

EMV - Was ist das eigentlich?

Von Prof. C. Dirks

Ab dem 01.01.1996 muß jedes in den Handel gebrachte elektronische Gerät dem neuen Gesetz zur elektromagnetischen Verträglichkeit (EMV) entsprechen. Ohne das dafür zu vergebende „CE“-Zeichen darf weder ein Blinklicht, bestehend aus vier Elektronikteilen, noch eine komplexe Computeranlage neu in den Handel gebracht werden. Eine große Aufgabe sowohl für die deutsche Elektronikindustrie als auch für die nach Deutschland und Europa exportierenden Länder.

Allgemeines

Eine Vokabel - plötzlich in aller Munde - die „Elektromagnetische Verträglichkeit“ oder kurz EMV. Wenn man das Aufsehen bewertet, das plötzlich darum gemacht wird, könnte man meinen, daß es sich mindestens um eine neue Modeerscheinung handelt. Das hatten viele auch geglaubt, als der Boom mit den Mikroprozessoren los ging: Die „Modeerscheinung“ ist zum festen Bestandteil der gesamten Elektronik geworden. Mit der EMV wird es genauso werden.

Dabei ist die elektromagnetische Verträglichkeit eigentlich gar nicht das Problem, denn wenn wir sie hätten, wären wir unsere Sorgen in diesem Bereich los. Der „Normalzustand“ ist eben gerade das Gegenteil: die elektromagnetische Unverträglichkeit.

Hierunter müssen wir die Eigenschaft aller elektronischen Geräte verstehen, andere elektronische Aufbauten schädlich beeinflussen zu können. Diese Eigenschaft besteht grundsätzlich und immer. Sie kann jedoch in Sonderfällen so schwach ausgeprägt sein, daß sie nicht schädlich auffällt.

Dieser erfreuliche Zustand tritt immer dann auf, wenn die Geräte hinreichend weit voneinander entfernt aufgestellt werden. Ein PC, der in Deutschland betrieben wird, kann einen Fernsehapparat, der in Australien arbeitet, nicht mehr erkennbar beeinflussen. Der gleiche PC, der mit einem Fernsehapparat Wand an Wand in verschiedenen Mietwohnungen des gleichen Hauses betrieben wird, führt zur allabendlichen Krimi-Katastrophe, wenn der Fernseher mit einer Zimmerantenne betrieben wird. Der Fernsehempfang kann in diesem Fall völlig zum Erliegen kommen.

Einer der wesentlichen Gründe für die zunehmend hohe Aktualität der EMV-Problematik ist die wachsende Arbeitsgeschwindigkeit moderner Elektronik. Hierbei ist die Tatsache hervorzuheben, daß EMV-Probleme nicht proportional zur

Takt-Geschwindigkeit, sondern erheblich stärker wachsen. Heute sind wir an dem Punkt angekommen, wo elektronische Systeme sich bereits intern so große Probleme machen, daß die EMV ein wesentliches Entwurfs- und Entwicklungskriterium geworden ist. Bereits die Auslegung der Leiterplatten hat nach EMV-Kriterien zu erfolgen.

Ein zweiter Grund, weshalb die Probleme mit der EMV gerade in den letzten Jahren immer dringlicher auffallen, liegt darin, daß es immer mehr elektronische Geräte gibt. Die Wahrscheinlichkeit, daß sie hinreichend dicht beieinander betrieben werden, um sich noch gegenseitig stören zu können, wird daher immer größer, und die Anzahl der schädlichen Störfälle wächst geradezu explosionsartig.

Einerseits gibt es tatsächlich zahlreiche neue elektronische Geräte. Zum anderen werden sehr viele altbekannte, durchaus unelektronische Systeme, zunehmend elektronisiert: Die alte Waschmaschine hatte einen elektromechanischen Programmschalter. Ihr war es völlig egal, ob jemand neben ihr telefonierte. Die neue Waschmaschine ist intelligent. Sie hat einen Mikrocomputer. Sie kann die 30-Grad-Wäsche zu Tode kochen, wenn jemand neben ihr das schnurlose Telefon zu lange betreibt. Das alte Auto hatte für die Zündung einen Unterbrecherkontakt, der von einem rein mechanischen System betrieben und eingestellt wurde. Das neue Auto hat ein elektronisches Motor-Management-System. Es kann stehen bleiben, wenn es am Mittelwellensender „Europawelle Saar“ vorbeifahren soll. Das alte Auto fährt problemlos weiter. Es sind sogar schon Autos verunglückt, weil beim Betrieb von Fahrzeugfunkanlagen der Motor unvermittelt aussetzte. Bei Überholvorgängen wird so etwas als sehr unangenehm empfunden!

