

# 1. Elektromagnetische Verträglichkeit

Elektromagnetische Verträglichkeit (kurz EMV) ist ein Begriff aus der Elektrotechnik. Der VDE definiert sie wie folgt:

*„Elektromagnetische Verträglichkeit ist die Fähigkeit einer elektrischen Einrichtung, in ihrer elektromagnetischen Umgebung zufriedenstellend zu funktionieren, ohne diese Umgebung, zu der auch andere Einrichtungen gehören, unzulässig zu beeinflussen (VDE 0870[1.1])“*

Die EMV-Richtlinie legt für alle elektrischen Geräte Grenzwerte fest. Diese betreffen sowohl die Strahlung, die von dem Gerät ausgeht, als auch die Strahlung, die das Gerät aushält, ohne dass Funktionsstörungen auftreten. Computer müssen hierfür verschiedenen Normen entsprechen. Folgende Normen sind hierfür wichtig:

EN55022

EN55024

EN61000-3-2

EN61000-3-3

## 1.1 Theorie

Es existieren immer eine Störquelle (engl. source) und eine Störsecke (engl. sink). Hierbei handelt es sich meistens um elektrische Einrichtungen (bspw. elektrische Geräte). 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.)

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

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

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

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.

Wenn es im Telefon immer dann knackt, wenn das daneben liegende Handy 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 geschirmte Zuleitung zum Telefon oder ein nicht ausgeichend geschirmtes Gehäuse des Telefons, auf die die Störstrahlung eingekoppelt wird und sich von dort aus als leitungsgebundene Störung weiter fortpflanzt.

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

Erstes Ziel bei der EMV-gerechten Schaltungsauslegung ist es daher

- unnötige Schaltvorgänge zu vermeiden
- nicht vermeidbare Schaltvorgänge so langsam, wie technisch vertretbar auszuführen
- die nicht vermeidbaren Störungen durch entsprechendes Design lokal so eng wie möglich zu begrenzen, also z.B. mechanische Schaltkontakte durch parallel geschaltete RC-Glieder entstören, Gehäuse und Leitungen abschirmen, Kabelabgänge verdrosseln.

Bei Sendeanlagen ist das naturgemäß nicht möglich. Ein Fernsehsender oder ein Handy 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:

- Zuleitungen abschirmen
- Kabeleinführungen entstören (Netzfilter, Signalleitungsfiler)
- Gehäuse abschirmen
- Leiterplatten so auslegen, dass keine unbeabsichtigten Antennen entstehen

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, insbesondere in Flugzeugen ist der Betrieb von Mobiltelefonen verboten. Wenn man es doch tut, sind ziemlich drastische Strafen zu erwarten.

Die Einflüsse auf Seiten der Störquellen kann künstlichen und natürlichen Ursprungs sein. Beispiele wären:

- Störungen durch Blitzeinschläge - der LEMP (lightning electromagnetic pulse)
- elektromagnetische Impulse durch eine Atomexplosion - der NEMP (nuclear electromagnetic pulse)
- elektrostatische Entladungen - ESD (electrostatic discharge)
- hochfrequenten Signale, die bspw. bei Mikroprozessoren oder Frequenzumrichtern entstehen.

## **1.2 Gegenmaßnahmen**

Gegenmaßnahmen könnten zum Beispiel sein:

- Einbau von Filtern (Entstörgliedern)
- Anbringen einer Abschirmung
- 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.

## **1.3 Auswirkungen auf die Umwelt**

Der Einfluss der elektromagnetischen Wellen auf Menschen und die natürliche Umwelt spielt bei der EMV eine zunehmende Rolle, das Fachgebiet hierzu ist die EMV-Umwelt (EMV-U).

Es besteht zum Beispiel der Verdacht, dass elektromagnetische Wellen Veränderungen im Erbgut (DNA) verursachen können. Allerdings ist die Forschung auf diesem Gebiet zum Teil noch am Anfang, so dass hier noch keine endgültigen Aussagen getroffen werden können.

