text{ (mm)}$$

Schirmdämpfung bei Einzelbohrung:

$$a_{SE} \approx a_{SH} \approx 31,9 \times \frac{L}{2 r_o} \text{ (dB)}$$





„EMV gerechter Schaltschrankaufbau“

Ausgabe 2001
Version 1

Leitfaden

AK 01.01

Schirmdämpfung bei Lochrasterfläche:

Häufig werden Wände von Gerätegehäusen zur Wärmeabfuhr teilweise oder ganz mit Lochreihen versehen.

Die Schirmdämpfung hängt wesentlich vom Perforationsgrad ab, der die Summe aller Lochquerschnitte zur perforierten Fläche in Beziehung setzt.

$$a_{SE} \approx a_{SH} \approx \left(31,9 \times \frac{L}{2 r_o} - 20 \log n \right)$$

n = nur für eine begrenzte Anzahl von Bohrungen.
Bei gleicher Summe der Öffnungsquerschnitte in einer bestimmten Fläche ergibt sich eine Erhöhung der Schirmdämpfung durch mehrere Bohrungen mit kleineren Durchmessern.

$$\Delta a \approx 10 \lg \frac{n_2}{n_1} \text{ (dB)}$$

Schirmdämpfung für Maschendrahtflächen:

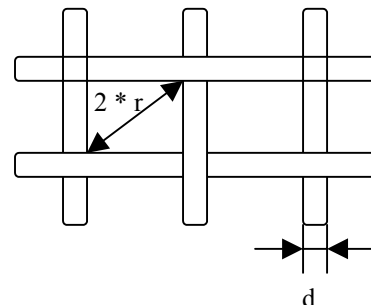
Wird das Lochfeld über die gesamte Struktur ausgedehnt, so erhält man ein Modell für einen Maschendrahtschirm. Die Formel gilt unter der Voraussetzung, dass die Drähte an ihren Kreuzungspunkten durch Löt- oder Schweißverbindungen kontaktiert sind.

Die Formel gilt nur für:

- relativ kleine Flächen $n < 100$
- $\frac{d}{r_o} > 4$
- dicke Drahtdurchmesser
- engmaschig

Verhältnis Draht zu Öffnung

$$\frac{d}{r_o} < 0,25$$



$$a_{SE} \approx a_{SH} \approx \left(31,9 \times \frac{d}{r_o} - 20 \log n \right)$$

bei engmaschigen dünnen Maschennetzen ist die Dämpfung abhängig von Material und Frequenz (ermittelbar nach VG 95376 Teil 4)

a_{SE} = Schirmdämpfung elektrisches Feld
 a_{SH} = Schirmdämpfung magnetisches Feld
 r_o = Lochdurchmesser
 a = Abstand von Schirmwand auf Lochachse
 n = Anzahl der Bohrungen bzw. Maschen
 d = Drahtdurchmesser

Wabenkamine:

Ausschnitte aus Wabenkaminen für unterschiedliche Frequenzen



2.3 Geräteschirmung

Die Geräte sollten so geschirmt sein, daß sie den nationalen, sowie den europäischen Normen entsprechen. Soweit die Geräte CE-Kennzeichnungspflichtig sind, sollten sie gekennzeichnet sein.

- ☞ Gute Kontaktierungsmöglichkeit zum Anschluß an eine Potentialausgleichsschiene
- ☞ Metallisch blanke Kontaktfläche, welche beim Verschrauben mit der leitenden Montageplatte oder Unterkonstruktion eine Kontaktierung herstellt.

3. Leitungsschirmung

Kabel und Leitungen treten in Wechselbeziehungen zu ihrer Umgebung, d.h. sie erzeugen aufgrund der übertragenen Nutz- und Störleistungen elektrische, magnetische und elektromagnetische Felder. Sie entnehmen Nutz- und Störfeldern Leistungen, die sich in den Übertragungskreisen störend auswirken können.

Die Schirmung dient der Reduzierung der gestrahlten Störenergie (Beeinflussung benachbarter Anlagen) sowie auch der Störfestigkeit eines Gerätes selbst (Störfestigkeit gegenüber Beeinflussungen von außen).

Leitungen zwischen Baugruppen und zwischen unterschiedlichen EMV Bereichen sind nach Herstellerangaben eventuell geschirmt zu verlegen und der Schirm ist ordnungsgemäß aufzulegen.

3.1 Klassifizierung leitungsgebundener Signale

☞ Klassifizierung der Signale nach Störvermögen und Störfestigkeit:

Klasse	Störbehaftet	Empfindlich	Beispiel: Übertragene Signale bzw. angeschlossene Geräte
1 Empfindlich		++	- Kleinleistungsgeräte mit Analogausgang, Messwandler, usw. Meßkreise (Sonden, Messwanler, usw.)
2 Wenig empfindlich		+	- Steuerstromkreise für Widerstandslasten - digitale Kleinleistungstechnik (Bus, usw.) - Kleinleistungsgeräte mit Digitalausgang - Messwandler usw) - Gleichstromnetze für kleine Leistungen
3 Geringfügig störbehaftet	+		- Steuerstromkreise für induktive Lasten (Relais, Schütze, Spulen, Wechselrichter, usw.) mit entsprechendem Schutz - Wechselstromnetzteile - Hauptstromversorgung von Geräten mit hoher Leistungsaufnahme
4 Störbehaftet	++		- Schweißautomaten - Laststromkreise im allgemeinen - Leistungselektronik (Frequenzumrichter) - Schaltreglernetzteile, usw.

Abb.9



„EMV gerechter Schaltschrankaufbau“

Leitfaden

Ausgabe 2001
Version 1

AK 01.01

3.2 Auswahl der Kabel und Leitungstypen

Empfohlene Kabel- und Leitungstypen in Abhängigkeit von der Klasse des geführten Signals

Klasse	EMV-Verhalten	Eindrätig	Verdrillte Zweidrahtleitung	Geschirmte Leitung	Geschirmt (Folienschirmung)	Geschirmtes Hybridkabel (Folien- und Geflechschirmung)
1	Empfindlich	-	+	+	0	0
2	Wenig empfindlich	+	+	+	0	0
3	Gering störbehaftet	+	+	+	0	0
4	Störbehaftet	-	-	-	+	+


-	Nicht empfehlenswert	+	Empfehlenswert Kosten vertretbar	0	Wenig empfehlenswert relativ hohe Kosten
---	----------------------	---	-------------------------------------	---	---

Abb.10

Empfohlene Kabel- und Leitungstypen in Abhängigkeit der Entkopplung

Typ	Leitungsgebunden	Gestrahlt			Kopplung		Schärfe-grad	Anwendungsgebiet
		NF: 0-50Hz	HF<5MHz	HF>5 – 30MHz	Asymmetr. Spannung	Symmetr. Spannung			Übersprechen, kapazitive/induktive Kopplung
eindrätig	Keine Auswirkung	Durchschnittlich	Zufriedenstellend	Mangelhaft	Schlecht	Schlecht	Schlecht	Unempfindliche Geräte, nur für niederfrequente Anwendungen
Zweidrätig parallel		Durchschnittlich	Zufriedenstellend	mangelhaft				
Zweidrätig verdrillt		gut	Gut bis 100 kHz	Zufriedenstellend	Schlecht	Gut	Schlecht	Geringfügig störbehaftete Geräte Büroumgebung Industrieumgebung mit geringem Verschmutzungsgrad
Zweidrätig verdrillt geschirmt		Gut	Gut	Durchschnittlich	Gut	Ausgezeichnet	Gut	Geringfügig industrielle Störungen Büroumgebung Industrieumgebung mit geringem Verschmutzungsgrad geführte Signale <10 MHz
Schirmung mit Al-Folie		Durchschnittlich	Zufriedenstellend	mangelhaft			Durchschnittlich	Geringfügig industrielle Störungen (Rundfunksender, Leuchtstoffröhren) Industrieumgebung mit geringem Verschmutzungsgrad LAN-Vernetzung EDV-Geräte in Büro-umgebung
Geflecht		Ausgezeichnet	Ausgezeichnet	gut			gut	Klassische industrielle Umgebung, EDV-, Meß- und Regeltechnik LAN-Vernetzung Motorsteuerung, usw
Doppelschirm		Ausgezeichnet	Ausgezeichnet	Ausgezeichnet			gut	Industrielle Störungen Signalleitungen
Folien + Geflechschirmung		Ausgezeichnet	Ausgezeichnet	Ausgezeichnet			gut	Starke industrielle Störungen (Schwerindustrie) Hochempfindliche Geräte in stark gestörten Umgebungen

Abb.11

	<p align="center">„EMV gerechter Schaltschrankaufbau“</p> <p align="center">Leitfaden</p>	<p align="right">Ausgabe 2001 Version 1</p>
		<p align="right">AK 01.01</p>
<p>3.3 Anschluß des Schirms</p> <p>☞ Schirmungen nach Herstellerangaben der Geräte ein- bzw. beidseitig oder mehrfach auflegen.</p> <p>3.4 Schirmunterbrechungen</p> <p>☞ Schirmunterbrechungen z.B. bei Klemmen, Schaltern, Schützen usw. müssen möglichst niederimpedant und großflächig überbrückt werden.</p> <p>3.5 Große Querschnitte verwenden</p> <p>☞ Erd- und Massekabel mit großen Querschnitten, besser noch mit Masseleitzen oder feindrahtigem Kabel herstellen.</p> <p>3.6 Motorzuleitung getrennt verlegen</p> <p>☞ Der Abstand Motorleitung zu Signalleitung sollte > 20cm sein. Netz- und Motorleitung nicht parallel verlegen.</p> <p>3.7 Bei Bedarf Doppelschirm</p> <p>☞ Signalleitungen können mit Doppelschirm und verdreht eingesetzt werden. Die Dämpfung steigt von etwa 30dB bei Einfachschirmung auf 60dB bei Doppelschirmung und auf ca.75dB bei zusätzlichem Verdrehen.</p>		



4. Erdung

4.1 Erdungspunkt

- ☞ Eindeutiger zentraler Erdungspunkt ist zu definieren. Dies wird üblicherweise eine Erdungsschiene sein.
- ☞ Montageplatten zur besseren hochfrequenten Verbindung nicht lackiert.

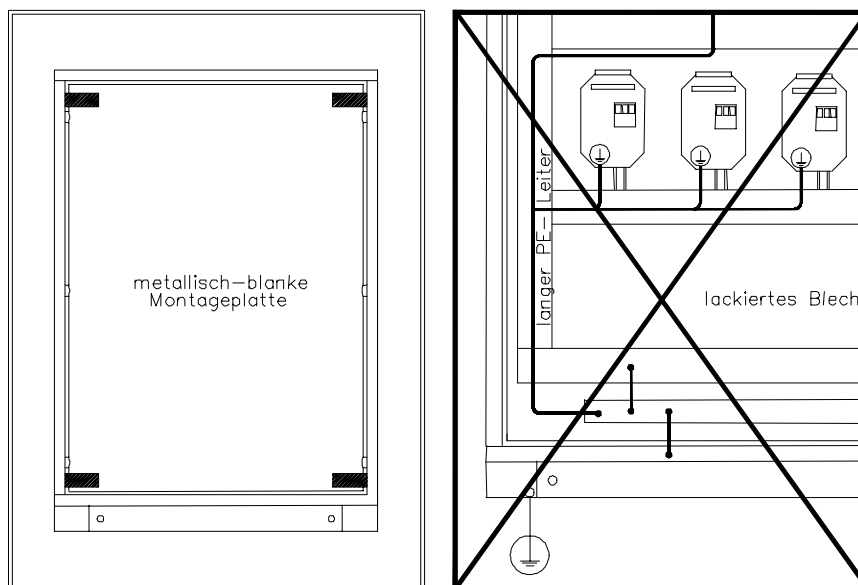


Abb.12 Montageplatte als Potentialausgleichsfläche:
Alle Komponenten mit leitendem Gehäuse können großflächig leitend befestigt werden.

4.2 Erdungsverbindungen

- ☞ Alle Metallteile erden
- ☞ Erdungsverbindungen: mind. Querschnitt 16mm². Dies gilt auch für bewegliche Teile wie Türen.

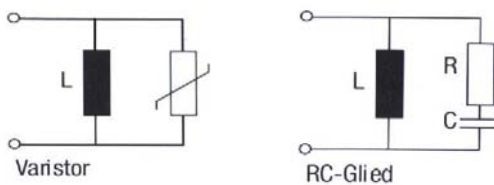


4.3 Sicherung des Erdpotentials zwischen Baugruppen mit stark unterschiedlichem Störpotential

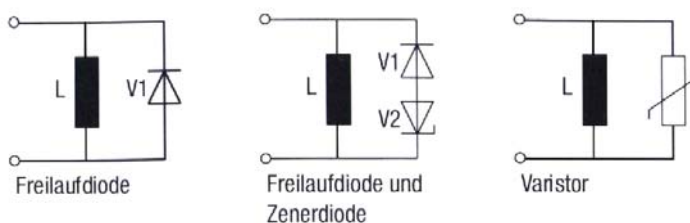
Besteht **beispielsweise** zwischen **einem** Frequenzumrichter und **einer** SPS (etc.) ein unterschiedliches Erdpotential, so können elektrische Ausgleichsströme auftreten, die das gesamte System stören können.

- ☞ Anbringen eines Ausgleichskabels, parallel zum Steuerkabel. Kabelquerschnitt mindestens **16 mm²**.
- ☞ Werden Relais, Schütze und induktive oder kapazitive Lasten geschaltet, so sind die schaltenden Relais oder Schütze mit Entstörgliedern zu versehen.

Wechselstrombetriebene induktive Lasten



Gleichstrombetriebene induktive Lasten





5. Überspannungsschutz

Überspannungsschutzmaßnahmen sind im Zusammenhang mit EMV-Maßnahmen zu planen und zu realisieren.

Zusätzlich zu Schirmungs- und Filterungsmaßnahmen zur Erreichung der Elektromagnetischen Verträglichkeit, ist für den Überspannungsschutz ein Grob- und Feinspannungsschutz zur Reduzierung von transienten Impulsen, verursacht z.B. durch Blitzeinwirkung, vorzusehen.

Hier sei angemerkt, daß die EMV-Zonen mit den Überspannungskategorien, die den Betrachtungen und Festlegungen zur elektrischen Sicherheit zugrunde liegen, weitgehend korrespondieren (siehe Tabelle).

EMV-Zone	Kategorie
EMV-Zone A	Überspannungskategorie I: Betriebsmittel der Überspannungskategorie I sind Betriebsmittel zum Anschluß an Stromkreise, für die bereits Maßnahmen zur Begrenzung der transienten (vorübergehenden) Überspannungen auf ein geeignetes, niedrige Niveau getroffen wurden.
EMV-Zone B	Überspannungskategorie II: Betriebsmittel der Überspannungskategorie II sind Betriebsmittel, die an die feste elektrische Anlage eines Gebäudes angeschlossen werden.
EMV-Zone C	Überspannungskategorie III: Betriebsmittel der Überspannungskategorie III sind Betriebsmittel, die Teil der festen Anlage sind, und andere Betriebsmittel, für die eine höhere Anforderung (höher als für die Überspannungskategorie II) bezüglich der Verfügbarkeit erwartet wird.
	Überspannungskategorie IV: Betriebsmittel der Überspannungskategorie IV sind für die Anwendung am oder in der Nähe des Speisepunkts der Anlage vorgesehen, d.h. in Stromflußrichtung betrachtet vor dem Hauptverteilungsschrank.
	Anmerkung: Den Überspannungskategorien I bis IV sind Bemessungsstoßspannungen zugeordnet. Sie können z.Z. der Tabelle 44B (neu) im Entwurf DIN VDE 0100 Teil 443 A2/02.93 entnommen werden.

