

ICS 33.100.01

Ersatz für
VG 95375-3 Bbl 1:2009-09Supersedes
VG 95375-3 Bbl 1:2009-09

Dieses Beiblatt enthält Informationen zu VG 95375-30,
jedoch keine zusätzlich genormten Festlegungen.
This supplement contains information to VG 95375-30,
but no further standardized provisions.

**Elektromagnetische Verträglichkeit —
Grundlagen und Maßnahmen für die Entwicklung und Konstruktion
von Systemen und Geräten —
Teil 30: Verkabelung, Kopplungsimpedanzen von Einführungen und
Durchführungen für geschirmte elektrische Kabel und Leitungen;
Text Deutsch und Englisch**

Electromagnetic compatibility —
Fundamentals and measures for the development and design
of systems and equipment —
Part 30: Cabling, transfer impedance of penetrations and glands for shielded electrical
cables and wires;
Text in German and English

Compatibilité électromagnétique —
Principes et mesures pour le développement et la construction
de systèmes et appareils —
Partie 30: Câblage, impédance de transfert d'entrées et de traversées pour câbles et
fils électriques;
Texte en allemand et anglais

Gesamtumfang 24 Seiten
Total extent 24 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 Grundlagen	5	1 Fundamentals	5
2 Messverfahren zur Ermittlung der Kopplungsimpedanz von Einführungen/ Durchführungen für geschirmte Kabel und Leitungen	6	2 Test method for evaluating the transfer impedance of penetrations/ glands for shielded cables and wires	6
2.1 Allgemeines	6	2.1 General	6
2.2 Messanordnung	7	2.2 Test set-up	7
2.3 Messprinzip	8	2.3 Measurement principle	8
3 Durchführung der Messung und Darstellung der Messergebnisse	10	3 Measurements and presentation of test results	10
3.1 Klemmbügelssystem	10	3.1 Clamping yoke system	10
3.2 Kabeleinführungen	14	3.2 Cable glands	14
3.3 Leitfähige Vergussmasse	16	3.3 Conductive compound	16
3.4 Packsystem aus quaderförmigen, teilbaren Modulen	19	3.4 Packing system of squared, separable modules	19
4 Bewertung der Messergebnisse	22	4 Assessment of test results	22
Literaturhinweise	24	Bibliography	24
Bilder		Figures	
Bild 1 — Kopplungsimpedanz von Einführungen/Durchführungen von Kabeln	5	Figure 1 — Transfer impedance of cable penetrations/glands	5
Bild 2 — Messanordnung, Prinzipdarstellung	7	Figure 2 — Test set-up, principle	7
Bild 3 — Messprinzip zur Ermittlung des Betrags der Kopplungsimpedanz $ Z_k $, Kabel gegen Masse	8	Figure 3 — Measurement principle for the evaluation of the modulus of the transfer impedance $ Z_k $ (between cable and ground)	8
Bild 4 — Messprinzip zur Ermittlung des Betrags der Kopplungsimpedanz $ Z_k $, Kabel gegen Kabel	9	Figure 4 — Measurement principle for the evaluation of the modulus of the transfer impedance $ Z_k $ (between two cables)	9
Bild 5 — Prüfvorrichtung zur Ermittlung des Betrags der Kopplungsimpedanz $ Z_k $ des Klemmbügel-systems	10	Figure 5 — Testing device for evaluating the modulus of the clamping yoke transfer impedance $ Z_k $	10
Bild 6 — Kupferfolie (Zuschnitt)	11	Figure 6 — Copper foil (cut)	11
Bild 7 — Prüfvorrichtung, Kontaktierung der Klemmschiene über Kupferlitze	12	Figure 7 — Testing device, connection of the mounting rail using a copper strand	12
Bild 8 — Prüfvorrichtung, Klemmschiene direkt mit Außenleiter verlötet	12	Figure 8 — Testing device, mounting rail directly soldered to the outer conductor	12

