

Elektromagnetische Verträglichkeit von
Einrichtungen der Informationsverarbeitungs-
und Telekommunikationstechnik
Störfestigkeit von analogen Teilnehmereinrichtungen

DIN
VDE 0878
Teil 200

Diese auch vom Vorstand des Verbandes Deutscher Elektrotechniker (VDE) e.V. genehmigte Norm ist damit zugleich eine **VDE-Bestimmung** im Sinne von VDE 0022. Sie ist unter obenstehender Nummer in das VDE-Vorschriftenwerk aufgenommen und in der etz Elektrotechnische Zeitschrift bekanntgegeben worden.

Electromagnetic compatibility of information technology
equipment and telecommunication equipment;
Immunity of analogue subscriber equipment

Compatibilité électromagnétique des appareils de traitement de
l'information et technique de télécommunication;
Immunité des installations des abonnés analogues

Für den Anwendungsbereich dieser Norm bestehen keine regionalen oder internationalen Normen.

Beginn der Gültigkeit

Diese Norm (VDE-Bestimmung) gilt ab 1. Dezember 1992.

Für Anlagen und Geräte, die unter den Anwendungsbereich dieser Norm fallen und die vor dem 1. Dezember 1992 entwickelt wurden, aber erst danach in Betrieb genommen wurden, braucht diese Norm bis zum 30. November 1995 nicht angewendet zu werden.

Norm-Inhalt war veröffentlicht als Entwurf DIN VDE 0878 Teil 200/05.87.

Fortsetzung Seite 2 bis 27

Deutsche Elektrotechnische Kommission im DIN und VDE (DKE)

Inhalt

	Seite		Seite
1 Anwendungsbereich	3	4.2.1.3 Kopplungseinrichtungen	14
2 Begriffe	3	4.2.1.4 Prüfgenerator	14
2.1 Prüfstörgröße	3	4.2.1.5 Aufbau und Funktion der Meßeinrichtung	14
2.2 Funktionsausfall	3	4.2.1.6 Prüfstörgröße	14
2.3 Grundschutz	3	4.2.2 Meßverfahren für leitungsgeführte, impulsförmige Störgrößen auf Wechselstromversorgungsleitungen (Einzelimpulse mit 1,2 µs/50 µs bzw 8 µs/20 µs)	17
2.4 Erweiterter Schutz	3	4.2.2.1 Anwendung	17
2.5 Störkriterien	3	4.2.2.2 Bestandteile der Meßeinrichtung	17
2.6 Beeinflussungstor	3	4.2.2.3 Kopplungseinrichtung für Wechselstromversorgungsleitungen	17
3 Allgemeines	3	4.2.2.4 Prüfgenerator	17
3.1 Meßverfahren	3	4.2.2.5 Aufbau und Funktion der Meßeinrichtung	17
3.1.1 Meßbedingungen	3	4.2.2.6 Prüfstörgröße	17
3.1.1.1 Betriebsbedingungen für das Meßobjekt	3	4.2.3 Meßverfahren für leitungsgeführte, impulsförmige Störgrößen auf Fernmelde-, Signal- und Steuerleitungen (Impuls 10 µs/700 µs)	18
3.1.1.2 Anforderungen an die Prüfstörgröße	4	4.2.3.1 Anwendung	18
3.1.1.3 Anforderungen an den Meßort	4	4.2.3.2 Bestandteile der Meßeinrichtung	18
3.1.1.4 Anforderungen an die Meß- und Überwachungsgeräte	4	4.2.3.3 Ankopplungsnetzwerk	18
3.1.1.5 Geschirmte Kabine	4	4.2.3.4 Prüfgenerator	18
3.2 Durchführung der Messungen	4	4.2.3.5 Aufbau und Funktion der Meßeinrichtung	18
3.2.1 Meßprinzip	4	4.2.3.6 Hinweise für die Durchführung der Messung	18
3.2.1.1 Meßprinzip für leitungsgeführte Prüfstörgrößen	4	4.2.3.7 Prüfstörgröße	18
3.2.1.2 Meßprinzip für gestrahlte Prüfstörgrößen	5	4.2.3.8 Störkriterium	19
3.2.2 Messen mit schmalbandigen Prüfstörgrößen	5	5 Meßverfahren für gestrahlte Störgrößen	21
3.2.3 Messen mit breitbandigen Prüfstörgrößen	5	5.1 Meßverfahren für gestrahlte Störgrößen im Frequenzbereich 10 kHz bis 150 MHz	21
3.2.4 Dokumentation	5	5.2 Meßverfahren für magnetische Störgrößen im Frequenzbereich 15 Hz bis 3 MHz	21
3.3 Meßanordnung	5	5.3 Meßverfahren für konzentriert einwirkende Störgrößen im Frequenzbereich 15 Hz bis 3 MHz	21
3.3.1 Allgemeine Anforderungen	5	6 Meßverfahren zum Nachweis der Störfestigkeit gegen Entladungen statischer Elektrizität (Electrostatic Discharge, ESD)	21
3.3.2 Aufbau von Meßanordnungen	5	6.1 Anwendung	21
3.3.2.1 Meßanordnung für kleine Meßobjekte	6	6.2 Bestandteile der Meßeinrichtung	21
3.3.2.2 Meßanordnung für große Meßobjekte	6	6.3 Aufbau und Funktion der Meßeinrichtung	21
3.4 Meßanwendung	6	6.4 Durchführung der Messung	22
4 Meßverfahren für leitungsgeführte Störgrößen	9	6.4.1 Direkte Entladung	22
4.1 Meßverfahren für leitungsgeführte, schmalbandige Störgrößen im Frequenzbereich 10 kHz bis 150 MHz	9	6.4.2 Indirekte Entladung	22
4.1.1 Anwendung	9	6.4.3 Messung mit Einzelentladungen	22
4.1.2 Bestandteile der Meßeinrichtung	9	6.5 Prüfstörgrößen	22
4.1.2.1 Kopplungseinrichtung	9	6.6 Dokumentation der Meßergebnisse	23
4.1.2.2 Prüfgeneratoren	9	Anhang A Handnachbildung	24
4.1.3 Aufbau und Funktion der Meßeinrichtung	9	Anhang B Einzelheiten zu den Meßschaltungen	25
4.1.4 Hinweise für die Durchführung der Messung	9		
4.1.5 Prüfstörgrößen	9		
4.2 Meßverfahren für leitungsgeführte, impulsförmige Störgrößen	14		
4.2.1 Meßverfahren für leitungsgeführte, impulsförmige Störgrößen (Impulsgruppen – Burst)	14		
4.2.1.1 Anwendung	14		
4.2.1.2 Bestandteile der Meßeinrichtung	14		

