4 Entstörung im Kfz – EMV

4.1 EMV – was ist das?

Immer wieder tauchen im Zusammenhang mit elektronischen Geräten die Begriffe „EMV-geschützt, EMV-entstört, EMV-getestet, EMV-empfindlich" auf.

„EMV" ist die Abkürzung für „Elektro-Magnetische Verträglichkeit" (EMI = Electro Magnetic Induction), also ein fachlicher Sammelbegriff für alle Störbeeinflussungen, die durch direkte elektromagnetische Einwirkung auf das Gerät bzw. die angeschlossenen Leitungen entstehen. Kurz gesagt: nachdem „Elektromagnetische Störungserscheinungen" etwas langwierig auszusprechen ist und Elektroniker gelegentlich auch mal ebenso nichtssagend, unverständlich und geschwollen quasseln wollen wie z. B. Ärzte oder Apotheker, wurde alles, was mit Störung und Entstörung zu tun hat, im Fachjargon schlicht „EMV" genannt.

4.2 Entstörmittel und ihre Wirkung

Grundlegende Entstörmittel sind Spulen, Kondensatoren, Abschirmbleche und Abschirmfolien bzw. -gewebe in den unterschiedlichsten Ausführungen.

Fertig verschaltene LC-Glieder (miteinander verknüpfte Spulen und Kondensatoren) sind ebenso erhältlich. Bei Störungen im oberen Hochfrequenzbereich weisen bereits Leitungen bzw. Leiterbahnen entsprechende Kapazitäten und Induktivitäten auf, um als Entstörfilter Wirkung zu zeigen.

Mit LC-Gliedern werden Hoch-, Tief- oder Bandpässe aufgebaut. Dies sind Filter, die entsprechend nur hoch- bzw. tief-

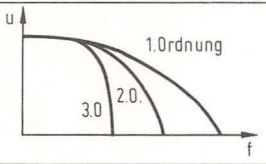
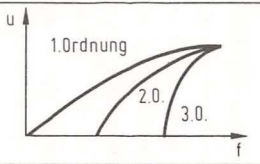
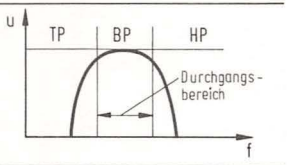
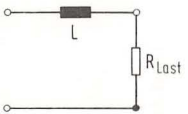
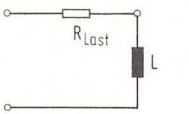
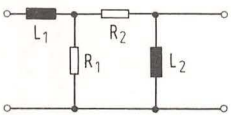
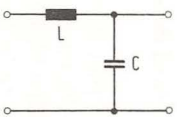
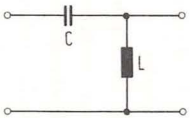
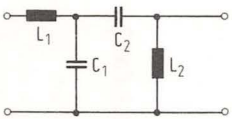
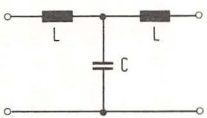
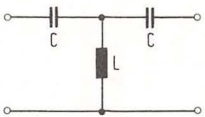
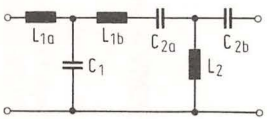
Typ	Abb. 1 Tiefpaß	Abb. 2 Hochpaß	Abb. 3 Bandpaß
Prinzip-wirk-kurve			
Filter 1.Ordnung 6 dB passiv			
Filter 2.Ordnung 12 dB passiv			
Filter 3. Ordnung 18 dB passiv			

Abb. 421 *Abb. 4.2.2* *Abb. 4.2.3*

Abb. 4.2.1 Verschiedene Spule/Kondensator-Verknüpfungen, die dafür sorgen, daß nur tieffrequente Signale die Filterschaltung passieren können. Die Ordnungszahl ist ein Indiz für die Steilflankigkeit, mit der höherfrequente Signale ausgeblendet werden. Die Spule wird für zunehmende Frequenzen hochohmiger, der Kondensator niederohmiger.

Abb. 4.2.2 Verschiedene Spule/Kondensator-Verknüpfungen, die dafür sorgen, daß nur hochfrequente Signale passieren können.

Abb. 4.2.3 Das Aneinanderreihen von Hoch- und Tiefpaßfiltern ergibt einen Bandpaßfilter. Der Frequenzbereich, in dem sich die Durchlaßkurven beider Filter überschneiden, ist der resultierende Durchlaßbereich des Bandpaßfilters.

frequente Signale oder aber nur einen ganz speziellen Ausschnitt des Bandbereiches durchlassen *(Abb. 4.2.1, 4.2.2, 4.2.3)*. Die Wirkung eines solchen Filters sei an *Abb. 4.2.4* erklärt, das eine einfache Störimpulsunterdrückung in der Gleichstromversorgung des Kfz darstellt.

Der mit relativ starken Oberwellen „verschmutzte", gleichgerichtete Strom einer Wechselstromlichtmaschine gelangt zunächst an die Batterie, die wegen ihrer großen Pufferwirkung ähnlich einem Kondensator die Oberwellen im Gleichstrom stark reduziert. Gleichzeitig überlagern sich diesen schwachen Oberwellen jedoch noch die Störimpulse der Zündung. Zwischen Verbraucher und Stromversorgung befindet sich nun der Entstörfilter.

Der Kondensator vor der Drossel schließt hochfrequente Wechselstromanteile kurz, hat für Gleichstrom jedoch nur Pufferspeicherwirkung. Die Drossel selbst bietet wechselstrommäßig einen hohen, gleichstrommäßig jedoch so gut wie gar keinen elektrischen Widerstand. Der Kondensator nach der Drossel wirkt wieder als Pufferspeicher für kurzzeitige Spannungseinbrüche. Die Pufferspeicherwirkung eines Kondensators ist nochmals in *Abb. 4.2.5* dargestellt. Der gleiche Effekt wird bei den Netzteilen von HiFi-Verstärkern zur Glättung der gleichgerichteten Stromversorgung genutzt.

