

Car-HiFi

de.wikibooks.org

25. August 2014

On the 28th of April 2012 the contents of the English as well as German Wikibooks and Wikipedia projects were licensed under Creative Commons Attribution-ShareAlike 3.0 Unported license. A URI to this license is given in the list of figures on page 35. If this document is a derived work from the contents of one of these projects and the content was still licensed by the project under this license at the time of derivation this document has to be licensed under the same, a similar or a compatible license, as stated in section 4b of the license. The list of contributors is included in chapter Contributors on page 33. The licenses GPL, LGPL and GFDL are included in chapter Licenses on page 39, since this book and/or parts of it may or may not be licensed under one or more of these licenses, and thus require inclusion of these licenses. The licenses of the figures are given in the list of figures on page 35. This PDF was generated by the \LaTeX typesetting software. The \LaTeX source code is included as an attachment (`source.7z.txt`) in this PDF file. To extract the source from the PDF file, you can use the `pdfdetach` tool including in the `poppler` suite, or the <http://www.pdfplabs.com/tools/pdftk-the-pdf-toolkit/> utility. Some PDF viewers may also let you save the attachment to a file. After extracting it from the PDF file you have to rename it to `source.7z`. To uncompress the resulting archive we recommend the use of <http://www.7-zip.org/>. The \LaTeX source itself was generated by a program written by Dirk Hünninger, which is freely available under an open source license from http://de.wikibooks.org/wiki/Benutzer:Dirk_Huenniger/wb2pdf.

Inhaltsverzeichnis

0.1 Ziel dieses Buches	1
1 Vorwort	3
2 Woraus besteht eine Car HiFi-Anlage	5
2.1 Stromversorgung	5
2.2 Kondensator	6
2.3 Zweite Batterie	7
2.4 Kondensator vs. zweite Batterie	8
2.5 Head Unit	8
2.6 Verstärker	9
2.7 Lautsprecher	9
2.8 Verkabelung	12
3 Leistungsangaben in Watt	15
3.1 RMS	15
3.2 Sinus	16
3.3 Maximal / PMPO	16
4 Einbau der Car HiFi-Anlage	17
4.1 Verstärker	18
4.2 Dämmung	19
4.3 CAN-Bus	19
5 Was kann alles schief gehen // Fehlersuche- und behebung	21
5.1 Türlautsprecher	21
5.2 Clipping (Verstärker)	21
5.3 Defekte Cinchmasse	23
5.4 Masseschleife	25
5.5 Phasenverschiebung // Auslöschung	25
6 Car-HiFi und Sicherheit	27
6.1 Zu hohe Lautstärke	27
6.2 Heckablagen	27
6.3 Das Bedienen des Autoradios während der Fahrt	28
7 Weblinks	31
8 Autoren	33
Abbildungsverzeichnis	35

9 Licenses	39
9.1 GNU GENERAL PUBLIC LICENSE	39
9.2 GNU Free Documentation License	40
9.3 GNU Lesser General Public License	41

0.1 Ziel dieses Buches

Ziel dieses Buches ist es, grundlegende Kenntnisse und auch theoretische Fertigkeiten für das Car HiFi zu vermitteln, um sich selbst ins Auto eine Anlage einzubauen, die höchsten Ansprüchen gerecht wird.

Die Schrift wird hier nur an der Oberfläche herumkratzen und das Wesentliche beleuchten. Die wirkliche Erfahrung kommt natürlich erst mit der Praxis. Die Grundkenntnisse werden jedoch mit diesem Buch vermittelt.

1 Vorwort

Wenn sie den Begriff 'Car HiFi' hören, denken viele Leute sofort an tiefergelegte, aufgetunte Autos mit ohrenbetäubend lauten HiFi-Anlagen darin, wobei natürlich der laute "Bumms" Bass ganz besonders wichtig ist - so richtig "proletenmächtig" eben.

Auch wenn viele Leute nicht so denken, so ist dies doch eine weitverbreitete Auffassung und ein negatives Vorurteil. Denn es gibt auch das andere 'Car HiFi'. Autos mit mobilen HiFi-Anlagen, die allerhöchsten Klangansprüchen gerecht werden und Konzertsälen in ihrer Klangreinheit in nichts nachstehen, sind damit gemeint. Die meisten Leute, die zu Hause eine hochanspruchsvolle Home HiFi-Anlage haben, stellen ganz ähnliche Ansprüche auch an die Beschallung im Auto. Diesen Ansprüchen wird eine werksseitige "Standard-Anlage" einfach nicht gerecht. Also muss etwas Neues her.

Das Car HiFi ist von den einfachen Röhrenradios in den 40er Jahren inzwischen zu einer eigenen Wissenschaft herangereift, und für eine Wissenschaft benötigt man natürlich auch sehr viel Wissen (daher der Name).

Wenn Du mit diesem Buch fertig bist, dann wirst Du die grundlegenden Kenntnisse des Car HiFi besitzen. Das Car HiFi deckt sich auch mit einigen anderen Wissensbereichen, darunter natürlich das Home HiFi, die Elektrik und für den Einbau einer Car HiFi Anlage sind einige handwerkliche Grundfertigkeiten nötig.

Es ist natürlich nicht Ziel dieses Buches, dir zu sagen: "Genau diese und jene Anlage ist gut und Punkt.". Das wäre auch ziemlicher Blödsinn, denn es gibt nicht DIE gute Anlage. Stattdessen hat jeder Mensch seinen eigenen Musikgeschmack, ein Budget (das auch eine sehr große Rolle spielt), ein eigenes Auto (welches Auto Du fährst, ist natürlich auch wichtig dafür, wie deine Car-HiFi Anlage mal aussehen könnte), usw. Das wirkt sich alles auf die individuellen Ansprüche aus, und keine Anlage wird allen Ansprüchen gerecht. Wenn Du Hilfe bei der Auswahl brauchst, suche einen kompetenten Fachhändler, am Besten einen, der sich auf Car-HiFi oder allgemein HiFi spezialisiert hat. Es gibt auch massenhaft Foren, wo Du gute Hilfe erhältst. Hier eine kleine Liste an Foren:

- www.autohifi-world.de/forum¹
- www.motor-talk.de/caraudio²
- www.hifi-forum.de³ (Einsteigertipps von [hifi-forum.de](http://www.hifi-forum.de/)⁴)
- www.epicenter.de⁵ (Einsteigertipps von [epicenter.de](http://www.epicenter.de/)⁶)

1 <http://www.autohifi-world.de/forum/>

2 <http://www.motor-talk.de/caraudio/>

3 <http://www.hifi-forum.de/>

4 http://www.hifi-forum.de/index.php?action=browseT&back=1&sort=lpost&forum_id=76&thread=3479

5 <http://www.epicenter.de>

6 <http://www.epicenter.de/carhifi/auswahltips.htm>

www.autohifi-world.de⁷

www.profihifi-forum.de⁸

www.planet-carhifi.de⁹

Andere interessante Links:

- [selfmadehifi Car-Hifi Allgemein](#)¹⁰
- [Realistische Betrachtungen](#)¹¹
- [Allgemeines](#)¹²
- [Carhifi-Ratgeber](#)¹³
- [Anleitungen und Workshops](#)¹⁴

Wir hoffen, dass Du mit diesem Buch viel Freude hast und auch etwas dabei lernst, denn auf langen Fahrten kann eine gut klingende Car HiFi-Anlage wirklich eine tolle Sache sein, die richtige Musik natürlich vorausgesetzt ...

Du kannst das Buch auf einmal in einem Zug vom Anfang bis zum Ende durchlesen, oder es als eine Art Referenz benutzen, um Begriffe nachzuschlagen, die dir unklar sind. Wie auch immer Du das Buch liest, wir wünschen dir viel Spaß und Freude dabei.

7 <http://www.autohifi-world.de>
8 <http://www.profihifi-forum.de>
9 <http://www.planet-carhifi.de>
10 <http://www.selfmadehifi.de/carallg.htm>
11 http://www.hifiaktiv.at/diverses/realistische_betrachtungen.htm
12 <http://www.elektronikinfo.de/audio/hifi.htm>
13 <http://www.carhifi-ratgeber.de>
14 <http://www.carhifinews.de/anleitungen/>

2 Woraus besteht eine Car HiFi-Anlage

Der Begriff 'Car HiFi-Anlage' lässt sich ziemlich weit dehnen. Es gibt eine schiere Anzahl an Möglichkeiten, Komponenten einzusetzen und zusammenarbeiten zu lassen. Hier eine möglichst allgemeine Definition, vom Entstehen der Musik, bis zu deinen Ohren.

2.1 Stromversorgung

Ohne elektrischen Strom geht nix, der muss also auch irgendwo herkommen. Das ist im Auto entweder die Batterie (das können übrigens auch mehrere sein), die Lichtmaschine oder auch ein Kondensator (mehr dazu später). Die Bordspannung beträgt im Normalfall zwischen 12,0 und 14,5 Volt (je nachdem ob die Lichtmaschine läuft und wie stark sie belastet wird), was zur Folge hat, dass mit sehr hohen Stromstärken (Ampere) gearbeitet werden muss. 100 Ampere oder sogar noch mehr sind durchaus möglich. (Zum Vergleich: Im Haushalt sind bei 230 Volt nicht mehr als 16 Ampere üblich. Nun kann eine normale Leitung im Haushalt bis zu ca. 3500 Watt transportieren. Wenn Du die gleiche Leistung nun mit 12 Volt im Auto erreichen wolltest, wären knapp 300 Ampere nötig (3500 Watt / 12 Volt).)

