

TV- Fernsehen und Breitband- Internetzugang über Breitbandkabelnetz mit neuer Technik !

EMV-Störungen auf Amateurfunkfrequenzen zu erwarten ?

DARC-EMV-Referat – Aufgaben – DL2DAP (2018)

Sachgebiet EMV: Breitbandkabelnetz neue Techniken
Funk im KFZ und Störpotenzial von Elektrofahrzeugen
Messpraxis bei der Störungsbearbeitung

Heinz Plate, **DL2DAP**, Tel: 02195/40703
[dl2dap.darc.de](mailto:dl2dap@dl2dap.darc.de), eMail: [dl2dap\(at\)darc.de](mailto:dl2dap@dl2dap.darc.de)



Einhaltung der Störstrahlungsgrenzwerte Elektromagnetischen Verträglichkeit (EMV) zum Schutz der Amateurfunkfrequenzen

Aktuelle Störungsmeldungen, Anfragen der Om's

seit Januar 2018

- 1. Docsis 3.1 Einführung beim Endkunden (Info: DC5BT)**
- 2. VDSL2-Vectoring stört vermutlich KW (DF2NU, DL8NDO, DF9QB)**
- 3. Starke Funkstörungen auf 80+40m bis -53dBm (DC4KU)**
- 4. PLC- stört ? (DL3ZID)**
- 5. Störungen auf KW z.B. 80m bis -57dBm (DL8DF, DJ5DM)**
- 6. EMV-Umfrage und Störungen (HB9BZC, DB6ZH)**
- 7. Funk im Kfz, EMV- Anfragen (DD1UM, DF7ET)**

EMV-Störungen durch das neue DOCSIS3.1 - Verfahren vorprogrammiert ?

**Vodafone setzt Docsis 3.1 beim Endkunden ein
Nutzung von Docsis 3.1 in Landshut, Dingolfing und Bochum**

Kabelfernsehen und Breitband-Internetzugang:

Für den Internetzugang in ausgebauten Kabelnetzen stehen nach **Euro-Docsis die Frequenzbereiche 5 MHz bis 65 MHz in Senderichtung (EN "upstream" o. "upload")** und 450 MHz bis 862 MHz in Empfangsrichtung (engl. "downstream" oder "download") **zur Verfügung.**

In der Praxis sind diese Frequenzbereiche nicht vollständig verfügbar bzw. werden nur eingeschränkt vom Netzbetreiber (Euro-Docsis 2.0 bzw. 3.0) von 30 MHz bis 65 MHz und **(Euro-Docsis 3.1) 15 MHz bis 30 MHz in Sende-** sowie von 450 MHz bis 640 MHz in Empfangsrichtung unterstützt.

Parameter: DOCSIS3.1

Upstream		
Parameter	DOCSIS 3.1	DOCSIS 3.0
Modulation	OFDM 2k und 4k FFT ähnlich wie DVB-C2	Einzelträger mit TDMA oder CDMA
Frequenzbereich	5 MHz bis 204 MHz	5 MHz bis 50 MHz
Kanalbandbreite	bis zu 96 MHz	bis zu 6,4 MHz
QAM-Ordnung	bis zu 4096	bis zu 64
Fehlerschutz	LDPC, BCH	Reed-Solomon, Trellis
US-Rate	1 Gbit/s (2,5 Gbit/s)	100 Mbit/s (300 Mbit/s)

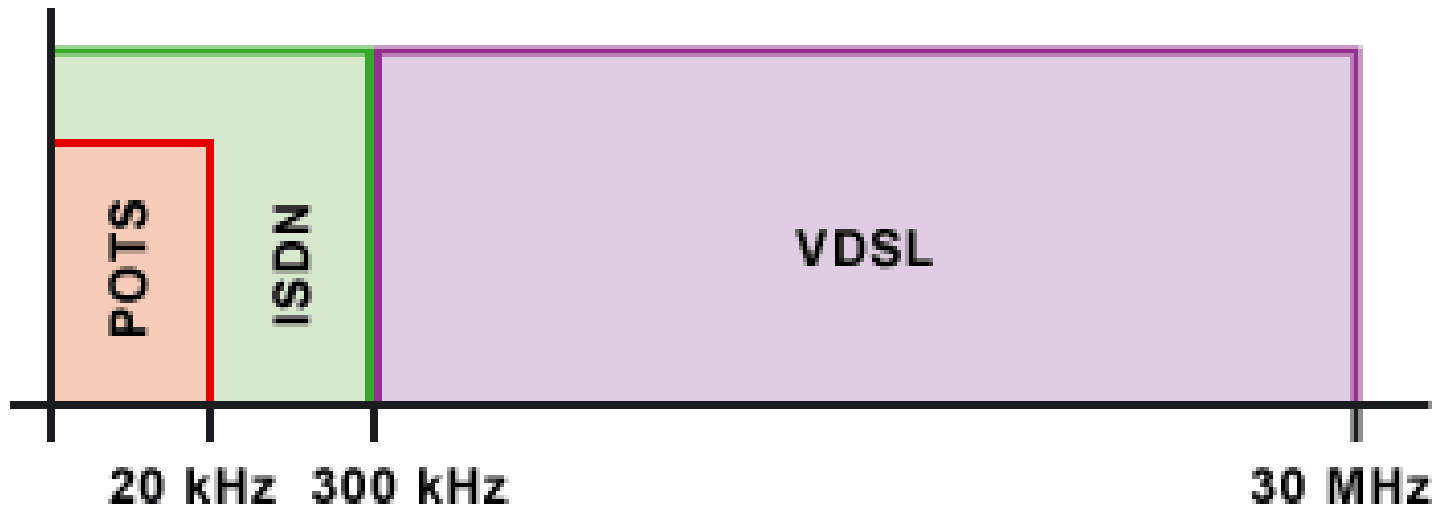
VDSL2 - Netzarchitektur



Die Voraussetzung für den Einsatz von VDSL2 ist ein Hybrid-Netz, bestehend aus Glasfaser- und Kupferleitungen.

Die Glasfaserleitungen müssen möglichst nahe an den Kundenanschluss herangeführt werden, um auf den letzten hundert Metern über die Kupferleitung eine sehr hohe Übertragungsrate zu erreichen.

