

Die wesentlichen Punkte der neuen Störschutzverordnung : technische Aspekte

Autor(en): **Bersier, Rodolphe**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Technische Mitteilungen / Schweizerische Post-, Telefon- und Telegrafienbetriebe = Bulletin technique / Entreprise des postes, téléphones et télégraphes suisses = Bollettino tecnico / Azienda delle poste, dei telefoni e dei telegrafi svizzeri**

Band (Jahr): **59 (1981)**

Heft 8

PDF erstellt am: **11.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-874198>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Die wesentlichen Punkte der neuen Störschutzverordnung: Technische Aspekte

Rodolphe BERSIER, Bern

351.817.29:621.391.823

Zusammenfassung. Der folgende Beitrag wurde an der durch Pro Radio-Television organisierten Informationstagung betreffend die «Verordnung über den Schutz gegen elektromagnetische Störungen» präsentiert. Der Artikel behandelt auf eine sehr generelle Art die wichtigsten Punkte der Anhänge 1 bis 4 der Verordnung (technischer Teil). Er beschreibt den Zweck der Verordnung sowie die Natur und Wirkung der Störquellen und skizziert das Prinzip der verwendeten Messmethoden. Der Artikel wurde in erster Linie für die Benutzer der Verordnung geschrieben, lässt sich aber auch ohne Kenntnis der Verordnung lesen.

Les points essentiels de la nouvelle ordonnance sur la protection contre les perturbations électromagnétiques: Aspects techniques

Résumé. La contribution qui suit a été présentée à la journée d'information organisée par Pro Radio-Télévision au sujet de l'ordonnance rappelée ci-dessus. L'article traite de manière très générale les points essentiels des annexes 1 à 4 de l'ordonnance (partie technique). Il décrit le but de l'ordonnance ainsi que la nature et les effets de sources perturbatrices, puis passe en revue les méthodes de mesure utilisées. Destiné avant tout à ceux qui doivent se servir de l'ordonnance, ce texte est cependant aussi accessible aux personnes qui ne la connaissent pas.

I punti più importanti della nuova ordinanza relativa alla protezione contro le perturbazioni elettromagnetiche: Aspetti tecnici

Riassunto. Il seguente articolo è stato presentato in occasione della conferenza informativa, organizzata dalla Pro Radio Televisione, in merito all'«Ordinanza relativa alla protezione contro le perturbazioni elettromagnetiche». L'autore tratta in modo molto generale i punti più importanti degli allegati 1 a 4 dell'ordinanza (parte tecnica). Descrive lo scopo dell'ordinanza come pure le origini e gli effetti delle perturbazioni e abbozza il principio dei metodi di misura utilizzati. L'articolo si rivolge soprattutto a coloro che si servono dell'ordinanza.

1 Einführung

Dieser Beitrag vermittelt einige Erläuterungen zu den einzelnen Anhängen der neuen Störschutzverordnung. Die *Anhänge 1 bis 4* werden sehr allgemein behandelt, und es werden lediglich die wichtigsten Punkte betrachtet. Bezüglich der Anwendung im einzelnen und der Grenzwerte wird man sich auf den Text der Verordnung und auf die Publikationen des CISPR (Comité international spécial des perturbations radioélectriques) berufen müssen.

11 Zweck der Verordnung

Zuerst gilt es, den Zweck der Verordnung zu erläutern und die Bedeutung des Wortes «Schutz» zu klären. Dies heisst hier nicht «Beseitigung», sondern vielmehr «Dämpfung», «Herabsetzung». In der Tat geht es darum, in den meisten praktischen Fällen die Störungen so weit zu verringern, dass die verschiedenen radioelektrischen Empfangsanlagen (zum Beispiel Fernsehgeräte, Radioempfänger, Sprechfunkgeräte, usw.) befriedigend funktionieren können. Die Anhänge zur Verordnung enthalten die Bedingungen, denen einerseits die Empfangsgeräte und andererseits die störenden Apparate genügen müssen, damit das erwähnte Ziel erreicht werden kann.

12 Grenze der verwendbaren Störschutzmöglichkeiten

Ein von jeglicher Störung freier Empfang liesse sich erreichen, wenn wenigstens zwei der folgenden Voraussetzungen gleichzeitig gegeben wären:

- hohe Nutzfeldstärke
- Empfänger, die sich durch eine gute Störfestigkeit auszeichnen, also Störungen gegenüber unempfindlich sind
- gründliche Entstörung der störenden Apparate

Die Schaffung dieser Voraussetzungen ist technisch durchaus möglich. Jedoch muss einerseits, wegen Fra-

gen der Frequenzuteilung und der Wellenausbreitung, die Zahl und die Leistung der Sender begrenzt bleiben. Andererseits werden die Hersteller von serienmässig angefertigten Apparaten (zum Beispiel Empfänger und Haushaltgeräte) die Zahl der Vorrichtungen, die die Störfestigkeit und die Entstörung verbessern, auf ein Minimum reduzieren; erstens aus Wirtschaftlichkeitsgründen und zweitens, weil diese Vorrichtungen in den meisten Fällen nicht entscheidend zur Funktionstüchtigkeit der Apparate beitragen.

13 Kompromiss

Angesichts dieser Sachlage sah man sich genötigt, einen *vernünftigen Kompromiss* zu finden. Dies führte zu den in der Verordnung genannten Grenzwerten, denen die Empfehlungen des CISPR und die Erfahrungen der PTT-Betriebe zugrunde liegen. In der Praxis bedeutet dies jedoch, dass in einigen kritischen Fällen Störungen nicht gänzlich ausgeschaltet werden. So lässt sich nicht vermeiden, dass man manchmal an den guten Willen und den Gemeinsinn der Inhaber gestörter und störender Geräte appellieren muss.

2 Bedingungen zur Gewährleistung eines brauchbaren Empfanges

(Anhang 1 zur Verordnung, Seiten 4 bis 7)

Der Anhang 1 enthält die Minimalwerte der geschützten Nutzfeldstärken, jene des Störabstandes und den Wert der Störfestigkeit für den amplituden- und frequenzmodulierten Rundfunk sowie das Fernsehen und die übrigen Funkdienste.

21 Geschützte Nutzfeldstärke

Die geschützte Nutzfeldstärke ist der minimale Wert der Nutzfeldstärke, der nötig ist, um eine ausreichende Empfangsqualität zu gewährleisten. Klagen über Störun-

gen, die eintreten, wenn die Nutzfeldstärke wesentlich unter den angegebenen Minimalwerten liegt, werden grundsätzlich nicht berücksichtigt. Ein solcher Fall kann in der Schweiz dann vorliegen, wenn Fernseh- oder UKW-Programme aus dem Ausland im Bereich der äussersten Reichweite des Senders empfangen werden.