Da Gleichstrom bekanntlich immer einen Plus- und einen Minuspol hat, kann man im Auto einen kleinen Trick anwenden, um sich ein Kabel zu sparen. Man verbindet den Minuspol der Batterie mit einem Stück starken Kabel mit der Karosserie des Autos, die damit selbst zum Minuspol wird. Das ganze nennt man 'Masse'. Wenn also von einem 'Massepunkt' die Rede ist, ist lediglich ein Punkt an der Karosserie gemeint, der elektrisch leitfähig ist (dafür muss er hauptsächlich frei von Lack sein, da Lack sich als schlechter Leiter bewiesen hat...) und den Strom vom Minuspol "transportieren" kann.

Man benötigt also nur noch ein Kabel (Kabel sind im Auto aufgrund der enormen Stromstärken oft sehr dick, daher teuer, und sind auch schwer zu verlegen) von der Batterie zu einem Verbraucher, damit dieser funktionieren kann. Den Minuspol kann man ja nun mit einem sehr viel kürzeren Stück Kabel von einem Massepunkt holen.

Von elektrischem Strom können natürlich immer Gefahren ausgehen. Um diese einigermaßen einzuschränken, werden (ähnlich wie in normalen Haushaltsstromnetzen) Sicherungen eingesetzt, die vor Überlastung, Kabelbrand und Kurzschluss schützen sollen, indem sie einfach die Stromzufuhr unterbrechen, sobald der Stromfluss zu groß wird. Der Einbau einer solchen Sicherung, die für den Einsatz im Auto gebaut ist, ist absolut unerlässlich! Eine Sicherung muss in der Plusleitung, die von der Batterie kommt, eingebaut werden, und zwar maximal 30 cm nach der Batterie, sonst kann sie nicht effektiv schützen. Zu Sicherungen und deren Einsatz gleich noch etwas mehr.

Wenn einer Batterie bei hohen Lautstärken sehr viel Strom entzogen wird, den sie aufgrund ihrer relativ langsamen chemischen Stromerzeugung nicht in Sekundenbruchteilen liefern

kann und die Lichtmaschine nicht (rechtzeitig) für Nachschub sorgt (vielleicht, weil sie aus ist?), bricht die Spannung der Batterie kurzzeitig ein, was sich auf den Klang der Anlage negativ auswirkt. Pegelspitzen gehen unter, es entsteht "Soundbrei". Um diesen "Spannungseinbruch" auszugleichen, werden sogenannte Kondensatoren eingesetzt. Dazu gleich mehr.

2.2 Kondensator

Je nachdem, ob eine Car-HiFi Anlage eine sehr hohe Leistung (bezeichnend in Watt) hat, wird die Stromversorgung des Autos unterschiedlich stark belastet. Wenn sie jedoch stärker belastet wird, als sie das mitmacht, dann muss für zusätzliche Unterstützung gesorgt werden. Entweder in Form einer zweiten Batterie (was jedoch mehr die Laufzeit der Anlage, wenn der Motor aus ist, erhöht), oder in Form eines Kondensators (auch PowerCap genannt). Kondensatoren werden im Allgemeinen in zylindrischer Bauform im Handel angeboten. Der Kondensator wird (sinngemäß) über einen Vorwiderstand geladen und kann bei einer Laständerung (die Endstufe zieht bei Bässen schlagartig einen hohen Strom) sehr viel Strom zur Verfügung stellen. Ein Kondensator ist daher ein bisschen mit einer normalen Batterie vergleichbar und muss, wie die Batterie im Auto, geladen werden. Der Klang einer Car HiFi-Anlage kann sich durch einen solchen Kondensator gegebenenfalls verbessern. Beim Einbau eines solchen Kondensators müssen jedoch spezielle Sicherheitsmaßnahmen getroffen werden. Wenn ein Kondensator beim Einbau verpolt wird, wird er schnell mit viel Kabumm explodieren, das könnte schmerzhaft werden ... Außerdem darf man einen Kondensator niemals ungeladen (also in "leerem" Zustand) anschließen, da dann enorm hohe Ströme fließen würden, und der Kondensator könnte (möglicherweise) ebenfalls explodieren, bzw. es wird die Sicherung durchbrennen. Lade den Kondensator also immer vorher über einen Widerstand auf, der den Strom, der fließen kann, begrenzt. In der Regel ist dafür im Lieferumfang ein kleines Lämpchen und eine Anleitung dabei. Siehe hierzu: [PowerCap.pdf](#)¹

"Vorsicht, Kunde!". Leider ist es bei den Herstellern von PowerCaps (nicht bei allen, aber doch bei vielen) in letzter Zeit sehr stark in Mode gekommen, bewusst Kondensatoren mit niedrigerer Kapazität (also weniger Energie, die ein PowerCap speichern kann) herzustellen, jedoch ebenso bewusst eine viel höhere Kapazität draufzudrucken und auch entsprechend viel Geld zu verlangen. Namen von Herstellern werden hier bewusst nicht genannt. Es ist nur sehr schade, dass der Kunde hier bewusst an der Nase herumgeführt wird, da die wenigsten Kunden selbst nachprüfen können, ob ihr Kondensator wirklich die versprochene Kapazität hält (Kapazität wird in Farad angegeben, kurz F). Die Hersteller sparen sich natürlich so sehr viel Selbstkosten und machen somit mehr Gewinn. Mehr zu diesem Thema findest Du unter: [profihifi-forum.de](#)²

1 <http://www.benedikt-franz.de/PowerCap.pdf>

2 <http://www.profihifi-forum.de/thread.php?threadid=259&sid=>

2.3 Zweite Batterie

Der im vorherigen Abschnitt beschriebene Kondensator hat lediglich die Aufgabe, hohe Belastungsspitzen abzufangen und somit einen Spannungseinbruch der Bordversorgung zu puffern.

Weiter wird auch bei sehr hoher Leistung der Anlage mit einem Pufferkondensator das Flackern des Lichtes vermieden, was wohl unter anderem einer der wichtigsten Aspekte ist.

Wenn man allerdings über längere Zeit im Stand, also ohne Lichtmaschine, Musik hören möchte, hilft ein Kondensator auch nicht, diese Laufzeit zu verlängern. Stattdessen kann / sollte man eine zweite Batterie einsetzen, je nach dem, ob man sehr lange bzw. mit hoher Leistung im Stand Musik hören möchte.

Es gibt eine sehr große Auswahl, vor die ein Kunde gestellt wird, wenn er sich eine zweite Batterie ins Auto bauen will. Eine Hilfe bei der Auswahl kannst Du jedoch in den Foren finden, die im Vorwort genannt werden. Sobald die Auswahl getroffen ist, musst Du die Batterie noch einbauen. Eine allgemeine Anleitung hierfür gibt es leider nicht, da das von Batterie zu Batterie und Fahrzeug zu Fahrzeug verschieden ist. Auch hier kannst Du Hilfe in einem der Foren oder beim Fachhändler erhalten.

Abb. 1 Schematische Verschaltung

Hier jedoch noch ein schematischer Aufbau, der dir zeigt, wie die zweite Batterie mit der ersten und einem potentiellen Kondensator verschaltet werden muss. In dem Schema ist außerdem die Rede von einem Trennrelais. Dieses Trennrelais muss nicht unbedingt eingesetzt werden. Es dient jedoch dem Zweck, die Starterbatterie vor Entladung durch die HiFi-Anlage zu schützen, sprich: Wenn Du zu lange im Stand Musik hörst, bleibt die Starterbatterie geladen und Du kannst den Motor weiterhin problemlos starten. Ohne Trennrelais kann es also vorkommen, dass die HiFi-Anlage also beide Batterien "leersaugt" und Du dann das Auto schieben darfst. Das Trennrelais wird entweder über die Zündung (Zündplus) oder über die Ladekontrolle der Lichtmaschine eingeschaltet. Dies stellt sicher, dass die zweite Batterie nur mit der Starterbatterie verbunden ist, wenn eben der Motor läuft bzw. die Zündung eingeschaltet ist. Theoretisch würde hier auch eine Diode genügen, wobei der Spannungsabfall von 0,7 Volt (und die damit verbundene Verlustleistung von z. B. 35 Watt bei 50A!) an der Diode diese Möglichkeit unbrauchbar macht.

Wieder gilt: Alle Kabel sind so kurz wie möglich zu dimensionieren, der Querschnitt sollte großzügig ausgewählt werden und muss in jedem Falle etwas stärker belastbar sein, als die Sicherungen (bei einer zweiten Batterie müssen zusätzlich zwei Sicherungen eingesetzt werden), die verwendet werden. Außerdem musst Du vor dem Einbauen der zweiten Batterie unbedingt den Motor ausschalten, da es sonst durch die höhere Spannung der Lichtmaschine zu einer kurzschlussähnlichen Entladung beim Anschließen kommen kann. So etwas kann sehr gefährlich werden!