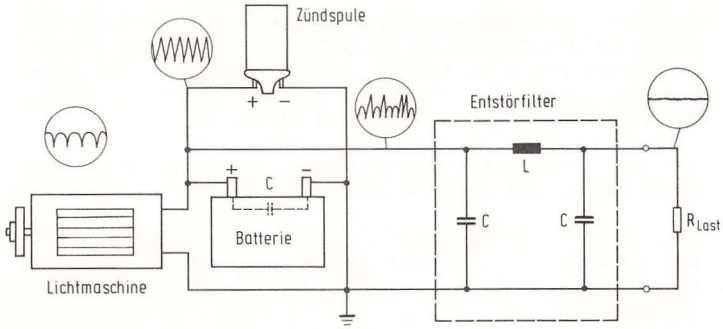


Abb. 4.2.4 Prinzipielle Wirkung eines Filters am Beispiel des E-Netzes im Kraftfahrzeug

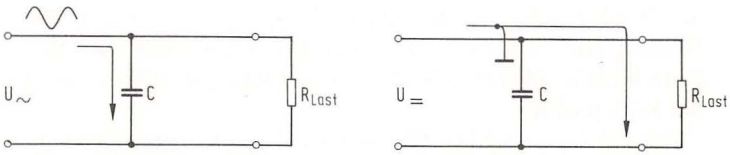


Abb. 4.2.5

4.3 Die einzelnen Störquellen

Bevor nun allen möglichen Störquellen systematisch auf den Grund gegangen wird, sei noch eine grundlegende Anmerkung vorausgeschickt:

Ein gelegentliches Aussetzen des Radioempfangs hat meist nichts mit Störungen durch die Autoelektrik zu tun. Kurzzeitige Abschattungen des Rundfunkempfangs durch Strommasten, Bau-

fahrzeuge, Hochhäuser oder tiefe Täler lassen sich auch mit den aufwendigsten Empfängern neuester Technologie nicht ganz vermeiden.

Eine kleine Abhilfe schafft hier wieder unser altes, breitgetretenes Thema, die MONO-Taste. Gelegentlich spukt einem auch mal das Nachbarauto an der Ampel ganz gehörig in die Empfangssuppe. Besonders die deutschen Kraftfahrzeuge hinken in Punkto „Störsicherheit" dem Status Quo der Japaner deutlich hinterher, auch wenn in der Öffentlichkeit immer das Gegenteil behauptet wird.

Während beim japanischen Kleinwagen für DM 18 000,– Fensterheber und Zentralverriegelung nebst ordentlicher Entstörung selbstverständlich sind, kostet diese Ausstattung bei einer DM 25 000,– teuren Inlands-Limousine noch DM 5000,– Aufpreis – und dann will noch keiner was von Entstörung bei diesen „Luxusfeatures" gehört haben. In deutschen Autos gehört die Eselskurbel am Fenster noch zum Standard, während ein analphabetischer Kameltreiber im Sudan schon gar nicht mehr weiß, daß es für ein Auto früher mal eine Handkurbel gegeben hat. Tja, in dieser Hinsicht übertrifft den westdeutschen „Lebensstandard" nur noch die „Rollpappe" aus dem ehemaligen Osten: der Trabant.

4.3.1 Ermittlung der Störquelle

Welcher der drei Übeltäter Lichtmaschine, Zündung oder Scheibenwischermotoren bzw. Waschwasserpumpen-Motoren Ihnen den Ohrenschmaus vergällt, läßt sich fast ausschließlich immer anhand des auftretenden Störgeräusches bestimmen.

Störungen vom Scheibenwischer hinterlassen im Musiksignal ein kratzendes Geräusch, welches im Rhythmus des Scheibenwischer-Intervalls auftritt.

Ein konstanter, säuselnder Summton, der mit steigender Motordrehzahl eine steigende Tonlage aufweist, entlarvt die Lichtmaschine als Miesepeter. Ein entsprechend der Motordrehzahl nur leicht schwankendes Knistern überführt die Zündung.

4.3.2 Standardstörmittel

Als Problemlösung für die eben erwähnten Störungen hält der Autozubehörhandel Entstörkondensatoren bereit, die zwischen die positive Stromleitung des störenden Aggregates und das Masse führende Gehäuse geklemmt werden *(Abb. 4.3.2.1)*. Die Erfolgsquote einer solchen Entstörmaßnahme ist äußerst gering, da heutzutage nahezu jedes zugelassene Kfz bereits mit solchen Kondensatoren ausgestattet ist. Diese Kondensatoren sind zwar mit extra für den Kfz-Einbau geeigneten Ringösen-Anschlüssen versehen, ein in der Elektronik handelsüblicher 200-V-Kunststoffkondensator tut's aber auch und kostet in der Regel weit weniger als die Hälfte. Seine Anschlußdrähte müssen dann allerdings mit einem Isolierschlauch überzogen werden: wenn durch einen Kurzschluß einer blanken Freiverdrahtung beispielsweise die Zündungssicherungmitten auf der Autobahn „flöten geht", ist das alles andere als harmlos. So etwas kann schlimm enden.

Für Scheibenwischermotoren mit mehreren Schaltstufen sind Entstörfilter, bestehend aus Drosseln und Kondensatoren, erhältlich. Sie zeigen meist eine gute Wirkung *(Abb. 4.3.2.2)*.

Eine effektive Entstörungsmaßnahme für das Zündsystem sind Abschirmbleche für den Zündverteiler und die Zündkerzenstecker *(Abb. 4.3.2.3)*, allerdings bringen sie alleine fast nie den gewünschten Erfolg; da muß noch ein Breitbandentstörfilter eingeschleift werden.

