

ICS 33.100.20

Ersatz für
VG 95375-6:2007-10 und
VG 95376-6:2009-01Supersedes
VG 95375-6:2007-10 and
VG 95376-6:2009-01

**Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) —
Grundlagen und Maßnahmen für die Entwicklung und Konstruktion
von Systemen und Geräten —
Teil 60: Massung;
Text Deutsch und Englisch**

Electromagnetic compatibility (EMC) —
Fundamentals and measures for the development and design
of systems and equipment —
Part 60: Bonding;
Text in German and English

Compatibilité électromagnétique (CEM) —
Principes et mesures pour le développement et la construction
de systèmes et appareils —
Partie 60: Mise à la masse;
Texte en allemand et anglais

Gesamtumfang 29 Seiten
Total extent 29 pages

Normenstelle Elektrotechnik (NE) im DIN Deutsches Institut für Normung e.V.
Normenstelle Schiffs- und Meerestechnik (NSMT) im DIN Deutsches Institut für Normung e.V.

The English version is a translation. In case of dispute the German original will govern.

Inhalt		Contents	
	Seite		Page
Vorwort	4	Foreword	4
1 Anwendungsbereich	5	1 Scope	5
2 Normative Verweisungen	5	2 Normative references	5
3 Begriffe	7	3 Terms and definitions	7
4 Grundlagen der Massung	8	4 Basic principles	8
4.1 Allgemeines	8	4.1 General	8
4.2 Massungskonzept	9	4.2 Bonding concept	9
4.2.1 Allgemeine Anforderungen	9	4.2.1 General requirements	9
4.2.2 Gebäude	10	4.2.2 Structures	10
4.2.3 Geräteträger	10	4.2.3 Equipment carriers	10
4.3 Massung von Stromversorgungskreisen	10	4.3 Bonding of power supply networks	10
4.4 Massung der Bezugsleiter	11	4.4 Bonding of reference conductors	11
4.4.1 Kopplungseigenschaften von Bezugsleitern	11	4.4.1 Coupling characteristics of reference conductors	11
4.4.2 Sternförmige Massung von Bezugsleitern	13	4.4.2 Single-point bonding of reference conductors	13
4.4.3 Flächenhafte Massung von Bezugsleitern	17	4.4.3 Surface bonding of reference conductors	17
4.5 Massung von Gerätegehäusen	19	4.5 Bonding of equipment casings	19
4.6 Massung von nichtelektrischen Einrichtungen	19	4.6 Bonding on non-electric equipment	19
4.7 Anschließen von Kabelschirmen	20	4.7 Connection of cable shields	20
4.8 Elektrostatische Aufladung	21	4.8 Electrostatic discharge	21
5 Ausführung von Masseverbindungen	22	5 Design of bonding connections	22
5.1 Allgemeines	22	5.1 General	22
5.2 Schweißverbindungen	22	5.2 Welded connections	22
5.3 Schraubverbindungen	23	5.3 Screwed connections	23
5.4 Nietverbindungen	23	5.4 Riveted connections	23
5.5 Verwendung von Massebändern	24	5.5 Use of bonding straps	24
5.6 Durchführungen für geschirmte Kabel	26	5.6 Feed-throughs for shielded cables	26
5.7 Oberflächenbehandlung	26	5.7 Surface treatment	26
5.8 Elektrochemische Korrosion	27	5.8 Electro-chemical corrosion	27
6 Zusammenhang von EMV-Massung und Maßnahmen zum Schutz von Personen gegen gefährliche Körperströme	28	6 Relation between EMC bonding and measures for protection of personnel against electric shock	28
Literaturhinweise	29	Bibliography	29