2.4 Kondensator vs. zweite Batterie

In manchen Fällen ist die Frage zu stellen, ob sich der Einbau eines Kondensators überhaupt lohnt, sowohl finanziell als auch klangtechnisch. Denn eine kleine Zusatzbatterie liegt oft preislich in einem ähnlichen Rahmen wie ein Kondensator. Die Frage, ob nun eine zweite Batterie besser ist als ein Kondensator oder umgekehrt, lässt sich, wie so oft, natürlich nicht pauschal beantworten. Es gibt einige Kriterien, die jedoch generell zu einer Entscheidungsfindung verwendet werden können. Im Einzelfall empfiehlt es sich, spezielle Beratung zu suchen - Links zu entsprechenden Foren findest Du im Vorwort³.

- Bei Anlagen mit relativ kleiner Leistung (bis etwa 250 Watt RMS gesamt) und Endstufen mit stabilisierten Netzteilen macht ein Kondensator wenig Sinn, da die Spannung der Batterie nicht sehr stark einbricht und geregelte Netzteile (volle Leistung ab 11V Eingangsspannung) diesen Nachteil mit links kompensieren können.
- Anlagen mit kleiner Leistung, aber ohne stabilisierten Netzteilen, können von einem Kondensator in gewissem Umfang profitieren.
- Bei großen Anlagen macht ein Kondensator keinen Sinn. Hier sollte gleich zu einer Zusatzbatterie gegriffen werden.
- Prinzipiell sollte man vergleichen, ob es für das Geld, das man für einen Cap ausgibt, nicht auch eine kleine Zusatzbatterie vernünftiger Qualität (also für den Einsatz im Auto geeignet) zu kaufen gibt.

Detailliertere Informationen gibt es hier: <http://millenchi.de/view.php?page=76>⁴

2.5 Head Unit

Die eigentliche Musik entsteht natürlich im Studio oder auf der Bühne. Damit die Musik erst einmal zu dir ins Auto kommt, ist ein Radio nötig. Besser ist hier die Bezeichnung 'Head Unit', da die Musik natürlich nicht nur vom Radio kommen muss, sondern auch von einer normalen Audio- oder MP3-CD, einer DVD, dem guten alten Magnetband, inzwischen gibt es Head Units mit integrierter Festplatte, Anschlussmöglichkeiten für externe Musikplayer, wie den iPod oder was noch alles. Hier gibt es auch fast endlose Möglichkeiten, woher die Musik kommen kann. Wichtig ist nur, dass sie ins Auto kommt. Hier beginnt auch das Car HiFi.

Zunehmender Beliebtheit erfreuen sich auch die sogenannten Car-PCs. Das sind tatsächlich PCs, die in einem Auto verbaut wurden. Die Vorteile sind eine größere Flexibilität bei den Medien-Formaten, z. B. können dann auch problemlos MIDI-Dateien im Auto abgespielt werden, etc. Außerdem kann man, je nach Budget, eine große bis sehr große Festplatte, und damit auch eine Medienbibliothek im Auto mitnehmen, ein Navigationssystem lässt sich einfach mitintegrieren, die Musikbibliothek kann ggf. über WLAN aktualisiert werden, etc. Je nach Hardware kann der Preis geringfügig oder deutlich höher sein, als für eine konventionelle Head Unit (siehe www.mp3car.com).

³ http://de.wikibooks.org/wiki/Car_HiFi#Vorwort

⁴ <http://millenchi.de/view.php?page=76>

2.6 Verstärker

Wenn die Musik in der Head Unit entsteht, sind die elektrischen Signale noch viel zu schwach, um von Lautsprechern in für den Menschen hörbare Schallwellen gewandelt zu werden. Damit die Signale auf eine brauchbare Stärke (korrekterweise müsste es Spannung heißen) verstärkt werden, werden sogenannte Verstärker eingesetzt.

Die meisten modernen Head Units haben kleinere Verstärker bereits integriert, die ausreichend sind, um zwei Lautsprecher mit moderater Lautstärke zu betreiben. Da sie mit der normalen Bordspannung arbeiten, ist eine maximale Ausgangsspannung von 12 Volt möglich. Bei der Verwendung von 4 Ohm Lautsprechern ergibt das bei einem Wirkungsgrad von ca. 60 % nur ca. 20 Watt Ausgangsleistung (Bei laufendem Motor / Lichtmaschine ist es etwas mehr, da die Spannung dann ca. 14 V beträgt). Das genügt für moderate Lautstärken, aber wenn man mehr will, braucht man einen externen Verstärker.

Externe Verstärker, das sind meist ziemlich große Geräte, die meist im Kofferraum eines Autos verbaut werden, können dann auch sehr viel mehr Leistung zur Verfügung stellen (d.h. die Ausgangsspannung kann dann 50 Volt und mehr betragen!). Externe Verstärker lassen sich in mehrere Kategorien einteilen: Monoblock-Verstärker, Zweikanal-, Vierkanal-, Fünfkanal- oder gar Sechskanal-Verstärker. Je nach dem, wie viele Kanäle ein Verstärker hat, kann er entsprechend viele, unabhängige Audiosignale separat verstärken. Dadurch ergeben sich dann sehr vielfältige Möglichkeiten. Zum Beispiel kann man zwei Kanäle vorne (links und rechts), zwei Kanäle hinten und evtl. noch einen für einen Subwoofer (was das ist, wird gleich erklärt) verwenden.

2.7 Lautsprecher

2.7.1 Allgemein

Ein Lautsprecher ist quasi die Schnittstelle, die die Welt der elektrischen Audio-Signale mit deinen Ohren verbinden. Sie wandeln die elektrischen Spannungsänderungen, die vom Verstärker (entweder integriert in der Head Unit oder extern) kommen, in Schallwellen um.

Es gibt sehr viele Möglichkeiten, wie das geschehen kann. Die Gebräuchlichste ist jedoch dabei die des elektrodynamischen Lautsprechers, der mit Magnet und Spule Bewegung erzeugt. Diese Bewegung wird dann an eine Membran übertragen, die die angrenzende Luft in Schwingung versetzt, was das menschliche Ohr dann wahrnimmt. Wenn Du genauer wissen willst, wie ein Lautsprecher aufgebaut sein kann, durchsuche dieses Wiki oder Google.

Ganz allgemein lässt sich also sagen, dass Lautsprecher dazu da sind, Schallwellen zu erzeugen, die Du dann hören oder bei tiefen Frequenzen sogar auch spüren kannst.

2.7.2 Frequenzen

Noch ein paar wissenswerte Dinge zu Lautsprechern: Schallwellen lassen sich messen, und werden dann als 'Frequenzen' in der Maßeinheit 'Hertz' (kurz Hz) angegeben. Das bedeutet

soviel wie: Schwingungen pro Sekunde. Das menschliche Ohr kann Schallwellen mit Frequenzen zwischen ca. 20 - 20.000 Hz wahrnehmen (dieser Bereich ist jedoch von Mensch zu Mensch verschieden, und wird mit dem Alter schmaler). Schallwellen zwischen 20 bis ca. 200 Hz kennst Du wahrscheinlich besser als 'Bass'. Zwischen 200 und 4.000 Hz (sehr grob gesagt), sind die Mitten, und alles darüber bis zu 20.000 Hz sind Höhen.

Manche Lautsprecher eignen sich (aufgrund ihrer Bauweise) mehr für die Basswiedergabe (sogenannte Tieftöner), andere für die Mitteltonwiedergabe (Mitteltöner), andere für die Hochtonwiedergabe (Hochtöner). Es ist oftmals sogar so, dass Lautsprecher, denen ein anderer Frequenzbereich (tief, mittel oder hoch) zugemutet wird, als der für den sie gebaut wurden, Schaden nehmen. Um diesem Schaden vorzubeugen, müssen die Audiosignale, die vom Verstärker kommen, noch entsprechend aufgesplittet werden, um dann an die passenden Lautsprecher weitergeleitet zu werden. Diese Aufgabe übernimmt eine sogenannte 'Frequenzweiche'. Frequenzweichen finden auch im Car HiFi sehr häufig Anwendung. Mehrere Lautsprecher, die zusammen eingesetzt werden, um im gesamten Frequenzbereich zwischen 20 und 20.000 Hz zu musizieren, werden 'Mehrwege-Systeme' genannt, weil sie quasi mehrwegig sind. Am gebräuchlichsten sind Zwei-Wege-Systeme (Tief- und Mittelton zusammen, und dann noch einen Hochtonlautsprecher) und Drei-Wege-Systeme (Tief-, Mittel- und Hochtonsysteme), auch im Car-HiFi. Aber auch hier gibt es Unterscheidungen zwischen Koax-Lautsprechern, also Lautsprechern, bei denen kleinere Lautsprecher direkt auf der Achse mit montiert sind und einzelnen Lautsprechern, die entsprechend ihrer Eigenschaft eingesetzt werden. Von der Theorie her sind koaxial Lautsprecher besser, da sie eine Punkt-Schallquelle darstellen, anders bei Einzelsystemen, die bei schlechtem Einbau Phasenprobleme und damit Klangeinbußen verursachen können.

Es gibt auch Lautsprecher, die alle Frequenzen von 20 - 20.000 Hz wiedergeben können, das sind die sogenannten Breitbänder. Diese können jedoch die Musik dann nicht so detailreich wiedergeben, wie dies bei Mehrwege-Systemen der Fall ist. Kaum ein Breitbänder kann zum Beispiel den tiefen Bass von 20 Hz wiedergeben. Der Vorteil ist jedoch der, dass die Notwendigkeit einer Frequenzweiche entfällt.