Bei einigen japanischen Fabrikaten ist die Abschirmung der Zündkerzenstecker überflüssig, da das Zündsystem wesentlich besser durchdacht und aufgebaut ist. Die Zündkerzen enthalten

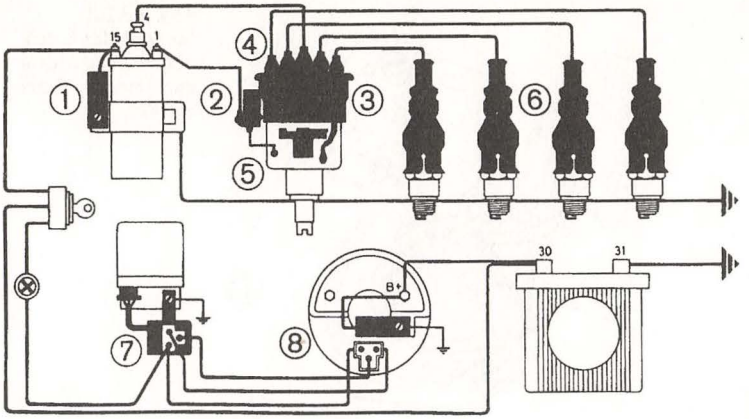


Abb. 4.3.2.1 Schema einer Entstörung für alle Wellenbereiche mit Drehstromlichtmaschine. Bezeichnungen: ① Kondensator für Zündspule, ② Filter für Unterbrecherkontakt, ③ Abschirmring für Zündverteiler, ④ Entstörstecker für Zündverteiler, ⑤ entstörter Verteilerrotor, ⑥ teilgeschirmter Kerzenstecker, ⑦ Filter für Regler, ⑧ Kondensator für Lichtmaschine.

bereits einen Widerstand zur Entstörung und sind so im Motorblock plaziert, daß sie von diesem bereits völlig abgeschirmt werden.

Zwischensteck-Widerstände und -Drosseln für die Hochspannungsleitungen der Zündung bescheren wegen der damit erworbenen Kontaktschwachstellen fast ausschließlich wesentlich mehr Ärger als Abhilfe.

Gelegentlich erneuerte Unterbrecher, Zündkerzen, Kabel, Verteilerkappen und -finger sind der richtige Weg zum Erfolg. Mit verzunderten Verteilerkappenkontakten und brüchigen Hochspannungskabeln hilft auch die aufwendigste Entstörung nichts mehr. Bis auf wenige Ausnahmen besitzen Verteilerkappen nur weiche Silber-Kupfer-Kontakte. Sie müssen deshalb ebenso oft wie die Zündkerzen gewechselt werden. Ein neuer Kabelsatz, alle

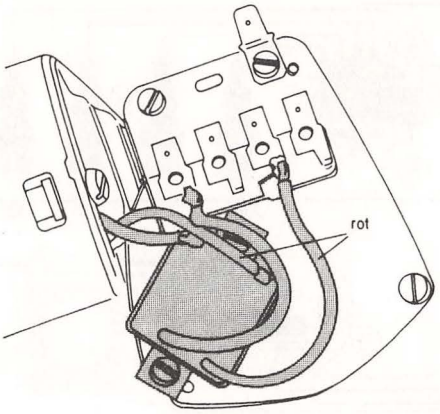


Abb. 4.3.2.2
So wird der Scheibenwischer-Motor mit einem Filter entstört.

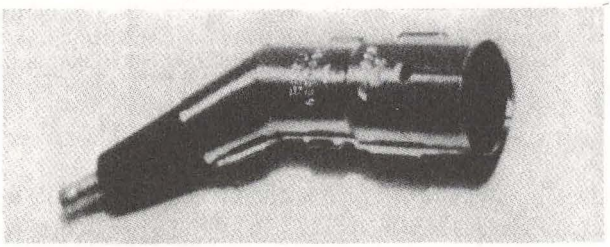


Abb. 4.3.2.3 So sieht ein abgeschirmter Zündkerzenstecker aus: Seine Blechummantelung schützt vor der Ausbreitung von Störimpulsen.

50 000 km, ist auch kein Luxus. Funkensprünge an verzunderten Kontaktflächen sind immer noch der beste Garant für einen „total versauten" Rundfunkempfang. Lassen Sie es nicht so weit kommen!

Zudem ist darauf zu achten, daß sich keine Feuchtigkeit oder Kondenswasser in den Anschlußbuchsen von Zündkerzen und

Verteiler sowie im Innenraum der Verteilerkappe ansammeln, was besonders nach Nächten mit Morgentau und nach Motorwäschen eintritt.

Die Entstörung der Lichtmaschine gestaltet sich, wenn das Anbringen eines Entstörkondensators und das Austauschen der Kohlen und Gleichrichtdioden sowie das Brücken der Dioden mit 0,1 µF/600-V-Kondensatoren zu keinem Erfolg geführt haben sollten, als besonders schwierig. Oft hilft hier nur eine dicke Entstördrossel zwischen Batterie und Verbrauchsnetz, mit nachfolgendem dickem Elektrolyt-Kondensator.

Hierbei ist folgendes zu beachten:

- Die Drossel muß unbedingt nach der Abzweigung des bis zu 250 Ampere ziehenden Anlassers geschaltet sein *(Abb. 4.3.2.4)*.
- Die Drossel muß für einen Betriebsstrom von – je nach Fahrzeug – 40 bis 80 Ampere ausgelegt sein *(Abb. 4.3.2.5)*.
- Der Elektrolytkondensator muß eine sehr blindstromarme Ausführung mit ca. 60 V Spannungsfestigkeit sein.

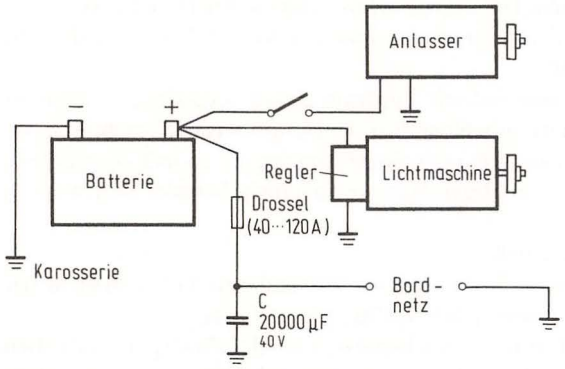


Abb. 4.3.2.4 Anschluß einer Entstördrossel für die Lichtmaschine.

