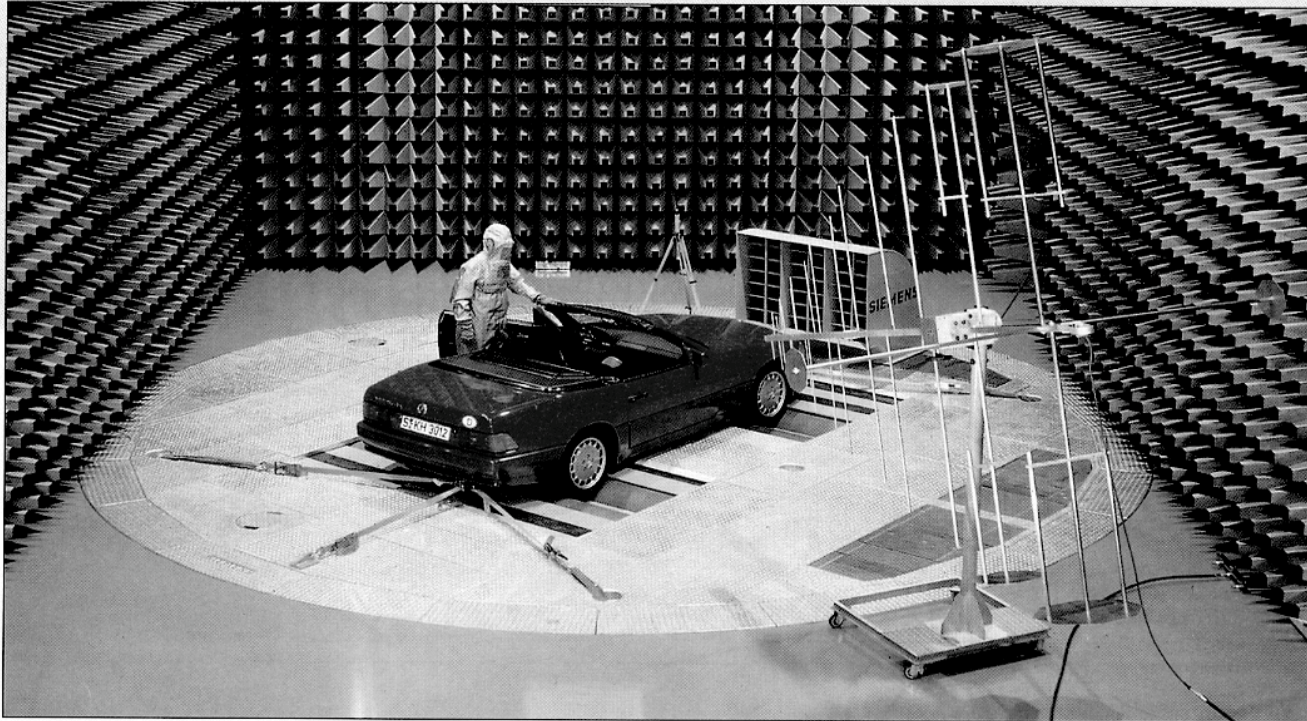


# Unsichtbare Gefahr

Maßnahmen zur Verbesserung der EMV



## Arno Weidemann

**Die Bordelektronik eines tieffliegenden Jagdflugzeuges vom Typ 'Tornado' konnte im Vorbeiflug die elektromagnetischen Wellen eines Rundfunksenders nicht vertragen und stürzte ab; desgleichen mehrere Hubschrauber. In einigen Starfightern durfte die Kurzwellenfunkanlage nicht in Betrieb genommen werden, sonst setzte die Treibstoffzufuhr aus. Überhaupt lassen sich eine Reihe von ungeklärten Abstürzen und sonstigen Unfällen der mangelhaften elektromagnetischen Verträglichkeit der jeweiligen Bordelektronik zuschreiben.**

**S**eit einigen Jahren wird der Begriff EMV (Elektromagnetische Verträglichkeit) oder zu englisch EMC (electro magnetic compatibility) in Fachzeitschriften für Elektronik und Elektrotechnik, aber auch in Rundfunk und Fernsehen zum Teil recht heftig diskutiert. Aus gutem Grund: Hat doch die mangelhafte 'elektromagnetische Verträglichkeit' von elek-

tronischen Einrichtungen und Geräten zu einer Serie von Unfällen und Belästigungen geführt:

– Der Zündmechanismus einer mit Atomsprengköpfen besetzten Rakete in den USA wurde durch elektromagnetische Fremdbeeinflussung gezündet und konnte erst in letzter Sekunde kurz vor dem Abheben

durch Handbetrieb gestoppt werden.

– Ein Sender des Norddeutschen Rundfunks beeinflusste ein in Hamburg installiertes Funkfeuer so stark, daß es zu Schwierigkeiten beim Landeanflug in Fuhlsbüttel kam.

– In der Nähe eines Taxis bekam ein Passant erhebliche Herzrhythmusstörungen, weil der Herzschrittmacher die elektromagnetischen Wellen der Taxifunkanlage nicht vertragen konnte und verrückt spielte.

Das sind ernstzunehmende Beispiele für ein Phänomen, das nicht zu Unrecht die Gemüter von Fachleuten und Kaufleuten erhitzt; kann es doch hier im Zuge der Produzentenhaftung um große Summen gehen [1]. Weniger lebensgefährlich, aber für alle Beteiligten lästig und von der Zahl her wesentlich verbreiteter sind folgende Fälle:

– Da flattern und verschwinden die Bilder auf dem Fernsehschirm, weil der Fernsehempfänger selbst oder die dazugehörige Antennenanlage

durch einen technisch einwandfreien Sender der Deutschen Bundespost elektromagnetisch 'störend beeinflusst' wird.

– In Stellung 'Plattenspieler' ertönen zeitweilig oder ständig Geisterstimmen oder mehrere Rundfunkprogramme gleichzeitig aus der Stereoanlage.

