

EMV – Gesetze, Regeln, Normen

R. Gehrke, Berlin

Die konkrete Bedeutung des Begriffs EMV ist vielen noch relativ unklar. Welche Gesetze, Regeln und Normen gibt es und wie groß sind die darin geforderten Grenzwerte? Antworten darauf enthält dieser Beitrag. In einem Folgebeitrag werden mögliche Störquellen und ihre Wirkung genannt und die Beeinflussungsmechanismen aufgezeigt.

1 Notwendigkeit der EMV

1.1 Vielfältige Ursachen

Die Anzahl der elektrischen Anlagen und Geräte hat sich im letzten Jahrhundert stetig erhöht. Sie sind jetzt in allen Lebensbereichen vorhanden und aus diesen nicht mehr wegzudenken. Diese Anlagen und Geräte werden je nach dem Einsatzgebiet mit sehr unterschiedlichen Parametern betrieben. So kann die Spannung mehrere kV oder nur einige mV betragen. Es treten Ströme im kA- oder mA-Bereich auf und die Betriebsfrequenz kann 0 Hz oder einige GHz sein.

Mit der Anzahl der Geräte wurden die Abstände zu benachbarten Geräten immer geringer und zusätzlich wurden die Anlagen und Geräte selbst oft immer empfindlicher. Ein Beispiel hierfür ist die Sekundärtechnik in Kraft- und Umspannwerken, in denen die bisherigen robusten aber großräumigen Melde- und Steuereinrichtungen durch platzsparende energiearme elektronische Bauteile ersetzt wurden. In der Steuerungs- und Messtechnik wird mit immer kleineren Strom- und Spannungspegeln gearbeitet.

1.2 Erste Störungen

Zunächst traten Störungen nur in der Nachrichten-, Rundfunk- und Fernsehtechnik (z. B. schlechte Bild- und Tonqualität) auf. Diese Störungen erfolgen in der Regel durch „fremde“ elektrotechnische Anlagen oder durch Gewittererscheinungen. Mit der Dichte der elektrischen und elektronischen Einrichtungen in anderen Bereichen nahm auch die Wahrscheinlichkeit einer Beeinflussung zu. Durch den möglichen Ausfall einer elektronischen Steuerung könnte es zu einem teuren Produktionsverlust oder zum Versagen von Sicherheitsanlagen kommen. Die Entwickler und Konstrukteure sind natürlich darauf bedacht, dass solche Fälle durch geeignete Gegenmaßnahmen verhindert werden, was oft zu zusätzlichen Kosten führt.

Autor

Prof. Dr.-Ing. Renate Gehrke unterrichtet an der Berliner FHTW im Fachbereich Ingenieurwissenschaften.

1.3 Gesetzgeberische Maßnahmen

Im Mai 1989 haben die Mitglieder der Europäischen Union zur Sicherstellung der EMV eine Richtlinie erlassen, die im November 1992 in Form des EMV-Gesetzes (EMVG) in Deutschland in nationales Recht umgesetzt wurde [1]. Im EMVG wird sinngemäß die elektromagnetische Verträglichkeit definiert, indem es dort heißt: „Dieses Gesetz gilt für Geräte, die elektrotechnische Störungen verursachen können oder deren Betrieb durch diese Störungen beeinträchtigt werden kann. [2]“

2 Zusammenhänge

Die EMV [engl.: electromagnetic compatibility (EMC)] hat zwei Seiten:

1. Die elektrischen oder elektronischen Geräte dürfen andere Geräte elektromagnetisch nicht beeinflussen (EMB), [engl.: electromagnetic interference (EMI)].
2. Die elektrischen und elektronischen Geräte dürfen sich durch andere Geräte nicht stören lassen, d. h. sie müssen eine gewisse elektromagnetische Störfestigkeit

keit (EMS) [engl.: electromagnetic susceptibility or immunity] besitzen.