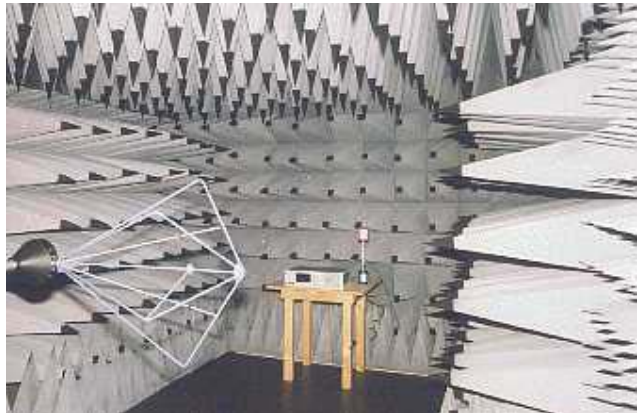
## **1.4 Gesetzliche Bestimmungen**

Die Energieversorgungsunternehmen und der Gesetzgeber schreiben den Herstellern von Elektrogeräten vor, EMV-Tests durchzuführen, um allen Kunden und Bürgern einen störungsfreien Betrieb von Elektrogeräten zu gewährleisten und den so genannten Elektromog zu verringern. Während der letzten Jahre wurden außerdem auf europäischer Ebene Versuche unternommen, die Grenzwerte und Rahmenbedingungen anzugleichen. In Deutschland kümmert sich die Regulierungsbehörde für Telekommunikation und Post um die Einhaltung der Grenzwerte.

## 2. Rechtliche Aspekte beim Inverkehrbringen von PC-Systemen

Grundsätzlich ist festzustellen, dass sowohl nach dem EMVG als auch nach der EMV-Richtlinie der EU jeder, der einen PC hinsichtlich seiner elektromagnetischen Eigenschaften verändert, Hersteller eines Gerätes ist und damit den Vorschriften des EMV-Gesetzes unterliegt.

Die Vorschriften zur Einhaltung der EMV-Schutzanforderungen obliegen auch dem Benutzer, der den PC für seine eigenen Zwecke erweitert. Gemäß § 5 Abs. 5 des EMVG ist es in diesem Fall jedoch nicht erforderlich, das Gerät mit der CE-Kennzeichnung zu versehen und dafür eine EG-Konformitätserklärung auszustellen. Gehen von einem solchen Gerät jedoch Funkstörungen aus, so kann die RegTP im Rahmen der Störungsaufklärung den Weiterbetrieb so lange untersagen, bis das Gerät durch Nachbesserung die EMV-Schutzanforderungen erfüllt. Bei Verstoß gegen die Anordnung greift das Ordnungswidrigkeitenrecht.



**Bild 1 : EMV-Messlabor**

Erfolgt die Erweiterung nicht für den Eigenbetrieb (z. B. bei gewerblicher Tätigkeit) sind die vorgeschriebenen Erleichterungen des §5 Abs. 5 EMVG nicht anwendbar.

Hersteller von Systemen sollten sich bewusst sein, dass das Zusammenfügen von zwei oder mehr Baugruppen mit CE-Kennzeichnung nicht automatisch zu einem System führen muss, das die Anforderungen der einschlägigen Normen erfüllt.

Beispielsweise entspricht eine Kombination aus speicherprogrammierbaren Steuerungen (SPS) und Motorantrieben, die in einer Werkzeugmaschine zusammengefügt werden, möglicherweise nicht mehr den Anforderungen, wohingegen ein ordnungsgemäß verkabeltes HiFi-System, das sich aus einem Verstärker, Tuner, CD-Player und Kassettendeck mit jeweils eigener CE-Kennzeichnung zusammensetzt, sehr wahrscheinlich die Einhaltung der Richtlinie gewährleisten dürfte. Die Verantwortung für jedes System liegt in beiden Fällen jedoch ausschließlich beim Systemhersteller der im Zweifelsfall die EMV-Eigenschaften mess- und prüftechnisch ermitteln muss.

EU-Richtlinien, die bei der Assemblierung von Computern zu beachten sind:

89/336/EWG EMV-Richtlinie  
91/263/EWG TK-Endgeräte richtlinie<sup>1</sup>  
73/23/EWG Niederspannungsrichtlinie

<sup>1</sup> gilt nur für Komponenten, die zum Anschluss an ein öffentliches Telekommunikationsnetz bestimmt sind, z. B. Modem- oder ISDN-Schnittstellenkarten.

## Abkürzungen

- CE: Conformité Européenne (französisch), europäisches Warensiegel
- EG: Europäische Gemeinschaft
- EMV: Elektromagnetische Verträglichkeit
- EMVG: Elektro-magnetische Verträglichkeits-Gesetz
- EN: Europäische Norm
- RegTP: Regulierungsbehörde für Telekommunikation und Post
- VDE: Verband deutscher Elektrotechniker
- VDR: Voltage Dependent Resistor (englisch), spannungsabhängiger Widerstand

## Quellen

- Wikipedia (freie Wissensdatenbank) auf [www.wikipedia.de](http://www.wikipedia.de)
- Das Computerlexikon auf [www.dascomputerlexikon.de](http://www.dascomputerlexikon.de)
- [www.navtronic.com/EMV-Service/PC\\_contra\\_System/pc\\_contra\\_system.html](http://www.navtronic.com/EMV-Service/PC_contra_System/pc_contra_system.html)
- [www.abkuerzungen.de](http://www.abkuerzungen.de)