– Die elektronisch geregelte Heizungsanlage pumpt automatisch heißes Wasser in die Heizkörper, obwohl sommerliche Temperaturen vorherrschen.

– Dem Keyboarder auf der Bühne stürzt gerade während der romantischsten Ballade das Soundprogramm seines Synthesizers ab.

Kurzum, die gesamte Elektronik ist betroffen. Die hier auszugswise geschilderten Vorgänge, die auch als 'mangelhafte passive EMV' bezeichnet werden, gehen alle auf einen nicht gewünschten, daher bestimmungswidrigen Nebeneingang zurück. Dies ist umso erstaunlicher als der Schutz gegen Fremdsignaleinwirkung schon seit etwa 1935 technisch



und industriell einwandfrei beherrscht wird.

## Früher war alles anders

Wer heute in ein Rundfunkmuseum geht, wird erstaunt feststellen, daß die Rundfunkempfänger am Ende der 20er Jahre bereits über, wenn auch genietete, Platinentechnik verfügten. Auffällig sind außerdem die meist handwerklich aufwendig hergestellten Holzgehäuse – häufig mit einer Klappe zum Hineinsehen ausgestattet. Von abschirmenden Metallwänden keine Spur. Das war seinerzeit auch nicht notwendig, denn die damalige Geradeausempfängertechnik ließ ohnehin nur den Empfang des jeweiligen Ortsenders zu.

Im Zuge der Weiterentwicklung des Rundfunks wächst die Zahl und die Leistung der installierten Sender immer mehr. Das neue Stichwort heißt Fernempfang. Da bei den einfachen Geradeausempfängern der relativ starke Ortssender immer 'dazwischenfunk', sind nun auch bessere Empfänger gefragt. Das Prinzip des Überlagerungsempfängers wird geboren.

Inzwischen hatte man herausgefunden, daß nicht nur der Antennendraht selbst elektromagnetische Wellen empfängt; jede andere Leitung und sogar jedes Bauteil einschließlich der Röhren sind dazu in der Lage. Die Konsequenz daraus: Alle empfindlichen Bauteile wurden in ein metallisches Chassis gebracht und mit einer Blechplatte abgedeckt. Die Röhren bekamen Metallhauben übergestülpt oder erhielten zumindest einen Anstrich mit metallhaltiger Farbe. Man erhöhte die Antenneneingangselektivität, um das 'Dazwischenfunken' eines benachbarten Senders grundsätzlich auszuschließen. Die Qualität der Empfänger wurde am Gewicht gemessen. Ein 'schwerer Kasten' mit viel Abschirmung galt zu Recht als besonders gut.

## Und heute?

Heute ist diese konsequente Abschirmtechnik mehr denn je gefragt. Die Millionen Sendefunkstellen allein in der Bundesrepublik geben einen derartig hohen elektromagnetischen Fremdsignalpegel vor, daß ein Schutz gegen elektromagnetische Beeinflussung zwingend

notwendig ist. Hochwertige elektronische Geräte, wie Oszilloskope, Meßsender, Meßempfänger, Signalverfolger verfügen von daher immer über ein hochfrequenzdichtes Gehäuse.

Im Inneren sind zusätzliche Metallwände angebracht, um Stufen mit hoher Eingangsempfindlichkeit gegen störsignalerzeugende Stufen wie Oszillatoren und Kippgeneratoren abzuschirmen. Verkopplungen solcher Stufen über die Gleichspannungsversorgung begegnet man im Zuge der sogenannten 'Inneren EMV' durch getrennte Siebglieder, induktionsarmen Fußpunkt- oder Durchführungskondensatoren und RC-Kopplungen (Bild 1).

Das oben erwähnte Metallgehäuse verhindert nicht nur die Einstrahlung, sondern auch gleichzeitig die Abstrahlung von Störsignalen (aktive EMV). Oft reichen kleinere Abschirmgehäuse oder -maßnahmen im Gehäuseinneren aus, wie man sie von VHF- und UHF-Tunern in Fernsehgeräten her kennt.

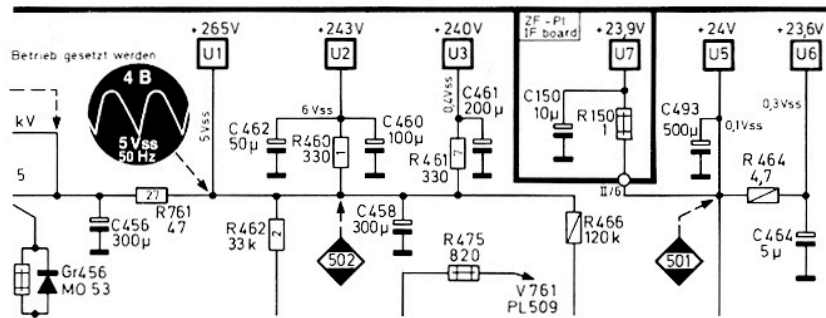
Zur aktiven EMV gehört auch, daß vagabundierende Störströme nicht aus dem Gerät 'herausströmen' können. Jede angeschlossene Leitung – vor allem die Netzleitung – kann sonst als Sendeantenne für die Störsignale wirken. Eine bifilar gewickelte Ausströmdrossel mit ein- und ausgangsseitigem Querkondensator zur Unterdrückung von Gleichtaktstör-

signalen gehört daher zur Pflichtausrüstung eines jeden elektronischen Gerätes (Bild 2).

