

## Elektromagnetische Verträglichkeit

Die Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV), engl. electromagnetic compatibility (EMC), behandelt die technischen und rechtlichen Grundlagen der wechselseitigen Beeinflussung elektrischer Geräte durch die von ihnen hervorgerufenen elektromagnetischen Felder in der Elektrotechnik.

### Grundlage

Die Nutzung elektrischer Energie bedeutet, dass die Nutzung der Energie, entweder leitungsgeführt oder feldgebunden (elektrische, magnetische oder elektromagnetische Felder) erfolgt. Zu beachten ist, dass diese leitungsgeführte oder feldgebundene Energie einerseits nicht nur innerhalb des elektrischen Betriebsmittels umgesetzt wird, sondern sich auch außerhalb des Betriebsmittels ausbreiten kann. Äußere Felder können in elektrische Betriebsmittel eindringen und die Funktion des Betriebsmittels beeinflussen. Besonders Betriebsmittel, die der Funkkommunikation dienen, wie z.B. Mobiltelefone oder Radioempfangsgeräte, zeichnen sich durch gewollte Aussendung (Mobiltelefon) oder gewolltes Eindringenlassen (Radioempfangsgeräte, Mobiltelefon) von Feldern aus.

Das Thema Elektromagnetische Verträglichkeit umfasst daher alles, was mit ungewollten als auch gewollten Funktionsstörungen von elektrischen Betriebsmitteln durch z.B. elektrische, magnetische oder elektromagnetische Felder und Vorgänge zusammenhängt.

Wesentliches Instrument zur Vermeidung gegenseitiger Beeinflussungen von elektrischen Einrichtungen sind die EMV-Richtlinien und EMV-Normen.

In der Europäischen EMV-Richtlinie wird Elektromagnetische Verträglichkeit wie folgt definiert:

die Fähigkeit eines Apparates, einer Anlage oder eines Systems, in der elektromagnetischen Umwelt zufriedenstellend zu arbeiten, ohne dabei selbst elektromagnetische Störungen zu verursachen, die für alle in dieser Umwelt vorhandenen Apparate, Anlagen oder Systeme unannehmbar wären.

Daraus abgeleitet werden die grundlegenden Schutzanforderungen, die jedes elektrische Betriebsmittel, das in Verkehr gebracht wird, einhalten muss. Die Schutzanforderungen laufen darauf hinaus, dass einerseits die Aussendungen des Betriebsmittels so gering sein müssen, dass Rundfunkempfänger und andere Betriebsmittel in der Umgebung nicht unzulässig beeinflusst werden, und dass andererseits die zu erwartenden auf das Betriebsmittel einwirkenden Felder seine Funktion nicht beeinträchtigen.

Für Betriebsmittel, die die einschlägigen EMV-Normen einhalten, darf vermutet werden, dass die Schutzanforderungen eingehalten sind. Der VDE bzw. die DKE ist in Deutschland zuständig für die Erstellung und Bearbeitung der Normen. In letzter Zeit werden die Normen zunehmend auf internationaler Ebene angeglichen. Daher spielen auch für Deutschland internationale Normungsorganisationen wie IEC, CENELEC und CISPR eine immer stärkere Rolle.

## Theorie

- Es existiert immer eine Störquelle (engl. source) und eine Störsenke (engl. sink). Hierbei unterscheidet man zwischen natürlichen und technischen Störquellen und Störsenken. Zwischen diesen beiden Elementen gibt es einen Koppelmechanismus. Hier existieren verschiedene elektromagnetische Beeinflussungsmöglichkeiten.
- Galvanische Kopplung (durch gemeinsame Leiter verschiedener Stromkreise, z. B. Ausgleichsströme über Schutzleiter oder Schirm, bei Leiterplatten auch über nicht ausreichend dimensionierte Massebahnen und Stützkondensatoren. Auch Einkopplung über das Versorgungsnetz durch Störquellen in Nachbargebäuden)
- Kapazitive Kopplung (Beeinflussung durch ein elektrisches (E-) Feld, z. B. Überkopplung auf parallel geführte Leiter in einem Kabel oder Kabelkanal oder parallel geführte Leiterbahnen auf einer Leiterplatte. Dieser Effekt tritt hauptsächlich bei Hochfrequenz auf.)
- Induktive Kopplung (Beeinflussung durch ein magnetisches (H-) Feld. Wie oben, jedoch im Niederfrequenzbereich)
- Strahlungsbeeinflussung (E/H-Komponenten im Fernfeld. Leiter in einem nicht ausreichend abgeschirmten Kabel oder Gerät wirken als Antenne und empfangen z. B. Radio- oder Funksignale.)
- Wellenbeeinflussung (Wanderwellen auf elektrisch langen Leitungen.)