22 Störabstand

Mit dem Störabstand wird das Verhältnis in Dezibel zwischen Nutzsignal und Störsignal ausgedrückt; beide Signale werden am Eingang des Empfängers gemessen. Dieser Störabstand spielt eine Rolle, wenn die Störung durch die Antennenanlage empfangen wird.

Die in der Verordnung angeführten Werte entsprechen der Störschwelle, einer Störung also, die eben noch wahrzunehmen ist, aber nicht als lästig empfunden wird. Klagen über noch geringere Störungen werden grundsätzlich nicht berücksichtigt.

23 Einstrahlungstörfestigkeit

Die Einstrahlungstörfestigkeit, von der in Ziffer 3, Seite 7 der Verordnung, die Rede ist, bezieht sich auf die Störfestigkeit, die die radioelektrischen Übermittlungseinrichtungen oder andere elektronische Apparate gegenüber HF-Störfeldern aufweisen. Als HF-Störfeld wird hier lediglich die Grundwelle betrachtet, die von Sendern oder anderen HF-Anlagen (etwa Sendestationen der PTT-Betriebe, Radioamateure, CB-Funk, feste oder mobile Funkdienste, ISM-Anlagen¹) ausgestrahlt wird.

Der als Richtwert angegebene Grenzwert von 1 V/m für die in der Nähe der gestörten Anlage gemessene mittlere Störfeldstärke bezieht sich auf die Störfestigkeit der gesamten Anlage, das heisst mit sämtlichen Kabeln und Hilfsapparaten. Versuche der PTT haben gezeigt, dass die Störungen in fast allen Fällen durch die auf den Kabeln der Anlage induzierten HF-Ströme verursacht werden, die durch die elektronischen Stromkreise der Apparate fliessen. Die direkte Einwirkung des Feldes auf die Apparate verursacht nur selten Störungen. Zurzeit werden bei den PTT-Betrieben künstliche Versuchsverfahren entwickelt, die es erlauben werden, die Auswirkungen der Ströme zu simulieren und ohne HF-Feld jeden Apparat einzeln im Labor zu erproben. Der Wert von 1 V/m wurde anhand von Einstrahlungsversuchen an leicht verbesserten Anlagen ermittelt.

Der Grenzwert von 1 V/m wird von den PTT nur dann angewandt, wenn es zwischen den Eigentümern der störenden und der gestörten Anlagen zu Streitigkeiten kommen sollte. In solchen Fällen kann folgendes gefordert werden: einerseits eine Verringerung der Feldstärke des Senders auf 1 V/m, gemessen in der Nähe der gestörten Anlage, und andererseits eine Verbesserung der Störfestigkeit der Anlage auf 1 V/m. Die den Radioamateuren zugebilligte Leistung wird grundsätzlich nicht herabgesetzt, sofern für die beteiligten Parteien eine gütliche Lösung gefunden werden kann.

¹ Hochfrequenzanlagen für industrielle, wissenschaftliche und medizinische Zwecke

24 Zustand der Empfangsanlagen

Die Empfangsanlagen und -apparate müssen den einschlägigen Vorschriften genügen. Dies ist eine weitere Voraussetzung für einen befriedigenden Empfang (vergleiche dazu Artikel 3, Absätze 2 und 4, Seite 2 der Verordnung). Zahlreiche Klagen sind nämlich auf ungenügende Empfangsanlagen zurückzuführen.

3 Anwendung der Grenzwerte

(Anhang 2 zur Verordnung, Seiten 8 und 9)

Die Verordnung unterscheidet klar zwischen *serienmässig* und *einzel*n hergestellten Apparaten. Die Grenzwerte und Messmethoden werden in den Anhängen 3 beziehungsweise 4 behandelt.

31 Serienmässig hergestellte elektrische Apparate

Die über das Stromversorgungsnetz gespeisten Apparate, die in einem vom Schweizerischen Elektrotechnischen Verein (SEV) zusammengestellten Verzeichnis aufgeführt sind, müssen einer Typenprüfung unterzogen werden, damit ihnen das *Sicherheitszeichen des SEV* zuerkannt werden kann. Diese Liste erwähnt unter anderem die meisten der im Haushalt verwendeten elektrischen Geräte und Apparate. Die Typenprüfung berücksichtigt auch das Störvermögen. Diese Prüfung sollte laut den Empfehlungen des CISPR Gewähr dafür bieten, dass wenigstens 80 % der gefertigten Apparate die Grenzwerte mit 80 %iger Sicherheit einhalten. Die CISPR-Publikationen beschreiben verschiedene statistische Versuchsverfahren. Hierbei werden Einheiten von fünf oder mehr Apparaten, wenigstens jedoch drei, erprobt. Der Einfachheit halber begnügt man sich allerdings oft damit, einen einzigen Apparat zu erproben, wobei man, um dem Streuwert der Herstellung Rechnung zu tragen, eine Sicherheitsspanne von 2 dB einbaut. Im Falle von Apparaten, die eine grosse Streuung aufweisen — zum Beispiel solche mit Kollektormotor — wird diese Spanne auf 6 dB erhöht. Schliesslich kann veranlasst werden, dass die Verkaufsserien stichprobenweise nachgeprüft werden.

32 Niederspannungsapparate

Die mit einem Transformator oder durch eine Batterie gespeisten Niederspannungsapparate (maximal 50 V, 200 VA) unterliegen nicht der Kontrolle durch den SEV; allein der Transformator wird auf seine Sicherheit untersucht. Unter diese Kategorie fallen zum Beispiel die Spielzeuge, die zu etlichen Störklagen Anlass geben. Für diese Art von Störern wird eine besondere Regelung erarbeitet werden müssen.

4 Grenzwerte für serienmässig hergestellte elektrische Anlagen und Apparate

(Anhang 3 zur Verordnung, Seiten 10 bis 24)

Was die Anwendung der Grenzwerte anbelangt, müssen zwei durchaus verschiedene Arten von Störungen unterschieden werden, nämlich die *Dauerstörungen* und die *diskontinuierlichen Störungen*, die sogenannten Knackstörungen.