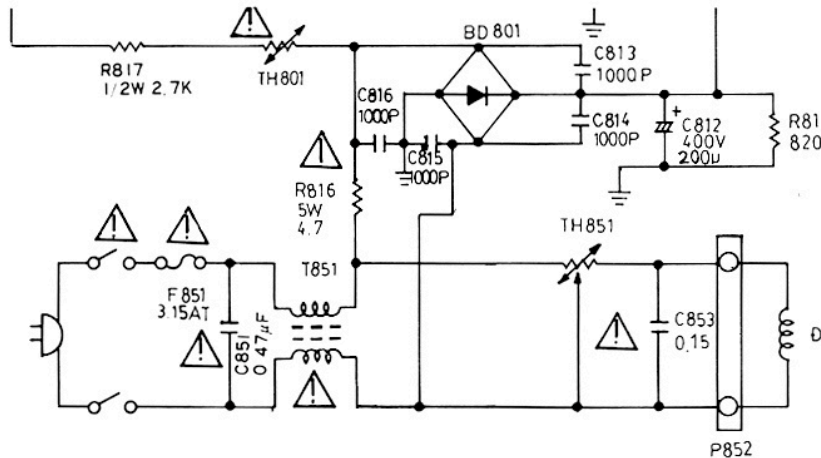
## Was passiert im einzelnen?

Mangelhafte 'Einstrahlungstörfestigkeit' läßt sich also nur durch zusätzliche Abschirmungsmaßnahmen beseitigen.

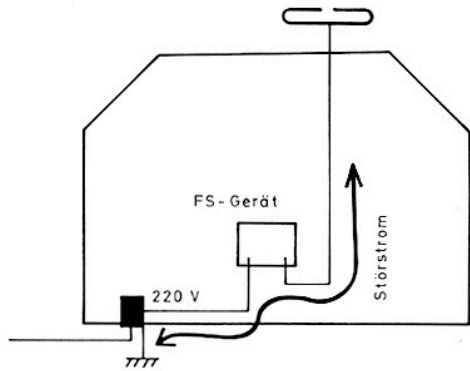
Allerdings: Priorität bei der Bekämpfung von 'störenden Beeinflussungen' hat die häufig auftretende mangelhafte Einströmungsfestigkeit. Dies gilt nicht nur für Empfänger, sondern auch für Plattenspieler, elektronische Orgeln, Telefonanrufbeantworter, Datenverarbeitungsanlagen, die gesamte Autoelektronik ...



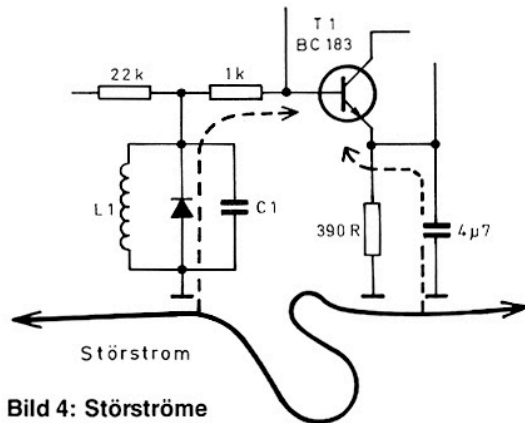
**Bild 1: Auszug aus dem Schaltplan eines Blaupunkt-Farbferrsehers. Sehr auffällig oben rechts die Siebglieder der einzelnen Betriebsspannungen.**



**Bild 2: Vorbildlich! Die bifilar gewickelte Ausströmdrossel mit ein- und ausgangseitigen Querkondensatoren bei einem portablen Fernseher von Goldstar.**



**Bild 3: Die mit der Hausantennenleitung in Resonanz tretende Netzzuleitung eines Fernsehers verursacht einen Störstrom.**



**Bild 4: Störströme schmuggeln sich nicht selten über die Masseleiterbahnen einer Platine ein, um sogar Arbeitspunkte zu verschieben.**

Um eine Einströmung richtig zu verstehen, stelle man sich vor, man würde ein Haus aus einiger Entfernung mit einem Röntgenblick betrachten. Geht man weiter von der Annahme aus, daß nur das im Haus installierte Metall zu sehen ist, so erscheint das Gebäude wie ein verwinkelter Kabel- und Rohrverhau mit einer beträchtlichen Gesamtlänge. Darin einbezogen sind sowohl die Rohre mitsamt der Zentralheizung als auch die Blitzerde der Gemeinschaftsantenne. Teilstücke dieser gesamten metallischen Hausinstallation können für sich allein oder über ein angeschlossenes Gerät Resonanzen bilden.

Ergibt sich entsprechend Bild 3 zwischen einem Stück 220-V-Leitung, das man für diese Betrachtung ruhig als einadrig auffassen kann, und einem Stück Antennenkabel mitsamt der dazugehörigen Antenne auch nur eine Resonanznähe, dann fließt in diesem 'Empfangsantennengebilde' ein Strom, der in etwa der Stromverteilung einer Sendeantenne entspricht. Der von außen eingestrahlte Empfangsantennenstrom durchfließt das angeschlossene Gerät und baut beispielsweise an Masseleiterbah-

nen Störspannungen auf, die ihrerseits zu Arbeitspunktverschiebungen und damit zu 'störenden Beeinflussungen' führen (Bild 4).

## Maßnahmen

Eine Möglichkeit für die Hersteller solcher Geräte, derartige Beeinflussungen zu vermeiden besteht darin, den Störstrom an den elektronischen Baustufen vorbeizuleiten. Hierzu ein Beispiel: Setzt man die ohnehin notwendigen Abblockkondensatoren eines Netzkabels, das nach Bild 5 in unmittelbarer Nähe des Antennenanschlusses angeordnet ist, gleich dort auf kürzestem Wege gegen die Masse der Antennenleitung, so kommen die Störströme nicht mehr zur empfindlichen Elektronik durch. Eine solche Maßnahme kostet nicht einen Pfennig. Hat der Hersteller jedoch in falscher Sparsamkeit die notwendige Netzverriegelung gar unterschlagen, wie sie seit mehr als 50 Jahren üblich ist, so bleibt ihm nichts anderes übrig, als das Fehlende zu ergänzen.