## Arten von Störungen

In der EMV-Technik wird generell zwischen "leitungsgebundenen" und "nicht leitungsgebundenen" Störungen unterschieden.

\* Die leitungsgebundenen Störungen werden von der Störquelle direkt über Versorgungs- oder Signalleitungen zur Störsenke übertragen.

Wenn das Radio immer dann knackt, wenn der Kühlschrank abschaltet, dann handelt es sich um eine leitungsgebundene Störung. Der mechanische Schaltkontakt im Thermostat des Kühlschranks ist nicht ausreichend (z.B. über einen VDR oder ein RC-Glied) entstört. Beim Abschalten der induktiven Last des Kompressormotors entsteht am Kontakt ein Abreissfunke, der sich als hochfrequente Störung über die Netzleitung ausbreitet. Das nicht ausreichend gegen diese Störung dimensionierte Netzteil des Radios lässt diese nur mäßig abgeschwächt durch.

\* Die nicht leitungsgebundenen Störungen werden als E/H-Feld, also als elektromagnetische Strahlung auf die Störsenke gekoppelt und dort von einem als Antenne fungierenden Leiter empfangen.

Wenn es im Telefon immer dann knackt, wenn das daneben liegende GSM-Mobiltelefon klingelt, dann handelt es sich um eine nicht leitungsgebundene Störung. Das Handy sendet in diesem Moment Informationen zurück zur Mobilfunk-Basisstation. Diese Strahlung wird zu einem Teil vom Telefon aufgefangen und erzeugt das Knacken. Grund dafür ist eine nicht ausreichend geschirmter Lautsprecher im Telefonhörer in Kombination mit einem nicht ausreichend geschirmten Gehäuse des Telefons, auf die die Störstrahlung eingekoppelt wird und sich von dort aus als leitungsgebundene Störung weiter fortpflanzt. Diese typischen Störgeräusche werden vor allem durch GSM-Mobiltelefone verursacht, da diese niederfrequent, im hörbaren Frequenzbereichen den HF-Träger aufgrund des Zeitmultiplexverfahren im Funkkanal ein- bzw. ausschalten. In elektrodynamischen Lautsprechern kommt durch Induktion zu einer Spannung und in Folge zu Störgeräuschen. Bei Mobiltelefonen welchen nach den neueren Standard UMTS arbeiten, treten diese Störgeräusche in der Nähe von ungeschirmten Lautsprechern nicht auf. Dieses Beispiel zeigt, dass Störungen nicht nur durch Schirmung zu verhindern sind, sondern auch durch entsprechende angepasste Verfahren bei der Störquelle minimiert werden können.

### **Entstehung der Störung**

Eine Störung wird dadurch erzeugt, dass in der Störquelle eine Spannung oder ein Strom variiert (moduliert oder geschaltet) wird. Das daraus resultierende  $\Delta U/\Delta t$  bzw.  $\Delta I/\Delta t$ , also die Spannungs- bzw. Stromänderungs-Geschwindigkeit verursacht die Störung, die sich über die oben geschilderten Koppelmechanismen ausbreitet.

Die EMV-Störquellen können künstlichen oder natürlichen Ursprungs sein. Beispiele sind:

- Elektrisches Feld, absichtlich erzeugt durch Sendeanlagen im Frequenzbereich kHz ( Langwellen) bis größer 30 GHz ( Mikrowellen)
- Blitzeinschläge erzeugen den LEMP (lightning electromagnetic pulse)
- Schaltvorgänge in Niederspannungsnetzen erzeugen energiereiche SURGE Impulse
- Beim Schalten von Leistungselektronik (Schaltnetzteile) entstehen hochfrequente, energiearme BURST Impulse.
- Ein Nuklearer Elektromagnetischer Puls (NEMP) durch eine Atomexplosion.
- elektrostatische Entladungen - ESD (electrostatic discharge)
- Hochfrequente Signale, die bspw. bei Mikroprozessoren oder Frequenzumrichtern entstehen.