41 Dauerstörungen

411 Definition und Art der Dauerstörungen

Eine Dauerstörung ist eine Störung, die zeitlich betrachtet 200 ms überschreitet; in den meisten Fällen kann ihre Dauer einige Sekunden bis einige Stunden betragen. Solche Störungen können ganz unterschiedlicher Natur sein und lassen sich wie folgt klassifizieren:

- Störungen *impulsiver Art*, die ein breites Frequenzband beeinträchtigen. Diese können auftreten entweder als eine Folge von Impulsgruppen mit einer zufälligen Wiederholungsfrequenz und zufälligen Amplituden (zum Beispiel bei Apparaten mit Kollektormotoren) oder dann als eine Folge von Impulsen, die eine konstante Wiederholungsfrequenz und eine konstante Amplitude aufweisen (zum Beispiel bei Thyristorreglern und Gleichrichtern).
- Störungen *in Form von modulierten oder unmodulierten Hochfrequenzträgern*. Solche werden durch HF- oder NF-Oszillatoren hervorgerufen (etwa bei Oszillatoren von Funk- oder Fernsehempfängern, Sendern, ISM-Anlagen, Wechselrichtern, elektronischen Apparaten für die Datenverarbeitung). Die Störungen treten auf den Empfangsfrequenzen in Erscheinung, die den Vielfachen der Grundfrequenz des Oszillators (Oszillatoroberwellen) entsprechen; hier überlagern sich die Nutz- und Störsignale. Beim Funkempfänger treten die Störungen in Form von Pfeifen, Brummen oder mit Tonfrequenz modulierten Geräuschen auf, während sie auf dem Bildschirm des Fernsehempfängers meistens Moiré verursachen.
- Störungen, die *durch Entladungen in einem Gas* entstehen (zum Beispiel Fluoreszenzlampen). Die beobachteten Störeffekte können je nach Empfangsfrequenz verschieden sein. Im Falle von AM-Empfängern treten Rauschen, Brummen oder mit Tonfrequenz modulierte Geräusche auf.

412 Allgemeine Methoden zur Messung der Dauerstörungen

Die Messung der Dauerstörungen ist für den Frequenzbereich 10 kHz...1000 MHz vorgesehen. Dieser Bereich wurde in drei Abschnitte unterteilt, nämlich: 10...150 kHz, 150 kHz...30 MHz und 30...1000 MHz. Für jeden Frequenzbereich hat man besondere Messempfänger und -methoden entwickelt, die sowohl die Ausbreitungsbedingungen der Störungen als auch die Eigenschaften der zu schützenden radioelektrischen Übermittlungseinrichtungen berücksichtigen. *Tabelle I* fasst die wichtigsten Merkmale der Messempfänger zusammen.

Ein CISPR-Messempfänger ist ein besonderer Überlagerungsempfänger, dessen Empfindlichkeit ausschliesslich von Hand eingestellt wird (Dämpfungsglied am Eingang) und der über einen *Quasispitzenwert-Gleichrichter* verfügt. Die Zeitkonstanten des Detektorkreises wurden so gewählt, dass die Anzeige des Empfängers proportional zu den physiologischen Beeinträchtigungen ist, die durch Störungen impulsiver Art verursacht werden.

Figur 1 zeigt die *Impulsbewertungskurve*, die sich für den Empfänger von 150 kHz...30 MHz ergibt. Dieser wird beispielsweise für ein Geräusch von 100 Impulsen je Sekunde die gleiche Anzeige machen wie für ein Geräusch,

das fünf Impulse je Sekunde, jedoch eine um 14 dB höhere Amplitude aufweist.

In der Regel bedient man sich folgender *Messmethoden*:

- a) Im Falle der *Frequenzbereiche 10...150 kHz und 150 kHz...30 MHz* werden die an den Speiseklemmen der Störer hervorgerufenen *Störspannungen* mit Hilfe einer *Netznachbildung* gemessen, wie sie *Figur 2* darstellt. Man geht davon aus, dass sich die Störungen in diesen Frequenzbereichen vornehmlich durch Leitung auf dem Stromversorgungsnetz ausbreiten. Die Netznachbildung erfüllt zwei Aufgaben: Erstens belastet sie die Störquelle mit einer bestimmten Impedanz, und zweitens schützt sie den Prüfling gegen unerwünschte Signale, die vom Verteilnetz her stammen könnten. Die Belastungsimpedanz der Netznachbildung besteht im Frequenzbereich 150 kHz...30 MHz aus einem Widerstand von 150 Ω mit einer Induktivität von etwa 1 mH parallel geschaltet und im Frequenzbereich 10...150 kHz aus 50 Ω parallel zu 50 μ H. In der Zukunft ist zu erwarten, dass nur noch die 50 Ω /50 μ H-Netznachbildung im ganzen Frequenzbereich 10 kHz...30 MHz benützt wird. Diese Möglichkeit wird gegenwärtig im CISPR untersucht.
- b) Im Falle des *Frequenzbereichs 30...1000 MHz* wird die von der Netzanschlusschnur ausgestrahlte *Störleistung* mit Hilfe der *MDS-absorbierenden Messzange*, wie sie *Figur 3* zeigt, gemessen. Bei diesen Frequenzen überwiegt die Strahlung der Netzanschlusschnur, die die Rolle einer Antenne übernimmt. Die absorbierende Messzange ist an ihrem Eingang mit einem Messwandler versehen, der die auf der Anschlusschnur fließenden asymmetrischen HF-Ströme überträgt. Bei jeder Messfrequenz wird die Stellung der Zange so angepasst, dass die maximal ausgestrahlte Leistung angezeigt wird. Das nach dem Messwandler angebrachte Ferritrohr beseitigt die Störungen, die vom Stromversorgungsnetz her stammen könnten.
- c) Im Falle gewisser Kategorien von Apparaten (wie Radio- und Fernsehempfänger, ISM-Apparate) wird die unter b aufgeführte Messmethode durch eine solche ersetzt, bei der die *Störstrahlung* mit einer geeichten Dipolantenne ermittelt wird. Der Messplatz ist in den Publikationen des CISPR beschrieben.

Tabelle I. Wichtigste Merkmale der Messempfänger

Merkmale der Messempfänger (Publikation Nr. 16 des CISPR)	Frequenzbereiche		
	10...150 kHz	0,15...30 MHz	30...1000 MHz
Bandbreite (6 dB)	200 Hz	9 kHz	120 kHz
Elektrische Ladezeitkonstante des Quasispitzenwert-Voltmeters	45 ms	1 ms	1 ms
Elektrische Entladezeitkonstante des Quasispitzenwert-Voltmeters	500 ms	160 ms	550 ms
Mechanische Zeitkonstante des Anzeigeinstrumentes	160 ms	160 ms	100 ms
Übersteuerungsfestigkeit der Gleichrichtung vorangehender Stromkreise	24 dB	30 dB	43,5 dB
Übersteuerungsfestigkeit des zwischen der Gleichrichtung und dem Anzeigeinstrument eingefügten Gleichstromverstärkers	6 dB	12 dB	6 dB