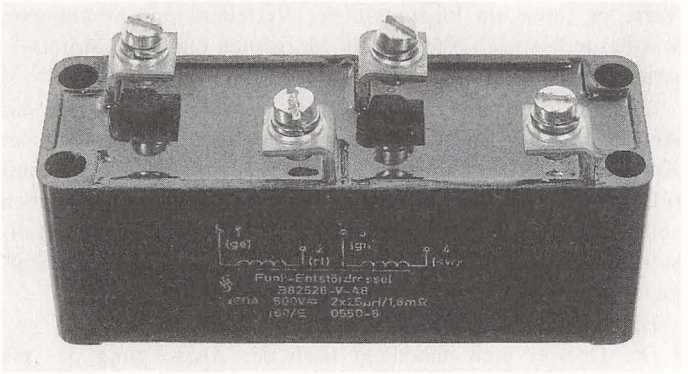


Abb. 4.3.2.5 So sieht eine 60-Ampere-Entstördrossel aus.

4.3.3 Wirkungsvolle Breitbandentstörfilter im Selbstbau

Breitbandentstörfilter eignen sich besonders zum Vorschalten bei Zündspule oder Radio. *Abb. 4.3.3.1* zeigt die Schaltung eines Entstörfilters für das Autoradio, wie sie in etwas sparsamerer Ausführung für etwa 50 bis 200 Mark pro Stück im Autoradiohandel erhältlich sind. Der Eigenbau kostet einen Bruchteil davon.

Abb. 4.3.3.2 zeigt einen typischen Vorschalt-Entstörfilter für die Zündspule.

Für eine einwandfreie Funktion ist ein sorgfältiger Aufbau in einem allseits geschlossenen Kunststoffgehäuse wichtig. Lose herumfliegende, frei verdrahtete Kondensatoren und Drosseln mit ihren induktiven Streufeldern können mehr Schaden anrichten als nutzen!

Wichtig ist, daß:

- der Filter noch vor dem oft vorhandenen Vorwiderstand der Zündspule eingeschleift wird *(Abb. 4.3.3.4)*,
- die Kondensatoren die Impulsspitzen der Zündspule verkraften können, d. h. eine Wechselspannungsfestigkeit von mindestens 250 V besitzen,

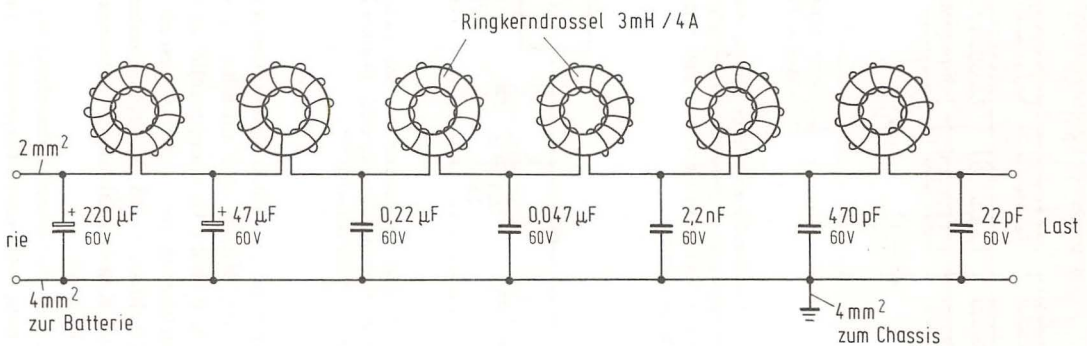


Abb. 4.3.3.1 Mit einem solchen Entstörfilter vor dem Radioeingang eliminiert man den „Störsalat" aus dem Kfz-Netz wirksam.

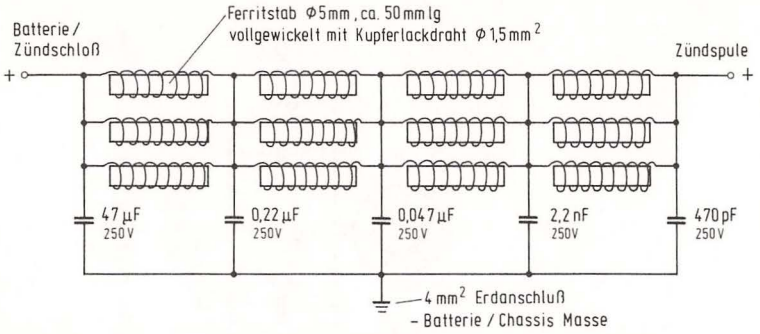


Abb. 4.3.3.2 Breitband-Entstörfilter für die Zündspule: Einmal einen etwas größeren Aufwand zu treiben ist wesentlich zeit- und kostensparender, als mit einem Dutzend Einzelfiltern nacheinander zu versuchen, die Störfrequenz zu erwischen.

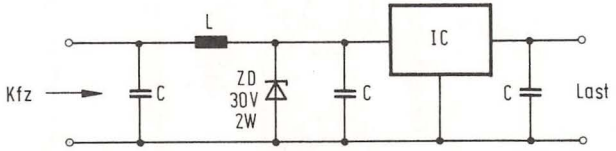


Abb. 4.3.3.3 Wichtig: Beim Einsatz von Spannungsreglern den Entstörfilter immer davor setzen und das Regel-IC mit einer Zenerdiode (z. B. 18 V) vor Überspannungsimpulsen schützen.

- die Drosseln auf die hohen Stromimpulsspitzen der Zündspule ausgelegt sind. Hierzu ist es oft nützlich, wegen des Leitungsquerschnitts mehrere Drosseln parallel zu schalten,
- der Entstörfilter in einem allseits geschlossenen, wetterfesten Kunststoffgehäuse (ABS, Makrolon) untergebracht ist, dessen Deckel und Kabelausführungen wasserdicht abgedichtet sind (z. B mit Silikon).

Einige wenige gute Fertig-Entstörfilter werden inzwischen von Car-HiFi-Zubehör-Anbietern vorgestellt (Conrad, Oehlbach).