Bilder

Bild 1 — Kopplung zweier Stromkreise über den gemeinsamen Bezugsleiter (Betriebsstromquelle nicht dargestellt)	11
Bild 2 — Sternförmige Massung von Bezugsleitern	13
Bild 3 — Schematische Darstellung der Strom- und Potentialverteilung in einem flächenhaften Bezugsleiter	15
Bild 4 — Sternförmige Massung von Bezugsleitern mit Streukapazitäten und Leitungsinduktivitäten, ohmsche Anteile vernachlässigt	16
Bild 5 — Übergang von einer sternförmigen Massung zur flächenhaften Massung	18
Bild 6 — Masse als flächenhafter Bezugsleiter	18
Bild 7 — Beispiele für Masseanschlüsse am Geräteträger bei metallisch blanken Flächen	23
Bild 8 — Beispiele für Masseverbinder	24

Figures

Figure 1 — Coupling of two circuits using a common reference conductor (power supply not shown)	11
Figure 2 — Single-point bonding of reference conductors	13
Figure 3 — Schematic representation of the current and potential distribution in a surface used as reference conductor	15
Figure 4 — Single-point bonding of reference conductors with stray capacitances and conductor inductances (ohmic components are neglected)	16
Figure 5 — Transmission from a single-point bonding system to a surface bonding system	18
Figure 6 — Ground as surface reference conductor	18
Figure 7 — Examples of bonding at an equipment carrier in case of clean metallic surfaces	23
Figure 8 — Examples of bonding connectors	24

Copyright Deutsches Institut für Normung e. V.
 Provided by IHS under license with DIN
 No reproduction or networking permitted without license from IHS
 Full document details: VG 95375-60 2013

Vorwort

Diese Norm wurde von der Normenstelle Elektrotechnik (NE) im DIN, Arbeitsausschuss NA 140-00-20 AA „Elektromagnetische Verträglichkeit“, erarbeitet.

Bei der vorliegenden Norm handelt es sich um eine Grundnorm für den Bereich Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV).

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Texte dieses Dokuments Patentrechte berühren können. Das DIN ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

VG 95375, *Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) — Grundlagen und Maßnahmen für die Entwicklung und Konstruktion von Systemen und Geräten* besteht aus:

siehe VG 95372, *Übersicht*

VG 95372 enthält weiterhin eine Übersicht über alle VG-Normen für EMV und zum Schutz gegen EMP und Blitz.

Änderungen

Gegenüber VG 95375-6:2007-10 und VG 95376-6:2009-01 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Anforderungen für Systeme und Geräte zusammengefasst;
- b) technische Anforderungen aktualisiert;
- c) englische Übersetzung eingearbeitet;
- d) Norm redaktionell überarbeitet.

Frühere Ausgaben

VG 95375-6: 1979-08, 1989-11, 2001-01, 2007-10
VG 95376-6: 1981-11, 1990-12, 2002-05, 2009-01

Foreword

This standard has been prepared by the Normestelle Elektrotechnik (NE) im DIN, committee NA 140-00-20 AA, „Elektromagnetische Verträglichkeit“.

The presented standard is a basic standard for Electromagnetic compatibility (EMC).

Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this document may be the subject of patent. DIN shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

VG 95375, *Electromagnetic compatibility(EMC) — Fundamentals and measures for the development and design of systems and equipment* consists of:

see VG 95372, *Survey*

VG 95372 contains a survey of the VG-standards for EMC and EMP/lightning protection.

Amendments

Compared with VG 95375-6:2007-10 and VG 95376-6:2009-01 the following amendments have been adopted:

- a) requirements for systems and equipment combined;
- b) technical requirements updated;
- c) english version added;
- d) standard revised editorially.

Superseded editions

1 Anwendungsbereich

Die Norm gilt für die Massung zur Sicherstellung der elektromagnetischen Verträglichkeit (EMV). Das geeignete Massekonzept ist eine wesentliche Voraussetzung für die Einhaltung der Anforderungen an die Störaussendung und die Störfestigkeit.

Diese Norm enthält Angaben und Empfehlungen für die Ausführung der Massung bei Geräten und Systemen der Bundeswehr.

Maßnahmen zum Schutz gegen elektrischen Schlag ersetzen nicht die Massung zur Sicherstellung der EMV.