2.7.3 Frontsystem

Der Name sagt schon: Das Frontsystem sind meist mehrere Lautsprecher, die zusammen die Front beschallen sollen. Der Qualität und Klangreinheit des Frontsystems sollte ganz besondere Aufmerksamkeit zukommen, da man als Fahrer oder Beifahrer im Auto direkt von ihm beschallt wird. Somit hängt also das "audiophile Erlebnis" primär vom Frontsystem ab. Daher darf man es auf keinen Fall völlig weglassen (sonst gibts einfach keinen guten Klang), man sollte auch kein Geld am Frontsystem sparen.

Das Frontsystem besteht in der Regel aus einem Hochtöner (der zum Beispiel in der A-Säule montiert wird), einem Mitteltöner (der z. B. im Armaturenbrett verbraut wird), sowie evtl. einem sogenannten Kickbass (Lautsprecher für 80 - 250 Hz), der in den Türen verbaut wird (siehe Dämmung⁵). Dazu stabilisiert man am Besten den Sitz des Lautsprechers mit einem fest und luftdicht an der Tür verspachtelten MDF-, Multiplex- oder Metallring und verschließt alle Öffnungen im Türinnenblech (ebenfalls luftdicht). Dadurch entsteht zwischen

5 http://de.wikibooks.org/wiki/Car_HiFi#D.C3.A4mmung

Tür und Außenblech ein geschlossenes Volumen, was als "Box" funktioniert. Bitte darauf achten, dass der Einbau von Lautsprechern mit größerer Einbautiefe nicht den Weg der Glasscheibe behindert. Sollten keine Möglichkeiten für eine Montage aller drei Lautsprecher vorhanden sein, wird meist ein Doorboard verwendet. Als Alternative zum Kickbass könnte man allerdings auch einen kleinen 10"-Subwoofer im Fußraum des Beifahrers verbauen.

Im Abschnitt 'Verstärker' wurde erwähnt, dass viele Head Units bereits integrierte Verstärker haben. Nun, es ist eine sehr gängige Möglichkeit (entweder als günstige Einstiegslösung oder übergangsweise, bis mehr Geld für mehr Komponenten da ist), ein Frontsystem einzubauen, und diesem mit dem integrierten Verstärker der Head Unit zu betreiben. Das reicht freilich nicht für hohe Lautstärken, und um diese zu erreichen, muss ein potentes Frontsystem an einem externen Verstärker betrieben werden.

2.7.4 Rearfill

Der Name sagt schon fast alles. Das Rearfill ist im Prinzip nichts anderes, als das Frontsystem, nur diesmal kommt der "Sound" eben von hinten. Dadurch kann der "Bühnen-Effekt" verbessert werden – meist wird jedoch eine Klangverschlechterung durch Phasenprobleme (kann man sich wie ein Echo vorstellen, da die Musik von hinten Laufzeitunterschiede hat, welche das Gehirn wahrnimmt). Allerdings können die Fahrgäste auf den hinteren Plätzen dann etwas besser mithören. Wichtig ist hier jedoch, dass bei Verwendung eines Subwoofers der Rearfill nicht FreeAir, also ohne eigenes Volumen (sprich Gehäuse) spielen sollte, da er sonst durch den Druck vom Subwoofer als Passiv-Membran "missbraucht" wird, was der naturgetreuen Wiedergabe der Musiksignale (High Fidelity bedeutet nichts anderes!) gegenläufig ist und schlimmstenfalls den Lautsprecher zerstört.

Ein Rearfill ist jedoch, im Gegensatz zum Frontsystem, nur optional, und am Rearfill kann man auch ein bisschen Geld sparen. Es gibt auch beim Rearfill wieder die Möglichkeit, es an den Verstärker der Head Unit anzuschließen, um eine billigere Einstiegslösung zu haben. Man kann es jedoch auch an einen externen Verstärker anschließen. Nachteil beim Anschließen an die Head Unit ist jedoch, dass meist kein Hochpass verwendet werden kann, um den Rearfill von tiefen Frequenzen zu befreien, was sich dann meist in Kratzgeräuschen (kann den Lautsprecher zerstören) äußert.

Noch was zum Thema Sicherheit beim Rearfill: Es ist nicht ratsam, die Lautsprecher des Rearfills auf die Heckablage des Autos zu montieren, da diese alles andere als stabil ist. Lautsprecher auf Heckablagen können sich zu tödlichen Geschossen entwickeln, wenn sie mit voller Wucht bei einem Frontalcrash des Autos nach vorne geschleudert werden. Es nützt auch nichts, eine neue, "stabilere" Heckablage aus Holz zu bauen, da diese bei einem Unfall einfach mit nach vorne segelt. Lautsprecher auf Heckablagen sind also ein enormes Sicherheitsrisiko => Finger weg! Verwende stattdessen die Einbauplätze, die von Autohersteller für das Rearfill vorgesehen wurden (ganz links und ganz rechts, an den Fenstern), und wenn dein Auto sowas nicht hat, verwende kein Rearfill.

Allerdings sollte man zuerst einmal versuchen, das Frontsystem ohne Rearfill zu betreiben, um nicht unnötig Geld auszugeben. Wenn das Frontsystem korrekt eingebaut ist, und man denkt es "fehlt" klanglich etwas kann man nachträglich immer noch ein Rearfill einbauen.

2.7.5 Subwoofer

Der Subwoofer ist ein ziemlich großer Lautsprecher, der auch in einem entsprechenden Gehäuse sitzt. Dieser Lautsprecher ist speziell dafür vorgesehen, tiefen Bass zu erzeugen, also hauptsächlich Frequenzen zwischen 20 und 80 Hz. Der Einsatz eines Subwoofers ist optional, für viele Menschen ist Musikhören aber Nichts ohne Subwoofer. Wenn man einen Subwoofer einsetzen will, kommt man nicht um eine zusätzliche Endstufe herum, der Verstärker der Head Unit hat zu wenig Leistung. Ein Subwoofer wird dadurch quasi gleich zweimal zum Kostenfaktor, ist aber für viele Menschen nicht wegzudenken. Die Entscheidung: Subwoofer Ja/Nein bleibt jedem Selbst überlassen.

2.8 Verkabelung

Damit der Strom bzw. die Musik von A nach B kommen kann, müssen passende Kabel verwendet werden, und die können verdammt viel Ärger machen, wenn Sie nicht richtig gewählt bzw. eingesetzt werden.

2.8.1 Stromkabel

Wie bereits erwähnt, sind die Stromkabel, die beim Car HiFi eingesetzt werden, aufgrund der hohen Stromstärken, die bei geringer Spannung fließen, sehr dick (gemäß Leistung = Spannung * Strom, nur nebenbei.). Wenn ein externer Verstärker eingesetzt wird, dann muss dieser extra abgesichert werden (der Wert der Sicherung ist in der Regel der Gebrauchsanleitung des Verstärkers zu entnehmen). Die Sicherung muss sich in der Plusleitung, die von der Batterie zum Verstärker gelegt wird, befinden, und zwar maximal 30 cm nach der Batterie. So muss das sein!

Das Kabel muss immer etwas mehr Last aushalten können, als die Sicherung, denn so hat man immer etwas Sicherheitsspielraum, und der ist schließlich nie schlecht. Eine Tabelle findest Du hier: www.hankys-caraudio.de⁶ => Sicherungswerte. Wenn dein Verstärker also beispielsweise laut Anleitung mit 70 Ampere abgesichert werden muss, dann solltest Du MINDESTENS 20 mm² Kabel verwenden, besser sind 25 mm². Außerdem solltest Du versuchen, das Kabel so kurz wie möglich zu halten, und Knicke und Vorbeiführungen an scharfen Kanten vermeiden, bzw. die Kanten isolieren (Gummistopfen), damit das Kabel nicht beschädigt wird.

2.8.2 Audiokabel

In einem Auto wimmelt es von Störfeldern, die z. B. durch den Anlasser, die Lichtmaschine, den Verteiler des Motors oder sonst was verursacht werden. Derartige Einstreuungen äußern sich z. B. in einem Brummen oder Pfeifen, welches bei angeschaltetem Verstärker analog zur Drehzahl des Motors variiert. Die Audiokabel, welche die Head Unit mit dem Verstärker verbinden, sollten daher mindestens zweimal abgeschirmt sein (besser dreimal)

6 <http://www.hankys-caraudio.de/>

und müssen in jedem Fall getrennt von den Stromkabeln, idealerweise sogar getrennt von den Lautsprecherkabeln verlegt werden (z. B. am Getriebetunnel entlang). Vor dem Verlegen der Audiokabel empfiehlt es sich, die Platzsituation hinter der Head Unit zu klären, und ggf. abgewinkelte oder besonders kurze Stecker zu verwenden, falls der Einbau mit normalen Steckern problematisch wird.