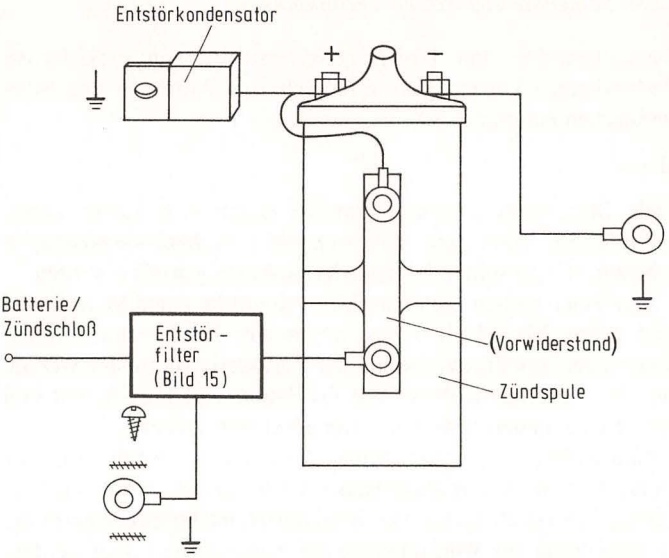


Abb. 4.3.3.4 So wird der Zündspulen-Entstörfilter ins Kfz-Bordnetz eingeschleift.

Spannungsregler

Benötigen Sie vor Ihrem neu erworbenen Zusatzgerät einen Spannungsregler, so beachten Sie bitte, daß im Kfz Impulsspannungsspitzen von mehr als 32 V auftreten können, die handelsübliche Spannungsregler-Halbleiter zerstören. Eine vorgeschaltete kräftige Zenerdiode als Überspannungsschutz sowie ein dämpfendes CLC-Glied sind zu empfehlen *(Abb. 4.3.3.3)*.

Setzen Sie niemals einen Entstörfilter nach den Spannungsregler, sondern immer in die ankommende Stromversorgungsleitung davor. Die induktive Last der Drossel könnte den Spannungsregler ebenfalls zerstören.

4.3.4 Schlechte elektrische Verbindungen

Wackelkontakte und Übergangswiderstände von elektrischen Verbindungen können ganz erheblich zum Auftreten von Störgeräuschen beitragen.

Masse

Viele Störgeräusche vom Autoradio lassen sich alleine schon durch die Schaffung guter elektrischer Masseschluß-Verbindungen beheben. Hierzu sollten folgende Maßnahmen getroffen werden:

Zum einen sollten Lichtmaschine, Motorblock und Motorhaube über breite Massebänder aus verzinntem Kupfer (im Autozubehörhandel erhältlich) fest mit der Karosserie verbunden werden und die Batterieanschlüsse von Oxidationsschichten befreit und mit Fett vor neuerlicher Korrosion geschützt werden.

Zum anderen sollte vom Minus-Anschluß des Autoradios (der immer fest mit dem Radiogehäuse verbunden ist) je eine kräftige Leitung zum nächstgelegenen Karosseriekontaktpunkt sowie eine Leitung direkt zur Minusklemme der Autobatterie gelegt werden. Dies erscheint zwar auf den ersten Blick „doppelt gemoppelt", zeigt aber in sehr vielen Fällen eine gute Wirkung. Ein hoher Innenwiderstand der Masseleitung eines Radios führt zu einer von außen aufgezwungenen Stromaufnahme-Begrenzung, welche die Wirkung seiner integrierten Entstörkapazitäten stark abschwächen *(Abb. 4.3.4.1)*.

Des weiteren darf die Minusleitung des Radios nicht direkt parallel zur Plusleitung verlegt werden. Sie müssen möglichst weit voneinander getrennt werden, denn sonst kann der so durch die Leitungskapazität aufgebaute Kondensator sich regelrecht Störungen „einfangen".

Auf keinen Fall darf die Abschirmung der Antenne, welche am Antennenmontagepunkt mit der Karosseriemasse verbunden ist, als Minus-Stromversorgungsleitung des Autoradios verwendet werden. Denn zum einen ist der Leitungswiderstand für eine vernünftige Masseverbindung zu groß und zum anderen ist eine mit Laststrom durchflossene Abschirmung in ihrer Wirkung stark abgeschwächt.

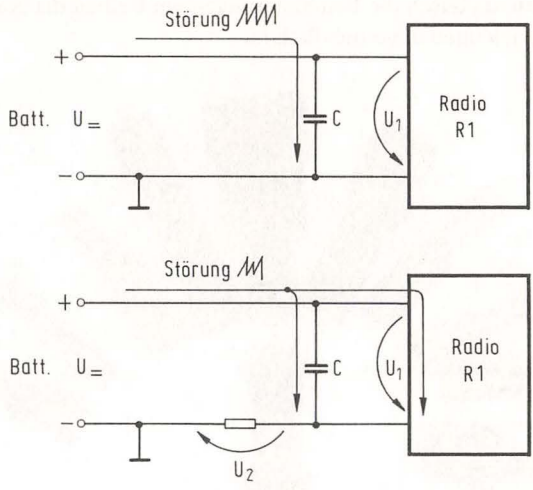


Abb. 4.3.4.1 Die Kurzschlußwirkung eines Kondensators für höhere Frequenzen ist in ihrer Effizienz stark herabgesetzt, wenn die Hf-mäßige Kurzschlußbrücke mit einem fixen Innenwiderstand durch schlechte Masseverbindungen belastet ist.

Klemmverbindungen

Da aus dem eben erwähnten Grund hohe Leitungs- und Kontaktwiderstände unbedingt zu vermeiden sind, wird von der Verwendung dünner Leitungen kleiner 1 mm² im Querschnitt sowie von im Autozubehör erhältlichen Patentklemmen *(Abb. 4.3.4.2)* dringend abgeraten. Die Kontaktbügel der Patentklemmen schneiden beim Zusammenquetschen die Isolation des Kabels auf und erzeugen über ihren Metallkörper einen Kurzschluß der beiden eingelegten Leitungen. Nach einiger Zeit verliert der Metallbügel seine leicht federnde Spannkraft: der Kontakt löst sich und oxidiert. Die allgemein üblichen Kfz-Flach- und Rundstecker bewähren sich in der Regel deutlich besser. Bei den verwendeten Kabeln ist zudem auf eine doppelt dicke Isolation (im Kfz üblich)

zu achten, da durch die Erschütterungen ein Reiben der Kabel an Karosseriekanten unvermeidlich ist.