Erläuterung zur Überspannungskategorie I:

Die Schutzmaßnahmen dürfen in dem Betriebsmittel vorgenommen werden. In diesem Fall muß der Hersteller eine entsprechende Information zur Verfügung stellen. Beispiele sind geschützte elektronische Stromkreise in elektronischen Betriebsmitteln.

Erläuterung zur Überspannungskategorie II:

Beispiele für solche Betriebsmittel sind Haushaltsgeräte, tragbare Werkzeuge und ähnliche Verbrauchsgeräte/-mittel.

Erläuterung zur Überspannungskategorie III:

Beispiele für solche Betriebsmittel sind Schaltanlagen, Verteilungstafeln (einschließlich der eingebauten Geräte), Leistungsschalter, Kabel- und Leitungsanlagen (einschließlich Kabel und Leitungen, Stromschienen, Verbindungsdosen und -kästen, Schalter, Steckdosen) in der festen Anlage; ferner: Betriebsmittel für industrielle Anwendung und einige andere Betriebsmittel, z.B. stationäre Motoren mit einem dauernden Anschluß an die feste Anlage.



6. Filtereinsatz

Filtermaßnahmen dienen einerseits dem Schutz der Geräte vor hochfrequenten leitungsgebundenen Störgrößen (Störfestigkeit) sowie andererseits der Reduzierung der hochfrequenten Störgrößen eines Gerätes, die über das Netzkabel ausgesendet werden und auf ein vorgeschriebenes bzw. gesetzliches Maß begrenzt werden sollen (Störaussendung).

6.1 Montage am Gerät

☞ Filter möglichst dicht am Gerät montieren. Bei Abständen $>30\text{cm}$ sind geschirmte Leitungen zu verwenden.

6.2 Erdung des Filters

☞ Filter auf der Netz- und Geräteseite mit dem Erdleiter verbinden. Zusätzlich sollte das Filter auf der Montageplatte flächig montiert werden und auf gut leitende Verbindung von dem Filtergehäuse zur Masse geachtet werden.

6.3 Ableitströme

☞ Um gefährliche Spannungen zu vermeiden, sind Filter vor dem Einschalten zu erden.

☞ Filter haben Ableitströme. Diese können im Fehlerfall (Phasenausfall, Schiefast) erheblich größer als die Nennwerte werden. Bei Ableitströmen $\geq 3,5\text{ mA}$ muß nach VDE 0160 bzw. EN 60335 entweder:

- Der Schutzleiter $\geq 10\text{mm}^2$ sein,
- Der Schutzleiter auf Unterbrechung überwacht werden,
- Ein zweiter Schutzleiter zusätzlich verlegt werden.

Da es sich bei den Ableitströmen um hochfrequente Störgrößen handelt, müssen die Erdungsmaßnahmen niederohmig, großflächig und auf kürzestem Weg vom Filter zum Erdpotential hergestellt werden.



7. Verkabelung

7.1 Leitungsverlegung

- ☞ Störbehaftete bzw. störempfindliche Leitungen mit möglichst großem räumlichen Abstand verlegen.
- ☞ Störfestigkeit erhöht sich, wenn die Leitungen dicht an Massepotential verlegt werden. Es empfiehlt sich eine Verlegung daher in Ecken und auf dem Massepotential.
- ☞ Reservekabel auf mindestens einer Seite erden.
- ☞ Lange Leitungen kürzen oder an störunempfindlichen Stellen verlegen. Es können sonst zusätzliche Koppelstellen entstehen.
- ☞ Bei sehr großen Leiterquerschnitten können anstelle von geschirmten Kabeln auch geschirmte Einzeladern verlegt werden.
- ☞ Leiter oder Kabel, die Signale verschiedener Klassen (siehe 3.2) führen, müssen sich im rechten Winkel kreuzen, insbesondere, wenn es sich um empfindliche (Klasse 1-2) und störbehaftete Signale (Klasse 3-4) handelt.

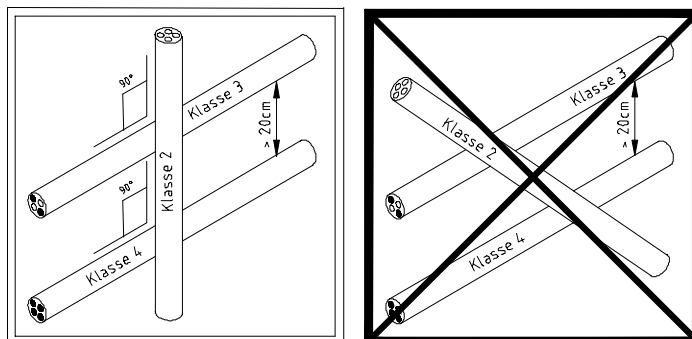


Abb.13



7.2 Schirmanbindung

- ☞ Wird eine Mehrfachauflegung von Schirmen empfohlen, so können bei weitläufigen Anlagen Potentialausgleichsströme fließen. Kommt es durch Potentialausgleichsströme zu Störungen, so sind die weiteren Masseverbindungen über Koppelkapazitäten (Kondensatoren) vorzunehmen. Damit ist eine hochfrequente Anbindung zur Störableitung möglich, ohne die 50-Hz Komponente zu übertragen.
- ☞ Schirme dürfen nicht zur Stromführung verwendet werden. Damit darf ein Schirm nicht gleichzeitig die Funktion eines N- oder PE- Leiters übernehmen.
- ☞ Schirme großflächig auflegen. Dies kann mittels Erdungsschellen; -klemmen oder -verschraubungen geschehen.
- ☞ Keine Verlängerung des Schirmes zum Erdungspunkt hin durch einen Draht (Pigtail); die Schirmwirkung wird dadurch um bis zu 90% verringert.
- ☞ Eine Verbesserung der Schirmwirkung kann durch Verlegung in Metallkanälen oder Metallrohren erreicht werden. Die Verwendung von Kabeln mit 2-fach Schirmung oder durch erhöhten Bedeckungsgrad (>80%) des Schirmes erhöht die Schirmwirkung.

IV. Peripherieanbindung

- ☞ Die Masseverbindung zu weiteren Schaltschränken, Anlagenteilen und dezentralen Geräten ist mit möglichst großem Querschnitt, mind. 16 mm², niederimpedant herzustellen.
- ☞ Schirme dürfen dabei nicht den Ausgleich von Spannungsdifferenzen übernehmen. Ausgleichsströme müssen über Verlegung zusätzlicher Masseleitungen geführt werden.
- ☞ Sind Ausgleichsströme auf Schirmen vorhanden, so kann in diesen Fällen der Schirm evtl. einseitig aufgelegt, bzw. die zweite Seite über einen Kondensator geerdet werden.
- ☞ Sind Ausgleichsströme auf Signalleitungen vorhanden, können zur Trennung Optokoppler verwendet werden.
- ☞ Leitungen für empfindliche Signalübertragung **sind** mit großem Querschnitt **zu** wählen, diese sind störungsempfindlicher.
- ☞ Analoge Signalübertragungen können gegen hochfrequente Störeinflüsse mit Kondensatoren entstört werden. **Die Signalverarbeitungsgeschwindigkeit darf durch überhöhte Kapazitäten nicht unzulässig beeinträchtigt werden.**
- ☞ Digitale Signalübertragungen und Bus-Leitungen können mit Ferritkernen oder frequenzabgestimmten Filtern entstört werden.
- ☞ Unbenutzte Leitungen sind einseitig **im Schaltschrank** zu erden.
- ☞ Bewährt haben sich Signalkabel mit einzeln abgeschirmten Aderpaaren, deren Schirme einseitig aufgelegt sind und die außerdem über einen Außenschirm verfügen, der beidseitig aufgelegt wird.



„EMV gerechter Schaltschrankaufbau“

Ausgabe 2001
Version 1

Leitfaden

AK 01.01

- ☞ Buskommunikationen und serielle Schnittstellen können mit Lichtwellen leitersystemen, insbesondere über große Entfernungen, EMV-sicher aufgebaut werden.
- ☞ Der Abstand zwischen Energie- und Signalleitungen ist so groß wie möglich zu wählen, mind. jedoch 20 cm. Dabei gilt, je länger die parallele Verlegung, umso größer der Abstand. Ist dieser Abstand nicht einzuhalten, sind zusätzliche Schirmungsmaßnahmen vorzusehen.
- ☞ Stromführende Kabel so nah wie möglich am Bezugspotential verlegen
- ☞ Vermeidung großer Leiterschleifen

Leitungsführung bei Maschinen und Anlagen:

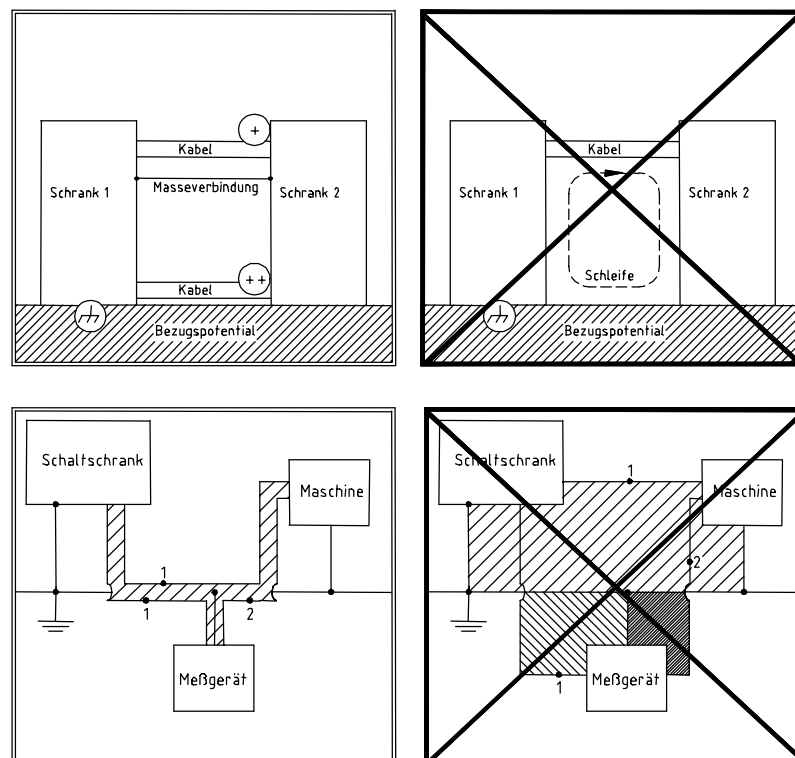


Abb.14

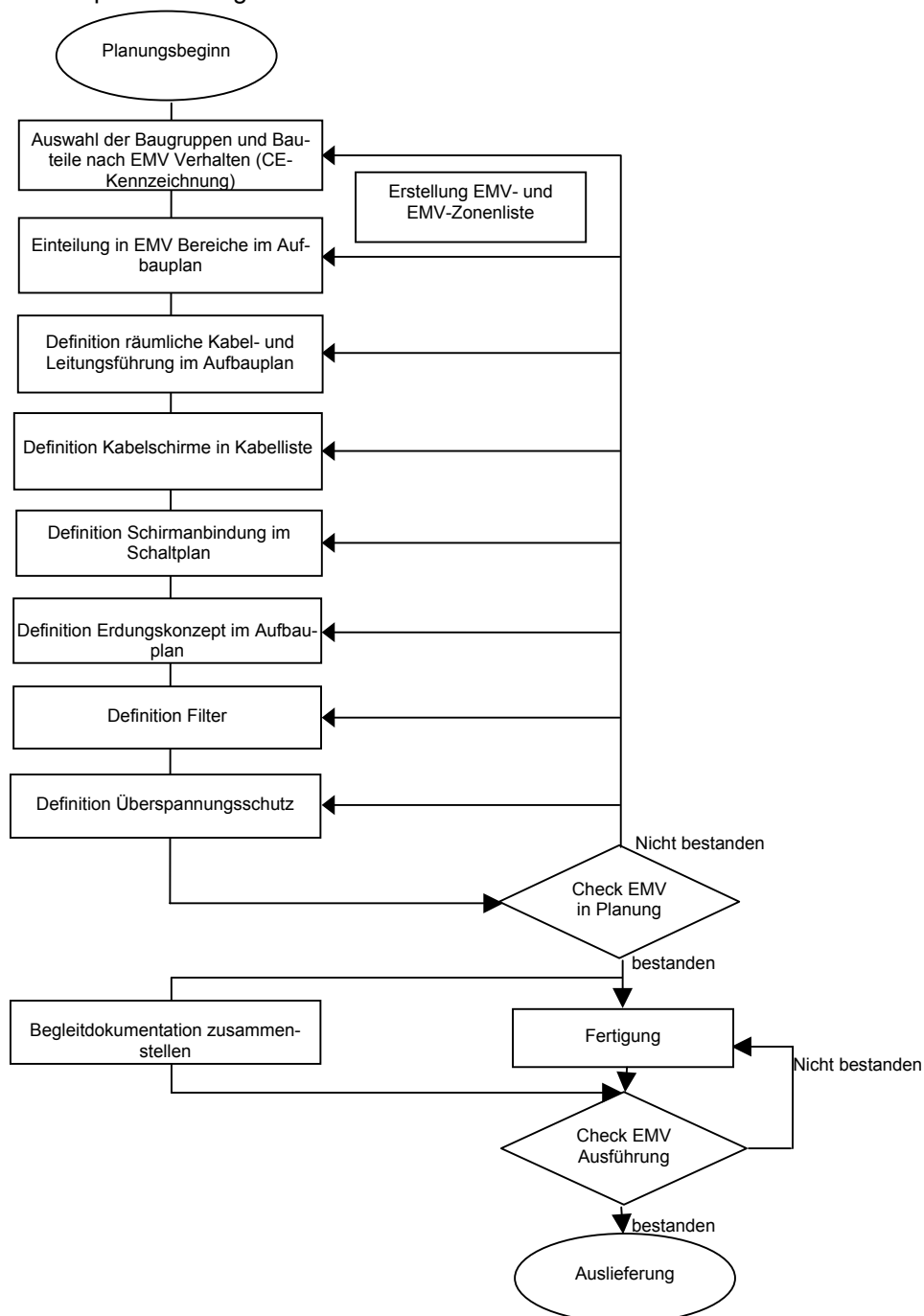
1 Stromversorgung
2 Daten-/Steuer Verbindung




V. Prüfablaufplan

Die Einhaltung der EMV-relevanten Punkte sind zu prüfen und das Prüfergebnis ist zu dokumentieren.

Die Prüfungen haben mit den Checklisten Planung und Ausführung nach untenstehendem Prüfablaufplan zu erfolgen.



Die Checklisten im Anhang von diesem Leitfaden enthalten eine Protokollierung der grundlegenden Prüfschritte.