1 Anwendungsbereich

Diese Norm der Reihe DIN VDE 0878 soll als Grundlage für Messungen der Elektromagnetischen Verträglichkeit (EMV) an Anlagen und Geräten der Telekommunikationstechnik dienen.

EMV umfaßt sowohl die Störfestigkeit als auch die Störaussendung. (Funk-Entstörung als ein Teilgebiet der Störaussendung ist in weiteren Normen der Reihe geregelt.) EMV umfaßt dagegen nicht die Auswirkungen, die durch Änderung oder Ausfall von Nutzgrößen, z. B. Stromversorgung, Netzfrequenz, Signalpegelschwankungen usw., verursacht werden.

Die Beschreibungen der entsprechenden Funktionsstörungen (Störkriterien) sowie die Auswahl der anzuwendenden Meßverfahren sind den jeweiligen Geräternormen zu entnehmen, da gleiche Reaktionen verschiedener Einrichtungen durchaus unterschiedliche Gewichtung haben können.

2 Begriffe

Anmerkung: Die hier angegebenen Begriffe gelten zusätzlich zu den in DIN VDE 0870 Teil 1, DIN VDE 0800 Teil 2, DIN 1324 Teil 1 bis Teil 3, DIN IEC 50 Teil 902 enthaltenen.

2.1 Prüfstörgröße

Die Prüfstörgröße ist eine elektromagnetische Größe, mit der die Meßobjekte beeinflusst werden.

Anmerkung: Störgröße und Prüfstörgröße umfassen als Oberbegriff die Begriffe Störspannung, Störstrom, Störsignal, Störenergie usw.

2.2 Funktionsausfall

Der Funktionsausfall ist die Beeinträchtigung der Funktion einer Einrichtung, die nicht mehr zulässig ist und wobei die Funktion nur durch externe Maßnahmen wiederhergestellt werden kann.

Anmerkung: Maßnahmen sind z. B. Instandsetzung, Austausch, Wiedereinschaltung, Neuladung von Rechnerprogrammen.

2.3 Grundschatz

Unter Grundschatz wird verstanden, daß die entsprechenden Grenzwerte der Störfestigkeit von allen Geräten der Serie eingehalten werden müssen.

2.4 Erweiterter Schutz

Unter erweitertem Schutz wird verstanden, daß durch zusätzliche Maßnahmen die entsprechenden Grenzwerte der Störfestigkeit eingehalten werden müssen.

Anmerkung: Die genannten zusätzlichen Maßnahmen müssen bei der Messung meßtechnisch nachgewiesen werden. Sofern der erweiterte Schutz durch Zusätze realisiert wird, dürfen Beeinträchtigungen der übertragungstechnischen Parameter auftreten. Die hierfür zulässigen Werte werden in den einzelnen Geräternormen festgelegt.

2.5 Störkriterien

Unter Störkriterien versteht man die Reaktion eines Meßobjektes auf die Einwirkung von Prüfstörgeräten, zugeordnet zu der Art der Funktionsstörung.

Anmerkung: Die Störkriterien können nur objektbezogen festgelegt werden, da gleiche Reaktionen verschiedener Meßobjekte unterschiedliche Gewichtung haben können.

2.6 Beeinflussungstor

Unter dem Beeinflussungstor versteht man die Stelle, über die die Störgröße bzw. Prüfstörgröße in die Einrichtung eingekoppelt wird.

3 Allgemeines

3.1 Meßverfahren

Zur Beurteilung der Störfestigkeit einer Einrichtung werden an den Beeinflussungstoren des Meßobjektes Prüfstörgrößen zur Wirkung gebracht. Auf diese Weise kann mit den angegebenen Meßverfahren die von der Einrichtung geforderte Störfestigkeit nachgewiesen werden.

Anmerkung: Nach den Bestimmungen der Deutschen Bundespost ist der Betrieb von HF-Sendern zur Erzeugung von elektromagnetischen Prüfstörgrößen genehmigungspflichtig (siehe Anhang B).