VDSL2 - Bandbreite und Frequenzplan



1. Um mit VDSL2 eine Übertragungsgeschwindigkeit von bis zu 100 MBit/s (symmetrisch) zu erreichen, wird der **Frequenzbereich bis 8, 17 oder 30 MHz in mehrere Downlink- und Uplink-Bereiche** aufgeteilt. Manchmal wird auch von einer **Bandbreite** von 8, 17 oder 30 MHz gesprochen. Das liegt daran, weil der Frequenzbereich bei 0 Hz beginnt, aber nicht zwangsläufig genutzt wird.

VDSL2 - Bandbreite und Frequenzplan

2. Die Aufteilung **wird in Bandplänen festgelegt.**
Wie der Bandplan aufgeteilt ist, **entscheidet der Netzbetreiber.**
Er entscheidet auch mit Rücksicht auf bereits bestehende Dienste, **damit keine Störungen entstehen.**

In Deutschland wird der Frequenzbereich bis mindestens 138 kHz für POTS und ISDN ausgeblendet.

Damit kann weiterhin auch analoge Telefonie oder ISDN parallel im unteren Frequenzband angeboten werden.

Sicherheitshalber wird noch ein Sicherheitsabstand zwischen den Frequenzbereichen eingefügt, damit ganz sicher keine Beeinträchtigungen durch andere Dienste auftreten können.

VDSL2 - Vectoring **stört vermutlich** KW

Praxisbericht aus einem Störfall

Rainer, DF2NU hat seit 02.01.2018 **massive DSL-Störungen zw. 8+12 MHz**
Auszug seiner Information per eMail.

1. Dieses Signal wurde von den Messbeamten der BNetzA durch Identifikation mit gespeicherten Mustern auch so erkannt und bestätigt.

Sie sagten dass es ein "DSL-Profil 17" sei was auch immer das sein mag.
Das Frequenzspektrum beträgt 17 MHz bei dem 17a Profil (ist also größer)

Das Signal kommt aus einer benachbarten Bank und ist ca. S7-S9 (**bis-73dBm**) an 50 Ohm je nach Antennenrichtung, manchmal auch deutlich mehr. Die Stärke wechselt um bis zu 20dB.

Störmeldung an die BNetzA war im Prinzip negativ, da keine eindeutige Quelle ausfindig gemacht werden konnte.

Vielmehr strahlen alle (**hier oberirdischen**) Telefonleitungen das Signal ab.

Ursache scheint ein schlechter Abschluss bei einem Teilnehmer zu sein, der zu zwei Effekten führt:

- Eine Unsymmetrie auf der Leitung
- Eine Leistungserhöhung des DSLAM um noch Durchsatz zu bekommen.

Weiterhin wurde festgestellt, dass in der kompletten Straße die Synchronisation des VDSL zusammenbricht, sobald ich mit mehr als 100 W auf 10 MHz sende.

VDSL2 - Vectoring **stört vermutlich** KW

Praxisbericht aus einem Störfall

2. Der Sync-Verlust wohl durch Einstrahlungen meines Nutz-Signals in das DSLAM.

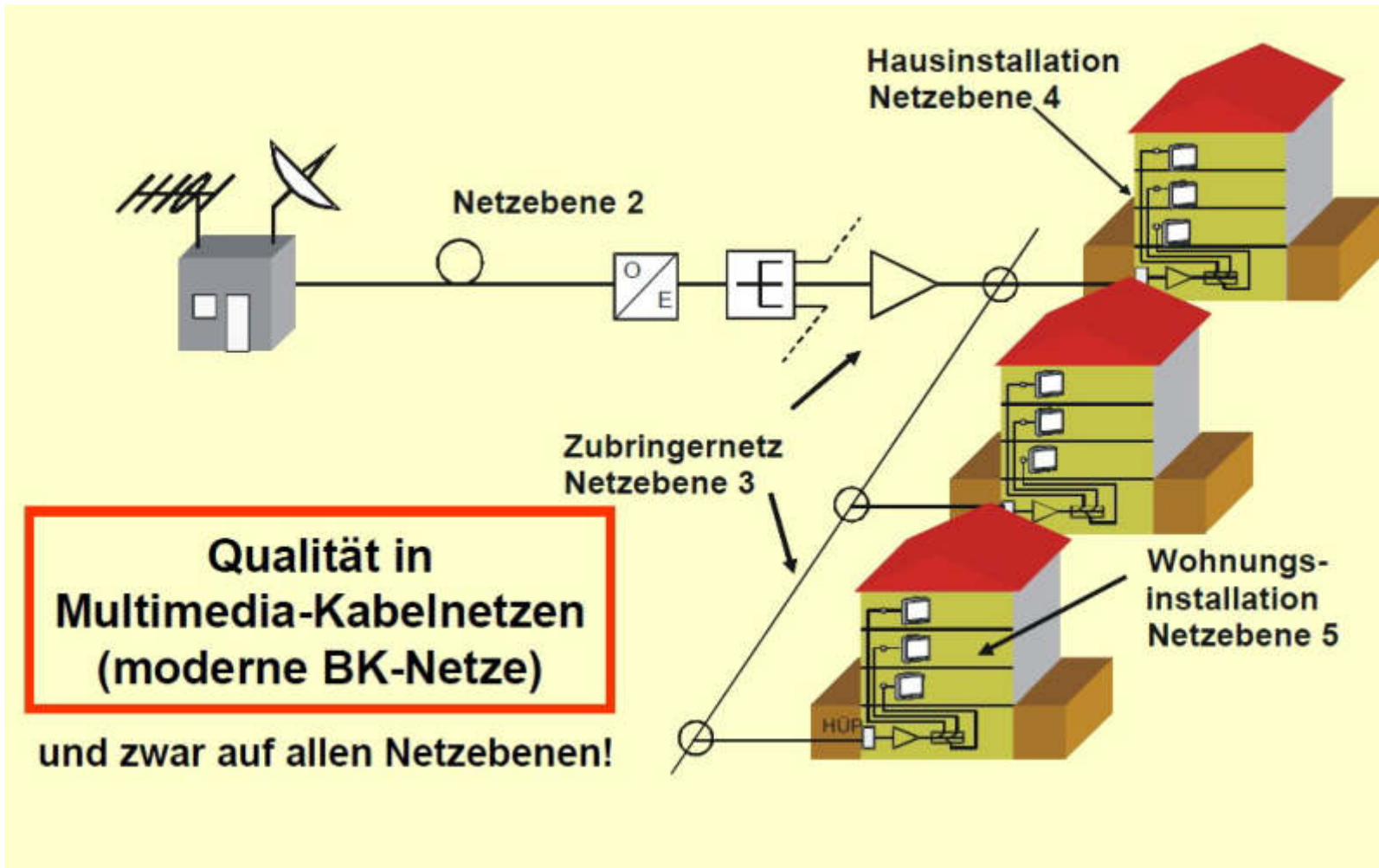
Daher wurden Betriebseinschränkungen für mich ins Spiel gebracht, weil ich durch meine Nutz-Signale großflächig ein "öffentliches Kommunikationsnetz,, stören würde und die "**Verhältnismäßigkeit der Mittel**" es gebieten würden das meine Hobby-Interessen hier gegenüber den "Interessen der Allgemeinheit,, zurücktreten müssten.