	„EMV gerechter Schaltschrankaufbau“	Ausgabe 2001 Version 1
	Leitfaden	AK 01.01
<p>An der Erstellung des Leitfadens wirkten mit:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Damschen, Jörg: CITEL Electronics GmbH • Dorner, Helmut: Danfoss Antriebs- und Regeltechnik GmbH • Hess, Herbert: Häwa Programmgehäuse und Komponenten GmbH&Co.KG • Hovestadt, Winfried: KEB Antriebstechnik GmbH & Co. KG • Just, Karsten: Striebel & John GmbH & Co. KG • Herr Lohrey: Rittal Werke • Herr Meyer: Lohmeier Schaltschranksysteme GmbH & Co. KG • Schmitz, Josef: Elnic GmbH • Walfort, Johannes: Berufsbildungsstätte Ahaus • Wiesner, Frank: Bosch Rexroth AG <p>Unterstützung leisteten:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Micromatic Gesellschaft für Steuerelektronik mbH <p>Literaturhinweise:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Danfoss Antriebs- und Regeltechnik GmbH; EMV-Installationsmassnahmen für Frequenzumrichter • EMC-Journal; Ausgabe (2/2000); Elektromagnetische Verträglichkeit • Groupe Schneider, Telemecanique; Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) • Hansgeorg Meyer, vde-Verlag; Elektromagnetische Verträglichkeit von Automatisierungssystemen • KEB Antriebstechnik GmbH & Co. KG; Combivert • Rittal-Werke; EMV-gerechter Schaltschrankbau, Praxis-Tips zur Montage • Schneider Electric; Altivar 58 Telemecanique, (Bedienungsanleitung: Frequenzumrichter für Drehstrom-Asynchronmotoren) • VDE-Verlag; VDE-Schriftenreihe Band 66: EMV nach VDE 0100 EMV für elektrische Anlagen von Gebäuden: Erdung und Potentialausgleich, auch nach EN 50310, TN-, TT- und IT-Systeme, Vermeiden von Induktionsschleifen, Schirmung, lokale Netze, 3. vollständig überarbeitete Auflage 		



EMV-Liste



EMV-Liste								
Pos.	Gerät	Nutzfrequenz	Störfestigkeit	Störaussendungspegel	EMV-Maßnahme	Schnittstelle	Übertragungsfrequenz	EMV-Maßnahmen
1	SPS	..... MHz	+	-,-	Nach Montageanleitung	Dig. E/0	DC	Verdrillt
						Analog E/0	DC	Einfach geschirmt
						Profibus		Doppelt geschirmt
						ASI-Bus		Doppelt geschirmt
						Stromversorgung	DC	Einfach geschirmt
2	Frequenzumrichter	..... MHz	+	+	Nach Montageanleitung	Stromversorgung	50 Hz	Einfach geschirmt
						Stromversorgung	0 – 50 Hz	Einfach geschirmt
						Motorleitung		Einfach geschirmt
						Busleitung		Doppelt geschirmt
3	Netztrafo		-	-	0	Leistungsverbindung	50 Hz	
4	Luftsch.		-	-	0	Leitungsverbindung	50 Hz	
						Steuerleitung	50 Hz	

Date:	Dokument-Titel: EMV-Liste	Prüfer.	Datum:
Name:	Vorlage	Dokument-Nr.	Seriennummer
Dept.:		Version	
		1	
		Datei	

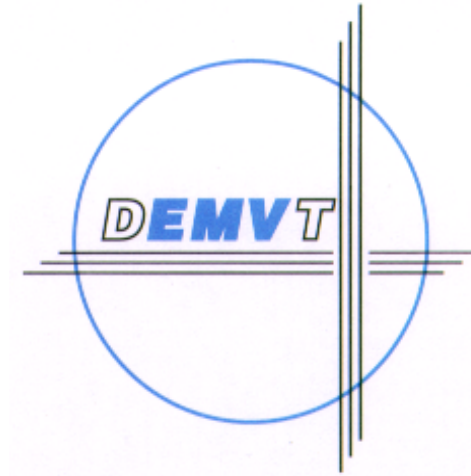


EMV-Zonenliste



EMV-Zonenliste													
Zone	Pos.	Gerät	Nutzfrequenz	EMV-Maßnahme	Schirmungsart	Kabeleinführungen	Schnittstelle	Übertragungsfrequenz	EMV-Maßnahmen	Ziel	Schirmart	Leitungsart	Schirmanbindung
1	3	Netztrafo		0			Leistungsverbindg.	50 Hz					
	4	Luftsch.		0			Leistungsverbindung	50 Hz					
				0			Steuerleitung	50 Hz					
2	2	Frequenzumrichter	... MHz	Nach Montageanleitung			Stromversorgung	50 Hz	Einfach geschirmt				
							Stromversorgung	0 – 50 Hz	Einfach geschirmt				
							Motorleitung	30 – 50 Hz	Einfach geschirmt				
							Busleitung	???	Doppelt geschirmt				
3	1	SPS	... MHz	Nach Mont.-Anl.			Dig. E/O	DC	Verdrillt				
							Analog E/O	DC	Einfach geschirmt				
							Profibus	???	Doppelt geschirmt				
							ASI-Bus	???	Doppelt geschirmt				
							Stromversorgung	DC	Einfach geschirmt				

Date:	Dokument-Titel: EMV-Zonenliste				Prüfer.	Datum:
Name:	Vorlage	Dokument-Nr.	Version	Datei		Seriennummer
Dept.:			1			



Diese Mustervorlage kann entsprechend den projektbezogenen Gegebenheiten ergänzt oder verkürzt werden.

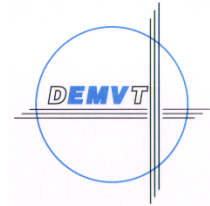
Die hier vorgegebene Nummerierung der Prüfschritte orientiert sich an den Abschnitten des Leitfadens.

EMV-GERECHTER SCHALTSCHRANKAUFBAU
CHECKLISTE PLANUNG
PROJEKT:



LOHMEIER Schaltschrank-Systeme
GmbH & Co. KG
Herforder Str. 99 32602 Vlotho
05733 – 79 08 0 info@lohmeier.de
www.lohmeier.de

Checkliste EMV-gerechter Schaltschrankaufbau Planung

**Auftraggeber**

Principal

Auftragnehmer

Contractor

Projekt

Project

Gerät

Appliance

Sach-Nr.

Supply-No.

Name
Name**Abteilung**
Department**Unterschrift**
Signature**Datum**
Date**Projektleiter**

Project Manager

Technische Überprüfung

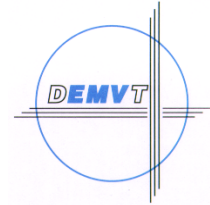
Technical Verification

Qualitätsmanagement

Quality Management

Date:	Dokument-Titel: Checkliste EMV Schaltschrankaufbau Planung			Prüfer.	Datum:
Name:	Vorlage	Dokument-Nr.	Version	Datei	Seriennummer
Dept.:			1		
					Seite 2 von 28

Checkliste EMV-gerechter Schaltschrankaufbau Planung

**Änderungsnachweis**

Ausgabe	vom	geänderte Seiten	Grund der Änderung
Erstausgabe			

Referenzdokumente

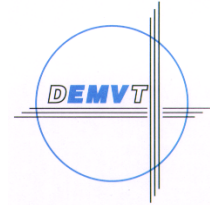
Nummer	Name des Dokuments	Ausgabe / Datum
1	z. B. Schalt- und Aufbaupläne sowie Montageanleitungen	
2		
x		

Anlagen

Nummer	Name des Dokuments	Ausgabe / Datum
1	EMV-Listen	
2	EMV-Zonen-Listen	
3	z. B. Datenblätter Komponenten	
4		

Date:	Dokument-Titel: Checkliste EMV Schaltschrankaufbau Planung	Prüfer.	Datum:
Name:	Vorlage	Dokument-Nr.	Seriennummer
Dept.:		Version	
		1	
		Datei	
			Seite 3 von 28

Checkliste EMV-gerechter Schaltschrankaufbau Planung

**Grundlagen****Kurzbeschreibung**

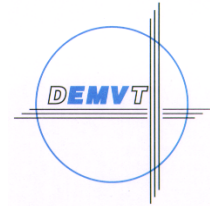
z. B. Kurzbeschreibung der Anlage und der EMV-Maßnahmen

Anzuwendende Norm

Norm	Kurzbeschreibung	Ausgabe / Datum
DIN EN 50081-1 VDE 0839 Teil 82-1:03.1993	Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) – Fachgrundnorm Störaussendung – Teil 1: Wohnbereich; Deutsche Fassung EN 50081-1:1993	03.1993
DIN EN 50082-1 VDE 0839 Teil 82-1: 11.1997	Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) – Fachgrundnorm Störfestigkeit – Teil 1: Wohnbereich; Deutsche Fassung EN 50082-1:1997	11.1997
DIN EN 50081-2 VDE 0839 Teil 81-2: 03.1994	Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV)-Fachgrundnorm Störaussendung-Teil 2: Industriebereich Deutsche Fassung EN 50081-2:1993	03.1994
DIN EN 50082-2	Leitfaden zur Anwendung der Richtlinie 73/23/EWG Leitfaden zur Anwendung der Richtlinie 89/336/EWG	???

Date:	Dokument-Titel: Checkliste EMV Schaltschrankaufbau Planung			Prüfer.	Datum:
Name:	Vorlage	Dokument-Nr.	Version	Datei	Seriennummer
Dept.:			1		
					Seite 4 von 28

Checkliste EMV-gerechter Schaltschrankaufbau Planung

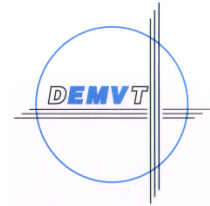


Abkürzungsverzeichnis

Abkürzung	Bedeutung
Dok.	Dokument
Lt.	Laut
x)	In Spalte Istzustand
N	Für dieses Projekt nicht zutreffend
iO	Istzustand entsprechend Soll-Forderung
X	Istzustand abweichend von Soll-Forderung
xx)	In Spalte Tolerierung
T	Tolerierbar immer Tolerierungsgrund in Spalte „Bemerkung“ angeben
-	Nicht tolerierbar

Date:	Dokument-Titel: Checkliste EMV Schaltschrankaufbau Planung	Prüfer.	Datum:
Name:	Vorlage Dokument-Nr. Version Datei		Seriennummer
Dept.:	1		Seite 5 von 28

Checkliste EMV-gerechter Schaltschrankaufbau Planung

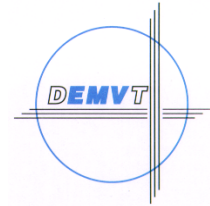


Inhaltsverzeichnis

A	EMV-STRUKTUR	8
A.1	EMV-ANALYSE	8
A.1.1	FREQUENZ- UND PEGELBETRACHTUNG	8
A.1.2	BEEINFLUSSUNGSMATRIX	9
A.1.3	NETZVERSORGUNG	9
A.2	PLANUNG EMV-BEREICHE/-ZONEN IM SCHALTSCHRANK	10
A.2.1	EINTEILUNG EMV-BEREICHE / ZONEN	10
B	EMV-SCHUTZMAßNAHMEN IM SCHALTSCHRANK	10
B.1	RÄUMLICHE TRENNUNG	10
B.1.1	TRENNUNGSMÄßNAHMEN	10
B.2	GEHÄUSESCHIRMUNG	11
B.2.1	SCHIRMUNGSART	11
B.2.2	WEITERE SCHALTSCHRANKSCHIRMMÄßNAHMEN BEI GESCHIRMTE GEHÄUSEN	12
B.2.3	GERÄTESCHIRMUNG	14
B.3	LEITUNGSSCHIRMUNG	14
B.3.1	KLASSIFIZIERUNG LEITUNGSgebUNDENER SIGNALE	14
B.3.2	AUSWAHL DER KABEL UND LEITUNGSTYPEN	15
B.3.3	ANSCHLUSS DES KABELSCHIRMS	16
B.3.4	SCHIRMUNTERBRECHUNGEN	16
B.3.5	SCHIRMANBINDUNGSQUERSCHNITTE	16
B.3.6	MOTORZULEITUNGEN	16
B.3.7	KABEL MIT DOPPELSCHIRM	17
B.4	ERDUNG	18
B.4.1	ERDUNGSPUNKT	18
B.4.2	ERDUNGSVERBINDUNGEN	18
B.4.3	SICHERUNG DES ERDPOTENTIALS ZWISCHEN BAUGRUPPEN MIT STARK UNTERSCHIEDLICHEM STÖRPOTENTIAL	18
B.5	ÜBERSPANNUNGSSCHUTZ	19
B.5.1	ÜBERSPANNUNGSSCHUTZKATEGORIEN IN DEN EMV-ZONEN	19
B.6	FILTEREINSATZ	19
B.6.1	FILTERMONTAGE AM SCHALTSCHRANK	19

Date:	Dokument-Titel: Checkliste EMV Schaltschrankaufbau Planung				Prüfer.	Datum:
Name:	Vorlage	Dokument-Nr.	Version	Datei		Seriennummer
Dept.:			1			Seite 6 von 28

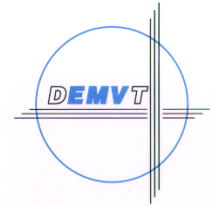
Checkliste EMV-gerechter Schaltschrankaufbau Planung



B.6.2	FILTER ERDUNG	20
B.6.3	ABLEITSTRÖME.....	20
B.7	VERKABELUNG	21
B.7.1	LEITUNGSVERLEGUNG	21
B.7.2	SCHIRMANBINDUNG	22
C	PERIPHERIEANBINDUNG	25
C.1.1	DIE MASSEVERBINDUNG ZU WEITEREN SCHALTSCHRÄNKEN, ANLAGETEILEN UND DEZENTRALEN GERÄTEN.....	25
C.1.2	ZUSÄTZLICHE MASSELEITUNGEN	25
C.1.3	AUSGLEICHsstrÖME AUF SCHIRMEN MIT ZWEISEITIGER SCHIRMANBINDUNG	25
C.1.4	VERHINDERUNG VON AUSGLEICHsstrÖMEN AUF SIGNALLEITUNGEN.....	25
C.1.5	LEITUNGEN FÜR EMPFINDLICHE SIGNALÜBERTRAGUNG	25
C.1.6	ANALOGUE SIGNALÜBERTRAGUNGEN.....	26
C.1.7	DIGITALE SIGNALÜBERTRAGUNGEN UND BUSLEITUNGEN	26
C.1.8	UNBENÜTZTE LEITUNGEN.....	26
C.1.9	OPTIMIERUNG SIGNALKABEL	26
C.1.10	OPTIMIERUNG BUSKOMMUNIKATIONEN UND SERIELLE SCHNITTSTELLEN ÜBER GROÙE ENTFERNUNGEN	27
C.1.11	ABSTAND ZWISCHEN ENERGIE- UND SIGNALLEITUNGEN.....	27
C.1.12	LEITERSCHLEIFEN STROMFÜHRENDER KABEL	27
C.1.13	LEITERSCHLEIFEN ZWISCHEN KABELVERBINDUNGEN	27
D	BEGLEITDOKUMENTATION	28
D.1	UMFANG	28
D.1.1	UMFANG DER BEGLEITDOKUMENTATION IN LIEFERPAPIEREN FESTGELEGT.....	28
D.1.2	FERTIGUNG ÜBER UMFANG DER BEGLEITDOKUMENTATION INFORMIERT.	28

Date:	Dokument-Titel: Checkliste EMV Schaltschrankaufbau Planung				Prüfer.	Datum:
Name:	Vorlage	Dokument-Nr.	Version	Datei		Seriennummer
Dept.:			1			Seite 7 von 28