2.8.3 Remotekabel

Wenn eine Endstufe an das Bordnetz angeschlossen ist, zieht diese natürlich auch Strom, wenn kein Audio-Signal von der Head Unit kommt (z. B. wenn diese abgeschaltet ist, weil z. B. gar niemand im Auto ist). Das ist natürlich unsinnig und belastet die Batterie nur unnötig, deshalb gibt es die sogenannte Remote-Leitung. Über diese Leitung gibt die Head Unit der Endstufe ein Signal, damit die Endstufe sich aktiviert. Wenn dieses Signal fehlt, schaltet sich die Endstufe automatisch ab, und entnimmt dem Bordnetz nur einen vernachlässigbar geringen Ruhestrom (weil die Endstufe natürlich im "Stand-By" Modus bleiben muss). Wenn dein Verstärker also nicht angeht, könnte es am fehlenden Remote-Kabel liegen. Das Remote-Kabel ist oft auch nur ein sehr dünnes "Käbelchen", das leider beim Verlegen der Leitungen auch leicht brechen kann. Wenn eine HiFi-Anlage nicht richtig funktioniert, beginnt die Fehlersuche oftmals hier, also: Messen, ob an dem Remote-Eingang der Endstufe überhaupt 12V ankommen.

Das Remote-Kabel ist eine einzelne Leitung, die mit nur ein paar wenigen hundert milli-Ampere belastet werden kann. Sollen also größere Verbraucher damit geschaltet werden, muss ein Relais oder eine Transistor-Schaltung verwendet werden. Am Remotekabel liegen, bei eingeschaltetem Zustand gegen Masse gemessen +12V (12V-14V nach Batteriezustand) an.

2.8.4 Lautsprecherkabel

Die Lautsprecherkabel sollten immer großzügig dimensioniert sein. Als Faustregel gilt Folgendes: Lautsprecherkabel zum Subwoofer 6 mm² und zum Front- und Rearsystem 2,5 - 4 mm² (je nach Länge, beim Frontsystem empfehlen sich 4 mm², wenn der Verstärker im Kofferraum sitzt). Nimm im Zweifelsfall lieber einen größeren Querschnitt, zuviel macht nichts, zu wenig allerdings schon. Im Normalfall solltest Du die Lautsprecherkabel zusammen mit den Audiokabeln verlegen, da benachbarte Stromkabel auch hier einstreuen können. Es ist jedoch nicht nötig, Lautsprecherkabel abzuschirmen, oder die Welt dafür auszugeben. Die billigsten Kabel sind hier in 99,9 % der Fälle völlig ausreichend.

3 Leistungsangaben in Watt

Die Leistung einer Car HiFi-Anlage lässt sich messbar in Watt ausdrücken, wobei Watt das Produkt aus der Spannung (im Auto zwischen 11 und 14,4 Volt, je nach dem ob die Lichtmaschine Strom produziert oder nicht) und dem Strom (in Ampere) ist.

Die Leistung der Anlage sagt natürlich nichts über die endgültige Klangreinheit aus. Diese ist, wie schon erwähnt, von der Qualität der Head Unit, der Lautsprecher, der Aufnahme des Musikstückes, vom Verstärker und vom Hörraum (also der Fahrgastzelle) abhängig - und nicht von der Leistung. Ob einem der Klang gefällt, ist von Person zu Person unterschiedlich, da jeder ein bisschen anders hört -> Psychoakustik

Grundsätzlich gilt jedoch, dass ein Verstärker mehr Leistung bereitstellen können sollte, als die Lautsprecher vertragen, damit die Endstufe nicht bis an ihre Grenzen belastet wird und somit die Klirrwerte (THD) möglichst gering gehalten werden.

Nochmal "Vorsicht, Kunde!". Watt ist nicht gleich Watt, es gibt verschiedene Messarten, nach denen sich völlig unterschiedliche Werte ergeben können. Es liegt auf der Hand, dass die Hersteller von Verstärkern und Lautsprechern natürlich immer mit den höchsten Messwerten werben gehen. Für den Verbraucher ist das jedoch wenig dienlich, wenn ein Verstärker zwar mit 2.000 Watt beziffert wird, er aber nach einem anderen, praxisnäherem Messverfahren viel weniger Leistung hat.

Bei den Leistungsangaben sollte man jedoch auch die Herstellerangaben beachten, bei welcher Eingangsspannung die Messung denn vorgenommen wurde. Im Idealfall wurde bei 11 Volt gemessen, denn das ist der schlechteste Wert, der im Auto auftreten kann (natürlich kann die Spannung noch niedriger gehen, aber dann würde ohnehin der Motor "absterben" oder zumindest stottern). Häufig wird allerdings bei 14,4 oder 13,8 Volt gemessen. Diese Spannungen wird es im Auto aber höchstens mit angeschalteter, leistungsstarker Lichtmaschine geben. Je nach Versorgungsspannung variiert die Leistung einer Endstufe also sehr stark, daher empfiehlt sich also der Einsatz eines oder mehrerer PowerCaps (siehe Abschnitt weiter oben), um die Spannung bei ca. 14 Volt zu halten. Am Besten ist es, hochwertige Endstufen mit geregelten Netzteilen zu verwenden, da diese i.d.R. volle Leistung bereits ab 11 Volt Eingangsspannung abgeben können, hinauf bis 14,4 Volt.

Hier eine Unterscheidung der verschiedenen Messverfahren (noch unvollständig):

3.1 RMS

RMS ist die Abkürzung für 'Root-Mean-Square' (quadratischer Mittelwert), und bezeichnet den Wert, der nach einem sehr aufwendigen Messverfahren mithilfe des sog. 'Pink-Noise' ermittelt wird. Prinzipiell lässt sich sagen, dass dies der einzige Wert ist, dem man als

Verbraucher wirklich vertrauen kann, da diese Leistung ein Verstärker / Lautsprecher im Dauerbetrieb aushält, ohne jemals Schaden zu nehmen.

3.2 Sinus

Beim Sinuswert wird ein ähnliches Messverfahren eingesetzt, wie beim RMS, es ergeben sich geringfügig andere Werte. In der Praxis liegen die Werte RMS und Sinus jedoch nie mehr als 5 % auseinander, daher kann man sagen: RMS = Sinus, zumindest fast. -> doch die gute alte nominal- oder auch Dauerleistung wird über 100 Std. lang mit dem Weißen Rauschen getestet und ist damit die allerbeste Messmethode.

3.3 Maximal / PMPO

Der Maximalwert, oder auch PMPO (Peak Maximum Power Output) ist der Wert, den ein Verstärker / Lautsprecher nur sehr kurzzeitig aushält (sehr viel weniger als eine Sekunde lang) und sich bei längerer Belastung mit diesem Wert in Rauch verwandelt. Stoßartige Belastung mit diesem Wert ist, wie erwähnt, kann ein Verstärker / Lautsprecher zwar überleben, mess(- und hörbare) Verzerrungen treten jedoch schon sehr viel früher auf. Dieser Wert ist also für die Praxis nicht aussagekräftig, es ergeben sich zwar sehr viel höhere Werte, als beim Sinus / RMS-Messverfahren, die aber wie gesagt, nicht brauchbar sind. In unprofessionellen Verkaufskreisen werden aus Marketinggründen allermeistens maximale, bzw. PMPO-Leistungswerte angegeben. Auf die Werte 'Peak', 'PMPO' oder auch 'Max.' achtest Du am besten gar nicht, da sie keine wirkliche, praxistaugliche Aussagekraft haben.

4 Einbau der Car HiFi-Anlage

Seit einigen Jahren hat sich die Tuning-Szene weltweit verändert. Früher war es Sinn und Zweck mehr aus dem eigenen Fahrzeug zu machen (z. B. Mehrleistung, verbessertes Fahrverhalten usw.). Mittlerweile wird viel mehr Wert auf die Optik des Fahrzeuges gelegt. Dies spiegelt sich auch im Bereich Car Hifi wieder. Man unterscheidet daher zwischen der Standardinstallation in Originalöffnungen (versteckter Einbau bzw. Austausch vorhandener Komponenten) und dem Showeinbau. Letzterer dient rein der optischen Aufwertung der eingebauten Komponenten und lässt sich mithilfe unterschiedlicher Einbaulösungen im gesamten Fahrzeug realisieren.

4.0.1 Standardinstallation

Dinge, die beim Einbau einer Anlage zu beachten sind:

- Stromkabel richtig absichern. (z. B. Ein 10 mm^2 Kabel darf nicht mit 120 A belastet werden)
- Stromkabel an scharfen Kanten vor dem Durchscheuern schützen (TÜV!)
- Lautsprecherkabel nach der Montage isolieren, wenn der Lautsprecher nass werden kann (eine Autotür ist undicht!)
- Der Massepunkt sollte einen guten Kontakt bieten (notfalls Lack abschleifen, Kabel dran und dann Rostschutzmittel). Die beste, allerdings teurere Methode ist es, ein zweites Kabel vom Batterie-Minuspol zum Verstärker zu legen (sollte den gleichen Querschnitt haben wie das Pluskabel).
- Die Lautsprecher sollten fest montiert sein, da sonst kein Bass hörbar wird.
- Ein Akustischer Kurzschluss¹ muss vermieden werden, also beim Einbau alle Gehäuse möglichst gut abdichten.
- Bei einem Komponenten-System sollten die einzelnen Lautsprecher möglichst nah beieinander platziert werden, da sonst Phasenprobleme und daraus resultierende Klangeinbußen auftreten können
- Es sollte eine ausreichende Stromversorgung gewählt werden – 10 mm^2 bei 1 kW analoger Endstufenleistung ist Verschwendung von teuren Watt, und macht aus dem Kabel eine potenzielle Zündschnur!