Eine weitere Möglichkeit, das Ein- oder Durchströmen weitestgehend zu vermeiden, ist

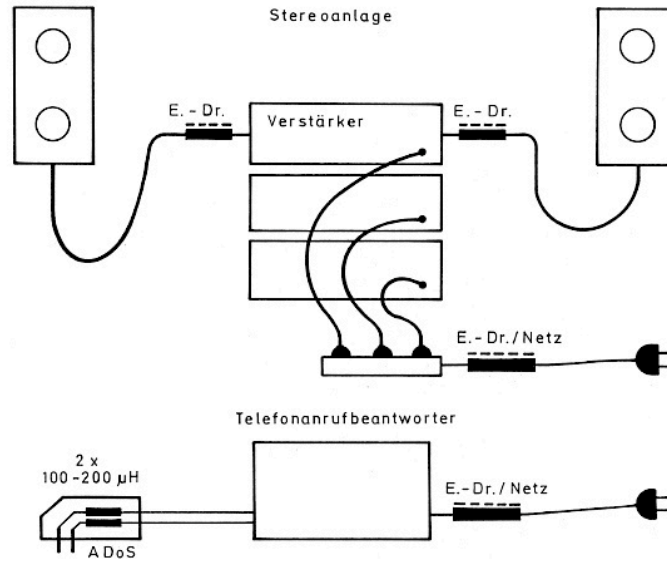
das Einschleifen von hochfrequenten Hochfrequenzwiderständen in die Netz- und Antennenleitung. Eine einfache, bifilar gewickelte Netzdrossel bestehend aus 20...50 Windungen  $2 \times 0,5 \text{ mm}^2$  NYFAZ (Zwillingsslitze), aufgewickelt auf den Ferritkörper eines alten Zeilentransfos, wirkt häufig wahre Wunder (Bild 6).

Reicht die Reduzierung der störenden Einströmung auf der Netzseite nicht aus, so kann eine weitere 'Einströmdrossel' in der Antennenleitung notwendig sein. Dünnes Koaxkabel wird in gleicher Weise (15...20 Windungen) auf oben bereits beschriebenen Ferritkörper gewickelt, mit Stecker und Buchse versehen und in die Antennenleitung (Bild 6) eingefügt. Ziel dieser Maßnahme ist es, zum Beispiel ein durch 'Einströmung' beeinflusstes TV-Gerät zwischen den beiden Leitungen hochfrequenzmäßig 'hoch' zu legen. Nach gleichem Prinzip erhöht sich auch die Einströmstörfestigkeit bei Telefoneinrichtungen und Stereoanlagen (Bild 7).

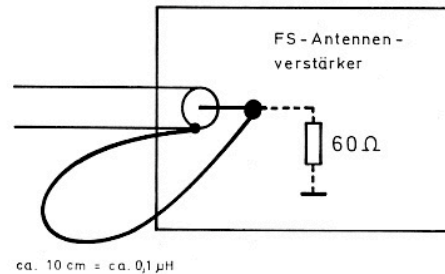
## Manchmal verblüffend einfach

Unter mangelhafter Eingangsstörfestigkeit versteht man eine schlechte Antenneneingangsselektion. Ein besonders trauriges Kapitel stellt das Heer von billigen Breitbandantennenverstärkern dar, die über Jahrzehnte hinweg in großen Stückzahlen montiert worden sind. Auf Grund ihrer Breitbandigkeit kann man hier von einer Eingangsselektion überhaupt nicht mehr reden. Geringste Fremdenergien führen bereits zu Übersteuerungen und damit zu 'störenden Beeinflussungen'.

Es gibt allerdings auch hier eine Möglichkeit, den größten Teil aller Schwierigkeiten mit einem einfachen Trick zu beseitigen. Ein 10 cm langes Drahtstück (Schalt draht, Klingeldraht)

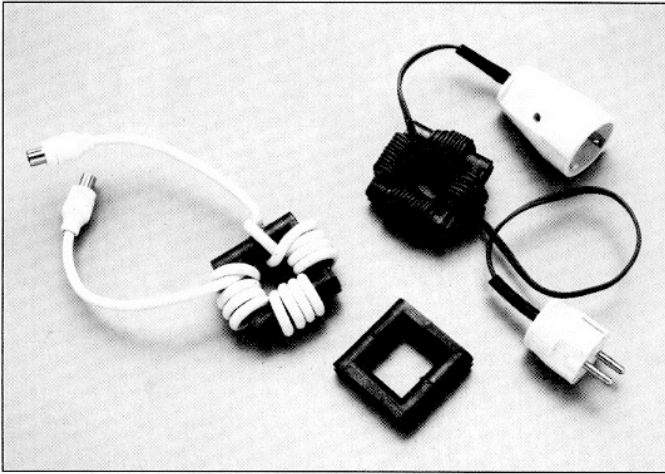


**Bild 7: Maßnahmen zur Unterdrückung ungewollter Störströme am Beispiel einer Stereoanlage (oben) und eines Telefonanrufbeantworters (unten).**