Natürlich hat es auch früher schon EMV-Probleme gegeben, aber sie haben selten zu ernstesten Schäden geführt. Die Thematik mit den Zündstörungen im Autoradio ist

schließlich so alt wie das Autoradio selbst. Nun, wenn das Radio nicht gut funktioniert, ist das ärgerlich, aber zum Glück stirbt niemand daran. In der Anfangszeit der Herzschrittmacher sind auch Menschen gestorben, weil bestimmte EMV-Probleme nicht hinreichend beherrscht wurden.

Zwei Dinge sollen hier sehr deutlich gemacht werden: Erstens sind EMV-Probleme zum ständigen Begleiter aller Elektronik geworden, auch wenn es einige noch nicht so recht gemerkt zu haben scheinen. Zweitens reichen die Folgeschäden vom abendlichen Fernsehärger bis zum Tode von Menschen und können deshalb auf keinen Fall ignoriert werden.

Im folgenden wollen wir auf zwei grundlegende Aspekte dieser Misere eingehen: Zum einen sollen die physikalisch-elektronischen Zusammenhänge verdeutlicht werden, mit denen EMV-Probleme zustande kommen, zum anderen wollen wir aber auch ein wenig den rechtlichen Gesichtspunkt betrachten. Der kann sehr ernst sein, wie 1996 sicher einige Hersteller entdecken werden, wenn sie plötzlich gut eingeführte Serienprodukte nicht mehr verkaufen dürfen, obwohl sie ein Funkentstörzeichen tragen. Peinlich, wenn es sich um tragende Säulen des Geschäfts handelt. Viele Unternehmer sind sich heute noch nicht der Gefahr bewußt, in der sie sich befinden.

Das mangelnde Bewußtsein bezüglich EMV hängt zweifellos damit zusammen, daß die meisten der heute in der Industrie tätigen Techniker und Ingenieure in ihrer Ausbildung nicht mit EMV-Technik konfrontiert wurden. Vor 10 Jahren gab es nur sehr wenige Hochschulen, die EMV-Technik gelehrt haben. Insofern besteht zunächst einmal ein erheblicher Nachholbedarf im Know-how auf diesem Gebiet.

An dieser Stelle kurz eine Erläuterung des CE-Kennzeichens: „Das auf einem Erzeugnis angebrachte CE-Kennzeichen bedeutet, daß dieses Erzeugnis den einschlägigen Gemeinschaftsvorschriften (EG) zur technischen Harmonisierung entspricht.“ Diese etwas trocken wirkende Aussage meint, daß ein mit dem CE-Kennzeichen versehenes Produkt im Gebiet der europäischen Gemeinschaft frei zirkulieren darf und das es für die marktüberwachenden Behörden keine Möglichkeit gibt, ein solches Gerät vom Markt fernzuhalten, sofern es den Bestimmungen entspricht.

Nachfolgend wollen wir nun zunächst die technische Seite der EMV verdeutlichen, gefolgt von einigen rechtlichen Aspekten.

Die elektromagnetische Verträglichkeit

In Abbildung 1 sieht man den grundsätzlichen Zusammenhang. Ein störendes



Bild 1:
Grundsätzliches
Modell eines
Störvorgangs

Objekt, die Störquelle, wirkt über einen Kopplungsmechanismus, den Störpfad, auf das gestörte Objekt, die Störsenke, ein. Jedes elektronische Gerät ist grundsätzlich Störquelle und Störsenke. Es kann andere Geräte stören und von anderen Geräten gestört werden. Hierbei wird jeweils die eine oder die andere Eigenschaft ausgeprägt sein.