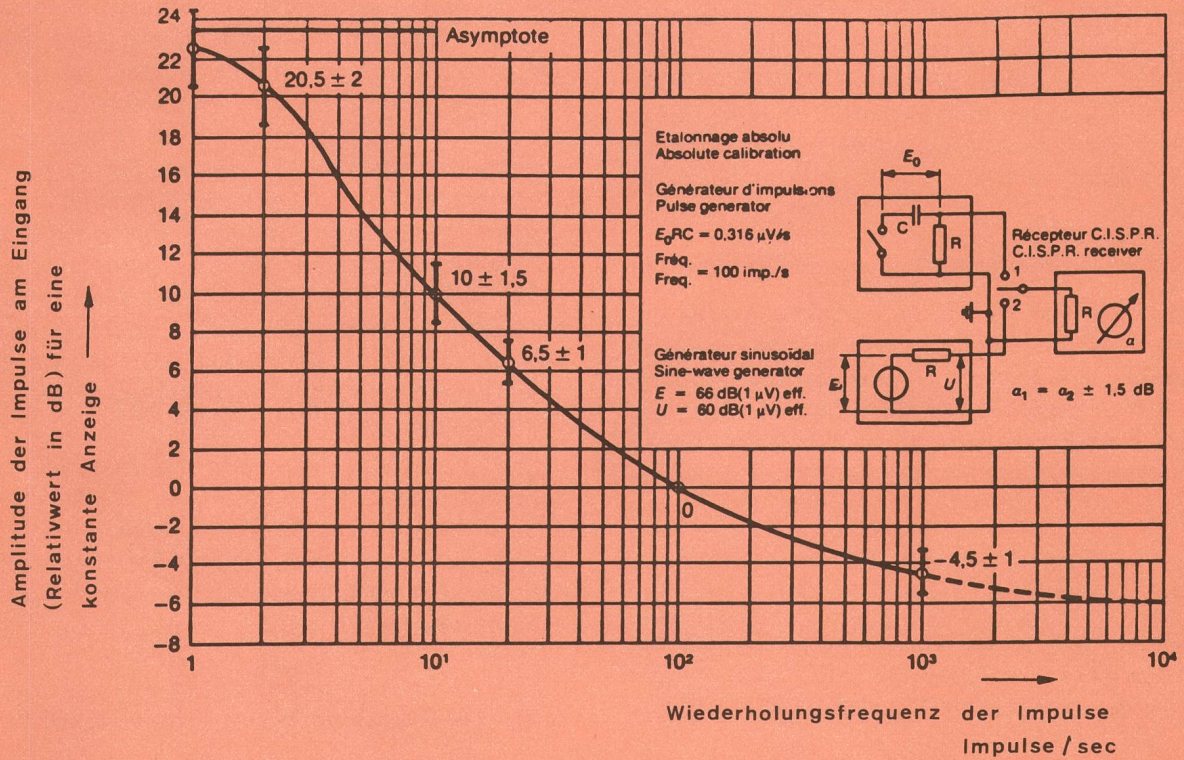


Fig. 1
 Impulsbewertungskurve des CISPR-Empfängers 0,15...30 MHz
 Etalonnage absolu — Absolute Eichung
 Générateur d'impulsions — Impulsgenerator

Récepteur CISPR — CISPR-Empfänger
 Générateur sinusoïdal — Sinusgenerator

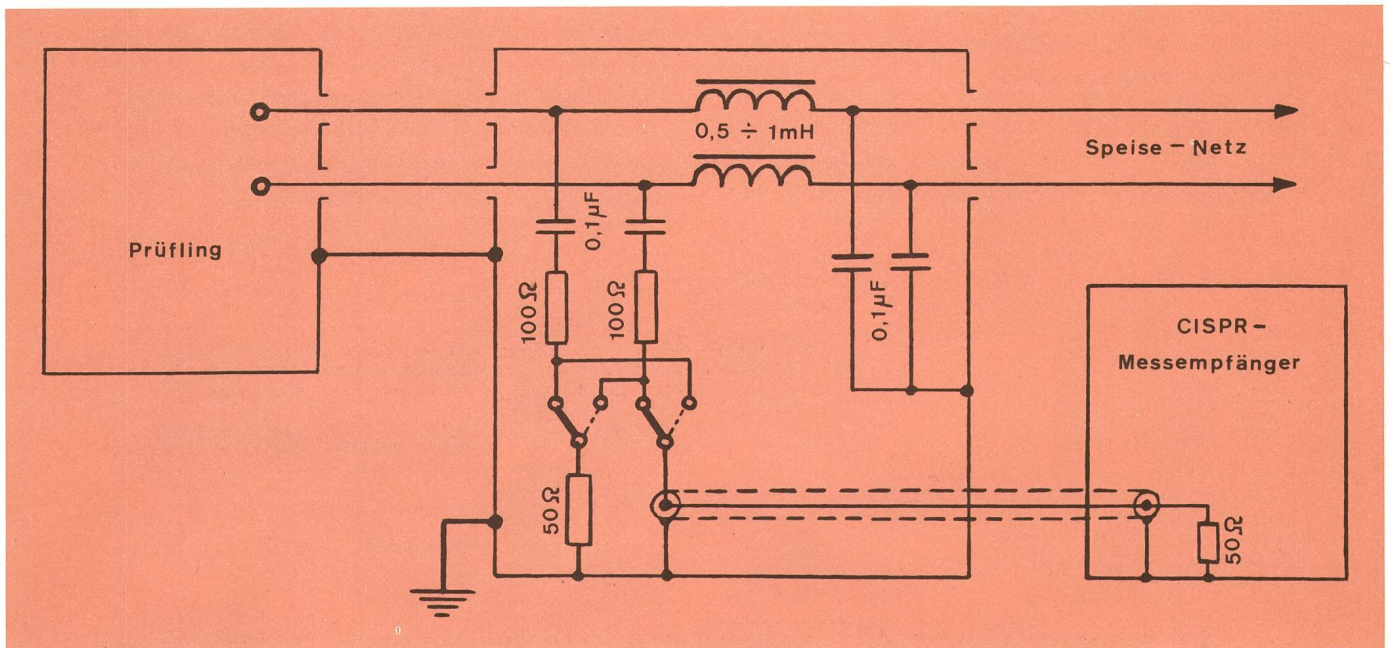


Fig. 2
 Netznachbildung in V-Schaltung, 150 Ω, 0,15...30 MHz

413 Grenzwerte, die für Dauerstörungen allgemein gültig sind

Für die mit einem Motor ausgerüsteten Haushaltsgeräte und für die Mehrzahl der übrigen Geräte und Apparate werden folgende Grenzwerte angewendet:

a) Im Frequenzbereich 150 kHz...30 MHz erlaubte Klemmenstörspannung

Messfrequenzen
 0,15...0,5 MHz
 0,5...5,0 MHz
 5,0...30 MHz

Grenzwerte
 66 dB μ V oder 2 mV
 60 dB μ V oder 1 mV
 66 dB μ V oder 2 mV

Für den Frequenzbereich 10...150 kHz hat das CISPR noch keine Grenzwerte festgelegt, doch wird in der Bundesrepublik Deutschland ein provisorischer Grenzwert (90...70 dB μ V, fallend) angewandt.

b) Im Frequenzbereich 30...1000 MHz erlaubte Störleistung

Zwischen 30 und 300 MHz nimmt der Grenzwert in Abhängigkeit von der Frequenz linear zu, und zwar von 45 auf 55 dB (pW). Zwischen 300 und 1000 MHz wurde der Grenzwert vorläufig bei 55 dB (pW) festgelegt, doch wird dieser Frequenzbereich im allgemeinen nicht kontrolliert.