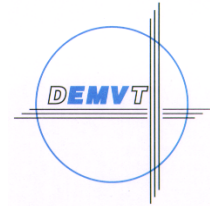
Checkliste EMV-gerechter Schaltschrankaufbau Planung



Prüf-schritt	Prüfmerkmal	Prüfdurchführung	Sollzustand	Ist-zustand x)	Tole-rierung xx)	Bemerkungen
A	EMV-Struktur					
A.1	EMV-Analyse					
A.1.1	Frequenz- und Pegelbetrachtung					
A.1.101	Kategorisierung der eingesetzten Komponenten nach Nutzfrequenzen	Sichtprüfung Dokumentation	Nutzfrequenz durch Datenblätter nachgewiesen			
			in EMV-Geräteliste dokumentiert			
A.1.102	Räumliche Trennung für Komponenten bis 10 MHz Nutzfrequenz	Sichtprüfung Dokumentation	Räumliche Trennung in EMV-Geräteliste festgelegt			
A.1.103	Räumliche Trennung und Schirmung für Komponenten über 10 MHz Nutzfrequenz	Sichtprüfung Dokumentation	Räumliche Trennung in EMV-Geräteliste festgelegt			
			Schirmungsart in EMV-Geräteliste festgelegt			
A.1.104	EMV-geschirmtes Gehäuse für Komponenten über 1 GHz Nutzfrequenz	Sichtprüfung Dokumentation	EMV-geschirmtes Gehäuse vorgesehen			
			Schirmungsart in EMV-Geräteliste festgelegt			

Date:	Dokument-Titel: Checkliste EMV Schaltschrankaufbau Planung				Prüfer.	Datum:
Name:	Vorlage	Dokument-Nr.	Version	Datei		Seriennummer
Dept.:			1			
						Seite 8 von 28

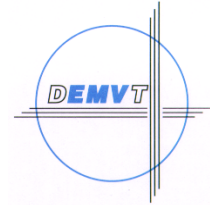
Checkliste EMV-gerechter Schaltschrankaufbau Planung



Prüf-schritt	Prüfmerkmal	Prüfdurchführung	Sollzustand	Ist-zustand x)	Tole-rierung xx)	Bemerkungen
A.1.2	Beeinflussungsmatrix					
A.1.201	Baugruppen in vorgegebene Bereiche	Sichtprüfung EMV-Zonenliste	Baugruppen aus EMV-Geräteliste in EMV-Bereiche/ -Zonen eingeteilt			
			in EMV-Zonenliste dokumentiert			
		Vergleich mit Abb. 2 aus Leitfaden				
A.1.3	Netzversorgung					
A.1.301	Auswahl versorgendes Netz	Plausibler Vergleich mit Gerätedokumentation	Auswahl des versorgenden Netzes			
			geeignet für eingesetzte Geräte			
		Vergleich mit Abb. 3 aus Leitfaden				

Date:	Dokument-Titel: Checkliste EMV Schaltschrankaufbau Planung				Prüfer.	Datum:
Name:	Vorlage	Dokument-Nr.	Version	Datei		Seriennummer
Dept.:			1			
						Seite 9 von 28

Checkliste EMV-gerechter Schaltschrankaufbau Planung



Prüf-schritt	Prüfmerkmal	Prüfdurchführung	Sollzustand	Ist-zustand x)	Tole-rierung xx)	Bemerkungen
A.2	Planung EMV-Bereiche/-Zonen im Schaltschrank					
A.2.1	Einteilung EMV-Bereiche / Zonen	Sichtprüfung Dokumentation	EMV-Zonen und räumliche Anordnung der Komponenten festgelegt			
			im Aufbauplan dokumentiert			
B EMV-Schutzmaßnahmen im Schaltschrank						
B.1	Räumliche Trennung					
B.1.1	Trennungsmaßnahmen					
B.1.101	Bereichstrennung im Aufbauplan	Sichtprüfung Dokumentation	Bereichstrennung im Aufbau- und Klemmenplan definiert			
		Vergleich mit Abb. 4 bis 6 aus Leitfaden				
B.1.102	Montageanleitung der Gerätehersteller beachten	Sichtprüfung Dokumentation	Montageanleitung der Gerätehersteller bei Konstruktion beachtet			
		Vergleich mit Abb. 4 bis 6 aus Leitfaden				

Date:	Dokument-Titel: Checkliste EMV Schaltschrankaufbau Planung				Prüfer.	Datum:
Name:	Vorlage	Dokument-Nr.	Version	Datei		Seriennummer
Dept.:			1			Seite 10 von 28

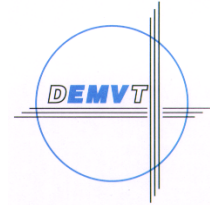
Checkliste EMV-gerechter Schaltschrankaufbau Planung



Prüf-schritt	Prüfmerkmal	Prüfdurchführung	Sollzustand	Ist-zustand x)	Tole-rierung xx)	Bemerkungen
B.2	Gehäuseschirmung					
B.2.1	Schirmungsart					
B.2.101	Anwendung Grundschildwirkung	Sichtprüfung Konstruktions- und Bestellunterlagen Gehäuse	Potentialausgleichsverbindung an abnehmbaren oder zu öffnenden Teilen vorgesehen			
		Vergleich mit Abb. 7 aus Leitfaden				
B.2.102	Zusätzliche Maßnahmen mittlere Schirmdämpfung bei Nutzfrequenzen über 10 MHz	Sichtprüfung Konstruktions- und Bestellunterlagen Gehäuse	Mehrfach leitende Verbindung aller Gehäuseteile untereinander vorgesehen			
		Vergleich mit Abb. 7 aus Leitfaden				
B.2.103	Hohe Schirmdämpfung bei f Nutzfrequenzen bis 1 GHz	Sichtprüfung Konstruktions- und Bestellunterlagen Gehäuse	EMV-gerechte Konstruktion und Bestückung des Gehäuses vorgesehen			
		Vergleich mit Abb. 8 aus Leitfaden				

Date:	Dokument-Titel: Checkliste EMV Schaltschrankaufbau Planung				Prüfer.	Datum:
Name:	Vorlage	Dokument-Nr.	Version	Datei		Seriennummer
Dept.:			1			
						Seite 11 von 28

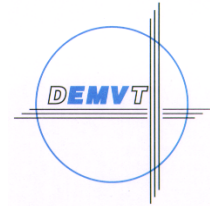
Checkliste EMV-gerechter Schaltschrankaufbau Planung



Prüf-schritt	Prüfmerkmal	Prüfdurchführung	Sollzustand	Ist-zustand x)	Tole-rierung xx)	Bemerkungen
B.2.2	Weitere Schaltschrankschirmmaßnahmen bei geschirmten Gehäusen					
B.2.201	leitende Dichtung zwischen Gehäuse und abnehmbaren Verkleidungsteilen	Sichtprüfung Konstruktionsunterlagen	Leitende Dichtung zwischen Gehäuse und abnehmbaren Verkleidungsteilen vorgesehen			
B.2.202	Größe geschirmte Sichtfenster	Sichtprüfung Konstruktionsunterlagen	geschirmte Sichtfenster so klein wie möglich			
		Vergleich mit Berechnungsgrundlagen aus Leitfaden, Abs. 2.2.1				
B.2.203	Klimatisierungsöffnungen mit HF-Gitter	Sichtprüfung Konstruktionsunterlagen	Klimatisierungsöffnungen mit HF-Gitter vorgesehen			
		Vergleich mit Berechnungsgrundlagen aus Leitfaden, Abs. 2.2.1				

Date:	Dokument-Titel: Checkliste EMV Schaltschrankaufbau Planung				Prüfer.	Datum:
Name:	Vorlage	Dokument-Nr.	Version	Datei		Seriennummer
Dept.:			1			
						Seite 12 von 28

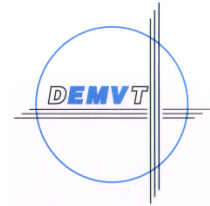
Checkliste EMV-gerechter Schaltschrankaufbau Planung



Prüf-schritt	Prüfmerkmal	Prüfdurchführung	Sollzustand	Ist-zustand x)	Tole-rierung xx)	Bemerkungen
B.2.204	Potentialausgleich	Sichtprüfung Konstruktionsunterlagen	Potentialausgleich über geeignete Schienen			
B.2.205	Eintrittsstelle für Netzfilter / Überspannungsschutz	Sichtprüfung Konstruktionsunterlagen	Großflächiger Kontakt der Netzfilter / Überspannungsschutz vorgesehen			
B.2.206	Einführung ungeschirmter Signalleitungen	Sichtprüfung Konstruktionsunterlagen	Einführung ungeschirmter Signalleitungen über leitend mit der Gehäuseeintrittsstelle verbundene Filterdurchführungen vorgesehen			
B.2.207	Einführung geschirmte Leitungen	Sichtprüfung Konstruktionsunterlagen	EMV-Verschraubungen für geschirmten Leitungen für metallische Gehäuse vorgesehen.			
B.2.208	Anwendung Gehäuse im Gehäuse	Sichtprüfung Konstruktionsunterlagen	Gehäuse im Gehäuse vorgesehen			
			Abschottung vorgesehen			

Date:	Dokument-Titel: Checkliste EMV Schaltschrankaufbau Planung				Prüfer.	Datum:
Name:	Vorlage	Dokument-Nr.	Version	Datei		Seriennummer
Dept.:			1			
						Seite 13 von 28

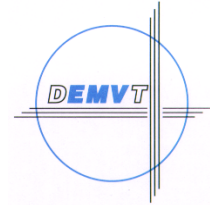
Checkliste EMV-gerechter Schaltschrankaufbau Planung



Prüf-schritt	Prüfmerkmal	Prüfdurchführung	Sollzustand	Ist-zustand x)	Tole-rierung xx)	Bemerkungen
B.2.3	Geräteschirmung					
B.2.301	CE-Kennzeichnung der Einbaugeräte	Überprüfung der Bestellunterlagen	Alle Geräte mit CE-Kennzeichnung			
			Geräte mit CE-Qualifikation entsprechend Einsatzbedingung			
B.2.302	Kontaktierungsmöglichkeit Potentialausgleich der Geräte	Sichtprüfung Konstruktionsunterlagen	Gute Kontaktierungsmöglichkeit vorgesehen			
B.2.303	Kontaktfläche der Geräte auf Montageplatte	Sichtprüfung Konstruktionsunterlagen	Metallisch blanke Kontaktfläche und somit Kontaktierung vorgesehen			
B.3	Leitungsschirmung					
B.3.1	Klassifizierung leitungsgebundener Signale					
B.3.101	Klassifizierung der Signale nach Störvermögen und Störfestigkeit	Sichtprüfung EMV-Zonen-Liste	Signale nach Störvermögen und Störfestigkeit klassifiziert			
		Vergleich mit Abb. 9 aus Leitfaden				

Date:	Dokument-Titel: Checkliste EMV Schaltschrankaufbau Planung	Prüfer.	Datum:
Name:	Vorlage Dokument-Nr. Version Datei		Seriennummer
Dept.:	1		
Seite 14 von 28			

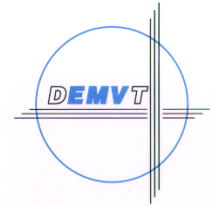
Checkliste EMV-gerechter Schaltschrankaufbau Planung



Prüf-schritt	Prüfmerkmal	Prüfdurchführung	Sollzustand	Ist-zustand x)	Tole-rierung xx)	Bemerkungen
B.3.2	Auswahl der Kabel und Leitungstypen					
B.3.201	Auswahl nach der Klasse des geführten Signals	Sichtprüfung EMV-Zonenliste	Kabel und Leitungen nach Erfordernis definiert.			
		Vergleich mit Abb. 10 aus Leitfaden				
B.3.202	Auswahl in Abhängigkeit der notwendigen Entkopplung	Sichtprüfung EMV-Zonenliste	Kabel und Leitungen nach Erfordernis definiert.			
		Vergleich mit Abb. 11 aus Leitfaden				

Date:	Dokument-Titel: Checkliste EMV Schaltschrankaufbau Planung			Prüfer.	Datum:
Name:	Vorlage	Dokument-Nr.	Version		Seriennummer
Dept.:			1		
					Seite 15 von 28

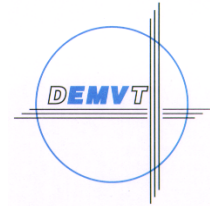
Checkliste EMV-gerechter Schaltschrankaufbau Planung



Prüf-schritt	Prüfmerkmal	Prüfdurchführung	Sollzustand	Ist-zustand x)	Tole-rierung xx)	Bemerkungen
B.3.3	Anschluss des Kabelschirms					
B.3.301	Schirmanbindungspunkte	Sichtprüfung Konstruktionsunterlagen	Schirmungsanbindung nach Herstellerangaben ein- bzw. zweiseitig vorgesehen			
B.3.4	Schirmunterbrechungen					
B.3.401	Überbrückung von Schirmunterbrechungen, z. B. bei Klemmen, Schaltern, Schützen, usw.	Sichtprüfung Konstruktionsunterlagen	Überbrückung möglichst niederimpedant und großflächig			
B.3.5	Schirmanbindungsquerschnitte					
B.3.501	Erd- und Massekabel	Sichtprüfung Konstruktionsunterlagen	Erd- und Massekabel mit großen Querschnitten bzw. mit Masselitzen / feindrahtigem Kabel vorgesehen			
B.3.6	Motorzuleitungen					
B.3.601	Abstand Motorleitung zu Signalleitung	Sichtprüfung Konstruktionsunterlagen	Abstand Motorleitung zu Signalleitung > 20 cm.			
			Netz- und Motorleitung nicht parallel verlegt vorgesehen			

Date:	Dokument-Titel: Checkliste EMV Schaltschrankaufbau Planung				Prüfer.	Datum:
Name:	Vorlage	Dokument-Nr.	Version	Datei		Seriennummer
Dept.:			1			
						Seite 16 von 28

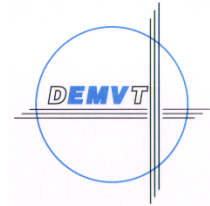
Checkliste EMV-gerechter Schaltschrankaufbau Planung



Prüf-schritt	Prüfmerkmal	Prüfdurchführung	Sollzustand	Ist-zustand x)	Tole-rierung xx)	Bemerkungen
B.3.7	Kabel mit Doppelschirm					
B.3.701	Signalleitungen mit Doppelschirm	Sichtprüfung Konstruktionsunterlagen	Signalleitungenn mit Doppelschirm mit notwendigem Innenaufbau vorgesehen.			
			Zusätzliches Verdrillen der Doppeladern			

Date:	Dokument-Titel: Checkliste EMV Schaltschrankaufbau Planung			Prüfer.	Datum:
Name:	Vorlage	Dokument-Nr.	Version	Datei	Seriennummer
Dept.:			1		
					Seite 17 von 28