Eine "interessante" Argumentation wie ich meine.

Die Messbeamten sahen das persönlich deutlich anders, aber sie sagten sie hätten verbindlichen Dienstanweisungen.

Sie würden aber dennoch in meinem Fall erst Rücksprache mit der Rechtsabteilung halten bevor ein offizieller Bescheid rausgeht da ich eine abweichende Rechtslage erläutert hätte die auch stichhaltig sei.
Mal sehen was da nun wirklich kommt.

Moderne Breitbandkabelnetze



Warum brauchen wir Breitbandkabelnetze

Möglichkeiten des Teilnehmerzugangs

	Telefonnetz (DSL)	Gut für Telefon und Daten (> 20 Mbit/s) Video nur als Daten
	Funk (terrestrisch)	Geringe Infrastrukturkosten Engpass bei Frequenzvergabe
	Satellit	Geringe Infrastrukturkosten zu wenig Bandbreite für interaktive Dienste
	Power Line Communication	Überall verfügbar insgesamt zu wenig Bandbreite, störanfällig
	Kabelnetz	Derzeit das einzige Netz, das alle heute denkbaren Dienste übertragen kann!

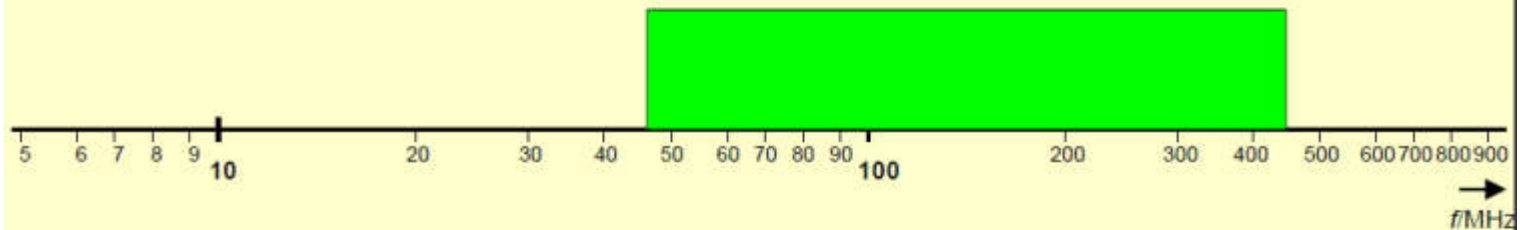
Anforderungen an die Breitbandkabelnetze

- Einhaltung der Störstrahlungsgrenzwerte
- Hohe Einstrahlungsfestigkeit
- uneingeschränkte Nutzung bis 862 MHz
- Eignung für digitale Dienste (DVB, HDTV, DOCSIS...)
- Einsatz von LWL-Technik
- Quality of Service:
 - Hohe Verfügbarkeit
 - Maximale Datensicherheit
 - Optimale Übertragungs- und Zugriffsverfahren
- Standardisierte Schnittstellen

Frequenzbereiche für “Neue Technik”

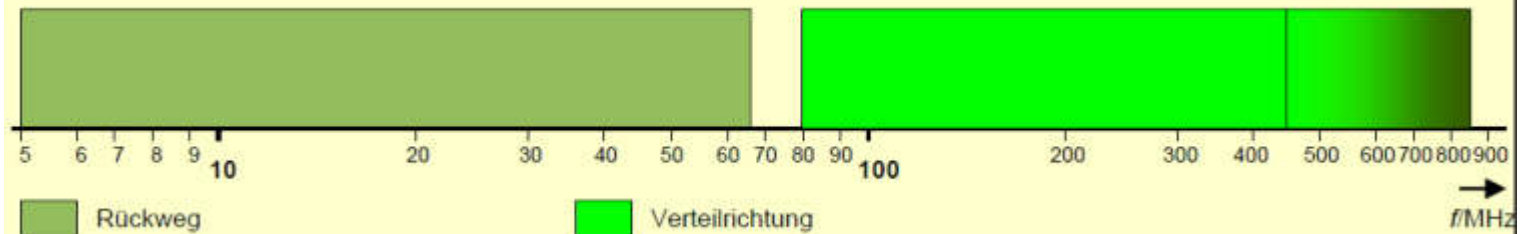
Bisher:

- Signalverteilung 47 MHz bis 446 MHz



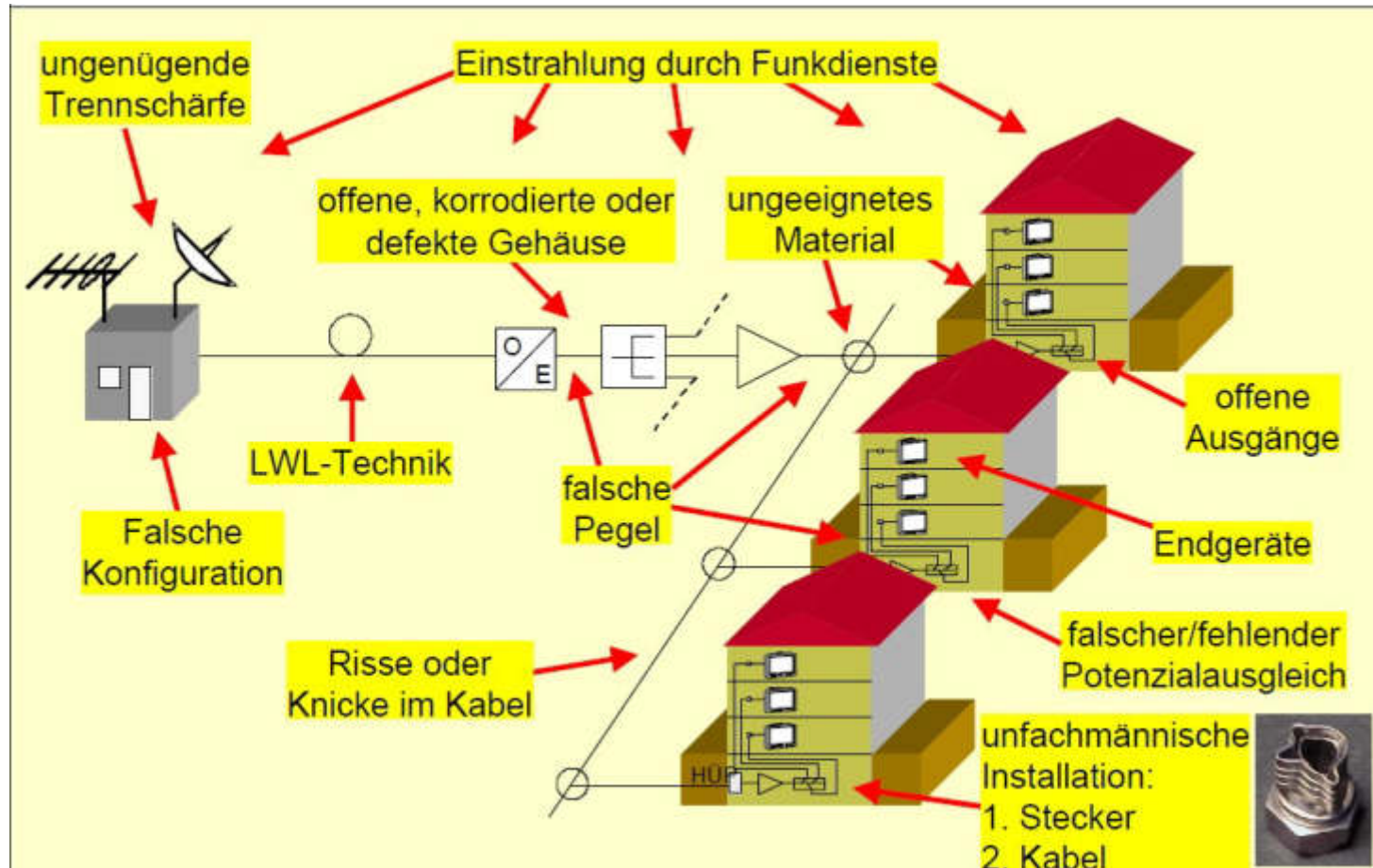
Heute:

- Signalverteilung 80 MHz bis 862 MHz (in Ausnahmen bis 606 MHz)
- Rückweg 5 MHz bis 65 MHz



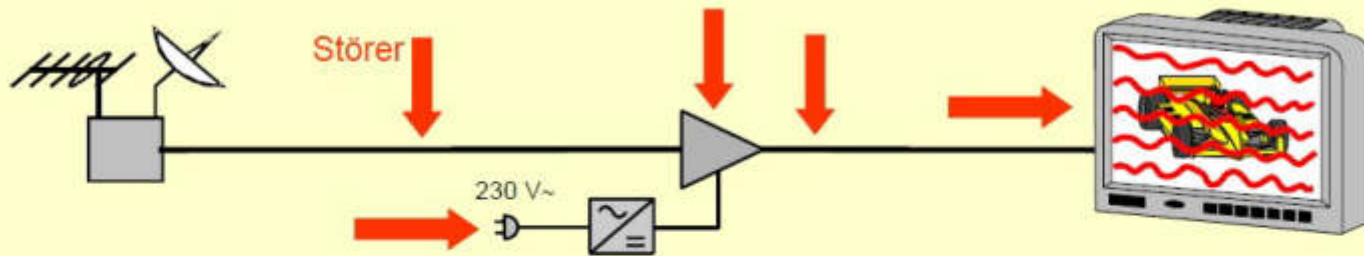
Problemzonen im Breitbandkabelnetz z.B. Netzebene-5 (V)

beim Nutzer ist die **"Bastel- und Abstrahlebene"**



Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV)

- **Störfestigkeit:** Fähigkeit elektrischer Systeme, in ihrer elektromagnetischen Umgebung zufriedenstellend zu funktionieren



- **Störstrahlung:** Elektrische Systeme dürfen Umgebung nicht unzulässig stören



Gesetze, Vorschriften, Anweisungen usw.

In Europa gilt:

Neufassung der Richtlinie 2014/30/EU

**DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES
vom 15. Dezember 2004**

Deutschland:

EMV-Gesetz von 2016

**BNetzA- Vorschriften, Anweisungen und
Bestimmungen auch für Messungen !**

Störungsbearbeitung

Angewandte Normen

Grundnormen:

Industrielle Umgebung

Störfestigkeit EN 61000-6-2

Störaussendung EN 61000-6-4

Wohngebiet:

Störfestigkeit EN 61000-6-1

Störaussendung EN 61000-6-3

Fachgrundnormen:

Einrichtung der Informationstechnik EN 55022

Kabelnetze für Fernsehsignale EN 50083

Störungs- Meldung und -Bearbeitung

Durch den Messdienst (PMD) - Messungen am Betriebsort

Grundsätze: Unterschied zwischen **MA** und **MV**:

Die **Messvorschrift** beschreibt Messverfahren, die nicht nur für die BNetzA, sondern auch für die Öffentlichkeit verbindlich sind, beinhaltet keine Dokumentationsvorgaben

z.B. Beispiel: Messungen von Störfeldern an Anlagen und Leitungen der Telekommunikation Reg TP 322 MV 05

Es sind für die Messtechnik definierte Bedingungen zu schaffen um reproduzierbare und verbindliche Messwerte zu erzielen.