So wird zum Beispiel der leistungselektronische Teil einer Thyristor-Schalteinheit in der Regel eher Störquelle und ein Fernsehempfänger eher Störsenke sein. Aber der Mikrocomputer in der Thyristor-Schalteinheit ist eine durchaus empfindliche Störsenke, und die Ablenkheit im Fernsehempfänger ist auch eine erhebliche Störquelle.

Alle Bemühungen der EMV-Technik werden sich daher grundsätzlich auf drei Ziele richten: Erstens die Emissionen der Störquelle zu mindern, zweitens die Empfindlichkeit der Störsenke zu mindern und drittens den Störpfad zu unterbrechen. Als Beispiele können dienen: Der Entstör-

mindern, damit er nicht so stöempfindlich ist, denn dann ginge eines seiner wesentlichsten Qualitätsmerkmale verloren.

Die Möglichkeit zur Herbeiführung der erforderlichen EMV, die einem aber immer offensteht, ist die Unterbrechung des Störpfades. Leider stellt man bei einer näheren Untersuchung dieser Möglichkeit fest, daß es sich meistens gleich um mehrere Störpfade handelt. Das hat zur Folge, daß sich der gewünschte Erfolg in der Regel erst dann einstellt, wenn es gelungen ist, alle Störpfade zu unterbrechen. Dabei ist „unterbrechen“ ein starkes Wort, denn in der Praxis gelingt allenfalls eine Dämpfung der jeweiligen Störpfade.

Die Störpfade

Abbildung 2 zeigt auf, welche Arten von Störpfaden es grundsätzlich gibt. Man unterscheidet hierbei nach den verschiedenen Kopplungsarten. Es gibt grundsätzlich vier: die galvanische, die kapazitive, die induktive und die Strahlungs-Kopplung.

Nachstehend sollen die verschiedenen Kopplungen etwas näher betrachtet werden. Abbildung 3 zeigt die gal-

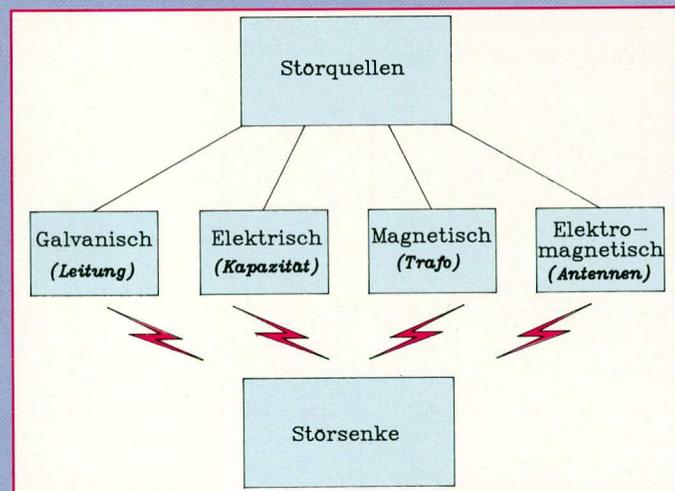


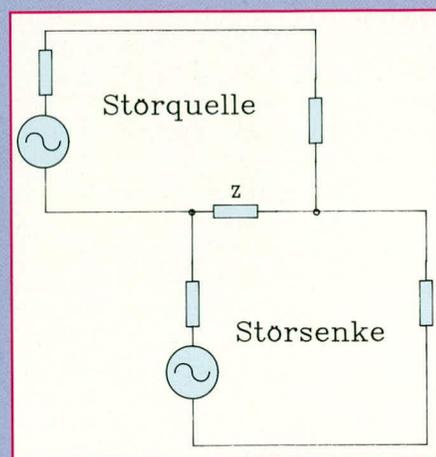
Bild 2:
Verschiedene
Störpfadarten

Bild 3:
Störpfad:
Galvanische
Kopplung

kondensator mindert die Emissionen der elektrischen Bohrmaschine; die Abschirmung unterbricht den Störpfad für eingestrahlte Störungen; die Verwendung langsamer Logikfamilien macht eine Digital-elektronik unempfindlicher.