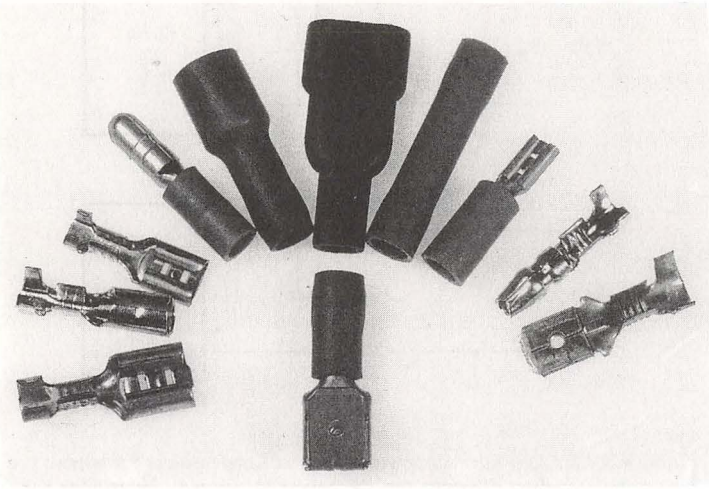
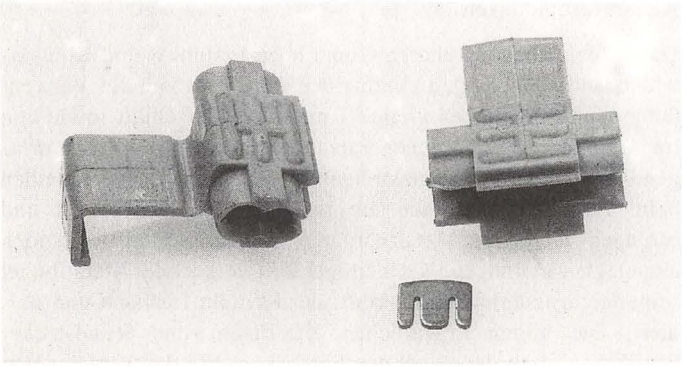


Abb. 4.3.4.2 Anschluß-Stecker und -Klemmen für das Kfz: oben herkömmliche, zuverlässige Verbindungen, unten die problematischen Schnellklemmen



Zu Abb. 4.3.4.2

4.3.5 Die Antenne

Viele Störungen würden gar nicht auftreten, wenn beim Einbau der Antenne Fehler vermieden werden:

- Die Antennenleitung niemals in der Nähe der Zündung verlegen.
- Nach Möglichkeit die Antennenleitung so verlegen, daß sich immer eine Blechwand zwischen Motorraum und Kabel befindet.
- Auf einen guten elektrischen Kontakt zwischen dem Befestigungskopf der Antenne und dem Karosserieblech achten.
- Nach dem Einsetzen der Antenne und vor dem Aufsetzen der Abdeckkappe die Antennenlochbohrung von oben und unten rund um die Antenne mit Silikon abdichten, damit die Kontaktstellen zwischen Antenne und Karosserieblech nicht durch Regen und Rost oxydieren können *(Abb. 4.3.5)*.

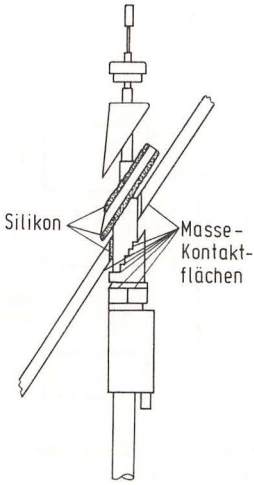


Abb. 4.3.5 Eine gut mit Silikon abgedichtete Antennenbohrung vermeidet das Anrosten der blanken Blechstellen und garantiert somit einen guten elektrischen Kontakt zwischen Antennengehäuse und Karosserie.

- Nach Möglichkeit das Antennenkabel so kurz wie möglich halten und nicht mit Verlängerungskabeln anstückeln. Bei hochwertigen Fabrikaten kann das Antennenkabel direkt an der Antenne abgeschraubt und bei Bedarf gegen ein längeres ausgetauscht werden.
- Nach Möglichkeit keinen Antennenverstärker verwenden, da dieser natürlich auch das Senderrauschen und die Störeinstreuungen mitverstärkt. Bei einer Heckantenne läßt sich ein HF-Verstärker allerdings manchmal nicht vermeiden.
- Die Abschirmung des Antennenkabels niemals als leistungsführenden Massekontakt des Autoradios mißbrauchen.

4.3.6 Reflexionen im Leitungsnetz

Aus der HF-Technik kennen wir den Begriff „Anpassung", d. h. ein hochfrequentes Signal wird nur dann vollständig übertragen, wenn der Innenwiderstand des Senders, der Leitung und des Empfängers gleich sind. Andernfalls wird ein Teil des vom Sender abgegebenen Signals in der Leitung oder am Eingang des

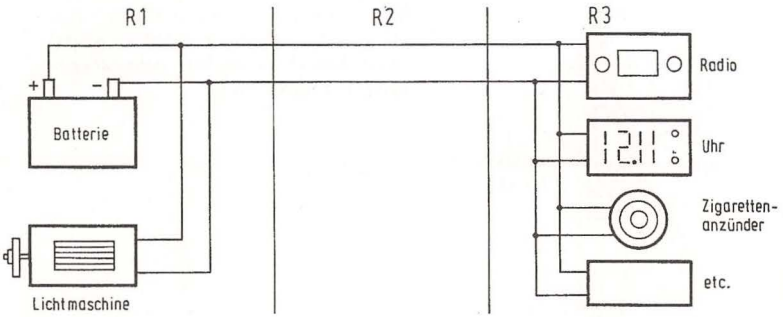


Abb. 4.3.6.1 Diese Skizze verdeutlicht die drei aneinander angeschlossenen Innenwiderstände von Stromquelle , Netz und Verbraucher.

Empfängers reflektiert. Dasselbe Verhalten zeigen hochfrequente Störsignale im Kfz-Leitungsnetz *(Abb. 4.3.6.1)*.

Es kann also passieren, daß Sie bisher keine Störgeräusche im Radio hatten, und nun, seitdem Sie eine Uhr mit an die Stromversorgungsleitung des Radios angehängt haben, das Säuseln der Lichtmaschine zu hören ist. In solchen Fällen empfiehlt sich die Installation des Breitbandentstörfilters aus *Abb. 4.3.3.1* vor dem Radio bzw. eines CLC-Filters *(Abb. 4.3.6.2)* vor dem neu installierten Gerät.