Checkliste EMV-gerechter Schaltschrankaufbau Planung



Prüf-schritt	Prüfmerkmal	Prüfdurchführung	Sollzustand	Ist-zustand x)	Tole-rierung xx)	Bemerkungen
B.4	Erdung					
B.4.1	Erdungspunkt					
B.4.101	Zentraler Erdungspunkt	Sichtprüfung Konstruktionsunterlagen	Erdungspunkt eindeutig definiert			
B.4.102	Montageplatten	Sichtprüfung Konstruktionsunterlagen	Montageplatten unlackiert vorgesehen			
B.4.2	Erdungsverbindungen					
B.4.201	Metallteile	Sichtprüfung Konstruktionsunterlagen	alle Metallteile geerdet vorgesehen			
B.4.202	Erdungsverbindungen	Sichtprüfung Konstruktionsunterlagen	Querschnitt von Erdungsverbindungen: mind. 16 mm ²			
B.4.3	Sicherung des Erdpotentials zwischen Baugruppen mit stark unterschiedlichem Störpotential					
B.4.301	Potentialausgleichskabels	Sichtprüfung Konstruktionsunterlagen	Ausgleichskabel, parallel zum Steuerkabel mit Kabelquerschnitt mind. 16 mm ² vorgesehen			

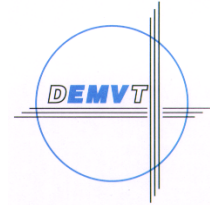
Date:	Dokument-Titel: Checkliste EMV Schaltschrankaufbau Planung				Prüfer.	Datum:
Name:	Vorlage	Dokument-Nr.	Version	Datei		Seriennummer
Dept.:			1			
						Seite 18 von 28

Checkliste EMV-gerechter Schaltschrankaufbau Planung



Prüf-schritt	Prüfmerkmal	Prüfdurchführung	Sollzustand	Ist-zustand x)	Tole-rierung xx)	Bemerkungen
B.4.302	Entstörglieder	Sichtprüfung Konstruktionsunterlagen	Schaltende Relais bzw. Schütze und induktive oder kapazitive Lasten mit Entstörgliedern vorgesehen			
B.5 Überspannungsschutz						
B.5.1	Überspannungsschutzkategorien in den EMV-Zonen	Sichtprüfung EMV-Zonenliste	Überspannungsschutz- maßnahmen in EMV- Zonenliste definiert			
		Sichtprüfung Konstruktionsunterlagen	Überspannungs- schutzkategorien in Konstruktionsunterlagen und für Peripherieanbindung im Schaltplan angegeben.			
		Vergleich mit Tabelle Absatz 5 aus Leitfaden				
B.6 Filtereinsatz						
B.6.1	Filtermontage am Schaltschrank					
B.6.101	Filter Montageort	Sichtprüfung Konstruktionsunterlagen	Filter werden möglichst dicht am Gerät montiert			
			Bei Abstand > 30 cm zur Eintrittsstelle sind geschirmte Leitungen vorgesehen			
Date:	Dokument-Titel: Checkliste EMV Schaltschrankaufbau Planung			Prüfer.		Datum:
Name:	Vorlage	Dokument-Nr.	Version	Datei		Seriennummer
Dept.:			1			
						Seite 19 von 28

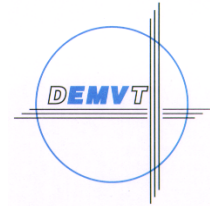
Checkliste EMV-gerechter Schaltschrankaufbau Planung



Prüf-schritt	Prüfmerkmal	Prüfdurchführung	Sollzustand	Ist-zustand x)	Tole-rierung xx)	Bemerkungen
B.6.2	Filter Erdung					
B.6.201	Erdungsart Filter	Sichtprüfung Konstruktionsunterlagen	Verbindung Filter auf der Netz- und Geräteseite mit dem Erdleiter vorgesehen			
			Montageplatte flächig montiert			
			Gut leitende Verbindung vom Gehäuse zur Masse vorgesehen			
B.6.3	Ableitströme					
B.6.301	Erdung vor Einschalten	Sichtprüfung Konstruktionsunterlagen	Erdung Filter vor dem Einschalten in Montageplänen vermerkt			
B.6.302	Filtererdung bei Ableitstrom $\geq 3,5$ mA	Sichtprüfung Konstruktionsunterlagen	Der Schutzleiter ist ≥ 10 mm ²			
			der Schutzleiter wird auf Unterbrechung überwacht			
			ein zweiter Schutzleiter wird zusätzlich verlegt			

Date:	Dokument-Titel: Checkliste EMV Schaltschrankaufbau Planung			Prüfer.	Datum:
Name:	Vorlage	Dokument-Nr.	Version		Seriennummer
Dept.:			1		
					Seite 20 von 28

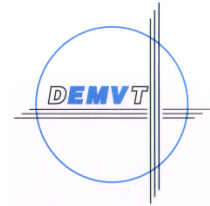
Checkliste EMV-gerechter Schaltschrankaufbau Planung



Prüf-schritt	Prüfmerkmal	Prüfdurchführung	Sollzustand	Ist-zustand x)	Tole-rierung xx)	Bemerkungen
B.7	Verkabelung					
B.7.1	Leitungsverlegung					
B.7.101	Räumlicher Abstand	Sichtprüfung Konstruktionsunterlagen	Verlegung störbehaftete bzw. störemfindliche Leitungen mit möglichst großem Abstand im Aufbauplan vorgesehen			
B.7.102	Räumliche Leitungsverlegung	Sichtprüfung Konstruktionsunterlagen	Hinweis zur Verlegung der Leitungen dicht am Massepotential im Aufbauplan vermerkt.			
		Sichtprüfung Konstruktionsunterlagen	Hinweis zur Verlegung der Leitungen in Ecken dicht am Massepotential im Aufbauplan vermerkt.			

Date:	Dokument-Titel: Checkliste EMV Schaltschrankaufbau Planung			Prüfer.	Datum:
Name:	Vorlage	Dokument-Nr.	Version	Datei	Seriennummer
Dept.:			1		
					Seite 21 von 28

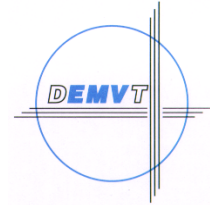
Checkliste EMV-gerechter Schaltschrankaufbau Planung



Prüf-schritt	Prüfmerkmal	Prüfdurchführung	Sollzustand	Ist-zustand x)	Tole-rierung xx)	Bemerkungen
B.7.103	Reserveadern	Sichtprüfung Konstruktionsunterlagen	Erdung Reservekabel mind. auf einer Seite im Schaltplan vermerkt.			
B.7.104	große Leiterquerschnitte	Sichtprüfung Konstruktionsunterlagen	Anstelle von geschirmten Kabeln geschirmte Einzeladern vorgesehen.			
B.7.105	Kabellänge	Sichtprüfung Konstruktionsunterlagen	Hinweis „Verbindungskabel möglichst kurz“ im Schaltplan vermerkt.			
B.7.2	Schirmanbindung					
B.7.201	Potentialausgleichsströme auf Schirmen	Sichtprüfung Konstruktionsunterlagen	Bei Mehrfachauflegung von Schirmen bei weitläufigen Anlagen Masseverbindungen über Koppelkapazitäten im Schaltplan vorgesehen.			
B.7.202	Stromführung durch Schirme	Sichtprüfung Konstruktionsunterlagen	Schirm wird nicht gleichzeitig als N- und PE-Leiter vorgesehen			

Date:	Dokument-Titel: Checkliste EMV Schaltschrankaufbau Planung				Prüfer.	Datum:
Name:	Vorlage	Dokument-Nr.	Version	Datei		Seriennummer
Dept.:			1			Seite 22 von 28

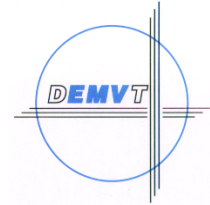
Checkliste EMV-gerechter Schaltschrankaufbau Planung



Prüf-schritt	Prüfmerkmal	Prüfdurchführung	Sollzustand	Ist-zustand x)	Tole-rierung xx)	Bemerkungen
B.7.203	Schirmanbindungsart	Sichtprüfung Konstruktions- und Bestellunterlagen	Schirme werden mittels Erdungsschellen, -klemmen aufgelegt			
			Schirme werden mittels Erdungsverschraubungen großflächig aufgelegt.			
B.7.204	Verlängerung des Schirms	Sichtprüfung Konstruktionsunterlagen	Hinweis, dass Schirm zum Erdungspunkt hin (Pigtail) nicht durch Drahtverbindung verlängert werden darf, in Schaltplan vermerkt.			
B.7.205	Anwendung Erhöhung der Schirmwirkung	Sichtprüfung Konstruktionsunterlagen	Verlegung geschirmte Kabel zusätzlich in Metallkanälen oder -röhren vorgesehen			
			Kabel mit 2fach-Schirmung vorgesehen			
			Bedeckungsgrad des ersten Schirms ist erhöht vorgesehen			

Date:	Dokument-Titel: Checkliste EMV Schaltschrankaufbau Planung				Prüfer.	Datum:
Name:	Vorlage	Dokument-Nr.	Version	Datei		Seriennummer
Dept.:			1			
						Seite 23 von 28

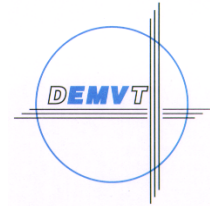
Checkliste EMV-gerechter Schaltschrankaufbau Planung



Prüf-schritt	Prüfmerkmal	Prüfdurchführung	Sollzustand	Ist-zustand x)	Tole-rierung xx)	Bemerkungen
B.7.206	Leiter oder Kabel mit Signalen verschiedener Klassen	Sichtprüfung Konstruktionsunterlagen	Hinweis, dass sich Leiter oder Kabel, die Signale verschiedener Klassen führen, im rechten Winkel kreuzen sollen, in Aufbau- und Schaltplan vermerkt.			

Date:	Dokument-Titel: Checkliste EMV Schaltschrankaufbau Planung			Prüfer.	Datum:
Name:	Vorlage	Dokument-Nr.	Version	Datei	Seriennummer
Dept.:			1		
					Seite 24 von 28

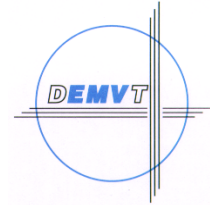
Checkliste EMV-gerechter Schaltschrankaufbau Planung



Prüf-schritt	Prüfmerkmal	Prüfdurchführung	Sollzustand	Ist-zustand x)	Tole-rierung xx)	Bemerkungen
C	Peripherieanbindung					
C.1.1	Die Masseverbindung zu weiteren Schaltschränken, Anlageteilen und dezentralen Geräten	Sichtprüfung Konstruktionsunterlagen	Masseverbindungen mit möglichst großem Querschnitt, mind. 16 mm ² , vorgesehen.			
C.1.2	Zusätzliche Masseleitungen	Sichtprüfung Konstruktionsunterlagen	Schirme übernehmen nicht den Ausgleich von Spannungsdifferenzen zusätzliche Masseleitungen zu geschirmten Verbindungen vorgesehen.			
C.1.3	Ausgleichsströme auf Schirmen mit zweiseitiger Schirmanbindung	Sichtprüfung Konstruktionsunterlagen	Schirm einseitig aufgelegt bzw. die zweite Seite über den Kondensator geerdet vorgesehen.			
C.1.4	Verhinderung von Ausgleichsströmen auf Signalleitungen	Sichtprüfung Konstruktionsunterlagen	Zur Trennung wurden Optokoppler vorgesehen.			
C.1.5	Leitungen für empfindliche Signalübertragung	Sichtprüfung Konstruktionsunterlagen	Leitungen für empfindliche Signalübertragung mit hohem Querschnitt gewählt			

Date:	Dokument-Titel: Checkliste EMV Schaltschrankaufbau Planung				Prüfer.	Datum:
Name:	Vorlage	Dokument-Nr.	Version	Datei		Seriennummer
Dept.:			1			
						Seite 25 von 28

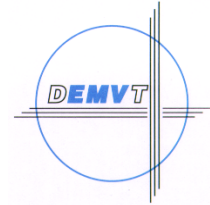
Checkliste EMV-gerechter Schaltschrankaufbau Planung



Prüf-schritt	Prüfmerkmal	Prüfdurchführung	Sollzustand	Ist-zustand x)	Tole-rierung xx)	Bemerkungen
C.1.6	Analoge Signalübertragungen	Sichtprüfung Konstruktionsunterlagen	Analoge Signalübertragungen mit Kondensatoren gegen hochfrequente Störeinflüsse entstört			
C.1.7	Digitale Signalübertragungen und Busleitungen	Sichtprüfung Konstruktionsunterlagen	Digitale Signalübertragungen und Bus-Leitungen mit Ferritkernen oder frequenzabgestimmten Filtern entstört			
C.1.8	Unbenützte Leitungen	Sichtprüfung Konstruktionsunterlagen	Hinweis, dass unbenützte Leitungen einseitig zu erden sind, ist im Installationsplan und Schaltplan vermerkt			
C.1.9	Optimierung Signalkabel	Sichtprüfung Konstruktionsunterlagen	Signalkabel mit einzeln abgeschirmten Aderpaaren, Schirme einseitig aufgelegt für Anlagenverkabelung vorgesehen			
			Außenschirm beidseitig aufgelegt für Anlagenverkabelung vorgesehen.			

Date:	Dokument-Titel: Checkliste EMV Schaltschrankaufbau Planung				Prüfer.	Datum:
Name:	Vorlage	Dokument-Nr.	Version	Datei		Seriennummer
Dept.:			1			
						Seite 26 von 28

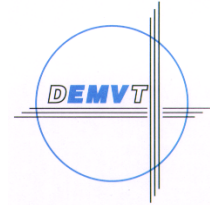
Checkliste EMV-gerechter Schaltschrankaufbau Planung



Prüf-schritt	Prüfmerkmal	Prüfdurchführung	Sollzustand	Ist-zustand x)	Tole-rierung xx)	Bemerkungen
C.1.10	Optimierung Buskommunikationen und serielle Schnittstellen über große Entfernungen	Sichtprüfung Konstruktionsunterlagen	Buskommunikationen und serielle Schnittstellen mit Lichtwellenleitersystemen vorgesehen.			
C.1.11	Abstand zwischen Energie- und Signalleitungen	Sichtprüfung Konstruktionsunterlagen	Abstand zwischen Energie- und Signalleitungen > 20 cm			
			Bei Abstand < 20 cm zusätzliche Schirmungsmaßnahmen zwischen Energie- und Signalleitungen vorgesehen			
C.1.12	Leiterschleifen stromführender Kabel	Sichtprüfung Konstruktionsunterlagen	Verlegung stromführende Kabel so nah wie möglich an Bezugspotential vorgesehen			
		Vergleich mit Abb. 14 aus Leitfaden.				
C.1.13	Leiterschleifen zwischen Kabelverbindungen	Vergleich mit Abb. 14 aus Leitfaden	Verlegung von Kabelverbindungen möglichst ohne Leiterschleifen			
		Vergleich mit Abb. 14 aus Leitfaden	Entspricht plausibel der Forderung im Leitfaden			

Date:	Dokument-Titel: Checkliste EMV Schaltschrankaufbau Planung				Prüfer.	Datum:
Name:	Vorlage	Dokument-Nr.	Version	Datei		Seriennummer
Dept.:			1			
						Seite 27 von 28

Checkliste EMV-gerechter Schaltschrankaufbau Planung



Prüf-schritt	Prüfmerkmal	Prüfdurchführung	Sollzustand	Ist-zustand x)	Tole-rierung xx)	Bemerkungen
D Begleitdokumentation						
D.1	Umfang					
D.1.1	Umfang der Begleitdokumentation in Lieferpapieren festgelegt	Sichtprüfung Inhalt Checkliste Montage	Umfang nach Kundenforderung			
D.1.2	Fertigung über Umfang der Begleitdokumentation informiert.	Sichtprüfung Inhalt Checkliste Montage	Bestätigung durch Übergabe Checkliste Ausführung an Fertigung.			