Leider stehen nicht immer alle drei Wege offen. Die Emissionen der Störquelle sind oft außerhalb unseres Einflußbereichs. Der Hersteller eines elektronischen Geräts kann seinen Kunden keine Liste mitgeben, die ihnen vorschreibt, was sie zu Hause alles nicht betreiben dürfen. Kein Mensch würde so ein Gerät kaufen.

Genausowenig hat es Sinn, die Empfindlichkeit eines Funkempfängers zu



vanische oder Impedanzkopplung. Man sieht, daß der störende und der gestörte Stromkreis eine gemeinsame Impedanz aufweisen. Der störende Stromkreis treibt einen Strom durch diese Impedanz und prägt damit eine Spannung in den gestörten Kreis ein, die dort nicht hingehört. Die Kopplung erfolgt über die gemeinsame Impedanz, woher auch die Bezeichnung dieser Kopplungsart rührt. In Erd- und Massesystemen führt dieser Kopplungstyp immer wieder zu Schwierigkeiten. Abhilfe schafft eine konsequente Verkleinerung gemeinsamer Impedanzen. Beim Layout von Leiterplatten muß dies von Anfang an in die Überlegungen einbezogen werden!

In Abbildung 4 ist die kapazitive Kopplung dargestellt. Sie ist dadurch gekennzeichnet, daß zwischen der Störquelle und der Störsenke unerwünschte Kapazitäten existieren. Bei hohen Arbeitsgeschwindigkeiten moderner Elektronik genügen schon sehr kleine Kapazitäten, um Ärger zu machen. Die Streukapazität zwischen zwei benachbarten Leiterbahnen kann hier schon zum Problem werden.

Kapazitive Kopplungen lassen sich grundsätzlich durch Abschirmmaßnahmen beseitigen. Allerdings ist dies auch fast immer der teuerste Weg der Problemlösung. Andere Maßnahmen sind die Vergrößerung des Abstandes zwischen Störquelle und Störsenke sowie eine Verkleinerung der kapazitätsbildenden Flächen. Ferner können zusätzliche Kapazitäten nach Masse eingeführt werden, die dann den Störpfad dämpfen. In der Praxis kann dies zum Beispiel durch Einführen einer Massefläche in eine Leiterplatte geschehen.

Abbildung 5 zeigt die grundsätzlichen Verhältnisse bei einer induktiven Kopplung. Natürlich wird man normalerweise nicht gerade einen Trafo vorfinden, der diese unerwünschte Kopplung herbeiführt, sondern es genügt schon das magnetische Wechselfeld, das eine Leiterbahn umschließt, um in dieser eine Störspannung zu induzieren.

Natürlich kann man in der Regel Leiterbahnen nebeneinander legen, aber es gibt Ausnahmen: Eine Leiterbahn, auf der ein Thyristor regelmäßig 3A schaltet, gehört nicht unmittelbar neben eine Leitung, die in den Eingang eines hochverstärkenden Operationsverstärkers führt. Auch hier gilt: Was man bei der Entwicklung an EMV-Maßnahmen versäumt, muß hinterher teurer repariert werden.

In Abbildung 6 ist in vereinfachter Form die Strahlungskopplung dargestellt. Der Kopplungsweg besteht hier in Abstrahlung und Empfang einer elektromagnetischen Welle. Es sind also in jedem Falle unerwünschte Antennen gebaut worden. Das sind nun nicht etwa lange Drähte, die