Eine Simulation der Beeinflussung ist nur in geschirmten Räumen möglich. Es muß sichergestellt werden, daß Reflexionen von den Kabinenwänden bzw. Raumresonanzen die Messung nicht unzulässig beeinflussen. Aus diesem Grunde ist bei bestimmten Verfahren eine Reflexionsdämpfung mit absorbierendem Material erforderlich.

Eine Simulation der natürlichen Einkoppelbedingungen ist nicht immer möglich. Bei den nachfolgenden Messungen werden Meßverfahren angewendet, bei denen der Einfluß von Kabinen möglichst gering ist.

3.1.1 Meßbedingungen

Um sicherzustellen, daß das Meßobjekt bei seinem Einsatz in seiner elektromagnetischen Umgebung zufriedenstellend funktioniert, müssen zu seiner Messung solche Prüfstörgrößen angewendet werden, die die unterschiedlichen Eigenschaften der in Wirklichkeit auftretenden vielfältigen Störgrößen ersetzen.

Während der Messung sollen für das Meßobjekt hinsichtlich Aufbau und Betriebsweise die gleichen Voraussetzungen für das Zustandekommen von Funktionsstörungen gegeben sein wie beim bestimmungsgemäßen Betrieb.

3.1.1.1 Betriebsbedingungen für das Meßobjekt

Zur Beurteilung der Störfestigkeit eines Meßobjektes soll dieses soweit wie möglich bestimmungsgemäß betrieben werden. Eine möglichst wirkungsvolle Messung kann durch Wahl von speziellen Betriebsabläufen im Meßobjekt erreicht werden.

Das Erkennen der Funktionsstörung ist gegebenenfalls durch geeignete Überwachungseinrichtungen sicherzustellen. Hierbei ist zu beachten, daß der direkte Anschluß externer Überwachungseinrichtungen an Schaltungsteilen innerhalb des Meßobjektes das Meßergebnis verfälschen kann.

Um bei der Messung reproduzierbare Ergebnisse zu erhalten, ist das Meßobjekt von seinen betriebsmäßigen Anschlußeinrichtungen nach Möglichkeit entkoppelt zu betreiben. Bei der Auswahl von Kopplungseinrichtungen ist darauf zu achten, daß die Funktion des Meßobjektes sichergestellt ist. Dazu sollen z.B. Impedanzverhältnisse von Versorgungs- und Signalanschlüssen denen des bestimmungsgemäßen Betriebes hinreichend entsprechen.

Die Leitung zwischen Kopplungseinrichtung und Meßobjekt kann dieses zusätzlich durch eine teilweise Abstrahlung der leitungsgeführten Prüfstörgrößen beeinflussen.

Deshalb ist die freie Leitungslänge im Hinblick auf den bestimmungsgemäßen Einsatz des Meßobjektes zum Aufbau der Meßanordnung festzulegen.

3.1.1.2 Anforderungen an die Prüfstörgröße

Bei der Anwendung von Prüfstörgrößen kommt es darauf an, daß ihre Spektren Anteile enthalten, die über die geräteinternen Kopplungen am beeinflussbaren Bauelement wirksam werden können.

Es werden solche Prüfstörgrößen verwendet, die sich einerseits in Generatoren technologisch sinnvoll erzeugen lassen und andererseits in ausreichendem Maße reproduzierbar sind.

Es ist nicht immer möglich, die in Wirklichkeit auftretenden Störgrößen vollständig zu simulieren. Deshalb ist es notwendig, mit verschiedenen Prüfstörgrößen Anteile der wirklichen Störgrößen zu erzeugen. Die Prüfstörgrößen sind so auszuwählen, daß ihre Spektren den ganzen Frequenzbereich abdecken, für den die Störfestigkeit des Meßobjektes zu beurteilen ist.

Anmerkung: Mit Hilfe dieser nur in begrenzten Frequenzbereichen wirkenden Prüfstörgrößen lassen sich frequenzabhängige Schwachstellen des Meßobjektes ausfindig machen.

Zwischen den Schnittstellen des Meßobjektes und den letztlich als Störsenke in Betracht kommenden Bauelementen bestehen galvanische, induktive und kapazitive Kopplungen. Insbesondere bei induktiver und kapazitiver Kopplung tritt eine mehr oder weniger starke Verformung der Störgröße auf dem Weg von der Schnittstelle zu diesen Bauelementen ein.

Für die Einkopplung leitungsgeführter Störgrößen in das Meßobjekt kommen unterschiedliche Wege in Betracht. Hier sind folgende Kopplungswege zu unterscheiden:

- symmetrische,
- unsymmetrische und
- asymmetrische.¹⁾

Im Frequenzbereich oberhalb 150 kHz hat die symmetrische Kopplungskomponente nur geringe Bedeutung. Hier dominieren die unsymmetrische und die asymmetrische Komponente, je nach Leitungsanordnung und Durchführung des Potentialausgleichs der zu beurteilenden Einrichtung in ihrer bestimmungsgemäßen Verwendung.

