

Elektromagnetische Verträglichkeit von Meß-, Steuer- und  
Regeleinrichtungen in der industriellen Prozeßtechnik  
Störfestigkeit gegen elektromagnetische Felder, Anforderungen und Meßverfahren  
Identisch mit IEC 801-3 Ausgabe 1984

**DIN**  
**VDE 0843**  
Teil 3

Diese Norm enthält die deutsche Übersetzung der Internationalen Norm **IEC 801-3**

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 for industrial-process measurement and control equipment;  
Radiated electromagnetic field requirements;  
Identical with IEC 801-3 edition 1984

Compatibilité électromagnétique pour les matériels de mesure et de commande dans les processus industriels;  
Prescriptions relatives aux champs de rayonnements électromagnétiques;  
Identique à CEI 801-3 édition 1984

Die Internationale Norm IEC 801-3, 1. Ausgabe, 1984, „Electromagnetic compatibility for industrial-process measurement and control equipment; Part 3: Radiated electromagnetic field requirements“ ist unverändert in diese Deutsche Norm übernommen und vom Europäischen Komitee für elektrotechnische Normung (CENELEC) zum Harmonisierungsdokument 481.3 erklärt worden.

### Beginn der Gültigkeit

Diese Norm (VDE-Bestimmung) gilt ab 1. Februar 1988.

Entwurf war veröffentlicht als DIN IEC 65(CO)28/09.83, siehe Nationales Vorwort.

### Nationales Vorwort

Das CENELEC-Harmonisierungsdokument 481.3 ist die Publikation IEC 801-3 der International Electrotechnical Commission (IEC). IEC 801-3 wurde vom Technical Committee 65 „Industrial-process measurement and control“ erarbeitet und von dem Arbeitskreis „Elektromagnetische Verträglichkeit“ im zuständigen deutschen Unterkomitee 911.5 „Betriebsbedingungen“ übersetzt.

Das Schriftstück IEC 65(CO)28 sollte ursprünglich als Teil 5 der Reihe IEC 654 veröffentlicht werden. Dieser Zusammenhang konnte jedoch nicht aufrecht erhalten werden, so daß hierfür die Reihe IEC 801 vorgesehen wurde.

Damit die Übersetzung dem Originaltext entspricht, müssen die in den Abschnitten 4.11 und 4.12 angegebenen Definitionen beibehalten werden. Zusätzlich sind im Nationalen Anhang B die jetzt gültigen neuen Definitionen für das Fernfeld, das Nahfeld und das elektromagnetische Feld aufgeführt. Widersprüche im technischen Inhalt zwischen Anhang B und den Abschnitten 4.11 und 4.12 bestehen nicht.

Fortsetzung Seite 2 bis 19

Deutsche Elektrotechnische Kommission im DIN und VDE (DKE)

## Deutsche Übersetzung

### Elektromagnetische Verträglichkeit von Meß-, Steuer- und Regeleinrichtungen in der industriellen Prozeßtechnik Teil 3: Störfestigkeit gegen elektromagnetische Felder, Anforderungen und Meßverfahren

#### Inhalt

|                                           | Seite |                                                                                              | Seite |
|-------------------------------------------|-------|----------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| <b>1 Anwendungsbereich</b> .....          | 2     | <b>9 Durchführung der Messungen</b> .....                                                    | 6     |
| <b>2 Zweck</b> .....                      | 2     | 9.1 Messung im geschirmten Raum .....                                                        | 6     |
| <b>3 Allgemeines</b> .....                | 3     | 9.2 Messung im offenen Wellenleiter .....                                                    | 7     |
| <b>4 Begriffe</b> .....                   | 3     | 9.3 Auswertung der Meßergebnisse .....                                                       | 7     |
| <b>5 Schärfegrade</b> .....               | 4     | <b>Bilder</b> .....                                                                          | 8     |
| <b>6 Auswahl der Meßverfahren</b> .....   | 4     | <b>Anhang A: Feldstärke und Strahlungsdichte von<br/>Antennen bei freier Abstrahlung</b> ... | 14    |
| <b>7 Meßeinrichtungen</b> .....           | 5     | <b>Nationaler Anhang B</b> .....                                                             | 19    |
| <b>8 Meßanordnung</b> .....               | 5     | <b>Zitierte Normen und andere Unterlagen</b> .....                                           | 19    |
| 8.1 Messung im geschirmten Raum .....     | 6     |                                                                                              |       |
| 8.2 Messung im offenen Wellenleiter ..... | 6     |                                                                                              |       |