414 Spezifische Messmethoden und Grenzwerte

Abweichungen von den im vorangehenden Abschnitt erwähnten allgemeinen Grenzwerten wurden bei gewissen Kategorien von Apparaten veranlasst; die Messmethoden hat man ebenfalls den Bedürfnissen angepasst. Diese Fälle sind in der Verordnung ausführlich behandelt, weshalb hier nur auf das Wesentliche eingegangen wird.

4141 Handwerkzeuge

Die Grenzwerte sind um 4 dB heraufgesetzt worden, für Motorleistungen zwischen 700 und 1000 W und um 10 dB für solche zwischen 1000 und 2000 W.

4142 Steuer- und Reglereinrichtungen mit Halbleitern bis 16 A

An den Lastanschlussklemmen wird ein um 14 dB höherer Störpegel erlaubt (Messung mit einer Sonde von 1500 Ω).

4143 Vorschaltgeräte und Leuchten für Fluoreszenzlampen

Im Falle der mit *Fluoreszenzlampen zwischen 20 und 80 W* ausgerüsteten Leuchten wird die *Dämpfung der Leuchte* gemessen, das heisst die Eigenschaft des Vor-

schaltgerätes (und der allfällig vorhandenen Entstörungselemente), Störungen zu dämpfen, die von der Lampe erzeugt werden. Die geforderte minimale Dämpfung von 28 dB bei 160 kHz nimmt in Abhängigkeit von der Frequenz bis 20 dB bei 1400 kHz ab (Publikation Nr. 15 des CISPR). Die *schweizerische Praxis* ermöglicht es, die für die Lampen von 20...80 W bestimmten *Vorschaltgeräte gesondert zu messen*. Sie werden zugelassen, wenn sie bei 150...1600 kHz eine an einer typischen Leuchte gemessene Dämpfung von wenigstens 30 dB aufweisen. Ein solcher Dämpfungswert kann nur mit *symmetrischen* Vorschaltgeräten (mit zwei Wicklungen, bei denen die Lampe in der Mitte eingefügt wird) erzielt werden. Die so ausgerüsteten Leuchten werden nicht nochmals kontrolliert, da angenommen wird, dass die Grenzwerte eingehalten sind.

Im Falle der Vorschaltgeräte und Leuchten, die für andere Fluoreszenzlampen als die von 20 bis 80 W oder für andere Gasentladungslampen vorgesehen sind, wird die Störspannung an den Leuchtenklemmen gemessen. Dasselbe gilt für U-förmige oder kreisförmige Fluoreszenzlampen.

4144 Zündsysteme für Verbrennungsmotoren

Laut Publikation Nr. 12 des CISPR sollte die Störstrahlung der Zündsysteme von Verbrennungsmotoren (zum Beispiel Strassenfahrzeuge, Baumaschinen, Rasenmäher usw.) im Frequenzbereich 40...250 MHz mit Hilfe einer in 10 m Entfernung aufgestellten Antenne gemessen werden.

Eine solche vollständige Kontrolle könnte bei der Typenprüfung eines Fahrzeugs verlangt werden. In der Schweiz wird im allgemeinen eine *vereinfachte Kontrolle* zugelassen, die nur bei der Frequenz von 90 MHz durchgeführt wird. Sie besteht in einem Vergleich des vom zu prüfenden Fahrzeug erzeugten Störfeldes mit jenem eines auf den zulässigen Grenzwert eingestellten