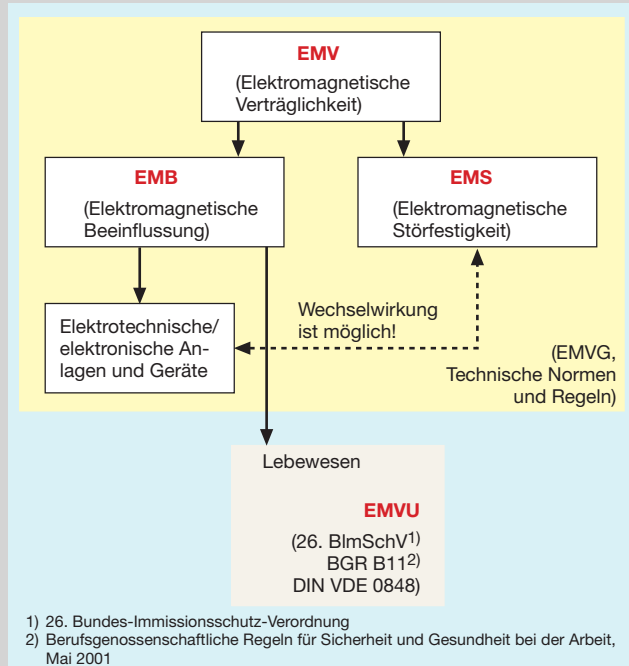
Mit dieser Definition stellt sich die elektromagnetische Verträglichkeit als ein rein technisches Problem dar. Nach DIN VDE 0843 bedeutet EMB jedoch die Einwirkung elektromagnetischer Größen auf Stromkreise, Geräte, Systeme oder Lebewesen [3]. Aus dem letzten Begriff hat sich eine eigenständige Richtung in der EMV entwickelt, die mit elektromagnetischer Verträglichkeit zur Umwelt (EMVU) bezeichnet wird. EMVU bezieht sich auf die Einwirkung der elektromagnetischen Felder auf Flora, Fauna und den Menschen. Eine Bezeichnung, die in Fachkreisen als nicht besonders glücklich getroffen, aber nicht mehr änderbar angesehen wird [3].

EMV- und EMVU-Bereich. Aus Bild 1 ist ersichtlich, dass EMV und EMVU zwei völlig getrennte Bereiche darstellen, in denen unterschiedliche Gesetze und Regeln gelten. Trotzdem gibt es Gemeinsamkeiten in den Verantwortungsbereichen. So sind die Ursachen für die Beeinflussungen auf biologische Systeme stets im technischen Bereich zu suchen. Daher müssen elektrotechnische bzw. elektronische Anlagen und Geräte auch unter Beachtung der zulässigen Grenzwerte im Bereich der EMVU geplant, entwickelt, hergestellt und betrieben werden.

3 Grenzwerte in Gesetzen, Regeln und Normen

Zunächst soll noch einmal daran erinnert werden, dass Grenzwerte, die in Gesetzen genannt werden, für jeden zwingend ver-

1 Übersicht der EMV-Bereiche



bindlich sind. Grenzwerte in Normen oder Regeln haben hingegen nur empfehlenden Charakter und gelten oft nur für ganz spezielle Bereiche. Diese können aber durch Gesetze in den gesetzähnlichen Status erhoben werden. Beispielsweise wird im Gesetz auf eine spezielle DIN-Norm verwiesen, wie z. B. in der 26. BImSchV [4] in § 5 für die Anwendung von Mess- und Berechnungsverfahren direkt auf den Normentwurf der DIN VDE 0848 Teil 1, Ausgabe Mai 1995 verwiesen wird.

Alle für den Bereich EMV zuständigen Gesetze, Regeln und Normen können an dieser Stelle nicht behandelt werden. Es sollen Folgende herausgegriffen werden:

- das Gesetz über die elektromagnetische Verträglichkeit (EMVG) [2]
- die 26. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (26. BImSchV) [4]
- BG-Regeln „Elektromagnetische Felder“ (BGR B11) [5]
- die Normen für Sicherheit in elektromagnetischen Feldern (DIN VDE 0848) [7].

3.1 EMV-Gesetz

Geltungsbereich. Das EMVG [2] stellt das Rahmengesetz für die elektromagnetische

Verträglichkeit dar, in dem der Geltungsbereich und die wesentlichen Begriffe (wie Hersteller, Inverkehrbringen, Gerät, Apparat usw.) sowie die Zuständigkeiten und Ausnahmen definiert werden. Grenzwerte in Form von konkreten Zahlen sind im EMVG nicht enthalten. In der Anlage 1 des Gesetzes sind eine Reihe von Geräten aufgeführt, deren Betrieb durch elektromagnetische Störungen nicht beeinträchtigt werden dürfen. Hierzu zählen beispielsweise private Ton- und Fernsehempfänger, mobile Funkgeräte, medizinische und wissenschaftliche Apparate und Geräte, Haushaltsgeräte und elektronische Unterrichtsgeräte.

Andererseits werden die Hersteller dieser Geräte aufgefordert, ihre Geräte so zu bemessen, dass sie in einem normalen EMV-Umfeld eine angemessene Störfestigkeit aufweisen.

Kennzeichnung von Betriebsmitteln. Geräte, die entsprechend dem EMVG hergestellt sind, erhalten das CE-Kennzeichen verbunden mit einer EG-Konformitätserklärung. Zu beachten ist, dass das CE-Kennzeichen kein EMV-Zeichen ist. Mit dem Anbringen des CE-Kennzeichens erklärt der Hersteller, dass er sein Erzeugnis

in Übereinstimmung mit den Anforderungen aller für das Produkt zutreffenden EG-Richtlinien erstellt hat. Der Hersteller muss sich informieren, von welchen EG-Richtlinien sein Produkt betroffen ist [1]. So bedeutet z. B. ein CE-Kennzeichen auf einem Plüschtier, dass bei der Herstellung die Spielzeugrichtlinie beachtet wurde.