#### Vorwort

- 1) Die offiziellen Beschlüsse oder Vereinbarungen der IEC über technische Fragen, die in Technischen Komitees von Vertretern aller an dem behandelten Thema besonders interessierten nationalen Komitees erarbeitet werden, bringen das höchstmögliche Maß internationaler Übereinstimmung für das behandelte Sachgebiet zum Ausdruck.
- 2) Sie stellen Empfehlungen zur internationalen Anwendung dar und sind als solche von den nationalen Komitees angenommen.
- 3) Um die internationale Vereinheitlichung zu fördern, wünscht die IEC, daß alle nationalen Komitees den Text der IEC-Empfehlungen soweit in ihre nationalen Regeln übernehmen, wie es die Gegebenheiten im jeweiligen Land gestatten. Jede Abweichung zwischen der jeweiligen IEC-Empfehlung und der entsprechenden nationalen Regel sollte in dieser, soweit möglich, deutlich gekennzeichnet sein.

#### Einleitung

Die Internationale Norm wurde vom Technischen Komitee 65 „Messen, Steuern und Regeln in der industriellen Prozeßtechnik“ erarbeitet.

Sie bildet den Teil 3 der Publikation IEC 801.

Die Internationale Norm basiert auf den folgenden Schriftstücken:

| Sechsmonatsregel | Bericht über die Abstimmung |
|------------------|-----------------------------|
| 65(CO)28         | 65(CO)31                    |

Weitere Informationen finden sich in dem in der obengenannten Tabelle genannten Bericht über die Abstimmung.

## 1 Anwendungsbereich

Diese Norm gilt zur Sicherstellung der Störfestigkeit von Meß-, Steuer- und Regeleinrichtungen in der industriellen Prozeßtechnik<sup>1)</sup> gegen elektromagnetische Felder. Die erforderlichen Meßverfahren und die entsprechenden Prüfschärfegrade werden angegeben.

## 2 Zweck

Diese Norm soll eine allgemeine Beurteilungsgrundlage für Einrichtungen der Prozeßtechnik geben, wenn diese Einrichtungen elektromagnetischen Feldern ausgesetzt

sind, wie sie von tragbaren Sprechfunkgeräten (Walkie-Talkies) oder entsprechenden Einrichtungen ausgesendet werden können. Die Aussendung soll den Charakter einer Dauerbeeinflussung haben.

Anmerkung: In der Norm werden Meßverfahren festgelegt, um die Wirkung elektromagnetischer Felder auf die betrachteten Einrichtungen zu erfassen. Die Nachbildung und Messung elektromagnetischer Strahlung ist im allgemeinen nicht so exakt möglich, wie es für die quantitative Analyse der Wirkung in den Prüflingen wünschenswert wäre. Die hier festgelegten Meßverfahren sind vielmehr darauf ausgerichtet, in verschiedenen Prüfeinrichtungen reproduzierbare Ergebnisse zu erhalten, um eine qualitativ möglichst gute Analyse der Wirkungen zu ermöglichen. Diese Unterschiede müssen bei der Durchführung der Prüfungen beachtet werden.

<sup>1)</sup> Nationale Fußnote: Für „Meß-, Steuer- und Regeleinrichtungen in der industriellen Prozeßtechnik“ wird im weiteren Verlauf der Norm nur noch „Meß-, Steuer- und Regeleinrichtungen“ verwendet.

### 3 Allgemeines

Die meisten elektronischen Einrichtungen werden in irgendeiner Art und Weise durch elektromagnetische Felder einstrahlung beeinflusst. Diese elektromagnetischen Felder werden häufig durch kleine Sprechfunkgeräte hervorgerufen, die vom Bedienungspersonal, Wartungspersonal und Sicherheitspersonal benutzt werden. Das Sicherstellen der Störfestigkeit von Einrichtungen der Prozeßtechnik gegen die elektromagnetische Strahlung von Sprechfunkgeräten ist das Hauptziel dieser Norm.

Darüber hinaus sind jedoch noch andere Quellen elektromagnetischer Strahlung zu beachten. Zum Beispiel: Feste Funk-Sendestationen, Fernsehsender, Sendeempfänger in Fahrzeugen und verschiedene andere industrielle elektromagnetische Störquellen.