3.1.1.3 Anforderungen an den Meßort

Die zur Durchführung der Messung benutzten abgeschirmten Räume müssen ausreichend Platz für das Meßobjekt bieten, ohne daß die Meßgenauigkeit beeinträchtigt oder eine Abweichung von den angegebenen Verfahren erforderlich ist. Abschirmungen und Filtereigenschaften müssen im gesamten verwendeten Frequenzbereich die Anforderungen erfüllen.

Für die Messung der Störfestigkeit gegen gestrahlte Störgrößen ist zu beachten, daß in den geschirmten Räumen HF-Absorptionsmaterial verwendet wird, um die Rückstrahlung von den Flächen des abgeschirmten Raumes zu den Meßantennen zu verhindern. Das Absorptionsmaterial soll zweckmäßigerweise unmittelbar hinter dem Meßobjekt, in Richtung der der Meßantenne gegenüberliegenden Seite des abgeschirmten Raumes, angeordnet werden.

¹⁾ Siehe Begriffsdefinitionen in DIN VDE 0878 Teil 1/12.86

Geräte, Kabelgestelle und Metalltische, die bei der Durchführung der Messung nicht benötigt werden, sind aus dem geschirmten Raum zu entfernen.

Personen, die an der Messung nicht unmittelbar beteiligt sind, dürfen den geschirmten Raum nicht betreten.

3.1.1.4 Anforderungen an die Meß- und Überwachungsgeräte

Es muß sichergestellt werden, daß die verwendeten Meßgeräte und Überwachungseinrichtungen selbst ausreichend störfest gegenüber den verwendeten Störgrößen sind. Dies gilt besonders in Verbindung mit Zubehörteilen wie Kopfhörern, Meßwertaufnahmern und Registriergeräten. Kann dies nicht sichergestellt werden, so sind diese gegebenenfalls in besonderen Meßkabinen zu betreiben oder andere Maßnahmen (z.B. Einbau von Hoch-/Tiefpaßfiltern) zu ergreifen, um die Übersteuerung von Meßempfängern oder andere Beeinflussungen zu vermeiden.

Besondere Beachtung muß dem Anschluß von Meßgeräten geschenkt werden. Um einer möglichen Verfälschung der Meßergebnisse durch unsachgemäße Masseverbindungen zu begegnen, sind folgende Punkte zu beachten:

- Die Endkopplung zwischen strahlenden Antennen und Meßgeräten muß so groß sein, daß der Meßwert nicht verfälscht wird.
- Geräte zur Messung elektromagnetischer Störungen dürfen nur über eine einzige metallene Verbindung an Masse gelegt bzw. geerdet werden. Der Schutzleiter des speisenden Netzes ist mit Hilfe eines Zwischentransformators nach DIN VDE 0800 Teil 2 zu trennen, um die sichere elektrische Trennung zu gewährleisten.

3.1.1.5 Geschirmte Kabine

EMV-Meßräume müssen elektromagnetische Felder so dämpfen, daß die Forderungen des Hochfrequenzgerätegesetzes und seiner Durchführungsbestimmungen erfüllt werden.

Zur Dämpfung von Reflexionen ab 30 MHz aufwärts wird eine Auskleidung der Meßräume mit HF-Absorbern empfohlen. Reflexionsdämpfungen von 10 dB oberhalb 100 MHz sollen erreicht werden. Sie können mit handelsüblichen Absorbern von etwa 1 m Länge erreicht werden.

Anmerkung: Als Mindestgröße zur Messung von Geräten mit den Maßen 2 m Höhe und 1 m × 1 m Grundfläche sollte der lichte Innenraum eines EMV-Meßraumes zwischen den HF-Absorbern 4 m in der Höhe und 5 m × 7 m in der Grundfläche betragen.

3.2 Durchführung der Messungen

3.2.1 Meßprinzip

3.2.1.1 Meßprinzip für leitungsgeführte Prüfstörgrößen
Zur Beurteilung der Störfestigkeit wird die Prüfstörgröße vom Prüfgenerator über die Kopplungseinrichtung an das Meßobjekt geführt.

Die Kopplungseinrichtung besteht aus der Ankopplungseinrichtung, über die die Prüfstörgröße im festgelegten Frequenzbereich mit definierter Impedanz dem Meßobjekt zugeführt wird, und der Entkopplungseinrichtung, die ein Abfließen der Prüfstörgröße über die zum Betrieb des Meßobjektes notwendige Einrichtung (z.B. Stromversorgungsgerät) im festgelegten Frequenzbereich vermeidet.

Muß das Meßobjekt zu seinem Betrieb mit einem betriebsmäßigen Anschlußgerät unmittelbar verbunden sein, entfällt die Entkopplungseinrichtung.

Bei schmalbandigen Prüfstörgrößen werden diese ohne angeschaltete Kopplungseinrichtung und Meßobjekt an der Meßimpedanz von $50\ \Omega$ eingestellt. Die so ermittelte Einstelltabelle ist bei der Messung mit Kopplungseinrichtung und Meßobjekt zugrunde zu legen.

Auf die Kalibrierung der aus Kopplungseinrichtung und Prüfgenerator bestehenden Einrichtung und die Erstellung der Einstelltabelle vor jeder Messung kann verzichtet werden, wenn die Werte bekannt sind.

Bei einer breitbandigen Prüfstörgröße wird die Leerlaufspannung des Impulsgenerators an die Kopplungseinrichtung angelegt.