Wichtig ist auch die Frage, wer den Einbau vornimmt. Am besten sucht man sich dazu Gleichgesinnte und versucht sich zusammen bei einem Kasten Bier an der Installation. Das bringt Spaß, man lernt was und es ist am billigsten. Weitere Möglichkeit: Man kauft seine Sachen bei einem guten Fachhändler und lässt von diesem auch den Einbau vornehmen. Die dritte Möglichkeit ist die Werkstatt des Vertrauens, wobei Vertrauen hier wörtlich zu

¹ http://de.wikipedia.org/wiki/Akustischer_Kurzschluss

nehmen ist. Wenn beim Einbau der Car-HiFi Anlage gepfuscht wird, kann dies fatale Folgen haben.

4.0.2 Showeinbau

Ein Showeinbau geht weit über die Installation von Car Hifi Produkten hinaus. Es geht in erster Linie darum, optische Akzente zu setzen und die Hifi Anlage fließend in das Gesamtbild des Fahrzeuges einzubinden. Dazu verwendet man unterschiedliche Materialien wie z. B. Glasfaserverstärkte Kunststoffe (kurz GFK). Diese Materialien eignen sich wegen ihrer Festigkeit besonders gut für die Herstellung von Türverkleidungen (Doorboards), Seitenteilen, Blenden oder als Basis für einen Kofferraumbau. Ebenso gehören zu einem Showeinbau Lichteffekte, elektronische Hilfsmittel oder Spielekonsolen.

Wer einen Showeinbau in seinem Fahrzeug realisieren möchte, sollte über fundierte Kenntnisse der Materialverarbeitung verfügen. Auch der Sicherheitsaspekt darf hinsichtlich der Richtlinien der StVZO nicht außer Acht gelassen werden. Beispielsweise ist in Sachen Materialauswahl das Verhalten bei Verkehrsunfällen zu beachten. Hier ist die Unterstützung durch einen Fachmann von großem Vorteil.

4.1 Verstärker

Grundsätzlich sollte ein Verstärker so eingebaut werden, dass er sicher hält und genug Möglichkeit hat, über die Kühlrippen Abwärme abzugeben. Will man einen Verstärker in engeren Positionen unterbringen (z. B. doppelter Kofferraumboden), empfiehlt sich unter Umständen der zusätzliche Einbau von PC-Lüftern.

Sobald ein Verstärker korrekt eingebaut wurde und funktionstüchtig ist, muss er noch richtig konfiguriert werden, um sein Klang- und Lautstärkepotenzial voll ausnutzen zu können. Dazu bitte wie folgt vorgehen:

1. Den 'Gain'-Regler (manchmal auch 'Empfindlichkeit' genannt) am Verstärker auf Null drehen.
2. Die Head Unit einschalten und zumindest einen klar empfangbaren Radiosender auswählen (besser ist hier eine Audio CD)
3. Die Lautstärke an der Head Unit auf ca. zwei Drittel einstellen.
4. Dann den 'Gain'-Regler am Verstärker so lange langsam aufdrehen, bis die ersten hörbaren Verzerrungen im Klang auftreten.
5. Dann den 'Gain'-Regler wieder ein kleines Stück zurückdrehen, sodass der Klang wieder klar ist.
6. Fertig.

Weitere Tipps und bebilderte Einbauten kann man auf der Seite von MrWoofa erhalten²

² <http://www.mrwoofa.de>

4.2 Dämmung

Lautsprecher sollten am Besten in einem stabilen Gehäuse verbaut werden, um besser den Druck zur Erzeugung der Schallwellen aufbauen zu können. Nun werden aber die Frontlautsprecher meist in den Türen verbaut. Aber das Türblech ist leider nicht so stabil wie manche glauben. Durch das relativ große Blech an der Außenseite der Tür schwingt das Türblech mit, was zur Folge hat, dass die Schwingung der Luft gedämpft wird oder schlimmstenfalls das Material als Resonanzkörper funktioniert und ein Dröhnen verursacht werden kann. Um diese Schwingungen zu unterbinden, gibt es zwei Möglichkeiten:

1. Die Trägheit des Türblechs zu erhöhen (also schwerer machen)
2. Das Material zu versteifen (also stabiler machen)

1. Eine viel praktizierte Möglichkeit, das Blech zu beschweren, sind selbstklebende Bitumenmatten. Diese werden einfach mit einer Schere zurechtgeschnitten und dann an die Tür geklebt. Um das Material weicher und anschmiegsamer zu machen, kann man einen Heißluftföhn verwenden. Allerdings sollte man bei der Auswahl der Matten darauf achten, dass diese auch Car-HiFi tauglich sind und auch im Sommer bei hohen Temperaturen sicher in der Tür haften bleiben. Um schwierige und verwinkelte Stellen zu beschweren, kann man zu Dämpfpaste greifen. Dabei sollte man aber darauf achten, dass die unten in den Türen vorhandenen Löcher zum Wasserabfluss nicht verschlossen werden.

2. Versteifung kann man gut mit Glasfaserkunststoff (GFK) erreichen. Dazu werden Glasfasermatten mit Harz bepinselt und durchtränkt, die dann im ausgehärteten Zustand eine hohe Steifigkeit erreichen. Sogenanntes "Formvlies" ist zu Versteifungszwecken nicht geeignet. Versteifung wendet man meistens auf die Türverkleidung an, die nur aus pappeähnlichem Material besteht. Auch hier kann man allerdings mit Bitumenmatten arbeiten. Ebenso kann man bei sehr starken Frontlautsprechern auch das Türblech mit GFK versteifen.

Weitere Möglichkeiten zur Dämmung sind die Verwendung von Schaumstoffen gegen aneinander rappenden Teile, oder das Ersetzen von Clipverbindungen durch feste Verschraubung.

Dämmungs-FAQ zum Weiterlesen: <http://people.freenet.de/carandhifi/faq2.htm>³

4.3 CAN-Bus

CAN-Bus, was steckt eigentlich hinter diesen zwei unscheinbaren Drähten?

Wer heutzutage ein neueres Auto fährt, ist daran gewöhnt, zahlreiche elektrische und elektronische Helfer um sich herum zu haben. Von der Zentralverriegelung über Boardcomputer bis hin zu ABS, ESP und ASR reicht die Liste. Die meisten dieser Steuergeräte sind kleine Computer, die mit zahlreichen Sensoren, Motoren und auch mit anderen Steuergeräten Daten austauschen müssen. Damit die Leitungen für diese Daten nicht zu einem unüberschaubaren Kabelsalat anwachsen, hat die Industrie nach Auswegen gesucht. Bereits im Jahre 1983 begann die Firma BOSCH mit der Entwicklung des sogenannten CAN-Bus, welcher dann 1985 in Zusammenarbeit mit Intel der Öffentlichkeit vorgestellt wurde. CAN-Bus steht

³ <http://people.freenet.de/carandhifi/faq2.htm>

dabei für „Controller Area Network“, zu neudeutsch ein „Computernetzwerk für Steuergeräte“. Das Bussystem an sich ist recht einfach aus zwei miteinander verdrehten Kabeladern aufgebaut, die von Steuergerät zu Steuergerät laufen (= BUS-System) und jedes dieser Steuergeräte darauf Zugriff hat. Das Ganze ist vergleichbar mit einem Computernetzwerk, über welches mehrere Computer untereinander Daten austauschen; der CAN-Bus arbeitet auch so ähnlich.

Hauptgrund für die Einführung des CAN-Bus war die Reduzierung der im KFZ zu verlegenden Kabelbäume, was zu einer deutlichen Gewichts- und Kosteneinsparung und auch zu einer Reduzierung von Fehlerquellen führt.

Mehr Infos zum CAN-BUS auf Wikipedia⁴.

⁴ http://de.wikipedia.org/wiki/Controller_Area_Network

5 Was kann alles schief gehen // Fehlersuche- und behebung

5.1 Türlautsprecher

Bei der Montage von Türlautsprechern in den Türverkleidungen muss der Abstand zur Kurbelscheibe beachtet werden, damit diese ohne Probleme geöffnet und geschlossen werden kann.