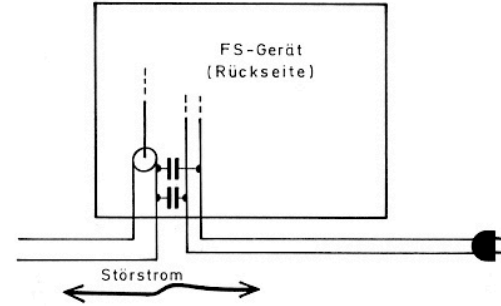


**Bild 8. Maßnahme zur Erhöhung der Eingangselektivität von billigen Breitbandantennenverstärkern.**

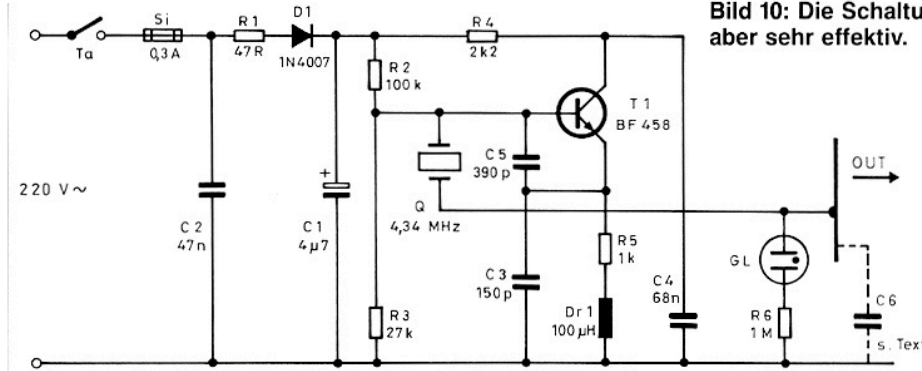




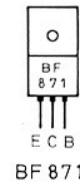
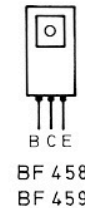
**Bild 6:** 15...20 Windungen eines Antennen-Koaxialkabels aufgewickelt auf den Ferritkern eines alten Zeilentrafos verhindert das Eindringen von Störungen über die Antennenzuleitung – eine bifilar gewickelte Netzdrossel läßt sich mit einfachsten Mitteln herstellen.



**Bild 5:** Abblockkondensatoren an den richtigen Stellen wirken oft wahre Wunder. Nicht umsonst nennt man sie auch Wunder-Cs.



**Bild 10:** Die Schaltung des EMV-Testers ist so einfach, aber sehr effektiv.



Beschriftung oben bzw. vorne

draht) wird wie ein Kurzschlußbügel am Eingang des Antennenbreitbandverstärkers vom Innenleiter zum Außenleiter des Koaxkabels gelegt. Dieser Drahtbügel, den man am Koaxkabel entlang wie eine Schlaufe herabhängen lassen kann (Bild 8), bildet in Verbindung mit dem Eingangswiderstand von circa  $60 \Omega$  ein RL-Glied. Unterhalb von etwa 150 MHz unterdrückt der entstandene Hochpaß tatsächlich in erhöhtem Maß Fremdenergien; oberhalb der Grenzfrequenz erhöht sich der induktive Widerstand so weit, daß er in den Fernsehempfangsbereichen (III, IV, V) keine Rolle mehr spielt.

Unter dem Aspekt, daß 1 m frei verlegter Draht eine Induktivität von circa  $1 \mu\text{H}$  hat, lassen sich andere Grenzfrequenzen oder notwendige Induktivitäten wie folgt berechnen:

$$f = \frac{R}{2\pi L}$$

oder

$$L = \frac{R}{2\pi f_{gr}}$$

In gleicher Weise verfährt man bei Fernsehgeräten und Video-recordern. Die Verknüpfung dieses 'Hochpaßdrahtbügels' mit der antennenseitigen Koaxeinströmdrossel (vorne und gegebenenfalls auch hinten) stellt insoweit eine günstige Verbesserung dar, als jetzt der Drahtbügel, der auch die Form einer kleinen Spule annehmen darf, die mangelhafte Eingangsstörfestigkeit erhöht, während die Einströmdrossel gleich im Vorfeld einer Einströmung entgegenwirkt.

Einige Hersteller sowohl von Elektronikgeräten als auch von Produkten, die mit viel Elektronik ausgestattet sind, schenken dem Komplex der 'mangelhaften elektromagnetischen Verträglichkeit' wieder erhöhte Aufmerksamkeit. So hat – gerade aktuell – der Automobilhersteller mit dem Stern in Waiblingen eine Halle gebaut, in der die Ingenieure elektronische Systeme und sogar komplette Autos mit extremen Feldstärken bombardieren können. Aber auch die schwachen elektromagnetischen Felder um die haarfeinen Drähtchen der Mikrochips lassen sich hier untersuchen. In den Spitzenmodellen verlegen die Techniker mittlerweile ein Bordnetz von über

4 km Länge, um den Komfort – wer ihn eben braucht – und die Sicherheit der Limousinen zu gewährleisten (Bild 9).

Aber, wie sich gezeigt hat, versagt die beste Abschirmung auch bei einem durchgecheckten Luxusliner, wenn ein Umbau nicht fachgerecht durchgeführt wird. Beim Einbau eines Telefons hatte der Monteur das zu lange Kabel einfach um den Airbag-Sensor auf dem Getriebetunnel gewickelt. Die Auswirkung kommt – wie sich jeder vorstellen kann – einem Krimi gleich: 'Bei Anruf knallt's'.

## Der Hersteller macht keine Angaben

Der Käufer, der sich heutzutage wegen der vielen Schwierigkeiten ein neues elektronisches Gerät mit einem guten 'passiven Störverhalten' kaufen möchte, steht bald vor einem großen Problem. In den technischen Kenndaten all dieser Geräte ist nirgendwo eine Angabe zur Störfestigkeit zu finden.

Die FTZ-Nummern der Deutschen Bundespost, die nur Empfehlungen zum 'passiven Störverhalten' an die Industrie beinhalten, bieten in der Praxis keinen sicheren Schutz. So kommt es immer häufiger vor, daß Geräte ohne FTZ-Nummer in der Nähe von genehmigten, vorschriftsmäßig betriebenen Sendefunkstellen absolut einwandfrei arbeiten, während Geräte mit FTZ-Nummer streckenweise erhebliche 'störende Beeinflussungen' produzieren.