3.2.1.2 Meßprinzip für gestrahlte Prüfstörgrößen

Die Meßeinrichtung muß kalibriert werden. Dazu ist es erforderlich, daß die Feldstärke am späteren Aufstellungsort des Meßobjektes innerhalb der Kabine mit Hilfe von isotropen Antennen vermessen und eine Einstelltabelle für den Generator ermittelt wird.

Auf die Kalibrierung vor jeder Messung darf verzichtet werden, wenn die Reflexionseigenschaften des Meßortes bei vorgegebener Antennenanordnung im zu beurteilenden Frequenzbereich bekannt sind.

Bei der Messung mit Meßobjekt werden die Werte der Einstelltabelle zugrunde gelegt.

3.2.2 Messen mit schmalbandigen Prüfstörgrößen

Beim Messen mit schmalbandigen Prüfstörgrößen ist beim Durchstimmen des Prüfgenerators darauf zu achten, daß Einrichtungen der Nachrichtentechnik mit schmalbandiger Signalverarbeitung verhältnismäßig große Einschwingzeiten haben können.

Bei Einrichtungen mit Smstemtakten ist mit besonderer Sorgfalt bei den Taktfrequenzen und deren Vielfachen zu messen (Schrittweite der Frequenzverstimmung, Beeinflussungsdauer).

3.2.3 Messen mit breitbandigen Prüfstörgrößen

Beim Messen mit breitbandigen Prüfstörgrößen sind so viele unterschiedliche Prüfstörgrößen anzuwenden, daß mit ihren Spektren der gesamte Frequenzbereich abgedeckt wird, in dem die Störfestigkeit zu beurteilen ist.

Hierzu müssen insbesondere die Anstiegszeit und die mittlere Dauer der Prüimpulse entsprechend gewählt werden.

Wird, um die Dauer der Messung zu verringern, die Prüfstörgröße periodisch wiederholt angewendet (Puls), muß mit Integrations-, Resonanz- und weiteren Effekten im Meßobjekt gerechnet werden, die nicht unmittelbar Aufschluß über die Störfestigkeit des Meßobjektes geben. Um dies auszuschließen, darf z.B. die Pulsfrequenz bei proportionaler Erhöhung der Beeinflussungsdauer verringert werden, bis der Wert der ermittelten Störschwelle konstant bleibt.

3.2.4 Dokumentation

Zum Nachweis der Störfestigkeit ist ein Meßprotokoll zu erstellen. Es soll enthalten:

- Beschreibung des Meßobjektes (Kenndaten, Schaltungsunterlagen von Systemaufbau und Systemverdrahtung, Ausbaustufe . . .) und eventuell angeschlossener Funktionseinheiten,

- Beschreibung der Meßeinrichtung (Generator, Kabel, Kopplungseinrichtung, Antennen, Kalibriereinrichtung),
- Beschreibung der Meßanordnung (räumlicher Aufbau mit Abmessungen, Schirmwände, Masseplatten, Absorbermaterial),
- Beschreibung der Prüfstörgröße (variable Parameter, Amplitude, Modulationsart, Modulationsgrad, Frequenz . . .).

3.3 Meßanordnung

Um möglichst reproduzierbare Meßergebnisse zu erhalten, werden mit den nachfolgenden Festlegungen optimale Bedingungen angestrebt:

- räumliche Anordnung der Geräte,
- Verlegungsort und Länge der Leitungen,
- Verwendung von Schirmflächen und Masseplatten, besonders bei hohen Frequenzen,
- Verwendung von Entkopplungsfiltren und
- Verwendung von Absorberwänden zur Vermeidung von unerwünschten Reflexionen.

3.3.1 Allgemeine Anforderungen

Bei allen Meßanordnungen sind die einschlägigen Sicherheitsbestimmungen zu beachten.

Beim Betrieb von Leistungsmeßsendern sind die Sicherheitsbestimmungen über die maximal für Personen zulässige Feldstärke (Entwurf DIN VDE 0848 Teil 2/10.91) sowie die Bestimmungen des Hochfrequenzgerätegesetzes zu beachten. Danach ist der Betrieb von Leistungsmeßsendern und Generatoren genehmigungspflichtig.

Um reproduzierbare Meßergebnisse zu erhalten, muß der Störpegel der Umgebung mindestens 6 dB unter dem Pegel der Prüfstörpegel liegen. Dies erfordert gegebenenfalls den Einsatz von geschirmten Räumen und (oder) Filtren.

Müssen aus Platz- oder Beeinflussungsgründen Meßsender, Leistungsverstärker und Prüfgeneratoren außerhalb des geschirmten Meßraumes betrieben werden, sind die gegebenenfalls in einem zweiten geschirmten Raum unterzubringen. Die Verbindungsleitungen zwischen den geschirmten Räumen dürfen keine unzulässigen Abstrahlungen erzeugen.

3.3.2 Aufbau von Meßanordnungen

Besteht die Meßeinrichtung aus mehreren Geräten (Generator, Leistungsverstärker, Kontrollinstrumente), so sind diese Geräte mit einer Bezugsmasse hochfrequenzmäßig gut leitend zu verbinden.

Die in den Meßanordnungen vorgesehenen Kopplungseinrichtungen sind entsprechend ihrer Spezifikation anzuschließen und zu betreiben.