Messanweisung: BNetzA interne Regelung zur Erfassung von Signalen, beinhaltet für den PMD verbindliche Messprotokolle (MA09stö01ausgabe2009)

Störungsbearbeitung nach dem EMVG

Regelungen zu den Messverfahren

Messung leitungsgebundener Störemission

Messung der Störfeldstärke

Messungen der Störaussendungen

Ermittlung der Störfestigkeitsanforderungen

Feldstärkemessung

Messung in Normentfernung

Grenzwerte und geschützte Nutzfeldstärke bei Sicherheitsfunkdiensten

Elektrische Anlagen und Breitband-Netze

Grenzwerte für Störungen

Leitergebundene Störungen (Störungen, die auf dem elektrischen Netz erzeugt werden). **Abgestrahlte Störungen** (Störungen über 30 MHz, die direkt im Nutzspektrum erzeugt werden.)

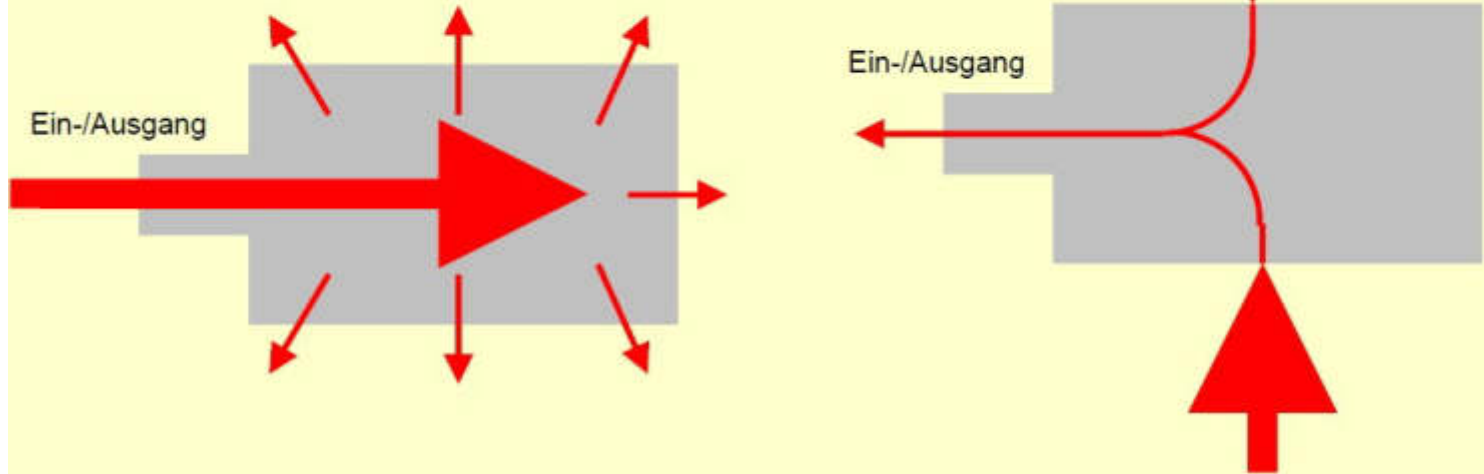
Unter 30 MHz sind sie zum Teil in Fachnormen erwähnt.

Die Festlegung von Grenzwerten oder die Kommentierung dazu gehört nicht zu den Aufgabenbereich der BNetzA.

Geschützte Nutzfeldstärke (**Sicherheitsfunkdienste**), eine Anlage soll einen bestimmten Feldstärkewert nicht überschreiten, damit geschützter Funkdienst noch ausgeführt werden kann.

Schirmungsmaß (Einstrahlungsfestigkeit)

- Bei passiven Geräten machen weder Störstrahlungsgrenzwerte noch Störfestigkeitspegel Sinn
- → Verwendung des **Schirmungsmaßes**
- Definition: Verhältnis zwischen einer eingespeisten HF-Leistung und des Anteils der davon abgestrahlten Leistung in dB
(Anmerkung: Parameter ist reziprok, d.h. der Wert entspricht auch der Dämpfung bei Einstrahlung!)

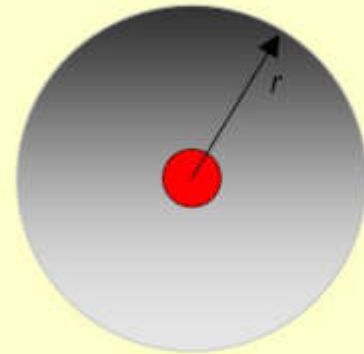


Störstrahlung

Vereinfachende Annahme: Die abgestrahlte **Störstrahlungsleistung** P_0 verteilt sich in alle Richtungen gleichmäßig.



Die Leistungsdichte S auf einer Kugel um die Quelle herum ist überall gleich und nimmt mit dem Quadrat der Entfernung r ab.