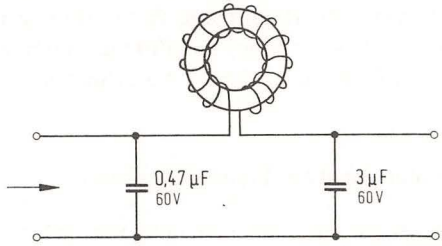


Abb. 4.3.6.2 Der typische Universalentstörfilter einfacher Bauart

4.3.7 Leitungsübertragene Störsignale anderer Geräte

Als weitere Störquellen, welche das Stromversorgungsnetz verseuchen, kommen die Taktrelais von Blinker, Scheibenwischer- oder Klimaanlagen sowie der Spannungsregler der Lichtmaschine, die Kompressoren von Niveauregulierung oder Kühlbox oder andere weitere Elektromotoren und Taktschaltungen in Frage. Hier empfiehlt sich dieselbe Vorgehensweise wie bei Punkt 4.3.6. Die Reinigung verschmierter Kollektorkohlen bei Elektromotoren wirkt auch oft Wunder.

4.3.8 Auf dem Funkweg übertragene Störungen anderer Geräte

Hierfür gibt es vor allem zwei Varianten:

Die Störeinstreuung von Mobilfunkgeräten oder -telefonen zum einen sowie von Leistungsverstärkern zum anderen auf den Radioempfänger, den Tonkopf des Recorders oder die NF-Leitungen eines Auto-HiFi-Turmes, der aus mehreren Komponenten besteht.

Hier gilt vor allem die Regel, daß Radio und Mobilfunkgeräte nicht gleichzeitig betrieben werden sollen, da die Sendeleistung des Funkgeräts direkt auf den Empfänger des Radios einwirken kann. Weitere Zusammenhänge mit Tonköpfen etc. sind im Kapitel 4.3.9 beschrieben. Es sei noch angemerkt, daß auch Zündung und Lichtmaschine per elektromagnetischer Welle auf das Autoradio einwirken können. Die Beseitigung dieser Störungen ist in den Maßnahmen zur Abschirmung und Erdung einzelner Kfz-Komponenten in den Kapiteln 4.3.1 bis 4.3.3 enthalten.

4.3.9 Induzierte Störungen auf Verbindungskabel

Vorsichtsmaßnahmen für die Antennenleitung von Autoradio und Mobilfunk sind in Kapitel 4.3.5 beschrieben. Ebenso wie die Antennenleitungen sollten auch NF- und Lautsprecher-Leitungen möglichst weit von Zündung und Motorraum entfernt sowie hinter einer Blech-Zwischenwand verlegt sein.

Bei den NF-Verbindungen einzelner Stereokomponenten ist ganz besonders auf eine Verlegung fernab anderer stark stromführender Leitungen und auf möglichst kurze Verbindungswege zu achten. Die auf der Abschirmung liegende Masseverbindung muß sehr gut kontaktiert sein. In ganz eklatanten Einstreuungsfällen hilft meist nur noch eine „Hauruck-Methode" mit dreifach abgeschirmtem Kabel und Zusatzerdung:

Als NF-Verbindung dient ein Kabel mit zwei voneinander isolierten Kupfergeflecht-Abschirmungen und einer äußeren zusätzlichen MU-Metall-Abschirmung. Das innere Kupfergeflecht dient wie bei Standard-NF-Kabeln gleichzeitig als Abschirmung und

Masseverbindung. Das zweite Kupfergeflecht ist nur einseitig mit Masse verbunden, was aufgrund des statischen Massepotentials eine wesentlich größere Abschirmwirkung erzielt. Die dritte Abschirmummantelung besteht aus einer Umwicklung mit MU-Metallfolie.

Doppelt abgeschirmte NF-Leitungen sind inzwischen in jedem guten HiFi-Geschäft erhältlich. MU-Metallfolien-Umwicklungen werden bisher jedoch nur von der Fa. OEHLBACHKABEL (NF 8) angeboten. Dort kommt sogar die Speziallegierung VITROVAC zum Einsatz. Während gewöhnliches Kupfergeflecht erst ab ca. 50 kHz abschirmende Wirkung zeigt, schirmt MU-Metall bereits von O Hz bis 50 kHz zuverlässig ab. MU-Metall verliert aber seine Wirkung fast vollständig, wenn es geknickt wird. VITROVAC hingegen läßt sich problemlos knicken und behält die gleiche Wirkung der MU-Metall-Legierung bei. VITROVAC-Cinchkabel mit doppeltem Abschirmgeflecht stellen die technologisch beste und EMV-mäßig wirksamste NF-Verbindung dar, die derzeit realisiert werden kann *(Abb. 4.3.9.2)*. Hier ist beim Einkauf der Kabel auf eine vernünftige Preis-Gegenwert-Relation zu achten. Viele Anbieter „drücken" dem Käufer mit pseudowissenschaftlichem „Brimbamborium" horrend überteuerte Preise „aufs Auge". Quellen mit realistischen Preisangeboten sind im Anhang erwähnt.

Zudem sollen alle Gerätegehäuse nochmals mit einer dicken Masseleitung verbunden sein, die einen guten Kontakt zur Karosserie hat *(Abb. 4.3.9.1)*.

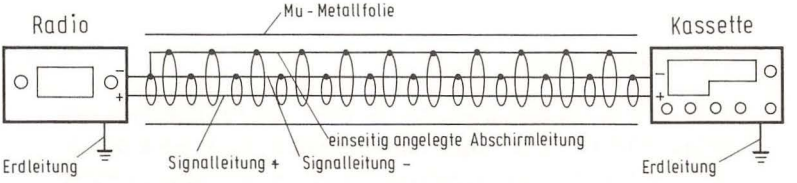


Abb. 4.3.9.1 Prinzipschaltung eines doppelt (mit MU-Folie dreifach) geschirmten Hf-Kabels. Die MU-Folie darf nicht scharf geknickt werden, da dies deren Wirkung drastisch reduziert.