Die als Bezugsmasse dienenden Masseplatten aus Kupfer oder Aluminium müssen mindestens 0,25 mm, aus Kupfer-Zink-Legierungen mindestens 0,65 mm dick sein. Ihre Fläche muß mindestens 4 m^2 , die Länge jeder Kante mindestens 0,8 m betragen.

Masseplatten sind mit der Wand des geschirmten Meßraumes hochfrequenzmäßig gut leitend mit mindestens einem Masseband zu verbinden. Beim Messen mit hochfrequenten Feldern muß eine Kontaktierung in einem Abstand von $\frac{1}{10}$ der kürzesten Wellenlänge erfolgen. Die Dicke des Massebandes muß mindestens 0,3 mm und seine Breite mindestens ein Drittel der Länge betragen. Die Leitfähigkeit der Massebänder muß mindestens der

von Aluminium entsprechen. Geflechtbänder dürfen nicht verwendet werden.

In der Regel sind die Meßobjekte auf einer Bezugsmasse anzuordnen. Hiervon darf nur abgewichen werden, wenn dies das Meßverfahren im einzelnen vorsieht.

Das Meßobjekt ist in festgelegtem Abstand von einer Masseplatte oder Schirmwand isoliert aufzubauen. Nach jeder Seite soll die Masseplatte die Abmessungen des Meßobjektes überragen. Ein gegebenenfalls vorhandener und als solcher gekennzeichnete Masseanschluß des Meßobjektes ist nach den gemäß Abschnitt 3.1.1.1 festgelegten Betriebsbedingungen für das Meßobjekt mit Masse zu verbinden.

Die Verbindungsleitungen des Meßobjektes mit den Kopplungseinrichtungen oder den zum Betrieb des Meßobjektes erforderlichen Einrichtungen sind im Abstand von mindestens 0,1 m zur Masseplatte zu führen. Die Anschlußleitungen des Prüflings zu den Kopplungseinrichtungen dürfen nicht länger als 1 m sein; längere Anschlußleitungen sind in Leitungsrichtung mäanderförmig zu verlegen.

Die Kopplungseinrichtungen sind mit der Bezugsmasse hochfrequenzmäßig gut leitend zu verbinden.

3.3.2.1 Meßanordnung für kleine Meßobjekte

Das Meßobjekt ist auf einen mindestens 0,8 m hohen Tisch aus nicht leitendem Material, in einem Abstand von 0,1 m von einer leitenden Fläche von mindestens 2 m × 2 m Größe als Bezugsmasse und in einem Abstand von mindestens 0,8 m zu anderen Metallflächen anzuordnen. Als leitende Fläche gilt auch die Wand eines geschirmten Raumes, wenn der Abstand des Meßobjektes zu anderen Metallflächen mindestens 0,8 m beträgt.

3.3.2.2 Meßanordnung für große Meßobjekte

Das Meßobjekt ist auf einer leitenden Fläche in einer Höhe bis zu 0,1 m isoliert aufzubauen. Nach jeder Seite soll die als Bezugsmasse dienende leitende Fläche die Abmessungen der Grundfläche des Meßaufbaus um mindestens 0,5 m überragen.

3.4 Meßanwendung

Bei den Meßverfahren werden Meßeinrichtungen verwendet, die dem Meßprinzip (siehe Abschnitt 3.2.1) entsprechen und den unterschiedlichen Anforderungen (siehe Abschnitt 3.1.1.2) an:

- Kopplungsweg,
- Frequenzbereich und
- Prüfstörgröße

gerecht werden.

Hinsichtlich der Meßanwendung ist zu unterscheiden, ob die Messungen

- im Prüffeld (insbesondere unter Anwendung von Entkopplungseinrichtungen) oder
- an Anlagen in ihrem fertigen Aufbau (insbesondere am Betriebsort)

durchgeführt werden.

Gerade in diesen Fällen ist auch Abschnitt 3.3.1 zu beachten.

Die aufgeführten Meßverfahren überschneiden sich in ihrer Anwendung. Sie unterscheiden sich zum Teil im benötigten Meßaufwand. So kann es für einzelne Meßobjekte sinnvoller sein, anstelle von eingestrahnten Prüfstörgrößen leitungsgeführte Prüfstörgrößen anzuwenden (siehe Tabelle 1 und Bilder 1 und 2).

Die Art des Meßobjektes, sein technologischer Aufbau und insbesondere seine Einsatzbedingungen bestimmen, welche Messungen zur Beurteilung seiner Störfestigkeit angewendet werden. Es wird z.B. auf die Durchführung der Messung mit schmalbandigen gestrahlten Störgrößen (Frequenzbereich 10 kHz bis 150 MHz) verzichtet, wenn sichergestellt ist, daß die Störfestigkeit eines Meßobjektes durch die Messung mit schmalbandigen leitungsgeführten Störgrößen nachgewiesen wird. Die Messung ist durchzuführen, wenn sich der Nachweis der Störfestigkeit mit leitungsgeführten Störgrößen als nicht praktikabel oder zu aufwendig erweist.