Date:	Dokument-Titel: Checkliste EMV Schaltschrankaufbau Planung			Prüfer.	Datum:
Name:	Vorlage	Dokument-Nr.	Version	Datei	Seriennummer
Dept.:			1		
					Seite 28 von 28

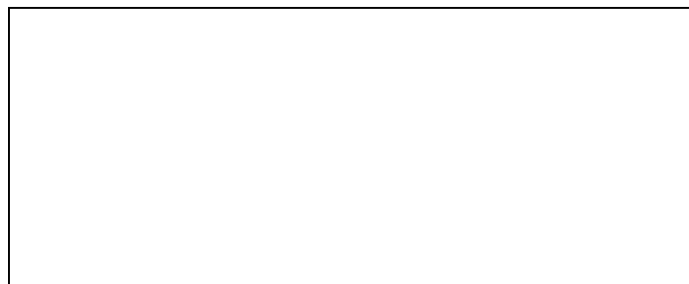


„EMV gerechter Schaltschrankaufbau“

Leitfaden Montagehinweise

Ausgabe 2001
Version 1

AK 01.01



Diese Empfehlung ist als vorläufig zu betrachten und soll nach Erprobung in der Praxis innerhalb von 12 Monaten überarbeitet werden. Es wird gebeten, der

DEMVT e. V. , Geschäftsstelle Rosenheim, Chiemseestr.21, 83022 Rosenheim

Erfahrungen mitzuteilen und/oder Änderungsvorschläge zu machen.

Alle Inhalte, Angaben, Daten und Zahlen sind sorgfältig ermittelt und zusammengestellt,
bleiben jedoch unverbindlich.
Für Druckfehler, Richtigkeit und Genauigkeit wird keine Gewähr oder Garantie übernommen.
„Änderungen sind vorbehalten“

Deutsche Gesellschaft für EMV-Technologie e.V. (DEMVT)
Geschäftsstelle: Chiemseestr. 21, 83022 Rosenheim



„EMV gerechter Schaltschrankaufbau“

Montagehinweise

Ausgabe 2001
Version 1

AK 01.01

Allgemein

1. Anwendungsbereich

Diese Montagehinweise ergänzen den Leitfaden „EMV gerechter Schaltschrankaufbau“.

2. Zweck

Die Montagehinweise sollen es einem Monteur ermöglichen den bereits EMV gerecht geplanten Schaltschrank im Hinblick auf EMV handwerklich umzusetzen.

Inhaltsverzeichnis

I. Schaltschrankaufbau

1. räumliche Trennung/Anordnung
2. Gehäuseschirmung

II. Geräteeinbau

1. Erdung
2. Überspannungsschutz
- 2.1 Entstörbauelement
3. Filtereinsatz

III. Verkabelung

1. Leitungsverlegung
2. Schirmanbindung

IV. Verifizierung

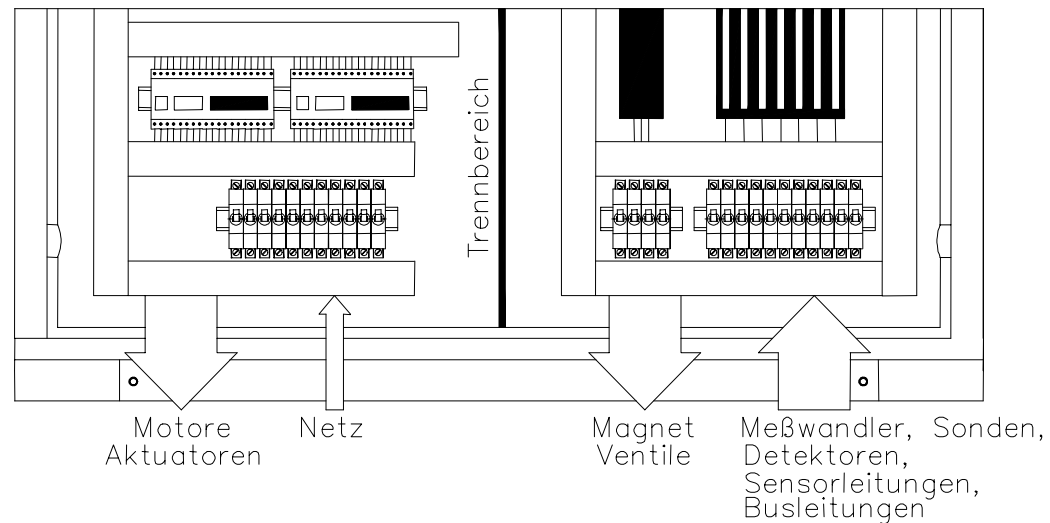
1. Prüfprotokollierung
2. Begleitdokumentation

I. Schaltschrankaufbau

Die bereits im Planungsstadium vorgesehene EMV Bereichs/Zoneneinteilung nachfolgender Komponenten ist konsequent über Verkabelung bis zu den Klemmen aufrechtzuerhalten.

- Netzleitungen
- Motor- und Aktuatorenleitungen
- Magnetventile
- Sensorleitungen/Busleitungen

1. räumliche Trennung/Anordnung

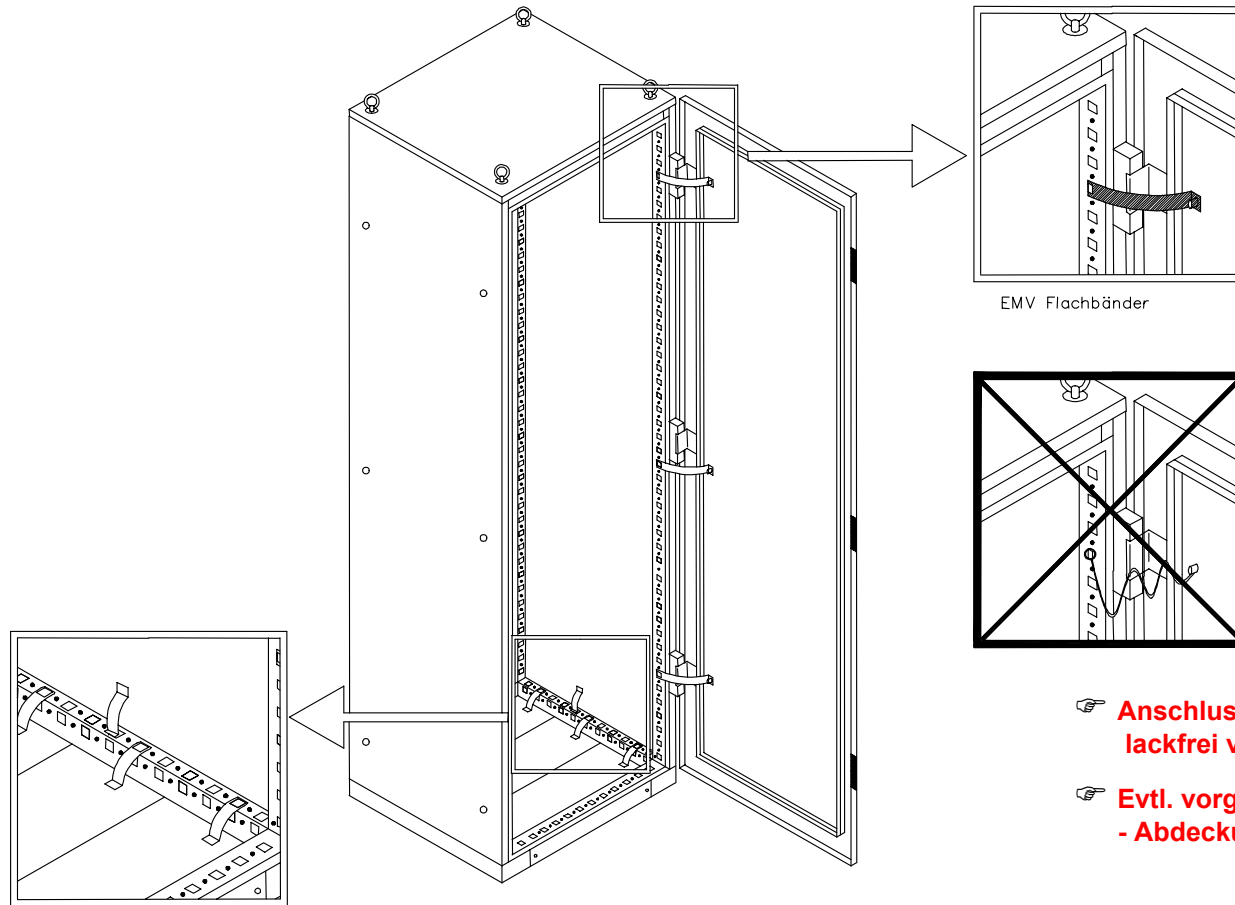


Geräte- und Klemmenanordnung

- ☞ **Ausreichender Abstand zwischen Verkabelungswegen verschiedener EMV sensibler Leitungsnetze ist einzuhalten.**
- ☞ **Klemmräume in verschiedenen EMV sensitive Gruppen analog zur Geräteaufteilung einteilen.**
- ☞ **Platz für Schirmungsmaßnahmen ankommender Kabel vorsehen.**

2. Gehäuseschirmung

2.1 Verbindung von Gehäuseteilen

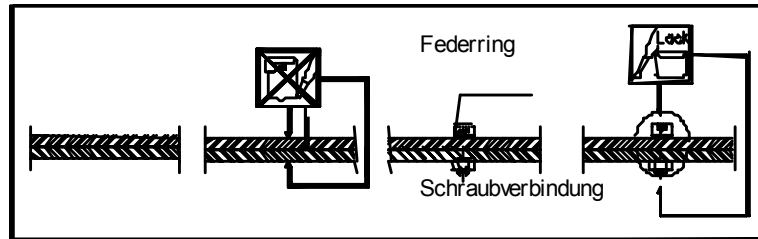


EMV Flachbänder

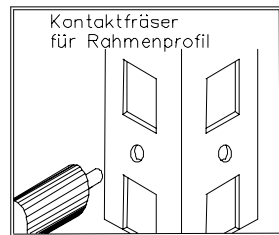
EMV-Flachbänder
Verbindung Gehäuseteile

- ➔ **Anschlusspunkte von Masseverbindungen großflächig lackfrei verbunden**
- ➔ **Evtl. vorgeschriebene zusätzliche EMV-Dichtungen/ - Abdeckungen leitfähig kontaktfrei eingesetzt**

2.2 sonstige Masseverbindungen

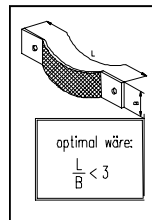


☞ **Schraubverbindungen als Erdverbindung nur zwischen blanken und unlackierten Teilen**

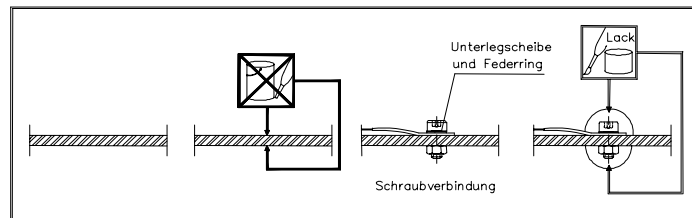


☞ **Kontaktstellen von Erden an lackierten Gehäuseteilen blank fräsen**

Verschraubung metallischer Teile



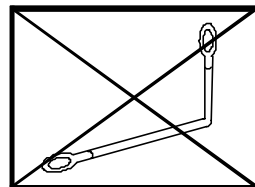
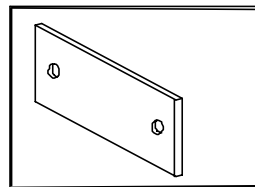
optimal wäre:
 $\frac{L}{B} < 3$
Großflächig leitende Befestigung niederinduktiv (daher Rechteck-besser als Rundleiter)



☞ **Flachbänderder möglichst mit großem Querschnitt**

☞ **Flachbänderder mit Federring an lackfreien Oberflächen befestigen**

Verbindung von Flachbänderdern



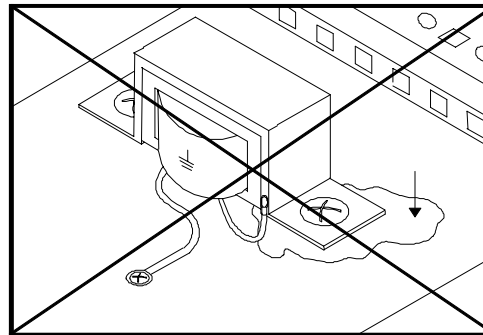
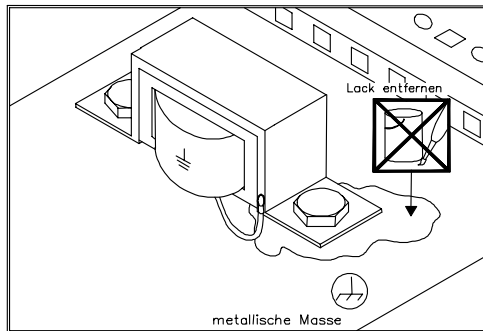
gelb-grüner Schutzleiter

☞ **Potentialausgleichsschiene gegenüber Drahtverbindung vorziehen**

Verbindung Potentialausgleich

II. Geräteeinbau

1. Erdung



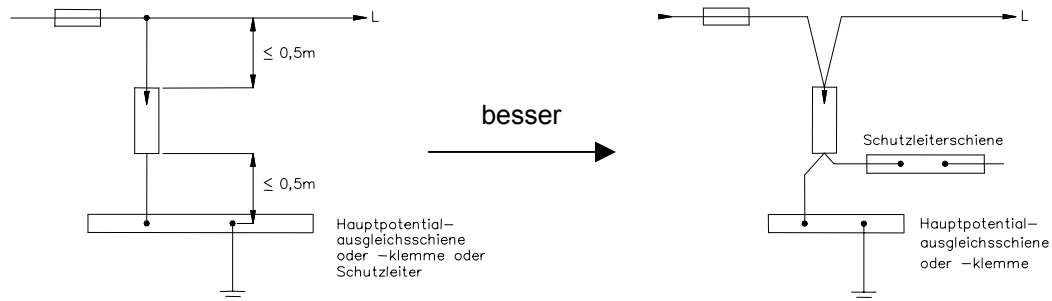
- ☞ **Transformatoren möglichst großflächig auf leitender unlackierter Montageplatte befestigen**
- ☞ **Abschirmung mit kurzer Verbindung erden**

Anordnung von Transformatoren und ähnlichen

2. Transientenschutz

2.1 Überspannungsschutz

Hinweise zur Verlegung der Anschlußleitungen von Überspannungs-Schutzeinrichtungen Netzeinspeisung



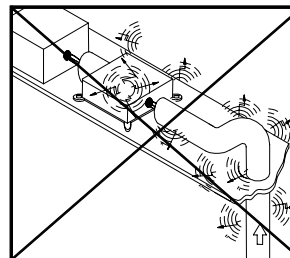
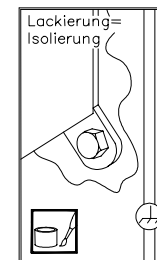
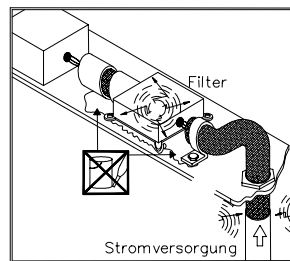
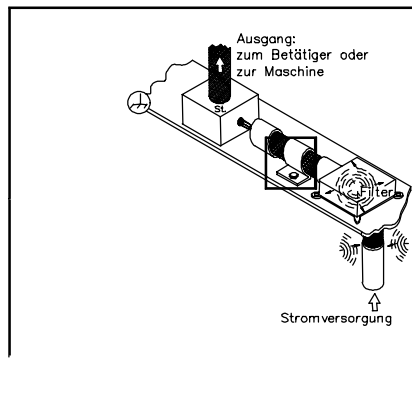
- ☞ **Überspannungsschutz mit kurzen Verbindungen an Potentialausgleichsschiene anschließen**
- ☞ **Zuleitung über Anschlußklemme der Überspannungsschutzeinrichtung schleifen**

2.2 Anschluss von Entstörbauerelementen

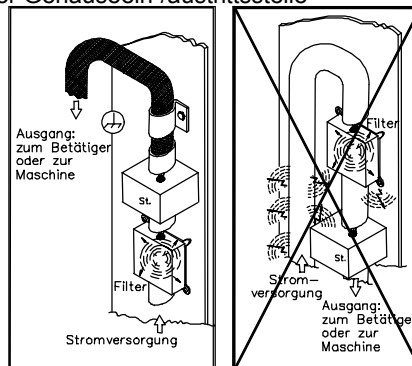
Zur Begrenzung transients Überspannungen durch Schalten von Lasten in Gleich –und Wechselstromkreisen bei Einsatz von sensiblen elektronischen Baugruppen im gleichen Schaltschrank sind Entstörbauerelemente einzusetzen.