5.2 Clipping (Verstärker)

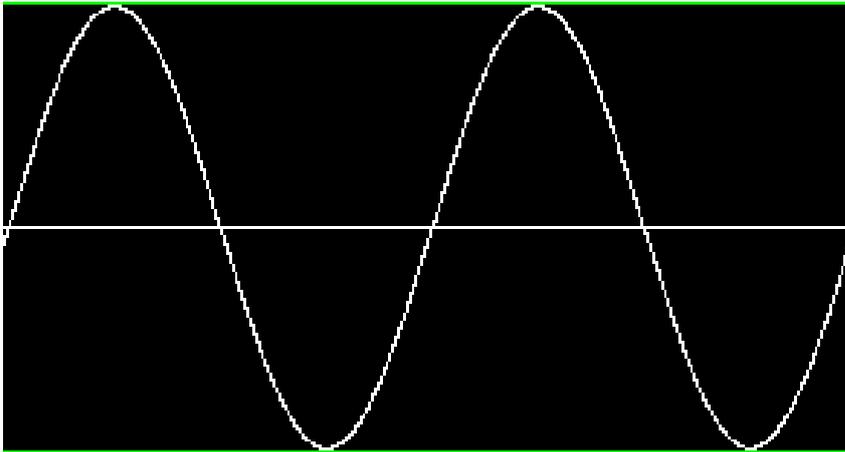


Abb. 2 Sauberes Audiosignal

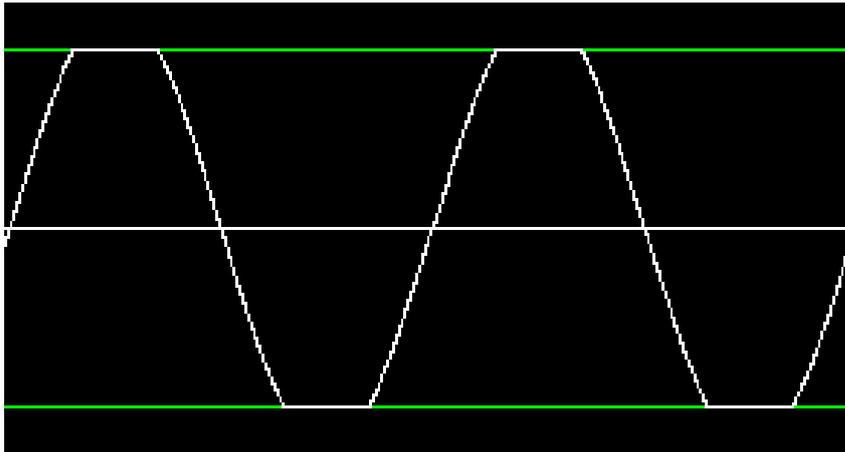


Abb. 3 Geclipptes Audiosignal

Clipping tritt auf, wenn der Verstärker mehr verstärken soll, als er kann (vereinfacht gesagt), z. B. wenn man den Lautstärkereger an der Head Unit zu weit aufdreht. Während ein solches Übersteuern bei E-Gitarrenverstärkern sogar erwünscht ist, führt es im HiFi-Bereich zu einem matschigen oder extrem angespitztem Klang im Lautsprecher, was durch die Entwicklung von Oberschwingungen zu begründen ist (w:Fourierreihe¹).

Zur Veranschaulichung hier einmal grafisch dargestellt, wie das Audiosignal beim Clipping auf einem Oszilloskop aussehen würde. Die grüne Linie stellt das Maximum an Verstärkung dar, die der Verstärker leisten kann (sprich die höchstmögliche Ausgangsleistung). Die weiße Linie in der Mitte stellt die Null-Volt-Linie dar. Im ersten Bild sieht das Signal noch sauber aus und befindet sich innerhalb des Maximums, der Verstärker clippt nicht.

Beim zweiten Bild wird ein anderer Verstärker mit einer sehr viel geringeren, maximalen Verstärkung eingesetzt; das Audio-Signal wird "abgeschnitten" (geclippt), da der Verstärker an seine Grenzen stößt und einfach nicht weiter kann.

Abhilfe kann man hier schaffen, in dem man den Lautstärkereger der Head Unit etwas zurückdreht, oder sich einen stärkeren Verstärker kauft.

Aber nicht nur der externe Verstärker kann ins Clipping kommen, sondern auch die Head Unit, da sie auch einen Vorverstärker hat, der auch nur eine gewisse Leistung abgeben kann. Aus diesem Grund sollte der Lautstärkereger nie auf das Maximum aufgedreht werden. Zusätzlich kommt noch hinzu, dass Verzerrungen, die in der Head Unit auftreten, durch einen zusätzlichen Verstärker weiter verstärkt werden. Dies ist auch der Grund, warum Head Units eine solch große Preisspanne haben, da in teureren Geräten meist auch bessere Einzelteile verwendet werden, die als Nebeneffekt auch noch eine längere Lebensdauer haben.

¹ <http://de.wikipedia.org/wiki/Fourierreihe>

5.3 Defekte Cinchmasse

Ursachen für eine Störung beim Anschluss einer externen Endstufe an ein Autoradio (Pfeifen, Brummen, Zischen):

Neue Autoradios sind wesentlich komplexer aufgebaut, als früher. Die im Gerät befindlichen Leiterbahnen werden auf Grund der höheren "Packungsdichte" (immer mehr Funktionen in einem Gerät integriert) auch immer dünner. So eine Leiterbahn ist wie ein Stück Draht zu sehen und je dünner dieser wird, desto schneller kann dieser auch bei einem ungeplanten Stromfluss durchbrennen. Bei alten Radios waren diese Leiterbahnen noch wesentlich breiter und das beschriebene Problem noch nicht bekannt.

Vor ca. 5 Jahren wurden jedoch immer mehr Autoradios mit defektem Vorverstärkerausgang in den Service gegeben. Die Hersteller stellten fest, dass eine Masse-Leiterbahn auf der im Gerät befindlichen Platine durchschmort, sobald ein erheblicher Stromfluss 3-5 Ampere über die Masse des Cinchkabels zwischen Endstufe und Radio auftrat. Dies war eigentlich nicht "geplant", da die Entwickler davon ausgingen, dass ein Cinchkabel eine reine Signalleitung ist, über die im idealsten Fall auch keine besonders relevanten Ströme fließen sollten. Die hier beschriebenen Autoradios mit durchgeschmorter Leiterbahn waren letztendlich oft ein Totalschaden, da meist die komplette Platine ausgetauscht werden musste.

Also sah sich der Hersteller hier in der Pflicht, eben genau solche hohen Ströme "abzufangen", denn eine aufbrennende Leiterbahn stellt auch immer ein Sicherheitsrisiko dar. So kann hierdurch mitten während der Fahrt Qualm aus dem Radio in den Fahrgastraum dringen. Dies stellt zwar keine Brandgefahr dar, aber die Rauchschwaden im Inneren des Fahrzeugs können den Fahrer in seiner Sicht behindern.

Einige Hersteller entschieden sich, eine Sicherung in die Geräte einzubauen, um das Durchschmoren der Leiterbahn zu verhindern und zudem den entstehenden finanziellen Schaden in Grenzen zu halten. Abhängig vom Autoradio löst diese Sicherung bei einem Stromfluss von zwischen 3 und 5 Ampere aus. Fließt ein höherer Strom, brennt die Sicherung durch. Andere Kabel oder Leiterbahnen bleiben unbeschädigt.

Diese Sicherung befindet sich zwischen dem Außenanschluss des Cinchausganges und der Masse am Stromversorgungskabel. Sie ist von außen nicht zugänglich und meist in SMD-Bauweise ausgeführt. Technisch bedingt ist es notwendig, dass diese Masseverbindung mit dem im Gerät befindlichen Signalverlauf Stufe für Stufe "mitwandert". Daher wird die Cinchmasse eben auch nicht direkt mit dem Gehäuse des Radios verbunden, sondern läuft parallel zum Signalverlauf im Gerät mit. Dies minimiert die Störanfälligkeit gegen äußere Einflüsse (LiMa, Zündstörungen).

Wie kommt es zu diesem Stromfluss?

Üblicherweise liegt die Masse des Autoradios vorn im Fahrzeug an der Batteriemasse, die verbaute Endstufe dagegen meist im Kofferraum. Diese wird oft aber fälschlicherweise mit der Masse einfach an das nächste Gurtschloss oder die Karosserie geklemmt. Es herrscht das Gerücht: "Die sauberste Masse im Fahrzeug ist immer am Gurtschloss" - Dies ist aber nur richtig, solange man nicht mehrere räumlich getrennte Komponenten im Fahrzeug zusammen verschaltet. Über die Karosserie des Fahrzeuges entstehen Spannungsabfälle. Würde man mit einem Spannungsmessgerät die Spannung zwischen dem Minuspol der Batterie

und dem Gurtschloss messen, bekommt man Werte von 1-3 Volt angezeigt, sobald ein Verbraucher (z. B. Endstufe im Kofferraum) erheblichen Leistungshunger zeigt.

Dieser Spannungsunterschied ist erst mal nicht schlimm. Legt man aber nun einen sehr dünnen Draht zwischen diesen beiden Punkten, würde dieser durchbrennen. Auch wenn 1-3 V zwar nicht viel sind, spielt eine Stromquelle in Form eines Hochleistungsbleiakkus mit diesem dünnen Draht "Glühbirne".

Dieser dünne Draht ist also aufgrund seiner Beschaffenheit nicht fähig, diese Ströme aufzunehmen. Über die Audioverbindung (Cinchkabel) zwischen Vorverstärkerausgang des Autoradios und der externen Endstufe wird also eine zusätzliche Masseverbindung geschaffen, welche dann diesen dünnen Draht, also die empfindliche Leiterbahn im Autoradio, beschädigen würde. Damit diese nicht durchbrennt, ist oftmals eine im Gerät befindliche Sicherung verbaut, welche dann bei mehr als 3 bis 5 Ampere durchbrennt.

Die Folge sind Ton-Störungen in Form von LiMa-Pfeifen etc. Auch können Abtastgeräusche vom CD-Laufwerk hörbar werden. Dies liegt darin begründet, dass das Chinchkabel durch die getrennte Verbindung (durchgebrannte Sicherung) nicht mehr abgeschirmt ist und ein Leiter des Signalweges unterbrochen wurde.