Hinsichtlich kompromittierender Abstrahlung und Explosionsschutz sind gegebenenfalls weitere Anforderungen zu beachten und in das Massekonzept rechtzeitig einzubeziehen.

Die in dieser Norm angegebenen Hinweise und Beispiele vermitteln Entwicklern und Konstrukteuren von Geräten und Systemen die Grundlagen und Maßnahmen zur Ausführung der Masse und der Massung im Hinblick auf die Geräte- und System-EMV. Die Norm ermöglicht Entwicklern und Konstrukteuren die Auswahl der für ihren speziellen Fall günstigen Ausführung der Massung. Sie enthält keine Festlegungen für die Ausführung der Massung innerhalb von Gehäusen.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente, die in diesem Dokument teilweise oder als Ganzes zitiert werden, sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

DIN 29576-3, *Luft- und Raumfahrt — Elektrische Bordnetze für Luftfahrzeuge — Masseverbindungen*

1 Scope

This standard applies to bonding measures necessary to ensure the electromagnetic compatibility (EMC). A suitable bonding concept is a crucial prerequisite that requirements for emission of disturbances and immunity to disturbances are met.

This standard contains statements and recommendations for the relating to grounding for equipment and systems of the German Armed Forces.

Measures for the protection of personnel against electric shock do not replace bonding for EMC purposes.

With regard to safety from interception additional requirements may have to be taken into account. They shall be included in the bonding concept in time.

The information and examples given in this standard provide developers and designers of equipment and systems with the fundamentals and measures necessary to establish a ground or a bonding system with respect to equipment and system EMC. The standard enables the developer and designer to select the best design which suits his purpose in an optimal way. It does not contain requirements for the design inside of equipment casings.

2 Normative references

The following documents, in whole or in part, are normatively referenced in this document and are indispensable for its application. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

DIN 29576-3, *Aerospace — Aircraft electrical systems — Bonding*

DIN VDE 0100-410 (VDE 0100-410), *Errichten von Niederspannungsanlagen — Teil 4-41: Schutzmaßnahmen — Schutz gegen elektrischen Schlag*

DIN VDE 0100-540 (VDE 0100-540), *Errichten von Niederspannungsanlagen — Teil 5-54: Auswahl und Errichtung elektrischer Betriebsmittel — Erdungsanlagen und Schutzleiter*

VG 88711-1, *Verbinder für Massung und Erdung — Teil 1: Verbinder aus Drahtseilen und Metallstreifen*

VG 88711-2, *Verbinder für Massung und Erdung — Teil 2: Verbinder aus Kupferleitungen und geflochtenen Kupferbändern*

VG 95371-2, *Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) einschließlich Schutz gegen den Elektromagnetischen Impuls (EMP) und Blitz — Allgemeine Grundlagen — Teil 2: Begriffe*

VG 95375-40, *Elektromagnetische Verträglichkeit — Grundlagen und Maßnahmen für die Entwicklung und Konstruktion von Systemen und Geräten — Teil 40: Schirmung*

VG 96907-1, *Schutz gegen den Nuklear-Elektromagnetischen Impuls (NEMP) und Blitzschlag — Konstruktionsmaßnahmen und Schutz Einrichtungen — Teil 1: Allgemeines*

VG 96907-2, *Schutz gegen den Nuklear-Elektromagnetischen Impuls (NEMP) und Blitzschlag — Konstruktionsmaßnahmen und Schutz Einrichtungen — Teil 2: Besonderheiten für verschiedene Anwendungen*

DIN VDE 0100-410 (VDE 0100-410), *Low-voltage electrical installations — Part 4-41: Protection for safety — Protection against electric shock*

DIN VDE 0100-540 (VDE 0100-540), *Low-voltage electrical installations — Part 5-54: Selection and erection of electrical equipment — Earthing arrangements and protective conductors*

VG 88711-1, *Bond straps for grounding and earthing — Part 1: Bond straps of wire ropes and metal strips*

VG 88711-2, *Bond straps for grounding and earthing — Part 2: Bond straps of copper wires and braided copper straps*