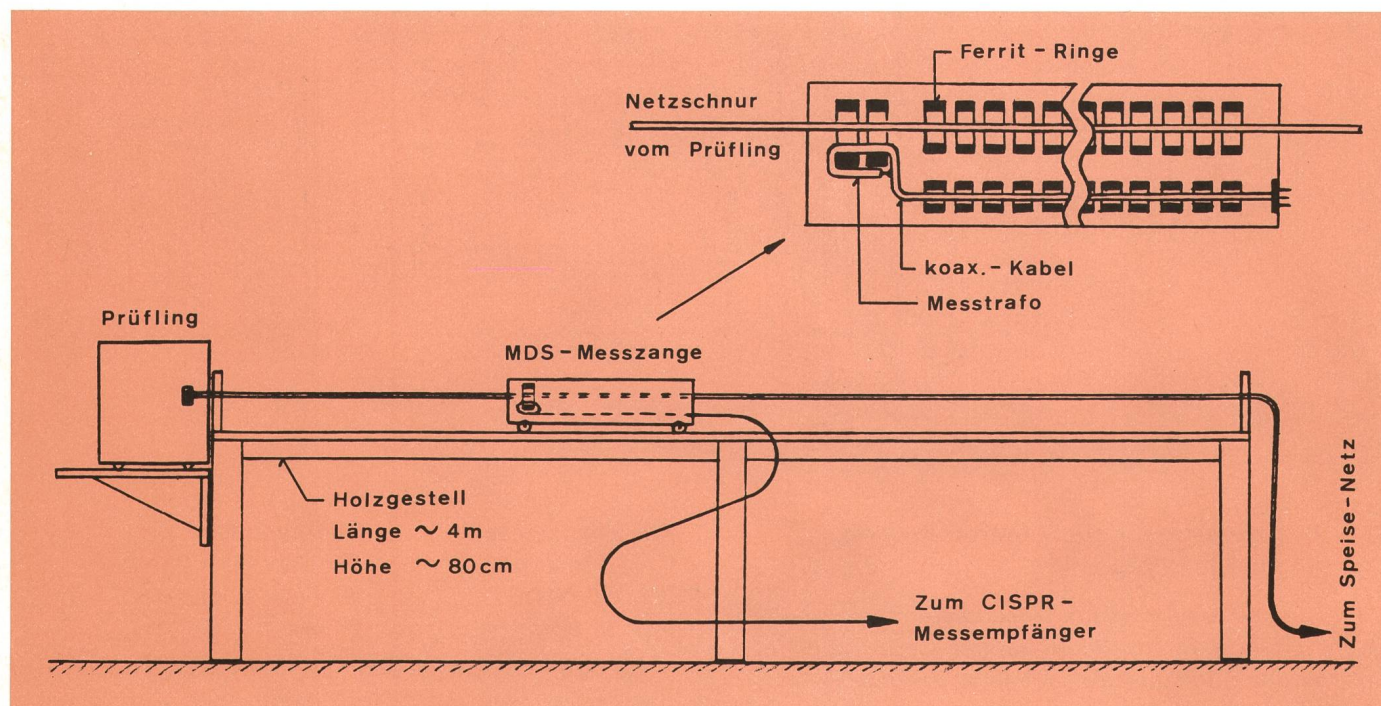


Fig. 3
Messplatz mit der MDS-Zange 30...1000 MHz

Impulssenders. In zahlreichen Fällen wird man sich darauf beschränken müssen, das Vorhandensein der Entstörungselemente festzustellen (vergleiche dazu die Verordnung über den Bau und die Ausrüstung der Strassenfahrzeuge vom 27. August 1969).

4145 Radio- und Fernsehempfänger

Was die Klemmenstörspannungen am Netzanschluss betrifft, ist die Messung der symmetrischen und der asymmetrischen Komponenten zwischen 150 und 1600 kHz vorgeschrieben. Für die Fernsehgeräte wurden die Grenzwerte herabgesetzt, um die durch die Oberwellen der Abtastsysteme hervorgerufenen lästigen Interferenzeffekte einzuschränken. Die vom Lokaloszillator an den Antennenklemmen verursachte Störspannung sowie die -strahlung (Grundwelle und Oberwellen) sollten bis 1000 MHz gemessen werden. Da die vom CISPR empfohlenen Messmethoden doch recht kompliziert sind, wird man in der Schweiz eine einfachere Methode benützen.

4146 Hochfrequenzgeräte und -anlagen für industrielle, wissenschaftliche und medizinische Zwecke (ISM)

Die Internationale Fernmeldeunion (UIT) hat den ISM-Geräten folgende Frequenzbereiche zugewiesen:

- 13,560 MHz \pm 0,05 %
- 27,120 MHz \pm 0,6 %
- 40,680 MHz \pm 0,05 %
- 433,920 MHz \pm 0,2 %
- 2450 MHz \pm 50 MHz
- 5800 MHz \pm 75 MHz
- 24 125 MHz \pm 125 MHz

Diese Frequenzen können ohne Beschränkung der Abstrahlung und der Klemmenstörspannungen benützt werden, unter der einzigen Bedingung, dass die Frequenzdrift eingehalten wird.

Die Störstrahlung ausserhalb der zugewiesenen Frequenzbereiche (Oberwellen und Nebenwellen) muss zwischen 150 kHz und 1000 MHz auf einem Versuchsgelände gemessen werden. Die Grenzwerte und die entsprechenden Messabstände sind frequenzbezogen in *Tabelle II* angegeben. Ein Grenzwert für die zwischen 1 und 18 GHz abgestrahlte Störleistung wurde ebenfalls erlassen, wobei die Messung durch Substitution vorgenommen wird. Entsprechend der Praxis des Comité européen de normalisation électrotechnique (CENELEC) wurden die ISM-Geräte in eine *Klasse A* und eine *Klasse B* aufgeteilt. Die für den Betrieb in Wohngebieten vorgesehenen Apparate der Klasse B müssen für die Störstrahlung der Oberwellen strengere Grenzwerte als jene der Klasse A einhalten (Industriegeräte). In der Schweiz können die Geräte der Klasse B frei vertrieben werden, falls sie das Sicherheitszeichen des SEV tragen. Dies gilt grundsätzlich auch für die Geräte der Klasse A, auch wenn bekannt ist, dass sie vor allem in Wohngebieten Störungen verursachen können. Tritt ein solcher Fall auf, behält sich die Generaldirektion der PTT-Betriebe das Recht vor, zu vermitteln und im Einvernehmen mit den beteiligten Parteien die erforderlichen Massnahmen zu veranlassen.

Tabelle II. Grenzwerte der Störstrahlung für den Frequenzbereich 0,15...1000 MHz, mit Ausnahme der reservierten Frequenzbereiche

Frequenzbereich MHz	Klasse A		Klasse B	
	30 m	100 m	10 m	30 m
	dB (μ V/m)	dB (μ V/m)	dB (V μ /m)	dB (V μ /m)
0,150...0,285	—	34	—	34
0,285...0,490	—	48	—	34
0,490...1,605	—	34	—	34
1,605...3,950	—	48	—	34
3,950...30	—	34	—	34
30...470	30 ¹	—	34 ¹	—
	54 ²	—	34 ²	—
470...1000	40 ¹	—	46 ¹	—
	54 ²	—	46 ²	—

Messungen auf einem Prüfgelände gemäss CISPR-Publikation 11.

¹ In den Fernsehbandern I (47...68 MHz), III (174...230 MHz), IV—V (470...960 MHz) und im UKW-Band (87,5...104 MHz)

² Ausserhalb der Fernsehbander und des UKW-Bandes

Die ISM-Geräte können zwei Arten von Störungen hervorrufen:

- *Störungen durch das nicht begrenzte Feld der Grundwelle.* Die Fernseh- und Radioeinrichtungen, HiFi-Verstärker, Tonbandgeräte und die übrigen elektronischen Vorrichtungen können durch die Wirkung der auf den Anlagekabeln induzierten Ströme gestört werden. Die Gemeinschaftsantennenanlagen können ausserdem durch in die Antenne induzierte Spannung beeinflusst werden, was beispielsweise zur Sättigung der Verstärker, zu Intermodulation, usw. führen kann.
- *Störungen durch die Oberwellen.* Im allgemeinen werden diese Störungen durch die unmittelbare Einwirkung der Abstrahlung auf die Empfangsantennen von Fernsehgeräten, Radioapparaten oder anderen Funkgeräten hervorgerufen. Im Gegensatz zum vorerwähnten Fall treten diese Störfrequenzen in den Empfangsbändern auf.

Es ist oft sehr schwierig und manchmal geradezu unmöglich, den hier erwähnten Störungen ohne beträchtliche Aufwendungen technisch beizukommen, wie mit dem Bau eines Faradaykäfigs. Aus diesem Grunde ist es am zweckmässigsten, auf gütlichem Weg einen Kompromiss unter den Parteien herbeizuführen.