Tabelle 1. Beeinflussungstor – Meßverfahren

Nr	Beeinflussungstor		Störphänomen	Prüfstörgröße	Kurzbeschreibung der Prüfstörgröße		Einkopplung der Prüfstörgröße		Meßverfahren Abschnitt	
	Bezeichnung	Anzahl der Leitungen			Form	Frequenz	Kopplungsart	Schaltung		
1	symmetrisch/unsymmetrisch betriebene Leitungen	1 bis 2 DA 1 aus n DA	Trägersignal (Funksender)	leitungsgeführt, Schmalband	modulierte Sinusgröße	10 kHz bis 150 MHz	asymmetrisch auf Leitungen	T1-NNb T2-NNb	4.1	
			Schaltvorgang auf Netzleitungen	leitungsgeführt, Breitband	Burst mit 5 ns/50 ns-Impulsen	Koppelstrecke		4.2.1		
		1 DA/Bündel	atmosphärische Entladung		Impuls 10 µs/700 µs		Ankopplungsnetzwerk		4.2.3	
2/3	Stromversorgungsleitungen	1 DA/Bündel	Schaltvorgang auf Netzleitungen	leitungsgeführt, Breitband	Burst mit 5 ns/50 ns-Impulsen		asymmetrisch auf Leitungen	Ankopplungsnetzwerk	4.2.1	
			Schaltvorgang oder atmosphärische Entladung		1,2 µs/50 µs-, 8 µs/20 µs-Impulse 1 *)					4.2.2
4	Leitungen/Gehäuse	—	Entladung statischer Elektrizität	gestrahlt, Breitband	5 ns/30 ns-Impuls		unsymmetrisch auf Gehäuse	Funkenstrecke	6	
5	Gehäuse	—	Trägersignal (Funksender)	in Vorbereitung						5.1/5.2/5.3
			induzierte Wechselströme							