Bild 9 — Betrag der Kopplungsimpedanz Z_k des Kabels gegen Masse bei Verwendung des Klemmbügelsystems (mit isolierten Stützen und Masselitze)	13	Figure 9 — Modulus of transfer impedance Z_k between cable and ground for the clamping yoke system (with isolated supports and grounding strand)	13
Bild 10 — Betrag der Kopplungsimpedanz Z_k des Kabels gegen Masse bei Verwendung des Klemmbügelsystems (Klemmschiene mit Außenleiter verlötet)	13	Figure 10 — Modulus of transfer impedance Z_k between cable and ground for the clamping yoke system (mounting rail soldered to outer conductor)	13
Bild 11 — Betrag der Kopplungsimpedanz Z_k von Kabeleinführungen nach VG und DIN	15	Figure 11 — Modulus of transfer impedance Z_k of cable glands according to VG and DIN	15
Bild 12 — Prüfvorrichtung zur Ermittlung der Kopplungsimpedanz der leitfähigen Vergussmasse	17	Figure 12 — Testing device for evaluating the transfer impedance of the conductive compound	17
Bild 13 — Maße der ausgehärteten Materialprobe in mm	17	Figure 13 — Dimensions of the cured test sample in mm	17
Bild 14 — Betrag der Kopplungsimpedanz Z_k des Kabels gegen Masse bei Verwendung von leitfähiger Vergussmasse	18	Figure 14 — Modulus of the transfer impedance Z_k between cable and ground evaluated for the conductive compound	18
Bild 15 — Betrag der Kopplungsimpedanz Z_k Kabel gegen Kabel bei Verwendung von leitfähiger Vergussmasse	18	Figure 15 — Modulus of the transfer impedance Z_k between two cables evaluated for the conductive compound	18
Bild 16 — Betrag der Kopplungsimpedanz Z_k, bei Verwendung von Packmodulen mit Metallkissen aus Kupfer-Beryllium	20	Figure 16 — Modulus of transfer impedance Z_k for packing modules with metal pads made of copper-beryllium	20
Bild 17 — Betrag der Kopplungsimpedanz Z_k, bei Verwendung von Packmodulen mit Metallkissen aus Chrom-Nickel vergoldet	21	Figure 17 — Modulus of transfer impedance Z_k for packing modules with metal pads made of gold-plated chromium-nickel	21
Bild 18 — Betrag der Kopplungsimpedanz Z_k, bei Verwendung von Packmodulen mit Metallkissen aus Chrom-Nickel	21	Figure 18 — Modulus of transfer impedance Z_k for packing modules with metal pads made of chromium-nickel	21

Vorwort

Dieses Dokument wurde von der Normenstelle Elektrotechnik (NE) im DIN, Arbeitsausschuss NA 140-00-20 AA "Elektromagnetische Verträglichkeit", erarbeitet.

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, *Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) einschließlich Schutz gegen den Elektromagnetischen Impuls (EMP) und Blitz — Übersicht*

Zur Sicherstellung der Elektromagnetischen Verträglichkeit sind Einführungen und Durchführungen für elektrische Kabel und Leitungen ein wichtiges Konstruktionselement, da Kabel und Leitungen, die ohne besondere Vorkehrungen durch Wände von schirmenden Geräteträgern und Schirmräumen geführt werden, die Schirmwirkung dieser Geräteträger und Räume beeinträchtigen.

Ein weiterer wichtiger Aspekt ist die EMV-gerechte Schirmauflegung von Kabeln, die in Gerätegehäusen oder Schaltschränken abgeschlossen werden.

Die in diesem Dokument angegebenen Ergebnisse beruhen auf messtechnischen Untersuchungen, die in den Jahren 1993 bis 1997 an damals verfügbaren Einführungen/Durchführungen durchgeführt wurden.

Änderungen

Gegenüber VG 95375-3 Bbl 1:2009-09 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Dokumentennummer und Titel geändert;
- b) Beschreibung des Packsystems nach 3.4 entfallen (aufgenommen in VG 95375-30);
- c) Beiblatt redaktionell überarbeitet.