42 Diskontinuierliche Störungen oder Knackstörungen

Alles, was im vorangehenden Kapitel dargelegt wurde, bezieht sich auf die Dauerstörungen, deren Länge nicht begrenzt ist. Eine andere Art Störungen sind die diskontinuierlichen Störungen oder Knackstörungen, deren Dauer grundsätzlich geringer oder gleich 200 ms ist.

421 Art und Merkmale der Knackstörungen

Im allgemeinen werden diese Störungen durch transiente Vorgänge verursacht. Sie entstehen bei der Unterbrechung oder Erstellung eines Stromes in einem Stromkreis mit einem Kontakt. Sie können als einzelne Impulse oder als mehr oder weniger dichte Impulsgruppen auftreten und zeichnen sich durch ein *sehr breites*

Störspektrum aus. Knackstörungen können durch folgende Apparate und Geräte hervorgerufen werden:

- mit einem Thermostaten versehene Apparate (Kochherd, Kühlschrank, Bügeleisen usw.)
- programmierte Maschinen (Waschmaschine usw.)
- Anlassschalter (Nähmaschine usw.)
- Relaissteuerungsvorrichtungen (Aufzug, Heizung usw.),

um nur die in Wohnhäusern installierten Apparate zu nennen.

Eine diskontinuierliche Störung wird als eine Knackstörung angesehen, wenn folgende drei Voraussetzungen gegeben sind:

- die Störung darf nicht länger als 200 ms dauern
- zwei aufeinanderfolgende Störungen müssen wenigstens 200 ms auseinanderliegen
- innerhalb eines Intervalls von zwei Sekunden dürfen nicht mehr als zwei Störungen auftreten

Sind diese Voraussetzungen nicht gegeben, wird die Störung als Dauerstörung betrachtet, und es gelangen die entsprechenden Grenzwerte zur Anwendung.

422 Ermittlung des zulässigen Grenzwertes

Für die Knackstörungen werden höhere Grenzwerte erlaubt als für die Dauerstörungen, wobei diese Erhöhung um so grösser ist, je seltener die Störungen auftreten. Um den Grenzwert L_q zu ermitteln, geht man von der Knackrate N aus, die der Anzahl der je Minute gezählten Knackstörungen (Mittelwert) entspricht. Eine Knackstörung wird gezählt, wenn ihr Pegel den Grenzwert der Dauerstörungen überschreitet.

L_q wird wie folgt gerechnet:

$$L_q = L + 20 \log \frac{30}{N}$$

wobei L der Grenzwert für die Dauerstörungen ist.

Ein Prüfling erfüllt die verlangten Anforderungen, wenn weniger als ein Viertel der gezählten Knackstörungen den Grenzwert L_q übersteigen.

Besondere Bedingungen

- Für $N \geq 30$ ist $L_q = L$ (Knackstörungen, die 2 s oder weniger auseinanderliegen).
- Für $N < 0,2$ ist $L_q = L + 44$ (Knackstörungen, die mehr als 5 min auseinanderliegen).
- Anlagen und Apparate, bei denen die Dauer der einzelnen Knackstörungen *unter 10 ms* liegt und der Abstand dieser Knackstörungen wenigstens *12 s* beträgt ($N \leq 5$), werden *ungeachtet der Amplitude der Knackstörungen zugelassen*. Dies sollte die Hersteller dazu ermuntern, für diese Art von Anlagen und Apparaten nur *schnell arbeitende Kontakte* zu verwenden, so dass keine Entstörung nötig ist.
- Für bestimmte Apparate (vergleiche Abschnitt 34, Seite 16 der Verordnung) geht man zur Bestimmung von N von der Zahl der Schaltvorgänge aus, was die Messungen vereinfacht.

423 Messmethode

Laut CISPR müsste man, um einen Prüfling vollständig zu kontrollieren, die Knackrate (N) bei drei Frequenzen bestimmen und anschliessend den Störpegel bei sieben zwischen 160 kHz und 220 MHz liegenden Frequenzen messen, was insgesamt 10 Messserien ergäbe. Die für jede Messserie vorgeschriebene Mindestprüfdauer entspricht der erforderlichen Zeit, um 40 Knackstörungen festzustellen, oder — im Falle programmierter Maschinen — der Zeit, die das vollständige Programm in Anspruch nimmt. Dies bedeutet, dass eine solche Prüfung aufwendig ist und grosse Aufmerksamkeit verlangt. Um die Arbeit zu erleichtern, hat das CISPR einen automatischen Knackstörungsanalysator entwickelt, der an den Messempfänger angeschlossen wird. Dieser Analysator erfasst die Knackstörungen, die einen bestimmten Pegel überschreiten, und prüft, ob die für die Dauer und den Abstand der Knackstörungen festgelegten Bedingungen eingehalten sind.

Die Knackstörungen geben zu recht vielen Beschwerden Anlass. Sie betragen 11 % aller bei den PTT eingehenden Störungsklagen. Solchen Störungen unterliegt vor allem der Empfang des AM- und FM-Rundfunks, aber auch das Fernsehen, die Tonwiedergabeanlagen und die digitalen Übertragungssysteme werden betroffen. Die Entstörungsdienste der PTT haben festgestellt, dass die Thermostate und Kontakte gewisser Marken sich sehr schnell abnutzen, was zur Folge hat, dass die Abschaltzeit sich progressiv verlängert. Aus diesem Grunde wird den Herstellern nahegelegt, Kontakte zu verwenden, die sich bewährt haben und ein schnelles Abschalten erlauben.

5 Grenzwerte für einzeln hergestellte elektrische Anlagen und Apparate (Anhang 4 zur Verordnung, Seiten 25 bis 32)

Die Störleistung dieser einzeln hergestellten Anlagen und Apparate wird grundsätzlich nur dann kontrolliert, wenn diesbezüglich Beschwerden vorliegen, wobei die entsprechenden Messungen durch die PTT vorgenommen werden.

51 Anlagen mit Motoren über 2 kW Leistung und Beleuchtungsanlagen

In diesen Fällen wird in der Regel der Störpegel an den Klemmen der gesamten Anlage ermittelt. Die Entstörung wird nach Möglichkeit gesamthaft vollzogen.

52 Gemeinschaftsantennenanlagen

Bei den Gemeinschaftsantennenanlagen wird der Störpegel an den Netzanschlussklemmen der verschiedenen Anlagebaugruppen gemessen. Für die Störstrahlung hat man einen Grenzwert festgelegt. Da die Abstrahlung auf eine mangelhafte Hochfrequenzabschirmung der einzelnen Baugruppen (wie Verstärker, Verteiler, Kabel, Anschlussdosen usw.) zurückzuführen ist, gibt ihre Messung zugleich Aufschluss über die Einstrahlungsfestigkeit der Anlage gegenüber äusseren Störungen. In den über 47 MHz liegenden Frequenzbereichen des Hörfunks und Fernsehens wird die an jeder Stelle der Anlage abgestrahlte maximale Leistung mit

einer Substitutionsmethode gemessen. Wenn Fernsehprogramme auf Sonderkanälen übertragen werden, misst man das durch die Anlage abgestrahlte Feld auf den benachbarten Strassen; es geht dabei um den Schutz der mobilen Dienste. Man benützt hierzu eine von den PTT entwickelte besondere Registriervorrichtung.