Zusätzlich zu der Dauereinwirkung elektromagnetischer Felder von lizenzierten Funkdiensten sind die Störaussendungen anderer Einrichtungen wie z.B. Schweißgeräten, Thyristorsteuerungen, Leuchtstofflampen und Schalter, die induktive Lasten abschalten, usw. zu beachten. Es liegt in der Natur dieser Störquellen, daß sie sich überwiegend als leitungsgeführte Beeinflussungen in den Störsebenen bemerkbar machen. Meßverfahren zur Beurteilung der leitungsgeführten Störfestigkeit werden in anderen Abschnitten dieser Norm aufgeführt. Abhilfemaßnahmen zur Verminderung der Beeinflussbarkeit durch Funksender sind gleichermaßen auch gegen die zuletzt genannten Störquellen wirksam.

Die elektromagnetische Umgebung wird durch die Stärke des elektromagnetischen Feldes (Feldstärke in Volt je Meter) festgelegt. Im allgemeinen werden die Prüflinge aus leitfähigem Material hergestellt. Das hat zur Folge, daß die Oberfläche des Prüflings elektromagnetische Felder reflektieren kann und die Gleichmäßigkeit des elektromagnetischen Feldes in der unmittelbaren Nähe des Prüflings verzerrt wird. Aus diesen Gründen kann man die am Prüfling herrschende Feldstärke weder mit Hilfe der klassischen Gleichungen leicht berechnen noch ist sie, auch unter Verwendung komplizierter Prüfeinrichtungen, ausreichend genau meßbar.

## 4 Begriffe

### 4.1 Antenne

Ein Wandler, der entweder Hochfrequenzenergie in den freien Raum abstrahlt oder elektromagnetische Wellen aus einer Strahlungsquelle in ein elektrisches, leitungsgeführtes Signal umwandelt.

### 4.2 Breitbandaussendung

Signal, dessen Verlauf der spektralen Amplitudendichte so ausreichend gleichmäßig ist, so daß beim Verstärken eines Meßempfängers über mehrere Impulsbandbreiten sich sein Ausgangssignal nicht merklich verändert.

### 4.3 Leitungsgeführte Aussendung

Beabsichtigte oder unbeabsichtigte elektromagnetische Aussendung, die sich entlang eines Leiters ausbreitet. Handelt es sich dabei um eine unerwünschte Aussendung, so wird sie als leitungsgeführte Störaussendung bezeichnet.

### 4.4 Dauerschwingung (C.W.)

Folge von Einzelschwingungen, die im eingeschwungenen Zustand untereinander identisch sind, jedoch unterbrochen oder moduliert werden können, um Informationen zu übertragen.

### 4.5 Funktionsminderung

Beeinträchtigung der Funktion einer Einrichtung, die zwar nicht vernachlässigbar ist, aber als zulässig akzeptiert wird.

### 4.6 Dipol

Eine Antenne, die aus einem langgestreckten Leiter besteht (üblicherweise nicht länger als eine halbe Wellenlänge) und in der Mitte mit dem Anschluß für das Antennenkabel versehen ist.

### 4.7 Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV)

Fähigkeit einer elektrischen Einrichtung, in ihrer elektromagnetischen Umgebung zufriedenstellend zu funktionieren und dabei diese Umgebung, zu der auch andere Einrichtungen gehören, nicht unzulässig zu beeinflussen.

### 4.8 Elektromagnetische Beeinflussung (EMB)

Einwirkung elektromagnetischer Größen auf Stromkreise, Geräte, Systeme oder Lebewesen.

### 4.9 Elektromagnetische Welle

Abgestrahlte Energie, erzeugt durch die Schwingung elektrischer Ladungen, beschrieben durch die Schwingung im elektrischen und magnetischen Feld.

### 4.10 Aussendung

Von einer Quelle durch Strahlung oder leitungsgeführt abgegebene elektromagnetische Energie.

### 4.11 Fernfeld<sup>2)</sup>

Derjenige Entfernungsbereich, in dem die Strahlungsdichte der Antenne umgekehrt proportional zum Quadrat der Entfernung abnimmt. Für den Halbwellendipol entspricht das Entfernungen, die größer sind als  $\lambda/2\pi$ , wobei  $\lambda$  die Wellenlänge der betrachteten Strahlungsfrequenz ist.