Der Preis ist für den Käufer ebenfalls keine Entscheidungs-



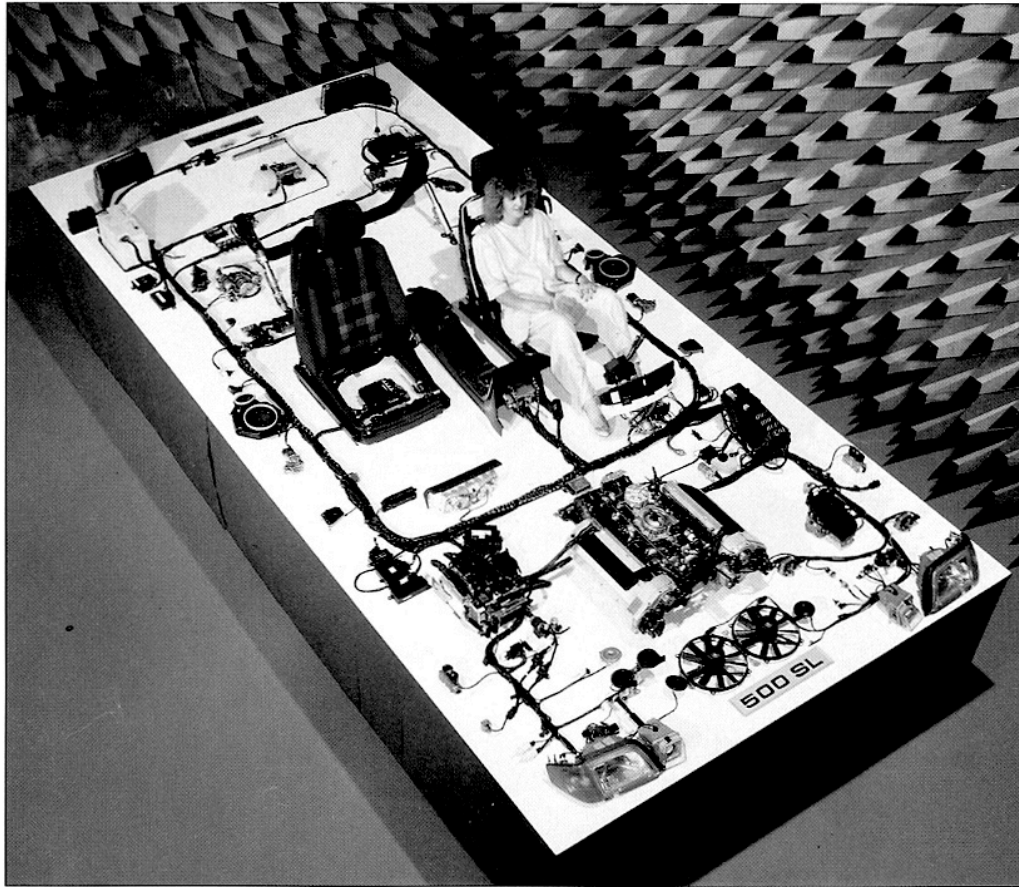


Bild 9: Kabelsalat einer Vier-Sterne-Luxuskarosse.

hilfe. Tatsächlich gibt es sehr preiswerte Farbfernsehgeräte aus Fernost mit einer hervorragenden elektromagnetischen Verträglichkeit (besser als 50 V/m). Andererseits fallen einige Serien sogenannter Marktführer durch ihre erschreckend schlechte EMV unangenehm auf (schlechter als 0,5 V/m), und das, obwohl der Preis deutlich über dem Durchschnitt liegt. Namen sollen an dieser Stelle jedoch nicht genannt werden.

Eine Möglichkeit, sich vor Unannehmlichkeiten zu schützen, ist, mit dem Verkäufer ein Umtauschrecht zu vereinbaren. Eine weitere, dem Ratschlag im Faltblatt 8.79/654321 der Deutschen Bundespost folgend, sich auf der Rechnung ein 'einwandfreies passives Störverhalten' zusätzlich bescheinigen zu lassen. Geschickter ist es jedoch, gleich vor Ort durch einen gezielten Test die Spreu vom Weizen zu trennen. Dazu sind keineswegs teure, kalibrierte Meßanordnungen mit 'Jäcky' (Plattenantenne zu Meßzwecken) erforderlich. In vielen Fällen genügt ein einfaches Testgerät, das man kurzfristig in 'strahlendem' Zustand in die Nähe des zu prüfenden

Gerätes hält, um herauszufinden, ob es in diesem Sinne etwas taugt oder lieber den Laden hüten sollte.

## EMV-Tester

Ein einfacher, handlicher EMV-Tester kann auch für all jene von großem Nutzen sein, die sich mit der Herstellung, dem Vertrieb und der Nachbesserung elektronischer Geräte beschäftigen. Es ist von Vorteil, wenn Konstrukteure und Entwickler von elektronischen Geräten Fehlfunktionen infolge einer Fremdsignaleinwirkung ausschließen können. In diesem Sinne und zur Überprüfung von Nachbesserungsarbeiten an unzureichend konstruierten und produzierten Geräten reicht die im Folgenden vorgestellte Schaltung als Prüfgerät vollkommen (Bild 10) aus.

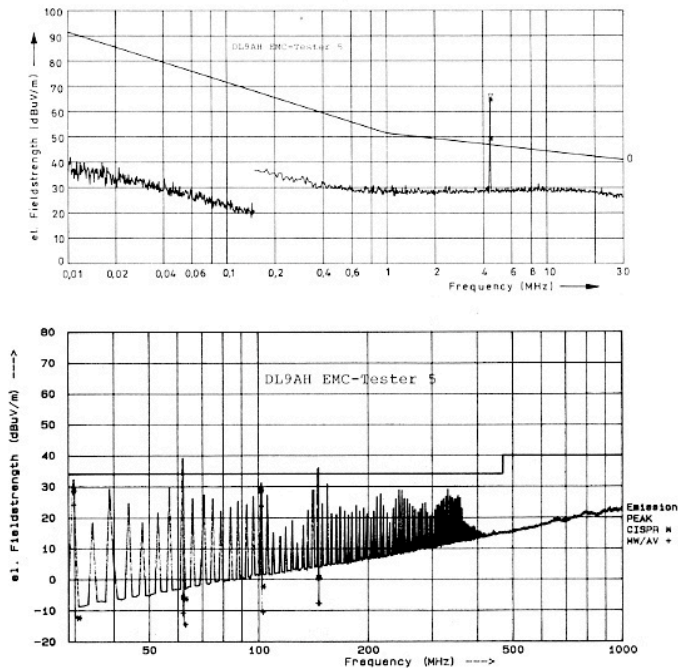
Der bis über 300 V spannungsfeste Videoendstufentransistor T1 (BF459 oder BF458,  $P_{\text{tot}} = 6 \text{ W}$ ) wird mit einer durch Direktgleichrichtung aus dem Netz gewonnenen, absichtlich verbrumnten Gleichspannung von etwa 300 V gespeist. Der Kollektor (Kühl-