53 Elektrische Traktionsmittel und Hochspannungsleitungen

In diesen Fällen wird im allgemeinen die Störfeldstärke in einer Entfernung von 20 m von den Leitungen mit Hilfe eines Feldstärkemessgerätes mit Rahmenantenne gemessen.

54 Sekundärmodulation

Die Sekundärmodulation ist eine von den Impedanzschwankungen der Heizkörper hervorgerufene Brummodulation des Nutzsignals.

Die Störungen durch Sekundärmodulation werden hauptsächlich von aus Kanthal gefertigten Heizkörpern verursacht. Sie treten im Mittelwellenbereich auf, vorwiegend dort, wo der Starkstrom über oberirdische Leitungen verteilt wird und hohe HF-Nutz-Feldstärken vorhanden sind.

55 Hochfrequenzgeräte und -anlagen für industrielle, wissenschaftliche und medizinische Zwecke (ISM), die einer Einzelprüfung unterzogen werden

Es handelt sich hier im allgemeinen um grosse Geräte und Anlagen, die nur am Einsatzort geprüft werden können. Die zugewiesenen freien Frequenzen und die geforderten Grenzwerte der Störspannungen und der -strahlung sind praktisch gleich wie für die serienmässig hergestellten Apparate der Klasse A, wobei für die Messungen die ganze Fabrik als störende Anlage betrachtet wird. Die Messdistanzen von 30 m beziehungsweise 100 m werden von der Grenze des Fabrikareals aus gemessen. Es wurden auch Grenzwerte für die Störstrahlung in einer Entfernung von 300 m vom ISM-Gerät festgelegt. Die Störspannungen werden, wie dies *Figur 4* zeigt, an den Netzklemmen der Fabrik und der benachbarten Wohnhäuser gemessen. Wenn die Fabrik über eine Hochspannungsleitung versorgt wird, müssen auch die Störfeldstärken in einem Abstand von 30 m davon die Grenzwerte einhalten.

Es sei schliesslich noch festzuhalten, dass die ISM-Anlagen, deren aufgenommene Leistung 10 kVA übersteigt und deren Arbeitsfrequenzen ausserhalb der zugewiesenen ISM-Frequenzbereiche liegen, den PTT-Betrieben gemeldet werden müssen, bevor mit ihrem Bau begonnen wird. Die Arbeitsfrequenzen und die Grenzwerte der Störstrahlung werden dann von Fall zu Fall festgelegt.

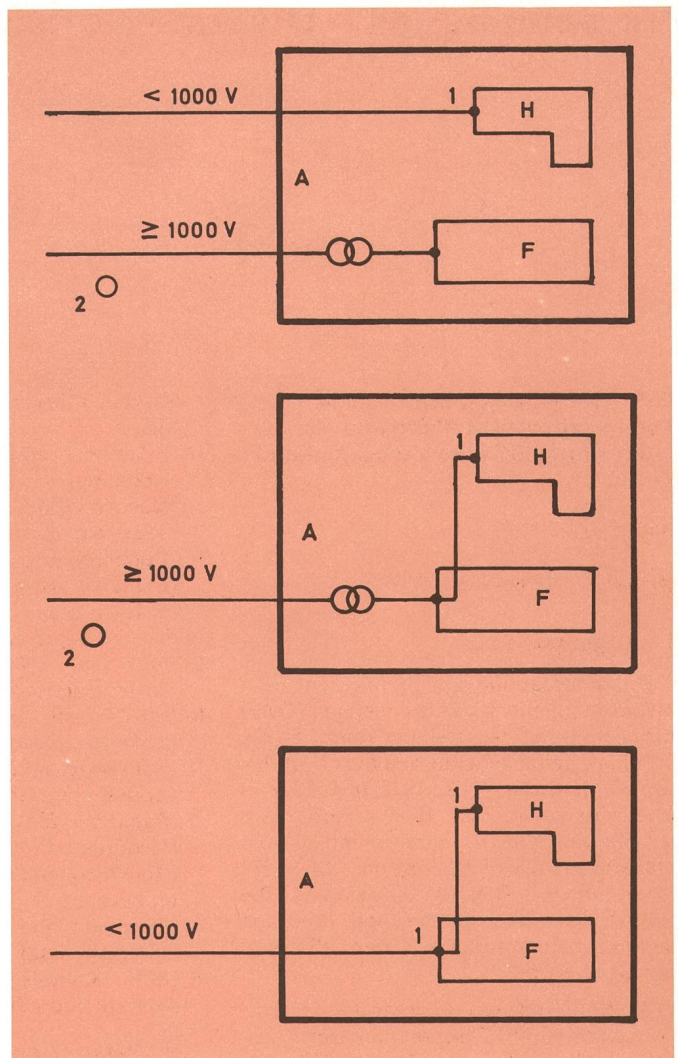


Fig. 4
Fabrikareal mit ISM-Gerät. Anordnung der Messpunkte für die Kontrolle der auf dem Speisernetz geleiteten Störungen
A Fabrikareal
F Fabrik mit HF-Generator
H Wohngebäude auf fabrikeigenem Areal
1 Messpunkt für Störspannungen
2 Messpunkt für Störfeldstärken

6 Schlussbemerkung

Man kann nun den Eindruck haben, dass die Stör-schutzverordnung sehr kompliziert ist.

Es war leider nicht möglich, eine einzige Messmethode und einen allgemeinen Grenzwert zu definieren, die immer Gültigkeit gehabt hätten, beispielsweise sowohl für eine Lokomotive als auch für ein Bügeleisen!

Die Tatsache, dass fast jedes elektrische Gerät auf irgendeine Weise elektromagnetische Störungen verursachen kann, die verschiedener Natur sind und sich auf verschiedene Arten ausbreiten, hat das CISPR gezwungen, für jede Kategorie von Apparaten spezifische Messmethoden zu entwickeln.

Was die Grenzwerte betrifft, kann man sie zu tief oder zu hoch finden, je nachdem, ob man andere stört oder selber gestört ist. Wie schon eingangs ausgeführt, musste ein vernünftiger Kompromiss gefunden werden. Es scheint uns, dass dieser mit etwas gutem Willen und Verständnis von jeder Seite akzeptiert werden kann.