$$S = \frac{P_0}{4 \pi r^2}$$

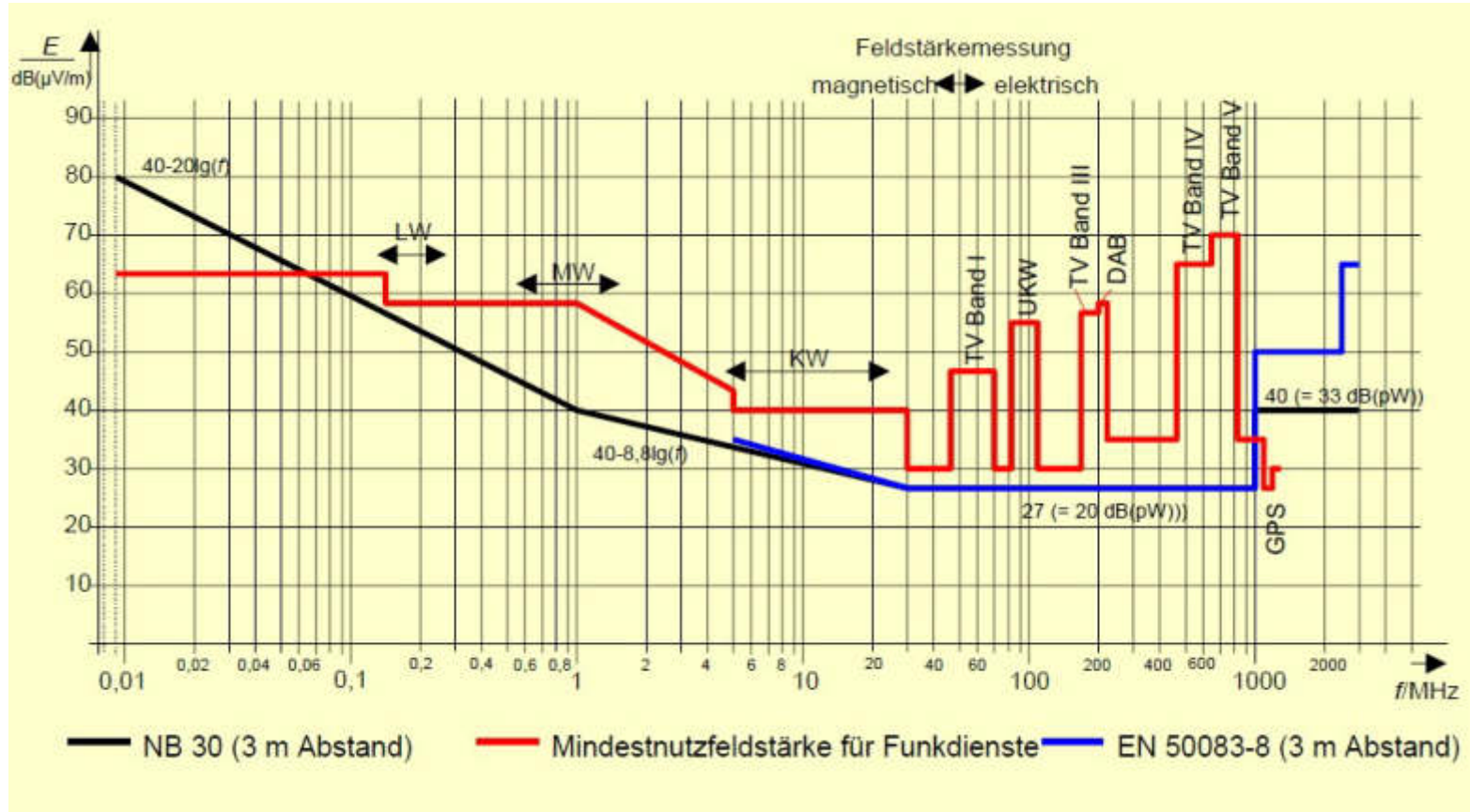
Die Feldstärken sind über den Feldwellenwiderstand Z_0 ($120 \pi \Omega$ für Vakuum, Luft) miteinander verknüpft:

$$\rightarrow E = \sqrt{\frac{P_0 \cdot Z_0}{4 \pi r^2}}$$

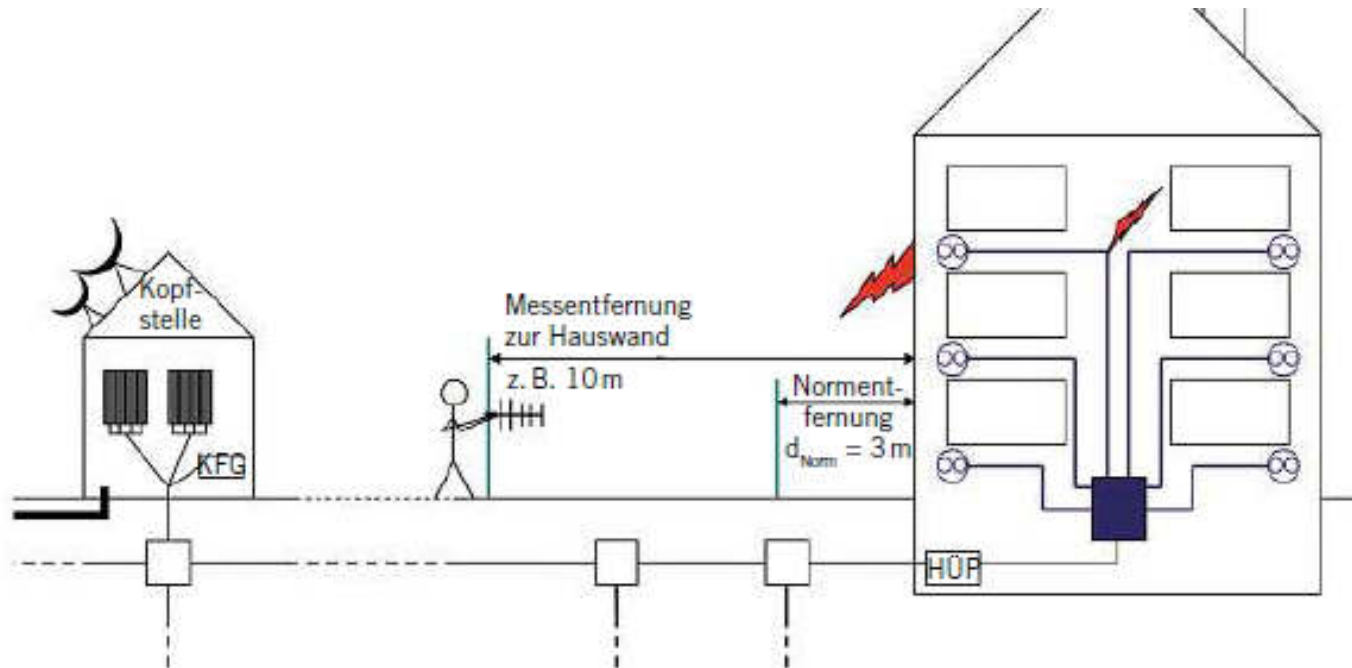
→ Festlegung von **Feldstärkegrenzwerten**
immer in Verbindung mit einer Entfernung!