Frühere Ausgaben

Foreword

This document has been prepared by the Normenstelle Elektrotechnik (NE) im DIN, committee NA 140-00-20 AA "Electromagnetic Compatibility".

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

VG 95374, *Electromagnetic Compatibility (EMC) — Fundamentals and measures for the development and design of systems and equipment* consists of:

see VG 95372, *Electromagnetic compatibility (EMC) including Electromagnetic Pulse (EMP) and Lightning Protection — Overview*

Penetrations and glands for electrical cables and wires are important design elements to ensure electromagnetic compatibility since cables and wires which are led without special precautions through walls of shielding equipment carriers and shielding enclosures will affect the shielding effectiveness of the carriers/enclosures.

An additional important aspect is the EMC-related bonding of cables that are connected in equipment casings or switch cabinets.

The test results given in this document are based on measurements performed in the years 1993 to 1997 on glands/penetrations available at that time.

Amendments

Compared with VG 95375-3 Bbl 1:2009-09 the following amendments have been adopted:

- a) document number and title changed;
- b) description of packing system according to 3.4 deleted (included in VG 95375-30);
- c) supplement revised editorially.

Previous editions

VG 95375-3 Bbl 1: 2004-01, 2009-09

1 Grundlagen

Der in der Kabeltechnik zur Kennzeichnung der Schirmgüte verwendete Begriff der Kopplungsimpedanz Z_k wird auch verwendet, um die Güte von hochfrequenzdichten Einführungen/ Durchführungen für Kabel in Schirmwänden, z.B. von HF-Kabinen, zu beschreiben. Er ist definiert als

$$Z_k = \frac{U_i}{I_a} \quad (1)$$

Dabei ist

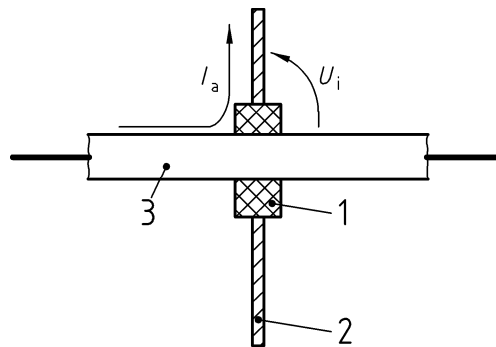
- Z_k Kopplungsimpedanz der Einführung/ Durchführung;
- U_i Spannung zwischen Kabelschirm und Schirmwand im Innern der Kabine unmittelbar hinter der Durchführung;
- I_a Strom, der außerhalb der Kabine vom Kabelschirm über die Kontaktierung zur Wand fließt.

1 Fundamentals

The term transfer impedance Z_k , which is used in the cable technology to qualify the shielding effectiveness, is also used to describe the quality of r.f. penetrations/ glands in shielding walls, e.g. those of EMC cabins. It is defined as

where

- Z_k transfer impedance of the penetration/ gland;
- U_i voltage between cable shield and shielding wall directly behind the penetration inside the cabin;
- I_a current flowing outside the cabin on the cable shield and then, over the bonding, to the shielding wall.



Legende

- 1 Kontaktierung
2 Kabinenwand
3 Kabelschirm

- U_i siehe Legende zu Gleichung 1
 I_a siehe Legende zu Gleichung 1

Key

- 1 Bonding
2 Shielding wall of the cabin
3 Cable shield

- U_i see key to equation 1
 I_a see key to equation 1

Bild 1 — Kopplungsimpedanz von Einführungen/Durchführungen von Kabeln
Figure 1 — Transfer impedance of cable penetrations/glands

Die im Innern der Kabine entstehende Spannung U_i ist bei gegebenem Strom I_a direkt proportional zum Betrag der Kopplungsimpedanz $|Z_k|$. Hohe Kopplungsimpedanzen führen zu einer Reduktion der Schirmdämpfungswerte.

Dies gilt auch für die Schirmauflegung der Kabel, die in Gerätegehäusen oder Schaltschränken angeschlossen werden.