3.2 Immissionsschutz-Verordnung

Geltungsbereich. Die 26. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes [4] ist zum Schutz der Allgemeinheit und der Nachbarschaft vor schädlichen Umwelteinwirkungen und zur Vorsorge gegen schädliche Umwelteinwirkungen durch elektromagnetische Felder herausgegeben worden. Diese Verordnung dient dem Schutz von biologischen Systemen, wobei Wirkungen elektromagnetischer Felder auf elektrisch oder elektronisch betriebene Implantate nicht berücksichtigt werden.

Formal gehört [4] in den Bereich der EMVU. In diesem Beitrag sollen jedoch ausschließlich technische Aspekte der elektromagnetischen Verträglichkeit behandelt werden. Da die in [4] festgelegten Grenzwerte aber von technischen Anlagen



und Geräten nicht überschritten werden dürfen, muss diese Verordnung hier näher betrachtet werden.

In der Verordnung werden die Anlagen nach Hochfrequenz- und Niederfrequenzanlagen unterschieden.

Hochfrequenzanlagen im Sinne der Verordnung sind ortsfeste Sendefunkanlagen mit einer Sendeleistung von 10 Watt EIRP (äquivalente isotrope Strahlungsleistung) oder mehr, die elektromagnetische Felder im Frequenzbereich von 10 MHz bis 300 000 MHz erzeugen.

In Tafel 1 sind die zulässigen Grenzwerte zusammengestellt, welche in Gebäuden oder auf Grundstücken, die zum nicht nur vorübergehenden Aufenthalt von Menschen bestimmt sind, bei höchster betrieblicher Anlagenauslastung und unter Berücksichtigung von Immissionen durch andere ortsfeste Sendefunkanlagen auftreten dürfen.

Niederfrequenzanlagen im Sinne von [4] sind folgende ortsfeste Anlagen zur Umspannung und Fortleitung von Elektrizität:

- a) Freileitungen und Erdkabel mit einer Frequenz von 50 Hz und einer Spannung von 1 kV oder mehr,
- b) Bahnstromfern- und Bahnstromoberleitungen einschließlich der Umspann- und Schaltanlagen mit einer Frequenz von 16 2/3 Hz oder 50 Hz,
- c) Elektromessanlagen einschließlich der Schaltfelder mit einer Frequenz von 50 Hz und einer Spannung von 1 kV und mehr.

Die in Tafel 2 dargestellten Grenzwerte gelten auch hier für den Bereich in Gebäuden oder auf Grundstücken, welche zum nicht nur vorübergehenden Aufenthalt von Menschen bestimmt sind, bei höchster betrieblicher Anlagenauslastung und unter Berücksichtigung von Immissionen durch andere Niederfrequenzanlagen.

Messung. Für den messtechnischen Nachweis im niederfrequenten Bereich bis 100 kHz ist gemäß Normentwurf von DIN VDE 0848 Teil 1, Anhang A ein Mindestabstand von 20 cm zwischen Mittelpunkt des Messwertaufnehmers und Wänden, Absperrungen u. ä. einzuhalten. Die magnetische Flussdichte ist über eine kreisrunde Fläche von 100 cm² zu mitteln.

Es sei noch einmal darauf verwiesen, dass die Grenzwerte in den Tafeln 1 und 2 für einen Aufenthalt von 24 Stunden in den entsprechenden Einwirkungsbereichen gelten. Zulässige Überschreitungen sind direkt [4] zu entnehmen.

Die Grenzwerte in der Verordnung sind wiederholt diskutiert worden. Zum einen, weil im niederfrequenten Bereich nur zwei Frequenzen beachtet wurden, und zum anderen wurde die Höhe der Grenzwerte insgesamt in Frage gestellt. Daraufhin wurde die Strahlenschutzkommission (SSK) vom Bundesumweltministerium gebeten, in Vorbereitung der Novellierung der 26.