### 4.12 Feldstärke

Der Ausdruck „Feldstärke“ soll nur verwendet werden, wenn es sich um Messungen im Fernfeld handelt. Dabei ist es zulässig, entweder die magnetische Feldkomponente oder die elektrische Feldkomponente oder die Leistungsdichte zu messen, die dann entsprechend in V/m, A/m oder W/m<sup>2</sup> ausgedrückt werden. Jede dieser Größen kann in die andere umgerechnet werden.

Anmerkung: Für Messungen, die im Nahfeld vorgenommen werden, soll der Ausdruck „elektrische Feldstärke“ oder „magnetische Feldstärke“ verwendet werden, je nachdem, ob die resultierende elektrische oder magnetische Feldstärke gemessen wurde.

Im Nahfeldbereich können keine eindeutigen Beziehungen zwischen der elektrischen Feldstärke, der magnetischen Feldstärke und der Entfernung angegeben werden; deshalb ist es schwierig vorherzusagen, welche Abhängigkeiten bei einem speziellen Aufbau auftreten werden. Ebenso ist es nicht möglich, die Zeit- und Entfernungsabhängigkeit für die Phasenbeziehungen der einzelnen Komponenten des komplexen Feldes anzugeben. Deshalb kann auch die Leistungsflußdichte des Feldes im Nahbereich nicht eindeutig bestimmt werden.

<sup>2)</sup> Nationale Fußnote: Siehe Nationales Vorwort

**4.13 Frequenzband**

Ein kontinuierlicher Frequenzbereich, der sich zwischen zwei Bereichsgrenzen erstreckt.

**4.14 Eingepprägtes Feld**

Vorherrschendes elektrisches oder magnetisches Feld in einer Entfernung zur Strahlungsquelle  $d < \lambda/2\pi$ , wobei  $\lambda$  die Wellenlänge der Strahlungsfrequenz ist.

**4.15 Punktförmige (isotrope) Strahlungsquelle**

Strahlungsquelle, die nach allen Richtungen exakt gleiche Feldgrößen abgibt.

**4.16 Monopol**

Eine Antenne, die aus einem Antennenstab besteht (üblicherweise nicht länger als  $1/4$  Wellenlänge), der senkrecht über einer Platte montiert ist, die als Gegengewicht wirkt. Zwischen Antennenstab und Gegengewicht (Platte) wird die Antennenleitung angeschlossen. Das Gebilde Antennenstab zusammen mit Gegengewicht (Platte) wirkt wie ein Dipol.

**4.17 Polarisation**

Ein Begriff, mit dem die Richtung des elektrischen Feldvektors im Strahlungsfeld beschrieben wird.

**4.18 Gestrahlte Aussendung**

Anteile des eingepprägten und abgestrahlten Feldes im Raum.

**4.19 Strahlung**

Die Ausbreitung eines Signals oder einer Beeinflussung von der Quelle über andere Wege als über Leitungen.

**4.20 Hochfrequenz-Umwelt**

Die Summe aller Einwirkungen von Hochfrequenzstrahlungen, verursacht durch lizenzierte Sender an einem beliebigen Ort. Sie wird in der Einheit der Feldstärke angegeben und kann sich ändern, je nach Frequenzband, Aufstellungsort und Zeit.

**4.21 Hochfrequenzbeeinflussung (RFI)**

Dieser Begriff wurde verschiedentlich auch anstelle von elektromagnetischen Beeinflussungen verwendet. Elektromagnetische Beeinflussung (EMB) ist eine spätere Festlegung, die eigentlich das gesamte elektromagnetische Spektrum einschließt, während unter dem Begriff „Hochfrequenzbeeinflussungen“ vorwiegend der Frequenzbereich zwischen 10 kHz und 10 GHz verstanden wurde.

**4.22 Geschirmte Kabine**

Raum, der üblicherweise von einem folienartigen Metallschirm umgeben ist mit dem Zweck, die innere elektromagnetische Umwelt von der elektromagnetischen Umwelt außen um den geschirmten Raum herum zu trennen.

Der Raum dient dem Zweck, Einwirkungen aus dem elektromagnetischen Feld von außen auf die Eigenschaften der Geräte in der geschirmten Zelle und umgekehrt Aussendungen der Geräte auf außerhalb des Schirmraumes aufgebaute Einrichtungen zu verhindern.