Zur Erreichung von hohen Schirmdämpfungswerten ist deshalb für die Auswahl hochfrequenzdichter Einführungen/Durchführungen von Kabeln die genaue Kenntnis ihrer Kopplungsimpedanz notwendig. Sie ist nur auf messtechnische Weise zu ermitteln.

2 Messverfahren zur Ermittlung der Kopplungsimpedanz von Einführungen/Durchführungen für geschirmte Kabel/Leitungen

2.1 Allgemeines

An ein Messverfahren zur Messung der Kopplungsimpedanz von Einführungen/Durchführungen für geschirmte Kabel und Leitungen sind, genau wie bei der Ermittlung der Kopplungsimpedanz von Koaxialkabeln, besondere Anforderungen zu stellen. So sollte die Messung bei Vermeidung fremder Einflüsse mit einer möglichst einfachen Messvorrichtung im Frequenzbereich von 10 kHz bis 1 GHz durchführbar sein.

Die im folgenden aufgeführten Messergebnisse wurden unter Anwendung einer quasikoaxialen Messanordnung ermittelt, die diesen Anforderungen entspricht. Bei den Messungen wurde auf geometrisch gleiche Abmessungen der Prüflinge geachtet, um Einführungen/Durchführungen unterschiedlicher Bauart vergleichen und bewerten zu können.

For a given current I_a , the voltage U_i occurring inside the cabin is directly proportional to the modulus $|Z_k|$ of the transfer impedance. High transfer impedance values result in a reduction of shielding effectiveness.

This is also to be considered for bonding cables which shall be connected in equipment casings and cabinets.

In order to achieve high shielding attenuation values the exact knowledge of the transfer impedances is necessary when selecting r.f. penetrations/glands. It can only be evaluated by measurement.

2 Test method for evaluating the transfer impedance of glands/penetrations for shielded cables and wires

2.1 General

Just as for the evaluation of transfer impedances of coaxial cables, special requirements are necessary for the evaluation of the transfer impedances of penetrations/glands for shielded cables and wires. Thus, the measurement should be performed in the frequency range from 10 kHz to 1 GHz using a measurement set-up that is as simple as possible but, on the other hand, avoids interfering environmental influences.

The test results given in the following sections were recorded using a quasi-coaxial test set-up corresponding to the requirements mentioned above. In order to be able to compare penetrations/glands of different design and to evaluate the test results, test specimens of the same geometrical dimensions were used.

2.2 Messanordnung

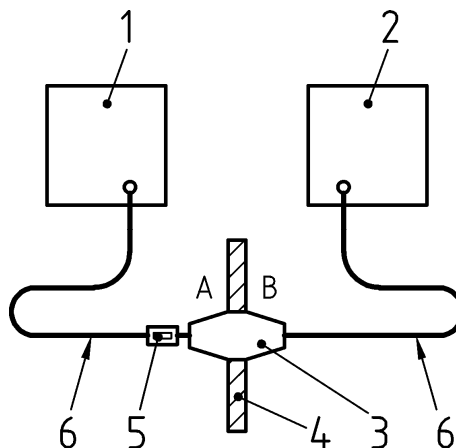
Die Messanordnung ist in Bild 2 dargestellt.

Ein Generator speist die jeweilige Prüfvorrichtung über ein Koaxialkabel RG 214 und einen Serienwiderstand von $50\ \Omega$ an Anschluss A. Der Eingang des Messempfängers ist mit Anschluss B verbunden. Die jeweiligen Prüfvorrichtungen sind in 3.1 bis 3.4 beschrieben.

2.2 Test set-up

The test set-up is shown in Figure 2.

A signal generator powers the particular testing device over a coaxial cable RG 214 and a $50\ \Omega$ series resistance (terminal A). The test receiver input terminal is connected to terminal B. The testing devices used are described in 3.1 to 3.4.