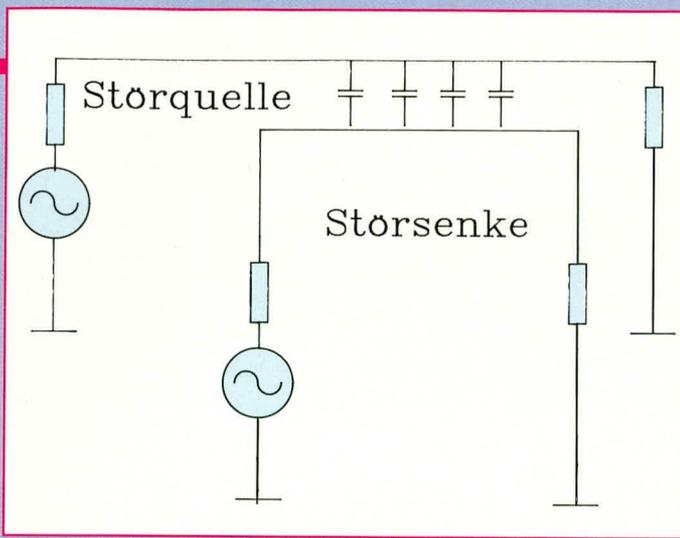


Bild 4: Störpfad: Kapazitive Kopplung

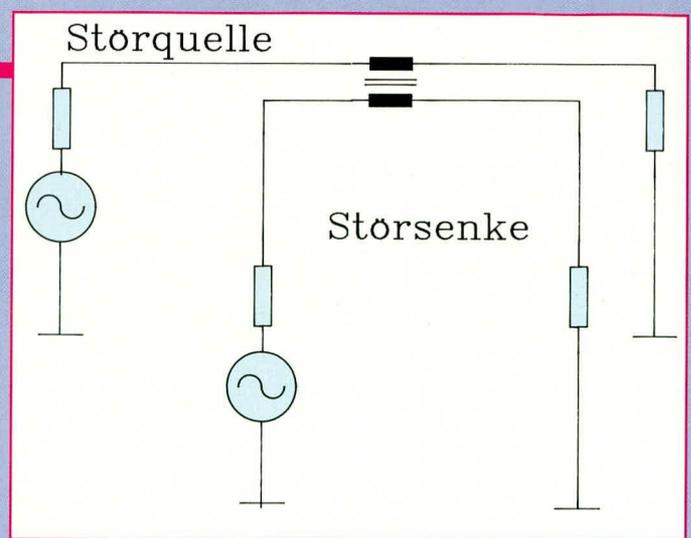


Bild 5: Störpfad: Induktive Kopplung

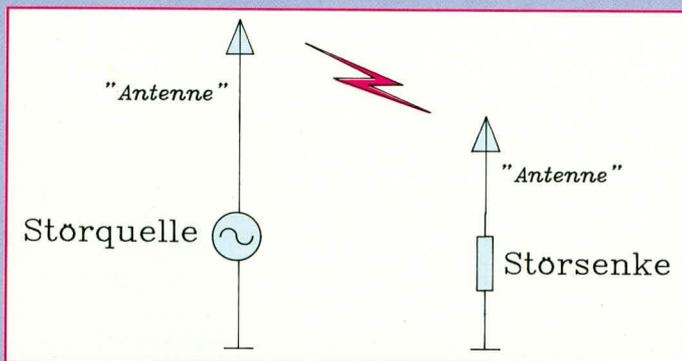


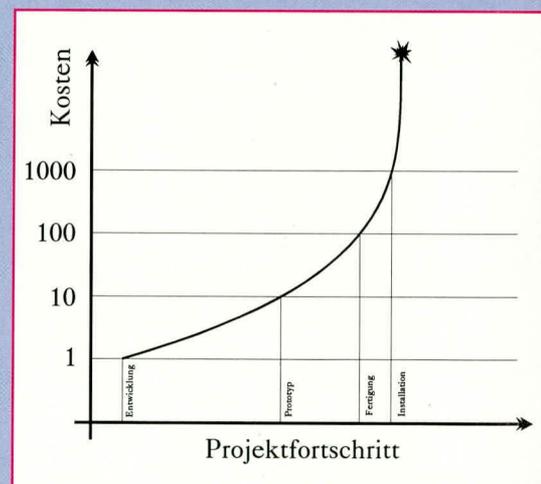
Bild 6:
Störpfad
Strahlungs-
kopplung

Bild 7:
EMV-Kosten-
explosion

der gesetzlichen Regelung völlig neu und daher bei alten Geräten auch nie geprüft worden.

Folglich enthalten sie in aller Regel auch keine Maßnahmen zur Einhaltung bestimmter Störfestigkeiten.

Hinzu kommt noch, daß es in Deutschland inzwischen auch ein Produkthaftungsgesetz gibt. Das hat zwar nicht direkt mit EMV zu tun, indirekt aber doch:



irgendwo hoch oben ausgespannt werden, sondern in der Praxis genügen schon Verkabelungen in Geräten oder auch nur Leiterbahnschleifen in Leiterplatten. Je höher hierbei die Arbeitsfrequenzen sind, desto kleinere „Antennen“ sind noch wirksam.