Für die Auswertung

Mindestnutzfeldstärke für Funkdienste (rot) und EN 50083-8 (3m-Abstand (blau))



Messung der Störstrahlung (Normentfernung = 3m)



Hierbei ist zu beachten, dass die **Grenzwerte für die abgestrahlte Emission (Störstrahlung)** auf eine **Messentfernung von 3m (EN55022)** umgerechnet sind. **Generell schreibt die CISPR Pub. 22- Regelung als Messentfernung 10m vor.**

Normen

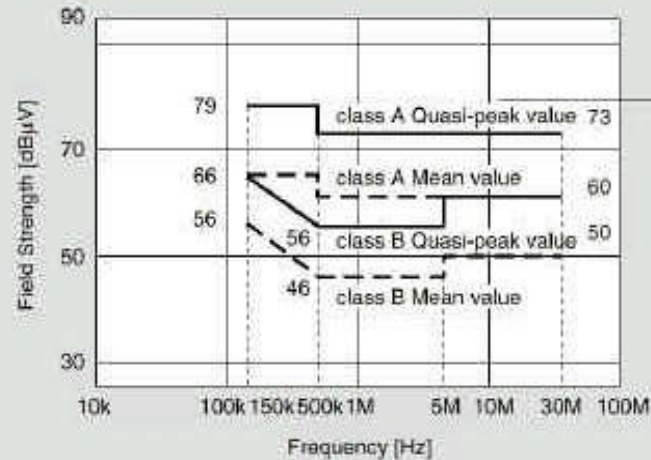
Normen, in denen die jeweiligen Grenzwerte festgelegt sind

Equipment \ Countries		Information Regulation	Japan	US	Europe
Emission	Generic Standard	IEC61000-6-3 IEC61000-6-4			EN50081-1 EN50081-2
	ITE : Information Technology Equipment Printers, Personal computers Word processors, Displays	CISPR Pub. 22	VCCI Electrical Appliance Regulation	FCC Part 15 Subpart B	EN55022
	ISM equipment Microwaves	CISPR Pub. 11	Electrical Appliance Regulation	ECC Part 18	EN55011
	Igniters (Automobile, Motorboat)	CISPR Pub.12	JASO	FCC Part 15 Subpart B	Automotive Directive
	TV, Radio, Audio, VTR	CISPR Pub.13	Electrical Appliance Regulation	Fcc Part 15 Subpart B	EN55013
	Household electrical equipment Portable tools	CISPR Pub.14	Electrical Appliance Regulation		EN55014
	Fluorescent Lamps Luminary	CISPR Pub.15	Electrical Appliance Regulation		EN55015
	Transceiver	CCIR	Radio Act	FCC Part 15 Subpart C FCC Part 22	ETS300 Series
	Power Supply Higher Harmonic	IEC555 IEC61000-3	Industrial Voluntary Regulation		EN60555 EN61000-3
Immunity	Basic Standard	IEC61000-4	In the process of Regulating at JIS		EN61000-4 Series
	Generic Standard	IEC61000-6-1 IEC61000-6-2	In the process of Regulating at JIS		EN50082-1 EN50082-2
	Industrial Process Measurement and Control Equipment	IEC801 Series	Industrial Voluntary Action		
	Radio, TV	CISPR Pub. 20			EN55020
	ITE : Information Technology Equipment	CISPR Pub. 24			EN55024

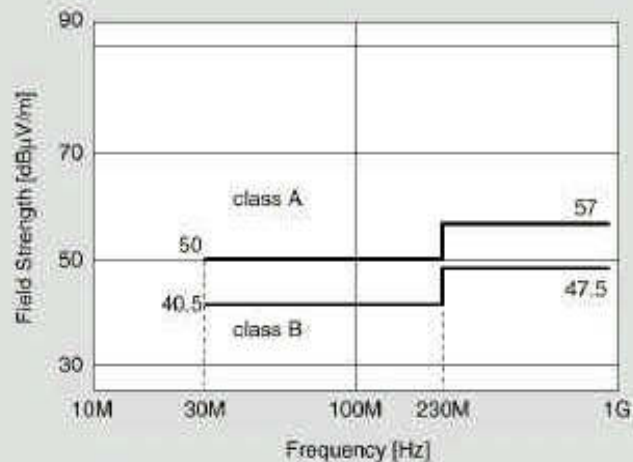
Grenzwerte für **Störstrahlung**

leitungsggebunden (terminal) + **abgestrahlt** (radiated) Emission nach EN55022

Mains Terminal Interference Voltage (Power Supply)



Radiated Interference



On the border frequency, lower limit shall be applied.

Regelungen zur Störfestigkeit

Das CE-Zeichen soll garantieren, dass die gültigen EMV-Vorschriften (Direktiven) eingehalten werden. **Das betrifft sowohl die Störfestigkeit als auch die Emission von Störstrahlung.**

Standard	Application	IEC	CISPR	CENELEC
Basic Standard		IEC61000-4		EN61000-4
Generic Standard			IEC61000-6-2 (IEC61000-6-4) (Industrial)	EN50082-1 (EN50081-1) IEC61000-6-1 (IEC61000-6-3) (Residential, Commercial, and Light Industry) EN50082-2 (EN50081-2) IEC61000-6-2 (IEC61000-6-4) (Industrial)
Product Family Standard	Radio, TV		CISPR Pub. 20 (CISPR Pub. 13)	EN55020 (EN55013)
	Information Technology Equipment		CISPR Pub. 24 (CISPR Pub. 22)	EN55024 (EN55022)

Anlage: 1

Anlage 2: Beziehungen zwischen Störfeldstärke und Störstrahlungsleistung

1. Umrechnung eines Strahlungsleistungspegels in einen Feldstärkepegel auf einem 3m, 10 m, 30 m - Freifeldmessplatz

Die maximale elektrische Feldstärke orthogonal zur Ausbreitungsrichtung bei gegebener Strahlungsleistung P am $\frac{\lambda}{2}$ – Dipol errechnet sich bei Freiraumausbreitung nach Gleichung (1).