**4.23 Streifenleitung**

Offener Wellenleiter mit dem Zweck, zwischen den Leitern ein elektromagnetisches Feld für Prüfungen zu erzeugen.

**4.24 Störaussendung**

Unerwünschte elektromagnetische Aussendung einer elektrischen oder elektronischen Einrichtung.

**4.25 Empfindlichkeit**

Unerwünschte Reaktion einer elektrischen oder elektronischen Einrichtung, verursacht durch die Einwirkung elektromagnetischer Energie.

**4.26 Wobbelvorgang**

Gleichmäßige Frequenzänderung innerhalb eines bestimmten Frequenzbereiches.

**4.27 Sendeempfänger**

Zusammenbau eines Funk-Senders und eines Funk-Empfängers in einem gemeinsamen Gehäuse.

**5 Schärfegrade**

Frequenzband: 27 bis 500 MHz

| Schärfegrad | Prüffeldstärken<br>V/m   |
|-------------|--------------------------|
| 1           | 1                        |
| 2           | 3                        |
| 3           | 10                       |
| x           | nach freier Vereinbarung |

Anmerkung: x ist eine freie Klasse.

**6 Auswahl der Meßverfahren**

Die in dieser Norm aufgeführten Meßverfahren werden üblicherweise bei der Prüfung der Störfestigkeit gegen elektromagnetische Felder angewendet. Damit internationale und nationale Vorschriften zur Verhinderung von Funkstörungen eingehalten, aber die hohen Feldstärken erzeugt werden können, dürfen diese Prüfungen nur in geschirmten Räumen ausgeführt werden. Außerdem können die Geräte, die zur Datenerfassung am Prüfling erforderlich sind, gegen die elektromagnetischen Felder, die bei der Prüfung erzeugt werden müssen, empfindlich sein, so daß die geschirmte Meßkabine die notwendige Barriere zwischen dem Prüfling und der Prüfeinrichtung darstellt. Beim Durchführen der Verbindungskabel in die geschirmte Kabine muß dafür gesorgt werden, daß sowohl das gestrahlte Beeinflussungssignal sowie auch die leitungsgeführten Anteile entsprechend gedämpft werden, ohne daß dadurch die Signale und die Stromversorgung für den Prüfling beeinträchtigt werden.

**6.1 Geschirmte Kabinen**

Die Anwendung geschirmter Räume hat schon immer zu erheblichen Meinungsverschiedenheiten bei der Entwicklung von Beeinflussungsvorschriften geführt. Insbesondere wurde das Auftreten stehender Wellen und den damit verbundenen möglichen Meßfehlern eingehend diskutiert. Durch Vergleich der verfügbaren Alternativlösungen (Anwendung reflexionsarmer Meßräume, TEM-Zellen, Kamern mit Modenverwirbelung, Freifeldanordnungen, offener Wellenleiter) ist man immer wieder auf den Einsatz einer geschirmten Meßzelle zurückgekommen, weil es das wirtschaftlichste und am meisten verbreitete Verfahren ist, Anstrahlungsmessungen durchzuführen.

Da bei elektronischen Geräten die meisten Beeinflussungserscheinungen breitbandiger Art sind, wird in vielen Fällen eine qualitative Analyse ausreichend sein. Wenn in einem elektronischen Gerät durch Feldanstrahlung z.B. bei 150 MHz eine Fehlfunktion auftritt, wird diese Einrichtung sicher auch bei 145 MHz oder 155 MHz oder etwa im Bereich um 150 MHz gleiche Reaktionen zeigen, selbst wenn die Prüfung in einem anderen geschirmten Raum erfolgt. Bei Einrichtungen mit Schmalbandcharakter (z.B. ein interner Taktoszillator mit niedrigem Pegel) können Nullstellen im Beeinflussungsfeld am Aufbauort des Prüflings und bei der Frequenz des Taktoszillators eine scheinbare Unempfindlichkeit vortäuschen. Am Aufbauort des Prüflings können Resonanzspitzen und Nullstellen in der Feldstärke dadurch ausgeglichen werden, daß man in seiner Nähe einen oder mehrere Feldstärkesensoren aufbaut, um mit Hilfe dieser Sensoren die Feldstärke immer wieder auf die geforderten Pegel nachstellen zu können. Die Wirkung stehender Wellen kann durch günstige geometrische Anordnung des Prüflings und der Strahlungsantennen in der Meßkabine, durch Entfernen nicht erforderlicher Gegenstände aus der Kabine und durch teilweise Abschirmung mit hochfrequenzdämpfendem Material vermindert werden.