Auch bei den EMV - Problemen, die mit der Abstrahlung zu tun haben, ist die Vorbeugung bei der Entwicklung der weitaus billigere Weg, als etwa beim Gesamtgerät mit einem extrem teureren HF - dichten Gehäuse nachbessern zu müssen.

Diesen Kostenzusammenhang soll Abbildung 7 verdeutlichen. Hier ist der Aufwand, den EMV - Maßnahmen verursachen, wenn sie als Vorbeugung bei der Entwicklung bereits ergriffen werden, mit 1 angesetzt. Schiebt man die Maßnahmen in der Hoffnung vor sich her, es werde schon nicht so schlimm kommen, wird das Nachbessern immer teurer, je nachdem wie spät es schließlich in Angriff genommen wird. Sind die Seriengeräte erst beim Kunden, kann es nicht nur tausendmal so viel kosten wie eine rechtzeitige Vorbeugung, sondern es kann auch den Ruin des Unternehmens bedeuten.

Rechtliche Aspekte

Nachfolgend kommen wir nun zur rechtlichen Seite. Es reicht hier natürlich nicht der Platz, um das ganze neue EMV-Gesetz zu erläutern, das bereits seit Freitag, dem 13.11.92, in Kraft ist. An dieser Stelle sollen nur kurz die wichtigsten Neuigkeiten

skizziert werden - ohne Anspruch auf Vollständigkeit.

Dieses neue EMV-Gesetz, für das zunächst noch eine Übergangsregelung gilt, löst nun endgültig ab 1.1.96 die bisherige Regelung (Funkentstörzeichen) ab und bedeutet gleichzeitig die Umsetzung von EG-Recht in deutsches Recht. Man hat nicht bis 1996 Zeit, um Maßnahmen zu ergreifen, sondern man muß bis 1.1.96 mit der Umstellung fertig sein. Insofern ist nur noch sehr wenig Zeit.

Geräte, die diesem neuen EMV-Gesetz entsprechen, werden mit dem CE-Prüfzeichen gekennzeichnet. Nur solche Geräte dürfen nach dem 1.1.96 neu in den Handel gebracht werden.

Zwar sind auch ab 1996 noch Geräte verkaufbar die nach der alten Regelung zugelassen wurden, aber nur solange sie nicht auffallen. Welche Konkurrenz wäre hierbei nicht gern behilflich!

In diesem Falle werden dann die guten alten Geräte nach neuem EMV-Recht geprüft. Fallen sie durch, müssen sie nachgebessert werden (auch Lagerbestände), und wenn dies nicht geht (siehe Abbildung 7), dann bedeutet es das endgültige „Aus“ für das betreffende Produkt.

Die meisten alten Geräte haben hier eine besondere Schwachstelle: Die alte gesetzliche Regelung verlangte nur, daß vom betreffenden Gerät keine Störungen ausgingen, und nur hier wurde die Einhaltung von Grenzwerten geprüft. Das neue EMVG verlangt auch die Einhaltung einer bestimmten Störfestigkeit, und dies ist in

Tritt im Zusammenhang mit EMV - Problemen ein Schaden auf, der ja, wie oben schon ausgeführt, bis zu Personenschäden führen kann, dann kann das betreffende Unternehmen doch vom Produkthaftungsgesetz betroffen werden. Alles in allem eine hochexplosive Mischung, die man durch rechtzeitige Vorbeugung im EMV-Bereich entschärfen muß.

Aufgrund der Wichtigkeit werden wir im „ELVjournal“ die Thematik rund um die EMV in ausführlichen Artikeln regelmäßig behandeln, mit Schwerpunkten wie:

- EMV-gerechter Leiterplattenentwurf
- Filtermaßnahmen zur Unterdrückung eingestreueter Störungen
- Verringerung von Störaussendungen
- Allgemeine und spezielle Maßnahmen zur Erhöhung der Störfestigkeit
- Abschirmmaßnahmen: Kosten und Nutzen
- und viele andere Themenbereiche. **ELV**