blech) dieses Quarzoszillators in Clapp-Schaltung liegt Hfmäßig über C4 an Masse. Der Quarz Q stellt mit den Kondensatoren C3, C5 und dem Auskoppelbeleg C6 einen  $\pi$ -Filterähnlichen Resonanzkreis dar. Die Kapazitäten sind so gewählt, daß die Aufwärtstransformation eine Spannung von circa 150 V auf dem Auskoppelbeleg zustandekommen läßt.

Der Auskoppelbeleg C6 wird vorne stehend auf die Platine aufgelötet. Die Fläche (ca. 20 cm<sup>2</sup>) und die sich zum Kühlblech ergebende Kapazität von rund 20 pF sind unkritisch. Dadurch, daß hier der Quarzstrom mit seiner hohen Güte direkt zur Resonanztransformation herangezogen wird, fallen die Oberwellen steil ab (Bild 11). Das Hochfrequenzfeldstärkepektrum des EMV-Testers ist nach VDE 0871 mit einer Rohde & Schwarz-Rahmenantenne in 3 m Abstand vermessen. Die Grenzkurve entspricht Klasse B, Frequenzbereich 10 kHz...30 MHz (Post Vfg 1046). Oberhalb von 30 MHz wird das Spektrum gemäß Freifeldabstrahlungs-Meßverfahren – ebenfalls nach VDE 0871, Klasse B für ISM-

equipment (industrial, scientific and medical) – bestimmt (Bild 11). Hier beträgt die Bandbreite 120 kHz, und es werden Spitzenwerte gezeit. Die Frequenz 4,43 MHz ist aus verschiedenen Gründen besonders geeignet. Quarze mit dieser Frequenz befinden sich nahezu in jedem alten Farbfernsehpfeifer und können dort ausgeschlachtet werden. Außerdem sind diese 'PAL'-Quarze sehr preiswert. Der Auskoppelbeleg befindet sich innen, dicht hinter der Stirnwand des Kunststoffgehäuses. Es stellt somit einen Kondensatorbelag dar, mit dem das Beeinflussungssignal auf kapazitive Weise durch die Gehäusewand auf den Prüfling eingekoppelt wird.

Der Betrieb dieses EMV-Testers entspricht damit dem Betrieb üblicher Resonanzmeter oder Grid-Dipper. Es kommt hinzu, daß der Gebrauch immer nur kurzfristig notwendig ist (Tasterbetrieb 10 % ED entsprechen einer Minute Betriebsdauer). Die glasfaserverstärkte Epoxydharzplatte ist in der Art der Laborplattenmethode aufgebaut (siehe 'Laborplattenmethode nach DL9AH', cq-DL 1/76). Ein abgewickelter, etwa 30...40 mm



**Bild 11: Hochfrequenzfeldstärkespektrum des EMV-Testers; oben im Frequenzbereich bis 30 MHz; für die Werte oberhalb von 30 MHz (unten) wurde eine Spitzenwertmessung durchgeführt.**

breiter Blechstreifen wird mit dem bereits montierten Endstufentransistor BF459 (BF458) als Kühlblech stehend rechts oben auf die bewußt breit gehaltenen Leiterbahnen aufgelötet (Bild 12).

Desgleichen werden alle übrigen Bauteile laut Bestückungsplan auf der Leiterbahnseite aufgestellt und verlötet (Bild 13). Auf diese Art entfällt jedes Bohren, und die bestückte Platine kann kurzerhand in das Gehäuse, das in jedem Fall aus Kunststoff sein muß, eingeklebt werden. Die Schaltung bleibt übersichtlich; ein Austauschen der Bauteile oder Änderungen sind ohne Platinendemontage möglich. Das Einbringen von einigen zusätzlichen Lötinseln in die Freiflächen ermöglicht die Verwendung verschiedenartiger Bauteile und läßt Kombinationen von Einzelteilen zu.

Eine kleine Glimmlampe (Zündspannung etwa 65 V) dient als Bereitschaftskontrolle. Sie zeigt gleichzeitig an, daß die Hochfrequenzspannung auch tatsächlich am Auskoppelbeleg zur Verfügung steht. Die Glimmlampe wird mit im Kunststoffgehäuse (Schutzisolation) untergebracht. Während

der elektrischen Arbeiten sollte man wegen der 300-V-Gleichspannung vorsichtig zu Werke gehen. Die Verwendung eines Schutztrenntransformators ist zu empfehlen. Nach dem endgültigen Einbau in ein geschlossenes Kunststoffgehäuse ist eine Berührungsfahrer nicht mehr gegeben.

Die kapazitive Auskopplung arbeitet übrigens bewußt gegen das Netz (Netzleitung als Gegenpol), um bei dem zu kaufenden oder zu prüfenden Gerät gleich die 'Einstromung' über die Netzleitung' mitzuerfassen (siehe auch BPM-Vfg. 478/81). Die stark abgesenkten, aber restweise noch vorhandenen Oberwellen können beispielsweise zur Überprüfung von 'undichten' Antennenkoaxleitungen benutzt werden (Schirmmaß, nicht richtig angeschlossene Abschirmungen, Kabelfernsehen...). Fernsehgeräte – auch Portable-Fernseher – sollten daher immer nur an einwandfreien Antennen auf ihre elektromagnetische Verträglichkeit hin geprüft werden.