Schließlich müssen in die qualitative Auswertung und Beurteilung der endgültigen Daten die zusätzlichen Aussagen aus der tatsächlichen elektromagnetischen Umgebung am Einsatzort zur Unterstützung eingefügt werden. Beispielsweise hat eine nach Vorschrift unzulässige Empfindlichkeit bei 75 MHz keine Konsequenzen, wenn die Beeinflussungsfrequenzen aus dem Funkbetrieb im tatsächlichen Einsatzfall bei 450 MHz zu erwarten sind.

## 6.2 Reflexionsarme Meßkabinen

In reflexionsarmen Meßkabinen haben die Hochfrequenzdämpfungsmaterialien unterhalb 100 MHz nur wenig Wirkung. Damit in solchen Meßkabinen ausreichende Dämpfungswerte bei 100 MHz erreicht werden können, müssen die Absorber etwa 2 Meter Bauhöhe haben. Oberhalb 100 MHz werden durch den Einsatz von Hochfrequenzabsorbern in den Meßkabinen die Meßfehler durch Reflexionen erheblich reduziert. Diese Art von Meßkabinen mit den eingebauten Hochfrequenzabsorbern wird zur Zeit bei den EMV-Prüfstellen bevorzugt verwendet.

## 6.3 Offener Wellenleiter

Das gleichmäßige elektromagnetische Feld, das sich zwischen den als Platten ausgebildeten Leitern eines offenen Wellenleiters aufbaut, ist eine angestrebte Voraussetzung für die Störfestigkeitsprüfungen. Der offene Wellenleiter, wie er in den MIL STD 461 und 462 beschrieben ist, ist in seiner Anwendung auf bestimmte Größen der Prüfobjekte begrenzt. Die Höhe zwischen den Leitern des offenen Wellenleiters beträgt 50 cm, somit ist die Objekthöhe auf 25 cm begrenzt. Die höchste Betriebsfrequenz beträgt 35 MHz.

Ein anderer Aufbau (nach Groenveld und de Jong) mit den Abmessungen 80 cm × 80 cm × 80 cm ist nach einem Bericht der ERA Technology (Bericht Nr.: 80-135) in England bis 500 MHz einsetzbar.

Die vorliegende Norm behandelt nur einen solchen Wellenleiter mit den zuletzt beschriebenen Maßen.

Natürlich kann auch diese Einrichtung nur für kleine Objekte verwendet werden (die Maße des Prüflings sollten höchstens  $\frac{1}{3}$  der Abmessungen des Wellenleiters betragen).

Werden diese Maße überschritten, muß man mit erheblichen Feldverzerrungen im Prüfraum rechnen.

Ähnliche Probleme entstehen, wenn große Anlagen in kleine, geschirmte und reflexionsarme Meßkabinen eingebracht werden.

Anmerkung 1: Zusätzlich zu den hier im Abschnitt 6 beschriebenen Prüfverfahren sind noch andere Verfahren üblich. Beispiele für diese Verfahren sind im Anhang A aufgeführt.

Anmerkung 2: Feldstärkemessungen – Es ist üblich, mit Hilfe einer Empfangsantenne die Feldstärke am späteren Aufstellungsort des Prüflings zu messen und dann anstelle dieser Empfangsantenne den Prüfling aufzubauen. Der erforderliche Zeitaufwand für diese als Substitutionsverfahren bekannte Methode macht sie unhandlich und teuer. Ihre gewissen Vorteile werden sofort fraglich, insbesondere wenn man berücksichtigt, daß das Ersetzen der Empfangsantenne durch den Prüfling Verzerrungen des ursprünglichen Feldes zur Folge hat. Ständige Überwachung und Messung der vorhandenen Feldstärke und Nachstellen der Leistungspegel auf die geforderten Feldstärkewerte werden aus diesem Grund empfohlen.