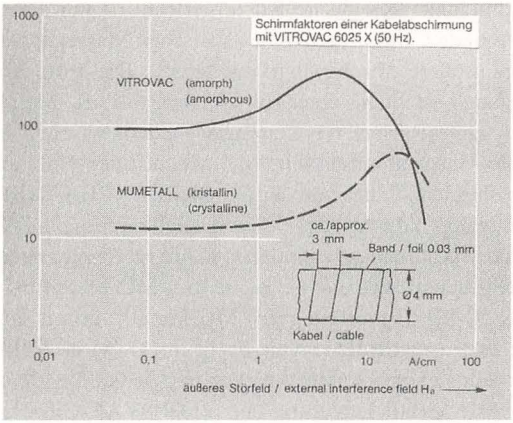


Abb. 4.3.9.2 Dreifach geschirmtes NF-Cinch-Kabel mit VIROVAC-Ummantelung stellt die absolute Optimallösung dar. Quelle: VAC, Oehlbachkabel

Für Kfz-Aktivboxen empfiehlt sich der Einsatz von optischen Lichtwellenleiter-Übertragungssystemen, die 100prozentig immun gegen jede Art von Störeinstreuung sind. Da die elektrooptischen Umwandlungsmodule allerdings meist in einfachen Kunststoffgehäusen untergebracht sind, ist es zu empfehlen, daß diese Module nochmal in ein einfaches verzinntes HF-Gehäuse (um die 4 Mark) eingesetzt werden, das mit der Karosseriemasse verbunden ist *(Abb. 4.3.9.3)*.

4.3.10 Masse-Brummschleifen

Neben der bis zu dreifachen Abschirmung der NF-Kabel mit einseitiger Erdung einer Abschirmebene gibt es noch die Möglichkeit der galvanischen Trennung der NF-Verbindung zwischen zwei Geräten. Diese erfolgt einfach mittels je eines kleinen NF-Übertragers (z.B. Mikrofon-Übertrager oder Profitechnik-Trennübertrager von Bürklin, Conrad) pro Kanal (links, rechts, vorne,

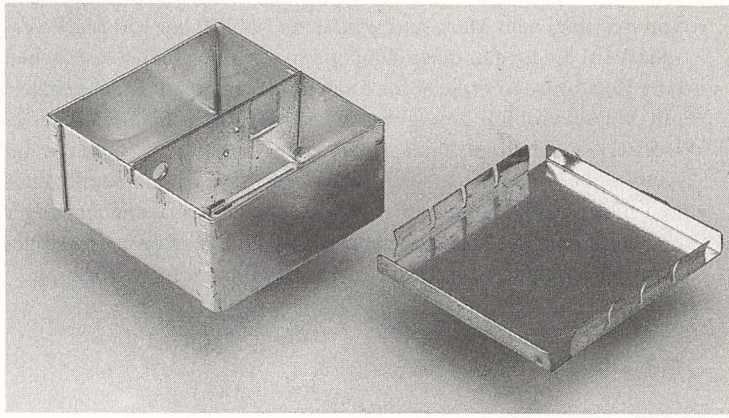


Abb. 4.3.9.3 Typisches verzinntes Hf-Gehäuse

hinten), die in ein verzinntes Blechgehäuse gemäß *Abb. 4.3.9.3* mit Zwischenwänden untergebracht werden. Man kann wahlweise NF-Kabel direkt aus dem Gehäuse führen (mit Durchführungsmanschette) oder aber beispielsweise Cinch-Buchsen direkt im Gehäuse montieren. Die Cinch-Buchsen müssen dann aber unbedingt gegenüber dem Gehäuse isoliert montiert sein, da ja sonst eine Verbindung zwischen der ankommenden und der abgehenden Abschirmung der NF-Kabel bestehen würde. Das Blechgehäuse selbst sollte einen Erdungsanschluß besitzen. Der galvanische Trennübertrager isoliert die möglicherweise über die Abschirmung der NF-Kabel fließenden Ausgleichsströme zwischen den Massepotentialen der verschiedenen Geräte. Diese äußern sich dann in den typischen surrenden Geräuschen von Brummschleifen oder aber der Lichtmaschine.

Dringend abzuraten ist von den fertig konfektionierten Trennübertragern für den Auto-HiFi-Bereich (z.B. von „rainbow" über Conrad), bei denen primitive Lichtorgel-Übertrager aus Südostasien in unabgeschirmte Plastikgehäuse mit vergoldeten Cinch-Buchsen genagelt werden. Das Zeug hat einen Herstellungswert

von maximal acht Mark und wird dann für 100 bis 150 Mark verscherbelt! Legt man diese Dinger im Auto beispielsweise neben eine Entstördrossel (die sollte auch immer in einem Blechgehäuse mit Masseanschluß untergebracht werden) oder in die Nähe des Verstärker-Schaltnetzteiles (man kann sich's ja platzmäßig im Auto nicht immer aussuchen), dann handelt man sich damit zehnmal mehr Störungen ein, als man ansonsten per Trennübertrager beheben kann. Die selbstgebauten Trennübertrager im abgeschirmten Gehäuse zeigen da eine wesentlich bessere Wirkung.

4.4 Die Zweitbatterie

Einige Akrobaten bauen sich eine zweite Batterie ins Auto. Während die eine geladen wird, ist die zweite vom Bordnetz dann immer getrennt und versorgt die Stereoanlage mit störungsfreiem (von Lichtmaschine und Zündung unbelastetem) Strom. Die Batterien werden dann zyklisch umgeschaltet. Soweit ist die Theorie schon stichhaltig, nur:

- zum einen bleibt der Minuspol mit Masse immer verbunden
- und zum anderen wurde in den vorangehenden Kapiteln der große Anteil von Störeinstreuungen, die nicht über die Stromversorgung kommen, erörtert.

Die erzielbare Verbesserung ist normalerweise den Aufwand bei weitem nicht wert, zumal die Leistung von Lichtmaschine und Regler dem erhöhten Ladestrombedarf auch angepaßt werden müssen.

Was jedoch nicht uninteressant ist, ist der schlichte Einbau einer größeren Batterie. Je stärker die Batterie, desto größer deren innere Kapazität, desto besser ihre Dämpfwirkung auf den im EMV-Kapitel anfangs erwähnten Oberwellenbrumm der Lichtmaschine.