Tafel 1 Grenzwerte für Hochfrequenzanlagen nach § 2 der 26. BImSchV

Frequenz (f) in Megahertz (MHz)	Effektivwert der Feldstärke, quadratisch gemittelt über 6-Minuten-Intervalle elektrische Feldstärke (E) in Volt pro Meter (V/m)	magnetische Feldstärke (H) in Ampere pro Meter (A/m)
10 – 400	27,5	0,073
400 – 2000	$1,375 \sqrt{f}$	$0,0037 \sqrt{f}$
2000 – 300 000	61	0,16

Tafel 2 Grenzwerte für Niederfrequenzanlagen nach § 3 der 26. BImSchV

Frequenz (f) in Hertz (Hz)	Effektivwert der elektrischen Feldstärke und magnetischen Flussdichte elektrische Feldstärke (E) in Kilovolt pro Meter (kV/m)	magnetische Flussdichte (B) in Mikrottesla (μT)
50-Hz-Felder	5	100
16 2/3-Hz-Felder	10	300

Tafel 3 Effektivwerte der elektrischen Feldstärke und magnetischen Flussdichte im Expositionsbereich 2

Frequenz (f) in Hertz (Hz)	elektrische Feldstärke (E) in Kilovolt pro Meter (kV/m)	magnetische Flussdichte (B) in Millitesla (mT) ¹⁾
0 – 1	20	21,22
1 – 16,67	20	$21,22/f$
16,67 – 1 000	$333,3/f$	$21,22/f$
1 000 – 29 000	$333,3 \cdot 10^{-3}$	$21,22 \cdot 10^{-3}$

¹⁾ Über Flächenelemente von 100 cm² zu mitteln

BImSchV den aktuellen Stand der wissenschaftlichen Erkenntnisse zu Gesundheitsbeeinträchtigungen durch statische und niederfrequente elektrische und magnetische sowie hochfrequente elektromagnetische Felder auf den Menschen zu prüfen [5]. In den Empfehlungen der Strahlenschutzkommission wurden Grenzwerte für alle Frequenzen bis 300 GHz vorgeschlagen, in denen die in Tafel 1 und 2 aufgeführten Grenzwerte unverändert enthalten sind.

3.3 Berufsgenossenschaftliche Regel

Geltungsbereich. In der BGR B11 [6] werden die Grenzwerte nach Expositionsbereichen unterschieden. Dieser ist zum einen von der Einwirkdauer und zum anderen vom Personenkreis, der sich in diesem Bereich aufhält, abhängig. In Tafel 3 sind die Grenzwerte für den niederfrequenten Bereich im Expositionsbereich 2 zusammengestellt. Der Expositionsbereich 2 umfasst alle Bereiche, in denen eine allgemeine Zugänglichkeit vorgesehen ist und mit einer dauerhaften Einwirkung von elektrischen oder magnetischen Feldern zu rechnen ist. Für 50 Hz ergeben sich ein zulässiger Effektivwert der elektrischen Feldstärke von 6,67 kV/m und ein zulässiger Effektivwert der magnetischen Flussdichte von 424,4 μT. Beide Werte liegen über den Grenzwerten in [4]. Die BGR B11 ist nur für Versicherte im Geltungsbereich der Unfallverhütungsvorschrift anzuwenden. Für Bereiche, in denen Personen einen Zugang haben, die nicht zu den Versicherten dieser BG gehören, sind weiterhin die Grenzwerte in [4] einzuhalten.

3.4 Normen

In den DIN-Vorschriften (DIN VDE 0848) [7] sind die gleichen Werte wie in der zuvor

angeführten berufsgenossenschaftlichen Regel BGR B11 enthalten.

3.5 Fazit

Für die Bewertung von elektrotechnischen und elektronischen Anlagen hinsichtlich der elektromagnetischen Verträglichkeit in öffentlich zugänglichen Bereichen ist die Einhaltung der Grenzwerte der 26. BImSchV (s. Tafel 1 und 2) heranzuziehen.

Literatur

- [1] Kohling, A.: Richtlinien, Gesetze & Normen. KM & Kongress, EMV-Kompandium, 1995.
- [2] Gesetz über die elektromagnetische Verträglichkeit (EMVG) vom 18. September 1998. Bundesgesetzblatt, Teil 1, G5702, Nr. 64, S. 2882 – 2892.
- [3] Habiger, E.: EMV von A bis Z, Begriffe und Abkürzungen aus der EMV und ihre Anwendungsfelder. München: publish-industry Verlag GmbH, 1999.
- [4] 26. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über elektromagnetische Felder – 26. BImSchV) vom 16. Dezember 1996. Bundesgesetzblatt, Teil 1, Nr. 66, S. 1966 – 1968.
- [5] Grenzwerte und Vorsorgemaßnahmen zum Schutz der Bevölkerung vor elektromagnetischen Feldern. Empfehlungen der Strahlenschutzkommission, <http://www.ssk.de>, September 2001.
- [6] BG-Regeln: Elektromagnetische Felder. Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften, Fachausschuss Elektrotechnik, 2001.
- [7] DIN VDE 0848, Teile 1 bis 5: Sicherheit in elektromagnetischen Feldern.

Heft 3/2003



ELEKTRO
PRAKTIKER

**EMV – Beeinflussungs-
mechanismen, Störquellen
und ihre Wirkung**