Trotz des geringen Spannungswertes von nur etwa 150 V Hochfrequenzspannung kann man durch Abtasten des Prüflings von allen Seiten in etwa



die Verhältnisse nachbilden, die im Umfeld eines normalen Rundfunksenders oder einer anderen genehmigten, technisch einwandfreien Sendefunkstelle auftreten. Wenn auch mit diesem EMV-Tester nicht alle Kriterien im Zusammenhang mit dem 'passiven Störverhalten' elektronischer Geräte erfaßt werden, so kann man doch davon ausgehen, daß ein Gerät, das sich mit diesem Tester nicht beeinflussen läßt, in der Praxis keine Schwierigkeiten macht. Insoweit sollte in Zukunft dieser kleine Helfer in keinem Elektroniklabor fehlen.

Der Betrieb dieses EMC-Testers fällt unter die 'Allgemeingenehmigung nach dem Gesetz über den Betrieb von Hochfrequenzgeräten vom 14.12.1984', Absatz 1.7 und 1.7.1: 'Nachhaltige Störungen' sind schon von vornherein durch den absoluten Kurzzeitbetrieb (10 % ED = 1 Minute) völlig ausgeschlossen.

**Bild 12: Die Bauteile werden auf die Oberfläche der Platine gelötet.**

### Stückliste

#### Widerstände

R1	47/1W
R2	100k/0,25W
R3	27k/0,25W
R4	2k/4W
R5	1k/4W
R6	1M

#### Kondensatoren

C1	4µ7/350V
C2	47n/630V
C3	150p
C4	68n/400V
C5	400p
C6	Auskoppelbeleg

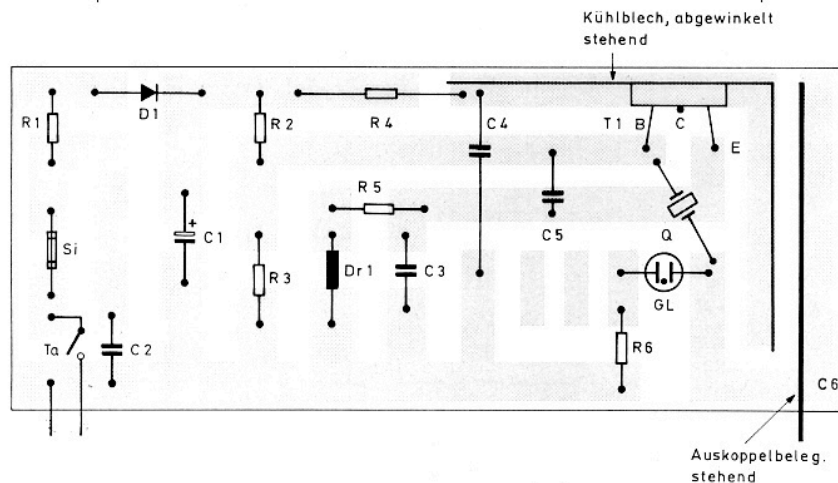
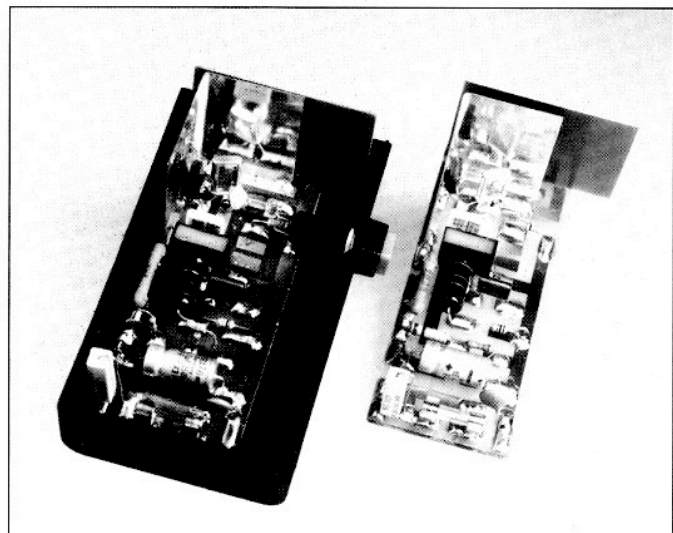
(kupferkaschiertes  
Platinenmaterial,  
circa 4 × 6 cm)

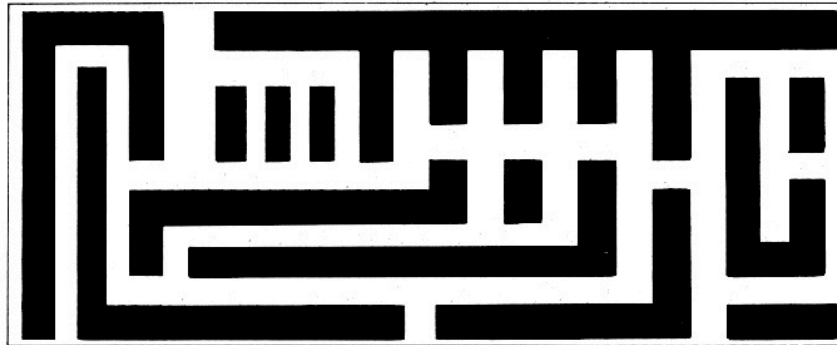
#### Halbleiter

D1	1N4007
T1	BF458, BF459, BF871 o.ä.

#### Sonstiges

Q	Quarz 4,43MHz
Dr1	100µ
GL	Glimmlampe ca.65V
Si	Sicherung 0,3A/MT mit Halterung
Ta	Taster





**Bild 13: Die Platine des Testers wird in einem Kunststoffgehäuse untergebracht. Die Strahlung tritt aus dem Auskoppelbeleg an der Stirnseite aus.**

*Literatur:*

- [1] A. Wiedemann, 'Funkstörende Einflüsse – Muß der Hersteller zahlen?' *Funkschau* 3/88, S. 30 ff.
- [2] J. Hägele, R. Hägele, 'Produkthaftung – eine Gefahr für den Betrieb', Hans Holzmann Verlag, Bad Wörishofen