☛ Für alle Schutzbeschaltungen gilt, dass Sie so dicht wie möglich an der Störquelle - dem Schütz, dem Relais oder dem Ventil – angebracht werden müssen.

3. Filtereinsatz



Anordnung von Filtern möglichst direkt an der Gehäuseein-/austrittsstelle



St = Steuerungsbaugruppe

Wichtig: großflächig leitende Verbindungen zwischen Filtergehäuse und Montagefläche

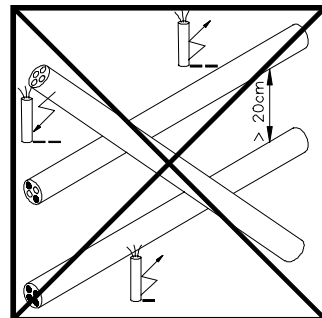
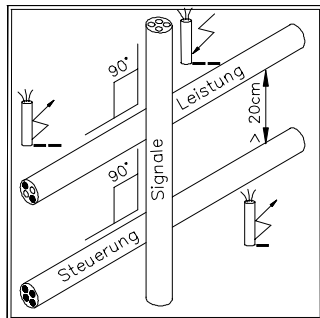
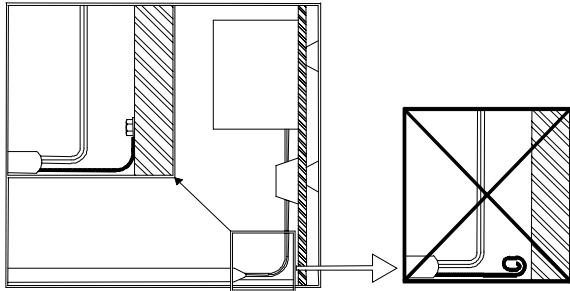
- ☛ Vor der Befestigung des Filters Lack vom Gehäuse entfernen.
- ☛ Filter direkt auf das metallische Bezugspotential montieren.
- ☛ Filter großflächig erden.
- ☛ Kopplung zwischen Ein- und Ausgangsleitungen verhindern.
(Ein- und Ausgangsleitungen NICHT parallel führen.)

Wichtig: räumliche Trennung. Vermeidung von Leiterschleifen zum Bezugspotential.

III. Verkabelung

1. Leitungsverlegung

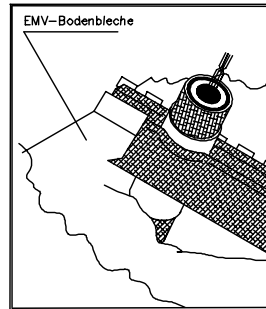
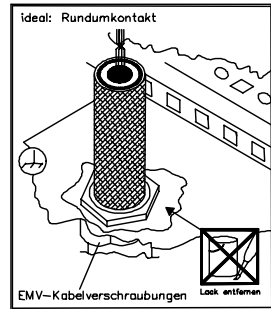
Leitungsführung



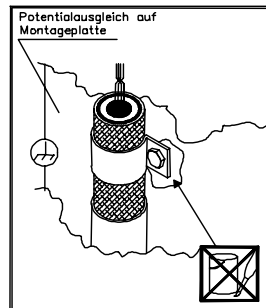
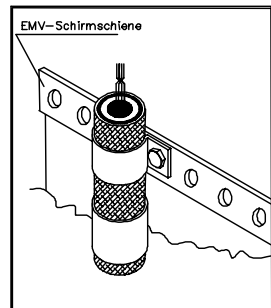
- ☛ Leitungsführung möglichst nah an Bezugspotential
- ☛ Schirmeffekt nutzen = ungeschirmte Kabel in den Ecken des Kanals verlegen
- ☛ Leitungskreuzungen möglichst rechtwinklig und mit ausreichendem Abstand zwischen störaussendenden und empfindlichen Leitungen
- ☛ ungenutzte Leiter mit Bezugspotential verbinden

Leitungsführung an Bezugspotential Erdung ungenützter Adern

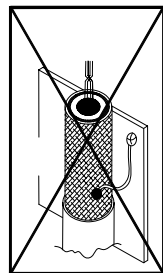
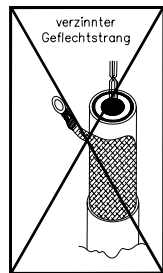
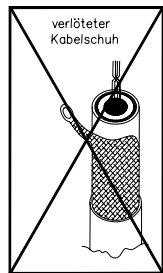
2. Schirmanbindung



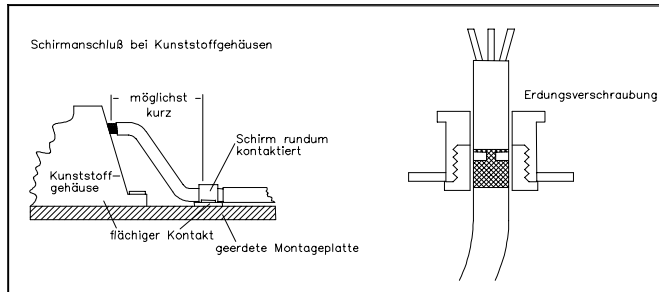
Schirmanbindung durch EMV-Verschraubungen



Schirmanbindung durch Schirmschellen

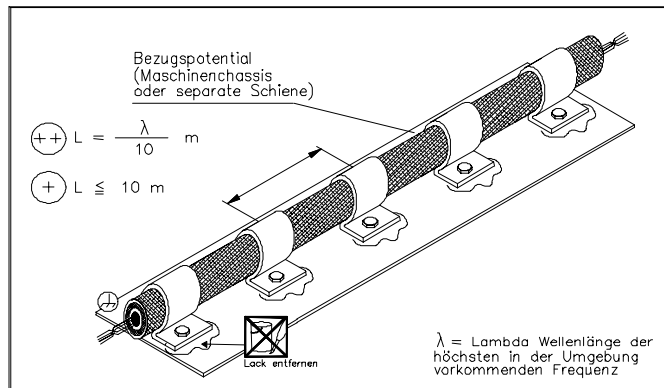


- ☛ **Kontaktierung von Kabelschirmen möglichst unmittelbar an der Kabeleintrittsstelle**
- ☛ **Als Schirmanbindung serienmäßige Schirmklemmen oder besser EMV-Verschraubungen verwenden**
- ☛ **Werden Signalleitungen über Anschlußklemmen geführt, muß der Schirm vor und hinter der Klemme flächig aufgelegt werden.**
- ☛ **Bei nicht abgeschirmten Signalleitungen Hin- und Rückleitung paarweise verdreht verlegen.**



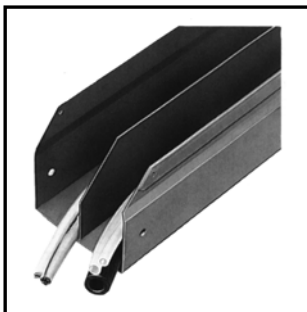
☛ bei Kunststoffgehäusen Schirm möglichst kurz vor Gehäuseeintritt erden

Schirmanbindung bei Kunststoffgehäusen



☛ bei geschirmten Kabeln möglichst oft Schirm erden

Abstand von Schirmanbindungen



Optimierung von Entkopplung

☛ metallene Kabelkanäle mit Trennwand zur Trennung von Haupt- und Steuerleitung verwenden



IV. Verifizierung

1. Prüfprotokollierung

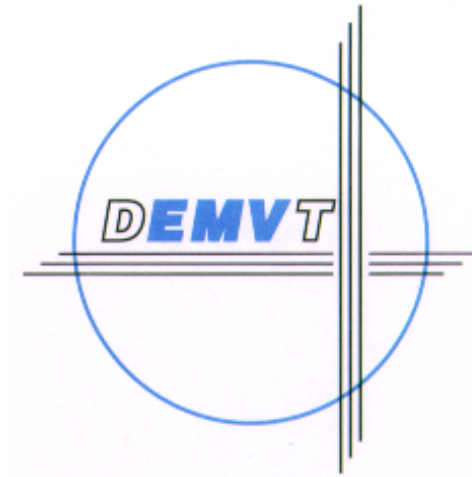
Die EMV-gerechte Ausführung eines Schaltschranks ist anhand der Checkliste zu verifizieren, für QS zu dokumentieren und zu archivieren.

2. Begleitdokumentation

Für Inbetriebsetzer sind Schalt- und Aufbaupläne und alle EMV-relevanten Montage- und Inbetriebnahmeanleitungen der eingebauten Geräte mitzuliefern.

Die Dokumentation hat alle für einen EMV-gerechten Anschluß notwendigen Hinweise wie Leitungsverlegung und Einführung in Schaltschrank, Schirmanforderung abgehender Kabel, Schirmanbindungen, eventuell notwendige EMV-Kabelverschraubungen zu beinhalten.

Außerdem sind darin die Überspannungskategorien der verschiedenen Kabelzugänge und –abgänge anzugeben.



Diese Mustervorlage kann entsprechend den projektbezogenen Gegebenheiten ergänzt oder verkürzt werden.

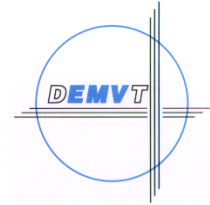
Die hier vorgegebene Nummerierung der Prüfschritte orientiert sich an den Abschnitten des Leitfadens.

**EMV-GERECHTER SCHALTSCHRANKAUFBAU
CHECKLISTE MONTAGE
PROJEKT:**



LOHMEIER Schaltschrank-Systeme
GmbH & Co. KG
Herforder Str. 99 32602 Vlotho
05733 – 79 08 0 info@lohmeier.de
www.lohmeier.de

Checkliste EMV-gerechter Schaltschrankaufbau Montage

**Auftraggeber**

Principal

Auftragnehmer

Contractor

Projekt

Project

Gerät

Appliance

Sach-Nr.

Supply-No.

Name
NameAbteilung
DepartmentUnterschrift
SignatureDatum
Date**Projektleiter**

Project Manager

Technische Überprüfung

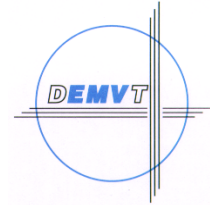
Technical Verification

Qualitätsmanagement

Quality Management

Date:	Dokument-Titel:	Checkliste EMV Schaltschrankaufbau Montagehinweise			Prüfer.	Datum:
Name:	Vorlage	Dokument-Nr.	Version	Datei		Seriennummer
Dept.:			1			Seite 2 von 16

Checkliste EMV-gerechter Schaltschrankaufbau Montage

**Änderungsnachweis**

Ausgabe	vom	geänderte Seiten	Grund der Änderung
Erstausgabe			

Referenzdokumente

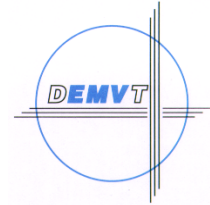
Nummer	Name des Dokuments	Ausgabe / Datum
1	z. B. Schalt- und Aufbaupläne sowie Montageanleitungen	
2	EMV-Listen, EMV-Zonenliste	
3	Checkliste Planung	
x		

Anlagen

Nummer	Name des Dokuments	Ausgabe / Datum

Date:	Dokument-Titel: Checkliste EMV Schaltschrankaufbau Montagehinweise	Prüfer.	Datum:
Name:	Vorlage	Dokument-Nr.	Seriennummer
Dept.:		Version	
		Datei	
		1	
			Seite 3 von 16

Checkliste EMV-gerechter Schaltschrankaufbau Montage

**Grundlagen****Kurzbeschreibung**

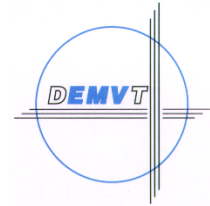
z. B. Kurzbeschreibung der Anlage und der EMV-Maßnahmen

Abkürzungsverzeichnis

Abkürzung	Bedeutung
Dok.	Dokument
Lt.	Laut
x)	In Spalte Istzustand
N	Für dieses Projekt nicht zutreffend
iO	Istzustand entsprechend Soll-Forderung
X	Istzustand abweichend von Soll-Forderung
xx)	In Spalte Tolerierung
T	Tolerierbar immer Tolerierungsgrund in Spalte „Bemerkung“ angeben
-	Nicht tolerierbar

Date:	Dokument-Titel: Checkliste EMV Schaltschrankaufbau Montagehinweise	Prüfer.	Datum:
Name:	Vorlage Dokument-Nr. Version Datei		Seriennummer
Dept.:			
			Seite 4 von 16

Checkliste EMV-gerechter Schaltschrankaufbau Montage

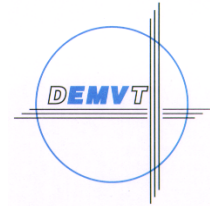


Inhaltsverzeichnis

A	SCHALTSCHRANKAUFBAU	7
A.1	RÄUMLICHE TRENNUNG / ANORDNUNG	7
A.1.1	PLATZVERHÄLTNISSE	7
A.2	GEHÄUSESCHIRMUNG	8
A.2.1	VERBINDUNG VON GEHÄUSETEILEN	8
A.2.2	SONSTIGE MASSEVERBINDUNGEN	8
B	GERÄTEEINBAU	9
B.1	ERDUNG	9
B.1.1	TRANSFORMATOREN	9
B.1.2	SONSTIGE EINGESETZTE GERÄTE	9
B.2	TRANSIENTENSCHUTZ	10
B.2.1	ÜBERSpannungSSCHUTZ	10
B.2.2	ANSCHLUß VON ENTSTÖRBAUELEMENTEN	10
B.3	FILTEREINSATZ	11
B.3.1	FILTER MONTAGEVORBEREITUNG	11
B.3.2	FILTERGEHÄUSE MONTAGE	11
B.3.3	FILTER ERDANSCHLUß	11
B.3.4	FILTER ANSCHLUß	11
C	VERKABELUNG	12
C.1	LEITUNGSVERLEGUNG	12
C.1.1	LEITUNGSVERLEGUNG AM BEZUGSPOTENTIAL	12
C.1.2	LEITUNGSVERLEGUNG IN MASSECKEN	12
C.1.3	LEITUNGSKREUZUNGEN	12
C.1.4		12
C.1.5	UNGENUTZTE LEITER	12
C.2	SCHIRMANBINDUNG	12
C.2.1	SCHIRMKONTAKTIERUNGSART	12
C.2.2	SCHIRMKONTAKTIERUNG	12
C.2.3	SCHIRMANBINDUNG BEI KLEMMEN	13
C.2.4	NICHT ABGESCHIRMTE LEITUNGEN	13