VG 95371-2, *Electromagnetic compatibility (EMC) including electromagnetic pulse (EMP) and lightning protection — Fundamentals — Part 2: Terms*

VG 95375-40, *Electromagnetic compatibility — Fundamentals and measures for the development and design of systems and equipment — Part 40: Shielding*

VG 96907-1, *Nuclear electromagnetic pulse (NEMP) and lightning protection — Design guidelines and protective devices — Part 1: Fundamentals*

VG 96907-2, *Nuclear electromagnetic pulse (NEMP) and lightning protection — Design guidelines and protective devices — Part 2: Peculiarities for different applications*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieser Norm gelten die Begriffe nach VG 95371-2 und die folgenden Begriffe.

3.1

höchste zu betrachtende Frequenz

höchste Nutz- oder Störfrequenz, die Einfluss auf die Funktion eines Geräts und/oder Systems hat

3.2

Angabe

Festlegung, die eine Information vermittelt

[QUELLE: DIN EN 45020:2007-03, 7.2]

3.3

Empfehlung

Festlegung, die einen Rat oder eine Anleitung gibt

[QUELLE: DIN EN 45020:2007-03, 7.4]

3 Terms and definitions

For the purpose of this document the terms and definitions given in VG 95371-2 and the following apply.

3.1

highest frequency to be considered

highest useful or disturbing frequency influencing regular function of an item of equipment

3.2

statement

provision that conveys information

[SOURCE: DIN EN 45020:2007-03, 7.2]

3.3

recommendation

provision that conveys advice or guidance

[SOURCE: DIN EN 45020:2007-03, 7.4]

4 Grundlagen der Massung

4.1 Allgemeines

Die Signale zwischen den elektrischen/elektronischen Komponenten eines Gerätes bzw. innerhalb eines Systems können symmetrisch oder unsymmetrisch übertragen werden.

Die symmetrische Übertragung kann massefrei oder mit Massung des Symmetriepunktes auf der Seite der sendenden oder empfangenden Komponente erfolgen.

Bei der unsymmetrischen Übertragung von Signalen müssen die Bezugspotentiale der Komponenten übereinstimmen. Dies kann durch flächenhafte Bezugsleiter erreicht werden.

Wegen der räumlichen Ausdehnung elektrischer Schaltkreise können nicht alle Punkte dieser Schaltkreise, die das gleiche Bezugspotential haben sollten, an einem Punkt zusammengeführt werden.

Ziel der Massung ist es, sich daraus ergebende Potentialdifferenzen ausreichend niedrig zu halten. Da sie aber dem Wert 0 V nur angenähert werden können, erfolgt über die gemeinsamen Stromwege eine Kopplung der verschiedenen Schaltkreise. Damit wirken die Nutzsignale eines Kreises als Störgrößen für andere Kreise.

Der zu betrachtende Frequenzbereich ist für die Wahl des Konzeptes für die Massung von entscheidender Bedeutung.

In vielen Geräten und Systemen befinden sich Komponenten mit unterschiedlichen Betriebsfrequenzen bzw. zu betrachtenden Frequenzbereichen wie z. B. Einheiten für Energieerzeugung und -verteilung, Stromversorgung, Verarbeitung und Weitergabe von analogen und digitalen Signalen. Für jede dieser Komponenten ist das geeignete Konzept für die Massung auszuwählen und konsequent beizubehalten.

Bei der Auswahl des Konzeptes für die Massung sind die folgenden allgemeinen Hinweise zu beachten:

- Die sternförmige Massung ist üblich bei leistungselektronischen Anlagen, Stromversorgungen und im Frequenzbereich bis etwa 10 kHz. Sie ist noch wirksam bis etwa 100 kHz.
- Die flächenhafte Massung ist das wirkungsvollste Konzept für Schaltungen im zu betrachtenden Frequenzbereich oberhalb etwa 100 kHz.

4 Basic principles

4.1 General

The signal transmission between the various equipment units or within a system can be balanced or unbalanced.