DA Doppelader
1*) Hybridgenerator

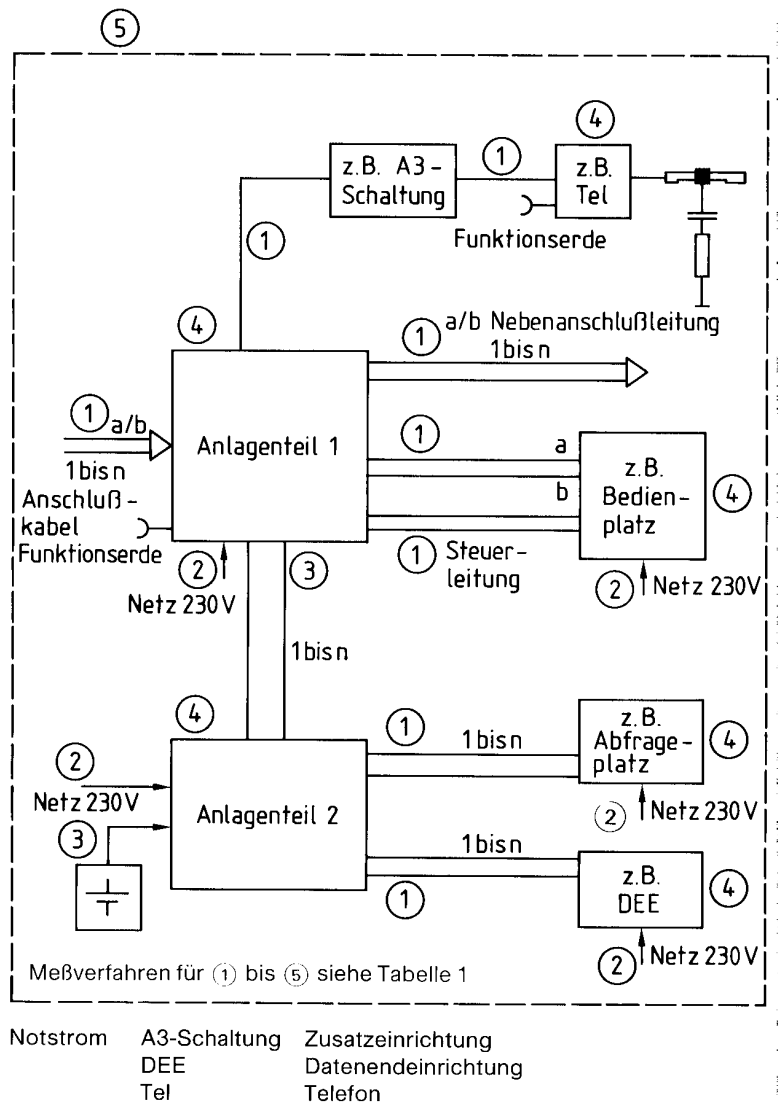


Bild 1. Übersicht möglicher Beeinflussungstore

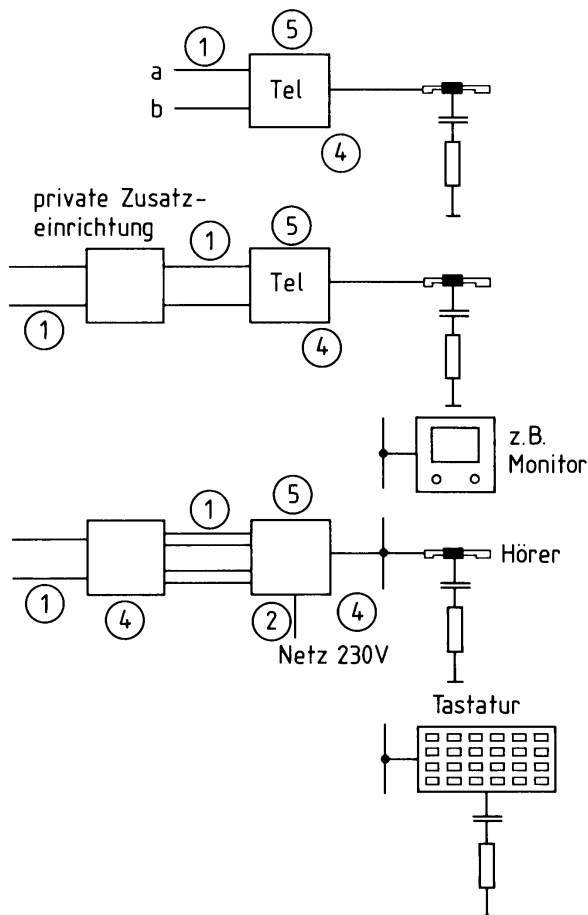


Bild 2. Übersicht möglicher Beeinflussungstore

4 Meßverfahren für leitungsgeführte Störgrößen

4.1 Meßverfahren für leitungsgeführte, schmalbandige Störgrößen im Frequenzbereich 10 kHz bis 150 MHz

4.1.1 Anwendung

Das Meßverfahren dient zum Nachweis der Störfestigkeit im Frequenzbereich von 10 kHz bis 150 MHz gegenüber Störgrößen auf symmetrisch betriebenen Leitungen.

Störgrößen in diesem Frequenzbereich können durch die Einkopplung von Sendesignalen erzeugt werden.

4.1.2 Bestandteile der Meßeinrichtung

Die Meßeinrichtung besteht aus der Kopplungseinrichtung, dem jeweiligen Prüfgenerator und den jeweiligen Überwachungseinrichtungen.

4.1.2.1 Kopplungseinrichtung

Die Kopplungseinrichtung überträgt die Spannung der Prüfstörgröße vom Prüfgenerator zum Meßobjekt im an-

gegebenen Frequenzbereich mit konstanter Dämpfung. Die untere Grenzfrequenz für die Übertragung der Prüfstörgröße hängt insbesondere von der Größe der Kopplkapazitäten der Kopplungseinrichtung ab. Die Unsymmetriedämpfung der Kopplungseinrichtung muß im angegebenen Frequenzbereich um mindestens 10 dB größer als die des Meßobjektes sein.

Die Induktivitäts- und Kapazitätswerte wurden so gewählt, daß das Betriebsverhalten des Meßobjektes nicht zulässig beeinträchtigt wird (siehe Bild 3).

4.1.2.2 Prüfgeneratoren

Zur Erzeugung der Prüfstörgrößen eignen sich Leistungsmeßsender oder Meßsender mit Leistungsverstärker für den angegebenen Frequenzbereich.

Das Signal muß mit der Frequenz 1000 Hz amplitudenmodulierbar sein ($m = 0,8$).

Der Innenwiderstand des Prüfgenerators beträgt im angegebenen Frequenzbereich 50 Ω .

4.1.3 Aufbau und Funktion der Meßeinrichtung

Die jeweilige Meßanordnung ist in den Bildern 4 bis 10 dargestellt. Bei nicht dargestellten Fällen ist sinngemäß zu verfahren.

Die Prüfstörgrößen werden asymmetrisch eingekoppelt. Hierbei kann der Massenanschluß des Meßobjektes (Schutzleiter, Funktionserdungsleiter) gemäß Installationsanweisung des Herstellers

- mit der Bezugsmasse direkt oder über eine Impedanznachbildung verbunden sein oder
- von der Bezugsmasse getrennt sein.

Meßobjekte ohne eigenen Masseanschluß, die ein Bedienfeld haben oder handgeführt werden, sind über eine Handnachbildung (siehe Bild 1 und Begriffe) mit der Bezugsmasse zu verbinden.

Um die Unsymmetrieverhältnisse nicht unnötig zu verschlechtern, soll das Meßobjekt mit dem gleichen Leistungstyp angeschlossen werden wie im praktischen Fall oder zumindest mit einer verdrehten Leitung (z.B. Schalt-drähte nach DIN VDE 0812) mit einer Schlaglänge ≤ 40 mm.

4.1.4 Hinweise für die Durchführung der Messung

Die Kopplungseinrichtung (T-Netznachbildung) ist entsprechend ihrem Frequenzbereich zu verwenden:

T1-Netznachbildung: 10 kHz bis 30 MHz

T2-Netznachbildung: 30 MHz bis 150 MHz

Anmerkung: Die Demodulationsprodukte werden mit dem Geräuschspannungsmesser mit psophometrischer Bewertung gemessen.

4.1.5 Prüfstörgrößen

Zur Messung werden die in der Tabelle 2 angegebenen amplitudenmodulierten HF-Spannungen angelegt:

Tabelle 2. Amplitudenmodulierte HF-Spannungen

Frequenzbereich	Grundschutz	Erweiterter Schutz
10 kHz bis 100 kHz	1,5 V	1,5 V
100 kHz bis 30 MHz	3,0 V	6,0 V
30 MHz bis 150 MHz	0,5 V	1,5 V
Anmerkung: Bei der Grenzfrequenz gilt der jeweils höhere Wert.		