## 7 Meßeinrichtungen

Folgende Meßeinrichtungen werden empfohlen:

- 1) Geschirmte oder reflexionsarme Meßkabine – in einer Größe, um die in Bild 1 angegebenen Abstände realisieren zu können.
- 2) Offener Wellenleiter (27 bis 500 MHz).
- 3) Ein Signalgenerator oder mehrere Signalgeneratoren, die den vorgesehenen Frequenzbereich mit einer automatischen Wobbeleinrichtung überstreichen können. Die Wobbelgeschwindigkeit soll 0,005 Oktave/s ( $1,5 \times 10^{-3}$  Dekaden/s) oder weniger betragen.
- 4) Leistungsverstärker, um das Beeinflussungssignal auf den für die Antenne erforderlichen Speisepegel anzuheben, falls dies nicht vom Signalgenerator direkt möglich ist.
- 5) Antennen als Strahlungsquelle
  - a) bikonische Antenne, Frequenzbereich 27 bis 200 MHz
  - b) konisch-logarithmische Spiralantenne, Frequenzbereich 200 bis 500 MHz
  - c) oder irgendeine andere Antenne, die entsprechend ausreichende Feldstärken erzeugen kann.
- 6) Feldstärkesensoren
  - a) isotrope Empfindlichkeit
- 7) Ansteuer- und Hilfsgeräte, um den Prüfling betriebsmäßig betreiben zu können und die Reaktion des Prüflings auswerten und beurteilen zu können.

Anmerkung: Die Verwendung anderer Verfahren zum Überwachen und Darstellen der Feldstärken sollen nicht ausgeschlossen sein. Sie sind zulässig, wenn damit die gestellten Anforderungen nachgewiesen werden können.

## 8 Meßanordnung

Das in dieser Norm festgelegte Meßverfahren geht davon aus, daß ein elektromagnetisches Feld erzeugt wird, in

dem der Prüfling aufgebaut ist und gleichzeitig seine Funktionsfähigkeit beobachtet werden kann. Um die tatsächlichen Feldverhältnisse mit den verhältnismäßig hohen Feldstärkepegeln nachbilden zu können, wird den Strahlungsantennen erhebliche Speiseleistung zugeführt werden müssen. Um die örtlichen Auflagen erfüllen zu können und biologische Schäden beim Bedienungspersonal zu verhüten, ist es empfehlenswert, diese Messungen nur in geschirmten Meßkabinen oder in reflexionsarmen und geschirmten Meßkabinen auszuführen.

Die Verwendung einer lediglich geschirmten Meßkabine wird jedoch Schwierigkeiten in der Darstellung des geforderten elektromagnetischen Feldes mit sich bringen, wegen der Reflexion der abgestrahlten Energie von den Wänden der schirmenden Meßkabine. Aufgrund dieser Reflexion werden in der Meßkabine Resonanzen, Feldstärkeerhöhungen und Nullstellen auftreten. Um Unsicherheiten über die tatsächliche Höhe der Feldstärke in der Umgebung des Prüflings auszuschließen, wird man einen oder mehrere Feldstärke Sensoren einsetzen müssen. Die Größe der schirmenden Meßkabine soll im vernünftigen Verhältnis zur Größe der geprüften Einrichtung stehen, um die Feldstärken entsprechend einstellen zu können.

Alle Meßeinrichtungen und Hilfsgeräte müssen soweit als möglich im betriebsmäßigen Aufbau eingesetzt werden. Die Verkabelung muß nach den Herstellerempfehlungen erfolgen. Anzeigende Meßgeräte müssen mit allen Abdeckungen und Hauben versehen sein, es sei denn, daß etwas anderes festgelegt wurde.

Wenn eine Einrichtung dafür vorgesehen ist, in einem Gestell oder in einem Schrank eingesetzt zu werden, muß sie in einem solchen Aufbau geprüft werden.

Wenn für die Verkabelung vom und zum Prüfling keine Festlegung getroffen wurde, müssen ungeschirmte verseilte Paare verwendet werden. Diese Leitungen müssen auf einer Länge von einem Meter (vom Anschluß am Prüfling gerechnet) der Feldeinwirkung ausgesetzt sein. Nach dieser Länge (1 m) müssen die Leitungen über Funkentstörfilter und weiter, geschirmt zu den Meß- und Ansteuerungen außerhalb der Kabine geführt werden.

Die dem Feld ausgesetzte Leitungslänge (1 m Länge) ist so zu führen, daß sie möglichst gut eine Gestellverdrahtung nachbildet. Hierzu muß sie zunächst seitlich vom Prüfling weg verlaufen und dann nach oben oder unten geführt werden, je nachdem, wie es für den Meßaufbau am zweckmäßigsten ist. Die horizontale/vertikale Führung der Anschlußleitungen unterstützt das Nachbilden ungünstiger Verhältnisse.