Date:	Dokument-Titel:	Checkliste EMV Schaltschrankaufbau Montagehinweise			Prüfer.	Datum:
Name:	Vorlage	Dokument-Nr.	Version	Datei		Seriennummer
Dept.:			1			Seite 5 von 16

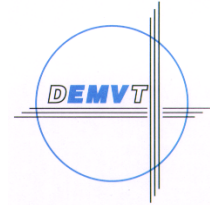
Checkliste EMV-gerechter Schaltschrankaufbau Montage



C.2.5	SCHIRMANBINDUNG BEI KUNSTSTOFFGEHÄUSEN	13
C.2.6	SCHIRMANBINDUNGSABSTAND	13
C.2.7	ZUSÄTZLICHER SCHIRM DURCH METALLKANÄLE	13
D	VERIFIZIERUNG	14
D.1	PRÜFPROTOKOLLIERUNG	14
D.1.1	DOKUMENTIERUNG	14
D.2	BEGLEITDOKUMENTATION	14
D.2.1	GERÄTEDOKUMENTATION	14
D.2.2	FERTIGUNGSUNTERLAGEN	15

Date:	Dokument-Titel: Checkliste EMV Schaltschrankaufbau Montagehinweise	Prüfer.	Datum:
Name:	Vorlage	Dokument-Nr.	Seriennummer
Dept.:		Version	
		1	
		Datei	
			Seite 6 von 16

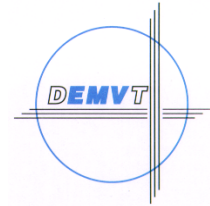
Checkliste EMV-gerechter Schaltschrankaufbau Montage



Prüf-schritt	Prüfmerkmal	Prüfdurchführung	Sollzustand	Ist-zustand x)	Tole-rierung xx)	Bemerkungen
A Schaltschrankaufbau						
A.1	Räumliche Trennung / Anordnung					
A.1.1	Platzverhältnisse					
A.1.101	Verkabelungswege	Sichtprüfung	Ausreichender Abstand zwischen Verkabelungswegen verschiedener EMV-sensitiver Leitungsnetze eingehalten			
A.1.102	Klemmenräume	Sichtprüfung	Klemmräume in verschiedenen EMV-sensitive Gruppen analog zur Geräteaufteilung eingeteilt			
A.1.103	Ankommende Kabel	Sichtprüfung	Platz für Schirmungsmaßnahmen ankommender Kabel vorgesehen			

Date:	Dokument-Titel: Checkliste EMV Schaltschrankaufbau Montagehinweise	Prüfer.	Datum:
Name:	Vorlage Dokument-Nr. Version Datei		Seriennummer
Dept.:	1		
Seite 7 von 16			

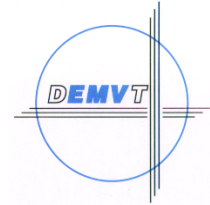
Checkliste EMV-gerechter Schaltschrankaufbau Montage



Prüf-schritt	Prüfmerkmal	Prüfdurchführung	Sollzustand	Ist-zustand x)	Tole-rierung xx)	Bemerkungen
A.2	Gehäuseschirmung					
A.2.1	Verbindung von Gehäuseteilen					
A.2.101	Anschlußpunkte Masseverbindungen	Sichtprüfung	Anschlußpunkte von Masseverbindungen großflächig lackfrei verbunden			
A.2.102	Zusätzliche EMV-Dichtungen	Sichtprüfung	Evtl. vorgeschriebene zusätzliche EMV-Dichtungen/ - Abdeckungen leitfähig kontaktfrei eingesetzt			
A.2.2	Sonstige Masseverbindungen					
A.2.201	Schraubverbindungen als Erdverbindung	Sichtprüfung	Schraubverbindungen als Erdverbindung nur zwischen blanken und unlackierten Teilen			
A.2.202	Kontaktstellen von Erdern	Sichtprüfung	Kontaktstellen von Erdern an lackierten Gehäuseteilen vorher blank gefräst			
A.2.203	Querschnitt Flachbänder	Sichtprüfung	Fachbänder der möglichst großer Querschnitt			

Date:	Dokument-Titel: Checkliste EMV Schaltschrankaufbau Montagehinweise	Prüfer.	Datum:
Name:	Vorlage Dokument-Nr. Version Datei		Seriennummer
Dept.:	1		
Seite 8 von 16			

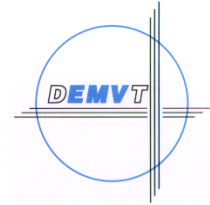
Checkliste EMV-gerechter Schaltschrankaufbau Montage



Prüf-schritt	Prüfmerkmal	Prüfdurchführung	Sollzustand	Ist-zustand x)	Tole-rierung xx)	Bemerkungen
A.2.204	Flachbanderder	Sichtprüfung	Flachbanderder mit Federring an lackfreien Oberflächen befestigt			
A.2.205	Potentialausgleichsschiene	Sichtprüfung	Potentialausgleichsschiene gegenüber Drahtverbindung vorgezogen			
B Geräteeinbau						
B.1	Erdung					
B.1.1	Transformatoren					
B.1.101	Befestigung	Sichtprüfung	Transformatoren großflächig auf leitender unlackierter Montageplatte befestigt			
B.1.102	Erdung Schirmwirkung	Sichtprüfung	Trafoabschirmung mit kurzer Verbindung geerdet			
B.1.2	Sonstige eingesetzte Geräte	Sichtprüfung	Erdungsmaßnahmen für sonstige Baugruppen aufführen			
B.1.201						
B.1.202						

Date:	Dokument-Titel: Checkliste EMV Schaltschrankaufbau Montagehinweise			Prüfer.	Datum:
Name:	Vorlage	Dokument-Nr.	Version	Datei	Seriennummer
Dept.:			1		
					Seite 9 von 16

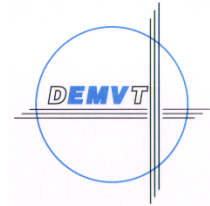
Checkliste EMV-gerechter Schaltschrankaufbau Montage



Prüf-schritt	Prüfmerkmal	Prüfdurchführung	Sollzustand	Ist-zustand x)	Tole-rierung xx)	Bemerkungen
B.2	Transientenschutz					
B.2.1	Überspannungsschutz					
B.2.101	Erdverbindung Überspannungsschutz	Sichtprüfung	Überspannungsschutz mit kurzen Verbindungen an Potentialausgleichsschiene angeschlossen			
B.2.102		Durchgangsprüfung	Zuleitung über Anschlußklemme der Überspannungs-schutzeinrichtung geschleift			
B.2.2	Anschluß von Entstörbauerelementen					
B.2.201	Schutzbeschaltung	Sichtprüfung	Schutzbeschaltungen so dicht wie möglich an der Störquelle – dem Schutz, dem Relais oder dem Ventil – angebracht			

Date:	Dokument-Titel: Checkliste EMV Schaltschrankaufbau Montagehinweise	Prüfer.	Datum:
Name:	Vorlage Dokument-Nr. Version Datei		Seriennummer
Dept.:	1		
Seite 10 von 16			

Checkliste EMV-gerechter Schaltschrankaufbau Montage



Prüf-schritt	Prüfmerkmal	Prüfdurchführung	Sollzustand	Ist-zustand x)	Tole-rierung xx)	Bemerkungen
B.3	Filtereinsatz					
B.3.1	Filter Montagevorbereitung	Sichtprüfung	Vor Befestigung des Filters Lack von Gehäuse entfernt			
B.3.2	Filtergehäuse Montage	Sichtprüfung	Filter direkt auf das metallische Bezugspotential montiert			
B.3.3	Filter Erdanschluß	Sichtprüfung	Filter großflächig geerdet			
B.3.4	Filter Anschluß	Sichtprüfung	Kopplung zwischen Ein- und Ausgangsleitungen verhindert (Ein- und Ausgangsleitungen nicht parallel geführt!)			

Date:	Dokument-Titel: Checkliste EMV Schaltschrankaufbau Montagehinweise	Prüfer.	Datum:
Name:	Vorlage Dokument-Nr. Version Datei		Seriennummer
Dept.:	1		Seite 11 von 16

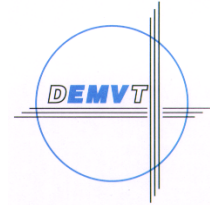
Checkliste EMV-gerechter Schaltschrankaufbau Montage



Prüf-schritt	Prüfmerkmal	Prüfdurchführung	Sollzustand	Ist-zustand x)	Tole-rierung xx)	Bemerkungen
C Verkabelung						
C.1	Leitungsverlegung					
C.1.1	Leitungsverlegung am Bezugspotential	Sichtprüfung	Leitungen möglichst nah am Bezugspotential verlegt			
C.1.2	Leitungsverlegung in Masseecken	Sichtprüfung	Ungeschirmte Kabel eng in Gehäuseecken verlegt			
C.1.3	Leitungskreuzungen	Sichtprüfung	Leitungskreuzungen rechtwinkelig			
C.1.4			Ausreichender Abstand zwischen störaussendenden und empfindlichen Leitungen			
C.1.5	Ungenutzte Leiter	Sichtprüfung	Ungenutzte Leiter mit Bezugspotential verbunden			
C.2 Schirmanbindung						
C.2.1	Schirmkontaktierungsart	Sichtprüfung	Kontaktierung von Kabelschirmen unmittelbar an der Kabeleintrittsstelle			
C.2.2	Schirmkontaktierung	Sichtprüfung	Als Schirmanbindung Schirmschellen verwendet			

Date:	Dokument-Titel: Checkliste EMV Schaltschrankaufbau Montagehinweise			Prüfer.	Datum:
Name:	Vorlage	Dokument-Nr.	Version	Datei	Seriennummer
Dept.:			1		
					Seite 12 von 16

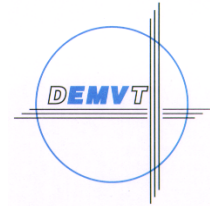
Checkliste EMV-gerechter Schaltschrankaufbau Montage



Prüf-schritt	Prüfmerkmal	Prüfdurchführung	Sollzustand	Ist-zustand x)	Tole-rierung xx)	Bemerkungen
C.2.3	Schirmanbindung bei Klemmen	Sichtprüfung	Werden Signalleitungen über Anschlußklemmen geführt, Schirm vor und hinter der Klemme flächig aufgelegt			
C.2.4	Nicht abgeschirmte Leitungen	Sichtprüfung	Nicht abgeschirmte Signalleitungen Hin- und Rückleitung paarweise verdrillt verlegt			
C.2.5	Schirmanbindung bei Kunststoffgehäusen	Sichtprüfung	Bei Kunststoffgehäusen Schirm möglichst kurz vor Gehäuseeintritt geerdet			
C.2.6	Schirmanbindungsabstand	Sichtprüfung	Bei geschirmten Kabeln möglichst oft geerdet			
C.2.7	Zusätzlicher Schirm durch Metallkanäle	Sichtprüfung	Metallene Kabelkanäle für sensitive Leitungen			

Date:	Dokument-Titel: Checkliste EMV Schaltschrankaufbau Montagehinweise				Prüfer.	Datum:
Name:	Vorlage	Dokument-Nr.	Version	Datei		Seriennummer
Dept.:			1			Seite 13 von 16

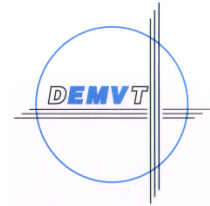
Checkliste EMV-gerechter Schaltschrankaufbau Montage



Prüf-schritt	Prüfmerkmal	Prüfdurchführung	Sollzustand	Ist-zustand x)	Tole-rierung xx)	Bemerkungen
D	Verifizierung					
D.1	Prüfprotokollierung					
D.1.1	Dokumentierung	Checkliste ordnungsgemäß ausgefüllt und unterschrieben	Von QS dokumentiert			
D.2	Begleitdokumentation					
D.2.1	Gerätedokumentation					
D.2.101	Montage- und Inbetriebnahmeanleitung	Überprüfen auf Vollständigkeit	Für Inbetriebsetzer sind Schalt- und Aufbaupläne und alle EMV-relevanten Montage- und Inbetriebnahme- anleitungen der eingebauten Geräte der Lieferung beigegeben			

Date:	Dokument-Titel: Checkliste EMV Schaltschrankaufbau Montagehinweise	Prüfer.	Datum:
Name:	Vorlage Dokument-Nr. Version Datei		Seriennummer
Dept.:	1		
Seite 14 von 16			

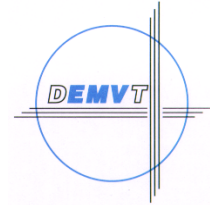
Checkliste EMV-gerechter Schaltschrankaufbau Montage



Prüf-schritt	Prüfmerkmal	Prüfdurchführung	Sollzustand	Ist-zustand x)	Tole-rierung xx)	Bemerkungen
D.2.2	Fertigungsunterlagen					
D.2.201	Leitungseinführung	Sichtprüfung Dokumentation auf Vollständigkeit	Die Lieferdokumentation enthält alle für einen EMV- gerechten Anschluß notwendigen Hinweise wie Leitungsverlegung und Einführung in Schaltschrank			
D.2.202	Schirmanforderung	Sichtprüfung Dokumentation auf Vollständigkeit	Die Dokumentation enthält alle für einen EMV-gerechten Anschluß notwendigen Hinweise wie Schirmanforderung abgehender Kabel, Schirmanbindungen			
D.2.203	Schirmanbindung	Sichtprüfung Dokumentation auf Vollständigkeit	Die Dokumentation enthält alle für einen EMV-gerechten Anschluß notwendigen Hinweise wie notwendige EMV-Kabelverschraubungen			

Date:	Dokument-Titel: Checkliste EMV Schaltschrankaufbau Montagehinweise				Prüfer.	Datum:
Name:	Vorlage	Dokument-Nr.	Version	Datei		Seriennummer
Dept.:			1			Seite 15 von 16

Checkliste EMV-gerechter Schaltschrankaufbau Montage



Prüf-schritt	Prüfmerkmal	Prüfdurchführung	Sollzustand	Ist-zustand x)	Tole-rierung xx)	Bemerkungen
D.2.204		Sichtprüfung Dokumentation auf Vollständigkeit	Die Dokumentation enthält alle für einen EMV-gerechten Anschluß notwendigen Hinweise wie die Überspannungskategorien der verschiedenen Kabelzugänge und -abgänge			

Date:	Dokument-Titel: Checkliste EMV Schaltschrankaufbau Montagehinweise				Prüfer.	Datum:
Name:	Vorlage	Dokument-Nr.	Version	Datei		Seriennummer
Dept.:			1			Seite 16 von 16