Legende

- 1 Generator
- 2 Messempfänger
- 3 Prüfvorrichtung nach 3.1 bis 3.4
- 4 Schirmwand
- 5 Serienwiderstand $R_1 = 50\ \Omega$
- 6 Koaxialkabel

A, B Anschlüsse

Key

- 1 Signal generator
- 2 Test receiver
- 3 Testing device according to 3.1 to 3.4
- 4 Shielding wall
- 5 Series resistance $R_1 = 50\ \Omega$
- 6 Coaxial cable

A, B terminals

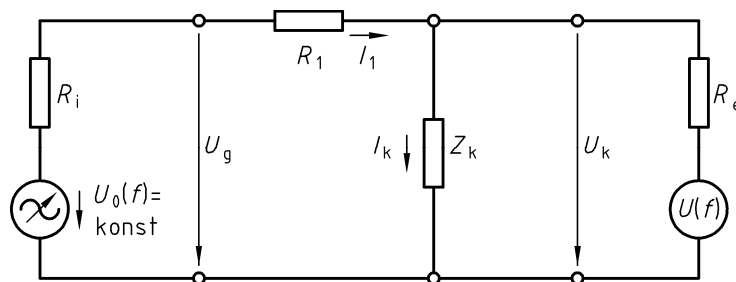
Bild 2 — Messanordnung, Prinzipdarstellung
Figure 2 — Test set-up, principle

2.3 Messprinzip

Ein Generator mit Innenwiderstand $R_i = 50 \Omega$, belastet mit einem koaxialen Serienwiderstand $R_1 = R_i$ und einer zusätzlichen Serienimpedanz Z_k , kann als Konstantstromquelle angesehen werden, solange der Betrag von Z_k deutlich kleiner als der Innenwiderstand ist. Dies trifft für übliche Kopplungsimpedanzen im Regelfall zu. Unter der Bedingung $|Z_k| \ll (R_1 + R_i)$ erzeugt die Spannungsquelle U_0 also einen näherungsweise eingepprägten Strom I_1 . Der Innenwiderstand des Messempfängers R_e ist mit üblicherweise $R_e = 50 \Omega$ dann ebenfalls deutlich größer als $|Z_k|$ und der Strom I_k durch die Kopplungsimpedanz praktisch gleich I_1 (siehe Bild 3).

2.3 Measurement principle

A generator with an input resistance $R_i = 50 \Omega$ and loaded with a coaxial series resistance $R_1 = R_i$ and an additional series impedance Z_k , can be considered a constant current source as long as the modulus of Z_k is significantly lower than the input resistance. Usually, this applies to common coupling impedances. Provided that $|Z_k| \ll (R_1 + R_i)$, the signal generator U_0 will generate an approximately load-independent current I_1 . Then, the input resistance of the test receiver (usually $R_e = 50 \Omega$) is also significantly higher than $|Z_k|$ and thus, the current I_k flowing through the coupling impedance will be practically equal I_1 (see Figure 3).



Legende

$R_i = R_1 = R_e = 50 \Omega$
 $|Z_k| \ll (R_i + R_1)$

Key

$R_i = R_1 = R_e = 50 \Omega$
 $|Z_k| \ll (R_i + R_1)$

Bild 3 — Messprinzip zur Ermittlung des Betrags der Kopplungsimpedanz $|Z_k|$, Kabel gegen Masse
Figure 3 — Measurement principle for the evaluation of the modulus of the transfer impedance $|Z_k|$ (between cable and ground)

Es gelten somit folgende Beziehungen:

On this conditions, the following equations are applicable:

$$I_1 = \frac{U_0}{R_i + R_1 + \frac{Z_k \times R_e}{Z_k + R_e}} \quad (2)$$

mit $U_g \approx U_0 / 2$ und $\left| \frac{Z_k \times R_e}{Z_k + R_e} \right| \ll R_1$ wird $I_1 \approx \frac{U_0}{2 \times R_1} = \frac{U_g}{R_1}$ (3)

$$I_k = I_1 \times \frac{R_e}{R_e + Z_k} \quad (4)$$

mit $|Z_k| \ll R_e$ wird $I_k \approx I_1$ (5)

$$U_k = I_k \times |Z_k| \quad (6)$$

mit (3) und (5) wird $U_k \approx U_g \times \frac{|Z_k|}{R_1}$