Balanced transmission can be accomplished either without any reference to ground or by bonding the point of symmetry at the transmitting or receiving unit side.

When selecting unbalanced signal transmission the reference potentials of the units shall be identical. This can be achieved by using surfaces as reference conductors.

Because of the distribution of electrical circuits not all points of these circuits which should have the same reference potential can be related to one point.

It is therefore the aim of bonding to keep the resulting potential differences sufficiently small. However, as they can only be approximated to the value of 0 V, the various circuits are coupled over common current paths. As a result the wanted signals of one circuit act as disturbing signals on other circuits.

The frequency range to be considered is of great importance for the choice of the appropriate bonding concept.

Many equipment and systems contain units with different operating frequencies or frequency ranges to be considered, as e.g. units for energy supply and distribution, power supply, processing and transmission of analogue and digital signals. For each unit the appropriate bonding concept shall be selected which then has to be followed consistently.

When selecting the bonding concept the following general information shall be observed:

- Single-point bonding is usually used for equipment for power electronics, for power supplies and for frequencies up to approx. 10 kHz. It is still effective for frequencies up to approx. 100 kHz.
- Surface bonding is the most effective concept for circuits beyond approx. 100 kHz.

4.2 Massungskonzept

4.2.1 Allgemeine Anforderungen

Dieser Norm liegt das Konzept der flächenhaften Massung (siehe 4.4.3) zugrunde, von dem nur in sachlich begründeten Sonderfällen abgewichen werden darf.

Sonderfälle können nichtmetallische Geräteträger und Gebäude darstellen, bei denen die für die EMV wünschenswerte flächenhafte Masse fehlt. Es steht dann vielfach nur ein sternförmig aufgebautes Leitersystem für die Massung (siehe 4.4.2) zur Verfügung.

Ist ein gesondertes Schutzleiternetz erforderlich, sind die Schleifenflächen zwischen dem Masseleitersystem und dem Schutzleiternetz möglichst klein zu halten, d. h. die beiden Leitersysteme sind dicht nebeneinander zu führen.

Um Schleifenflächen zwischen den Schirmen von Kabeln und der Masse möglichst klein zu halten, müssen die Kabel möglichst nahe an der Masse verlegt werden.

Maßnahmen zum Schutz von Personen gegen elektrischen Schlag, insbesondere die nach DIN VDE 0100-410 (VDE 0100-410) und DIN VDE 0100-540 (VDE 0100-540) haben Vorrang vor EMV-Maßnahmen; jedoch ist aus den möglichen Maßnahmen zum Schutz von Personen gegen gefährliche Körperströme diejenige auszuwählen, die nicht im Widerspruch zu EMV-Maßnahmen steht.

Hinsichtlich NEMP- und Blitzschutz gelten die Anforderungen nach VG 96907-1 und VG 96907-2.

Für Luftfahrzeuge gelten die Anforderungen nach DIN 29576-3.

4.2 Bonding concept

4.2.1 General requirements

This standard is based on the concept of the large surface bonding (see 4.4.3) which may only be deviated from in factually justified cases.

Special cases can be non-metallic equipment carriers and buildings where the large surface ground desirable for EMC is absent. For potential equalization often only a single-point conductor system (see 4.4.2) exists.

If a separate protective conductor system is required, the loop areas between the bonding conductor system and the protective conductor system shall be kept as small as possible that is, the two systems shall be close to each other.

In order to keep the ground-loop areas between cable shields and ground as small as possible, cables shall be routed as closely as possible to ground.

Measures for the protection of personnel against electric shock, particularly, those according to DIN VDE 0100-410 (VDE 0100-410) and DIN VDE 0100-540 (VDE 0100-540) have priority over EMC measures. However, from all possible measures for the protection of personnel against electric shock, the one shall be chosen that is not contrary to EMC measures.

Regarding NEMP and lightning protection the requirements according to VG 96907-1 and VG 96907-2 shall apply.

For aircraft the requirements according to DIN 29576-3 shall apply.