### 8.1 Messung im geschirmten Raum (siehe Bild 1)

Der Prüfling muß auf einem Holztisch in der Mitte der Meßkabine aufgebaut werden. Handelt es sich dabei um Gestelle, so werden diese direkt auf dem Fußboden aufgestellt. Eine isolierende Zwischenlage zwischen den Gestellen und dem Fußboden muß die leitende Verbindung zum Boden der Meßkabine verhindern.

Die Beeinflussungsantenne wird in etwa 1 m Abstand zur Vorderseite der Prüflinge aufgebaut.

Eine besondere Masseplatte als Bezugspotential ist nicht erforderlich. Maßnahmen und Hilfskonstruktionen zur mechanischen Unterstützung des Prüflings müssen aus nicht leitenden Materialien hergestellt werden. Die Erdung oder Verbindung des Gehäuses oder Chassis des Prüflings mit

der Bezugsmasse müssen nach den Angaben des Herstellers erfolgen.

### 8.2 Messung im offenen Wellenleiter (siehe Bilder 2, 3, 4 und 5)

Kleine Geräte (25 cm × 25 cm × 25 cm) dürfen in einem offenen Wellenleiter geprüft werden. Der Prüfling wird in der Mitte des würfelförmigen Prüfraumes des offenen Wellenleiters auf einem isolierenden Unterbau aufgebaut. Der Prüfling ist nacheinander in den drei Raumachsen zu prüfen.

Der gesamte Meßaufbau muß so gut als möglich dem praktischen Einsatzfall entsprechen. Die Verdrahtung und Verkabelung soll den Anforderungen des Herstellers entsprechen.

Zur ausreichenden Entkopplung der Signal- und Stromversorgungsleitungen zum Prüfling müssen Filter am Oberteil des Wellenleiters eingebaut werden (siehe Bild 4). Außerdem muß mit Hilfe dieser Filter eine unzulässige Beeinflussung der außerhalb des Wellenleiters angeschlossenen Hilfs- und Überwachungsgeräte verhindert werden. (Der Einsatz von Ferritringen zur Dämpfung hochfrequenter Signale auf diesen Leitungen wird empfohlen.)

## 9 Durchführung der Messungen

Die Messungen setzen die Anwendung einer bikonischen Antenne oder einer logarithmisch-konischen Spiralantenne oder den Einsatz des offenen Wellenleiters voraus.

Anmerkung: Andere Verfahren zur Darstellung des Beeinflussungsfeldes dürfen angewendet werden, wenn nachgewiesen ist, daß sie hierzu geeignet sind.

### 9.1 Messung im geschirmten Raum

Der Prüfling wird im geschirmten Raum in der Mitte auf einem Holztisch aufgebaut. Entsprechend der Aufbauanweisungen werden dann die Signal- und die Stromversorgungsleitungen angeschlossen.

Die bikonische und die logarithmisch-konische Spiralantenne muß in 1 m Entfernung vom Prüfling so aufgebaut werden, daß der gesamte Frequenzbereich von 27 MHz bis 500 MHz durchgemessen werden kann, ohne daß die mechanische Position der Antennen bei der Übergangsfrequenz von 200 MHz verändert werden muß. Mit Hilfe von Feldstärke Sensoren auf dem Prüfling oder unmittelbar neben dem Prüfling muß die erforderliche Feldstärke überwacht werden. Die Feldstärke Sensoren müssen abgesetzte anzeigende Meßgeräte außerhalb der Meßzelle haben, um beim Einspeisen auf die entsprechende Meßantenne den erzeugten Feldstärkepegel beobachten zu können.

Üblicherweise wird bei der Prüfung mit der Antenne die empfindlichste Seite des Prüflings angestrahlt. Dadurch, daß die bikonische Antenne ein linearpolarisiertes Feld erzeugt, muß mit dieser Antenne in zwei Polarisationsrichtungen geprüft werden, nämlich einmal mit vertikaler und danach mit horizontaler Polarisation der Antenne.

Aufgrund des zirkular polarisierten Feldes der logarithmisch-konischen Spiralantenne ist eine Änderung der Stellung der Antennen aus Polarisationsgründen nicht notwendig.