## **Sendeanlagen**

Bei Sendeanlagen ist das naturgemäß nicht möglich. Ein Fernsehsender oder ein Mobiltelefon sollen ja gerade mit maximalem Wirkungsgrad senden, also Strahlung produzieren.

Damit diese Strahlung andere Geräte nicht stört, ist das passive EMV-Design genau so wichtig. Das bedeutet:

- Einbau von Oberwellen-Filter (Entstörgliedern)
- Zuleitungen abschirmen
- Kabeleinführungen entstören (Netzfilter, Signalleitungsfilter)
- Gehäuse abschirmen
- Leiterplatten so auslegen, dass keine unbeabsichtigten Antennen entstehen
- Veränderung der Anordnung der betreffenden Elektronikbauteile bzw. des Aufbaus und/oder des Layouts der Leiterplatten, die diese Komponenten tragen. Dies ist oft die beste Maßnahme, da sie die "Wurzel" des Übels, also die elektromagnetischen Kopplungen reduziert, und nicht wie bei einer Schirmung/Filterung nur die Symptome lindern soll. Zu diesem Zweck, also zur Optimierung des Leiterplattenentwurfs gibt es zahlreiche Softwarelösungen.

## **Technische Konsequenzen**

Die elektromagnetischen Wellen können zum Beispiel in Schaltungen Spannungen bzw. Ströme erzeugen. Diese können im einfachsten Fall zu einem Rauschen im Fernseher, im schlimmsten Fall zum Ausfall der Elektronik (Beispiele: Herzschrittmacher, Steuerelektronik von Flugzeugen) führen. So verbieten z.B. Krankenhäuser Mobiltelefone in bestimmten Bereichen; auch in Flugzeugen ist der Betrieb von Mobiltelefonen unter Androhung hoher Strafen untersagt.

## **Auswirkungen auf die Umwelt**

Elektromagnetischen Wellen haben auch Einfluss auf Menschen und die natürliche Umwelt; daher muss auch auf die Elektromagnetische Umweltverträglichkeit (EMVU) geachtet werden.

## **Gesetzliche Bestimmungen**

Die Energieversorgungsunternehmen und der Gesetzgeber schreiben in der EU den Herstellern von Elektrogeräten vor, in Deutschland durch das Gesetz über die elektromagnetische Verträglichkeit, entsprechende "Schutzanforderungen" einzuhalten. Mehr zu diesem Thema unter [CE-Zeichen.de](http://CE-Zeichen.de) mit Informationen zur EMV-Richtlinie, die oft zusammen mit der Niederspannungsrichtlinie angewendet werden muss.

Was im Regelfall vermutet wird, wenn die auf das Gerät anwendbaren harmonisierten europäischen Normen eingehalten werden um allen Kunden und Bürgern einen störungsfreien Betrieb von Elektrogeräten zu gewährleisten und den so genannten Elektrosmog zu verringern. Dies bedeutet meist, EMV-Tests durchzuführen. Während der letzten Jahre wurden außerdem auf europäischer Ebene Versuche unternommen, die Grenzwerte und Rahmenbedingungen anzugleichen, z. B. im Rahmen der EMV-Richtlinie. In Deutschland kümmern sich die Bundesnetzagentur (ehemals Regulierungsbehörde für Telekommunikation und Post), das Bundesamt für Strahlenschutz und die Bundeswehr um die Einhaltung der Schutzanforderungen bzw. der Grenzwerte.

Artikel Elektromagnetische Verträglichkeit. In: Wikipedia, Die freie Enzyklopädie. Bearbeitungsstand: 22. Mai 2006, 06:57 UTC.

URL: [http://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Elektromagnetische\\_Vertr%C3%A4glichkeit&oldid=16962098](http://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Elektromagnetische_Vertr%C3%A4glichkeit&oldid=16962098) (Abgerufen: 22. Mai 2006, 09:11 UTC)