$$|\vec{E}_{Frei}| = \sqrt{\frac{Z_0 \cdot P \cdot G_D}{4\pi d^2}} \approx \frac{7 \cdot \sqrt{P}}{d} \quad (1)$$

$|\vec{E}_{Frei}|$ – Maximaler Betrag der elektrischen Feldstärke in $\mu\text{V/m}$

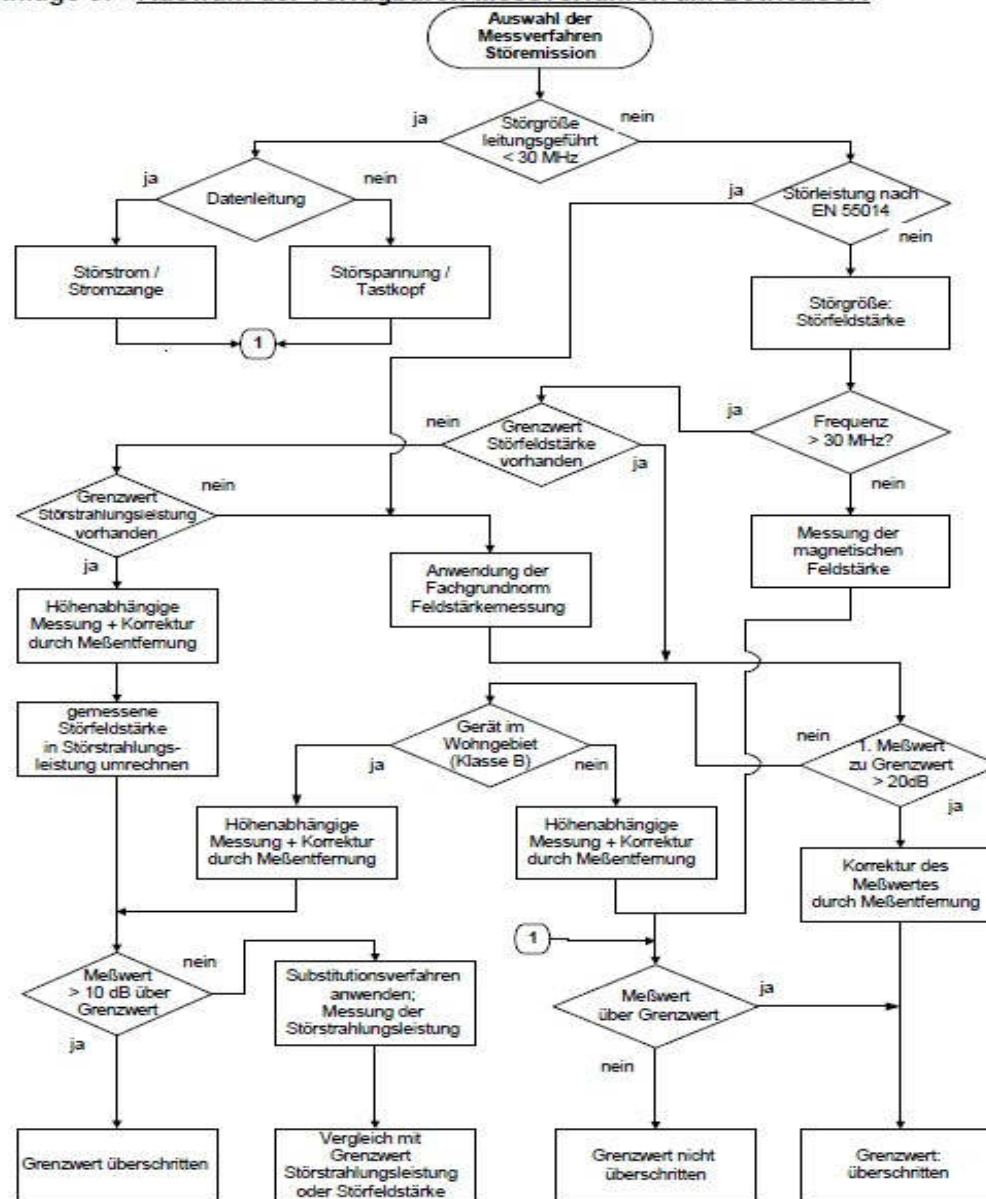
P = Strahlungsleistung am $\frac{\lambda}{2}$ Dipol in pW

d = Messentfernung in m

$Z_0 = 120 \pi \Omega = 377 \Omega$ (Wellenwiderstand des freien Raumes)

Anlage: 2

Anlage 3: Auswahl der verfügbaren Messverfahren am Betriebsort



Anlage: 3

Literaturverzeichnis

- Produkt-, Produktfamilien- und Fachgrundnormen:

Harmonisierte Normen gemäss aktueller Veröffentlichung im Amtsblatt der BNetzA

- Messgeräte und Messverfahren:

DIN VDE 0848 Teil 1: 2000

**Sicherheit in elektrischen, magnetischen und elektromagnetischen Feldern;
Mess- und Berechnungsverfahren**

DIN EN 55016-1-x

**Anforderungen an Geräte und Einrichtungen sowie Festlegung der Verfahren zur Messung
der hochfrequenten Störaussendung (Funkstörungen) und Störfestigkeit**

Teil 1-1: Messgeräte

Teil 1-2: Zusatz-/Hilfseinrichtungen – leitungsgeführte Störgrößen

Teil 1-3: Zusatz-/Hilfseinrichtungen – Störleistung

Teil 1-4: Zusatz-/Hilfseinrichtungen – gestrahlte Störaussendungen

DIN EN 55016-2-x

**Anforderungen an Geräte und Einrichtungen sowie Festlegung der Verfahren zur Messung
der hochfrequenten Störaussendung (Funkstörungen) und Störfestigkeit**

Teil 2-1: Messung der leitungsgeführten Störaussendung

Teil 2-2: Messung der Störleistung

Teil 2-3: Messung der Störfeldstärke

DIN EN 55016-4-x

**Anforderungen an Geräte und Einrichtungen sowie Festlegung der Verfahren zur Messung
der hochfrequenten Störaussendung (Funkstörungen) und Störfestigkeit**

Teil 4-2: Unsicherheit bei EMV - Messungen