Oftmals wird empfohlen, hier als Abhilfe eine äußere Verbindung zwischen Chinchmasse und Autoradiomasse oder Gehäuse herzustellen. Hierdurch überbrückt man die im Gerät befindliche Sicherung und die Störungen sind meistens nicht mehr hörbar. Empfehlenswert ist dies jedoch keinesfalls! Die auftretenden hohen Ströme werden weiterhin über das Chinchkabel fließen, eventuell nimmt dann noch die Masseleiterbahn in der Endstufe Schaden, oder das Chinchkabel und die Steckverbindungen erwärmen sich so stark, dass es zu einer gefährlichen Wärme- oder Rauchentwicklung kommen kann.

Einige Hersteller lehnen bei zerstörter Cinch-Sicherung oder aufgebrannter Platine die Garantie ab, da hier eine Fehlverdrahtung sachverständig nachweisbar wäre. Eine Audioverbindung ist nunmal eine Signalleitung und nicht dafür gedacht, Ströme $> 3 \text{ A}$ zu verarbeiten. Oft monieren Kunden, dass das Gerät lange Zeit funktionstüchtig war, bevor der Fehler auftrat, und ein Anschlussfehler somit ausgeschlossen sei. Dies hängt aber damit zusammen, dass der Fehlerstrom nicht konstant ist, sondern in Abhängigkeit des Strombedarfs der Endstufe steigt. So löst die Sicherung oftmals erst bei hoher Lautstärke aus.

Tritt das Problem trotz gemeinsam gewählten Massepunkt auf, so können auch andere Gründe zu diesem Defekt führen. Zum einen, wenn der Kabelquerschnitt der Spannungsversorgung zu gering gewählt wurde, aber auch wenn man die Anlage "unter Spannung" eingebaut hat.

All diese beschriebenen Vorgänge haben aber nicht immer Gültigkeit, auch hier gibt es natürlich Ausnahmen. So gibt es z. B. Hersteller von Endstufen, die an ihrem Cincheingang die Masse durch einen sogenannten Isolator (eine elektronische Schaltung) von der Spannungsversorgung und Gehäusemasse trennen. Leider sind diese Endstufen oftmals teurer als das Noname-Fabrikat, sofern man kein Einbauprofi ist, sind diese Geräte allerdings wärmstens zu empfehlen.

Vorsicht ist auch bei Videoverbindungen (DVB-Tuner / Rückfahrkamera etc.) geboten: Auch hier sollte darauf geachtet werden, einen gemeinsamen Massepunkt im Fahrzeug zu wählen. Gerade im Videobereich ist es noch wichtiger, da die wenigsten Steuergeräte die

Videoein- und ausgänge gleichermassen abgesichert haben, es also im Fehlerfall zu einem Aufbrennen der Platine kommen kann, was einen erheblichen Schaden zur Folge hätte.

5.4 Masseschleife

Wenn eine Masseschleife auftritt, dann kommt aus den Lautsprechern ein störender Brummen.

Das Problem bei einer Masseschleife ist, dass zwei separate Masseleitungen zwischen dem Radio und der Endstufe bestehen. Einmal die ganz normale Karosserie-Masse und außerdem noch die Masse des Chinchkabels. Da von Head Unit und Endstufe verschiedene starke Ströme über verschiedene Kabel zum gemeinsamen Massepunkt fließen, fallen über diese Masseverbindungen auch verschiedene Spannungen ab. Der daraus resultierende Potentialunterschied zwischen Line-out-Masse der HU und Line-in-Masse des AMP führt zu einem Ausgleichsstrom, der beim Durchfließen des Chinch-Kabels das Störgeräusch zum Audiosignal addiert.

Es gibt eine Möglichkeit, dieses Problem zu beheben, und zwar mit Entstörfiltern, die das Brummen einfach herausnehmen. Das ist allerdings nicht zu empfehlen, da man damit nur das Symptom beseitigt, nicht aber die Ursache! Außerdem wird die audiophile Qualität der Anlage durch einen Entstörfilter verringert, da der Filter auch andere Frequenzen beeinflusst. Es ist besser, die Masseschleife zu finden und aufzutrennen.

Alternativ kann die Lösung gewählt werden, die einige Verstärker-Hersteller in ihre Geräte integrieren: Die Line-in-Eingänge sind als symmetrische Differenzeingänge ausgelegt und somit nicht mehr niederohmig mit der Masse des Verstärkers verbunden. Verfügt der vorhandene Verstärker nicht über derartige Eingänge, kann ein separater Differenzverstärker in die Chinch-Leitung gesteckt werden. Frequenz- und Phasengang bleiben dabei linear.

5.5 Phasenverschiebung // Auslöschung

Wenn zwei Schallwellen sich begegnen, dann kann viel passieren. Je nach dem in welchem Phasenverhältnis (zwischen 0 und 360 Grad) sie zueinander stehen, addieren sich die Signale, oder sie löschen sich aus, oder irgend etwas dazwischen. Dieses Phänomen ist von sehr großer Bedeutung, wenn es darum geht im Auto den "Stereo-Effekt" zu erzeugen. Es kann jedoch auch zu einem Problem werden. Hier ein kleines Beispiel dazu:

Ein Car-Hifi Freak hat in seinem Kofferraum zwei neue Subwoofer installiert, hat einen der beiden jedoch beim Anschluss versehentlich verpolt. D.h. beim ersten Woofer ist der Pluspol des Woofers an den Pluspol des Verstärkers angeschlossen, dasselbe mit dem Minuspol. Beim zweiten Woofer hat er jedoch den Pluspol des Woofers an den Minuspol des Verstärkers, und den Minuspol des Woofers an den Pluspol des Verstärkers angeschlossen. Jetzt dreht er den Bass auf und - kein Bass. Obwohl sich die Membrane der Woofer bewegen, ist keiner oder nur ein sehr schwacher Bass zu hören. Warum?

Ganz einfach: Durch das Verpolen eines Woofers sind die Schallwellen, die die Woofer abgeben um 180 Grad gegeneinander gedreht, was bedeutet, dass sie sich gegenseitig auslö-

schen. Wenn eine Membran sich herausbewegt, bewegt sich die andere genau umgekehrt, die Membrane schieben nur noch Luft zwischeneinander hin und her, aber es kommt zu keiner Schallabstrahlung mehr. Das Problem lässt sich beheben, in dem man einfach den zweiten Woofer ebenfalls richtig polt.

Dieses Problem, auf das gerade der fiktive Car-HiFi Freak gestoßen ist, hat übrigens schon vielen Leuten Kopfzerbrechen bereitet. Sollte dir mal so etwas passieren, weißt Du ja jetzt, wie Du das Problem beheben kannst.

Und noch etwas: Es gibt auch die Möglichkeit, einen Lautsprecher genau anders herum einzubauen, also nicht mit der konischen Membran nach vorne, sondern mit dem Magneten nach vorne. Eine solche Umdrehung hat ebenfalls eine Phasendrehung von 180° zur Folge. Das bedeutet, dass der / die Subwoofer dann zum Frontsystem 180° gedreht ist / sind, was klangliche Schwierigkeiten zur Folge hat. Wenn Du also einen Subwoofer so einbaust, vergiss nicht die Phasendrehung durch (diesmal absichtliches) Verpolen des / der Woofer auszugleichen.

6 Car-HiFi und Sicherheit

Im Auto ist man natürlich ständig tödlichen Gefahren ausgesetzt, und ein Risiko kann niemals völlig ausgeschaltet werden. Aber man kann versuchen, es auf ein Minimum zu reduzieren. Auch eine Car-HiFi Anlage ist auf mehrfache Art ein potentiell sicherheitsgefährdender Faktor, vor allem, wenn sie unsachgemäß eingebaut ist. Dieser Abschnitt befasst sich konkret mit der Minimierung sämtlicher Risiken, die von so einer Car-HiFi Anlage ausgehen können.

6.1 Zu hohe Lautstärke

Je nach Leistung deiner Car-Hifi Anlage ist diese fähig, enorm hohe Lautstärken zu erzeugen, zumal Du und deine Ohren in der Regel deutlich weniger als einen Meter von den Lautsprechern entfernt sind. Das kann bei unverantwortungsvollem Umgang mit dem Lautstärkeregler des Head Units zu einem echten Problem werden, da hohe Lautstärken ähnlich wie flackernde / schnell blinkende Lichter einen epileptischen Anfall hervorrufen können. Was das im Auto bedeutet, muss hier wohl eher nicht weiter erläutert werden. Daher: Drehe während der Fahrt NIEMALS den Lautstärkeregler zu weit auf. Hast du öfters epileptische Anfälle, darfst du nicht Autofahren, siehe Epileptischer Anfall Abschnitt Recht¹. **Denke an dein Leben und an das anderer Verkehrsteilnehmer!**

Auch beeinflusst die Musik Dein Verhalten, lass Dich nicht von der "rasanten" Musik zum Schnellfahren verleiten. Desweiteren nimmt man Verkehrsgeräusche, wie z. B. Hupen oder Sondersignale bei zu hoher Lautstärke nicht mehr wahr, was ebenfalls ein Risiko darstellt. Eine zu hohe Lautstärke zählt unter anderem auch zur Lärmbelästigung und ist strafbar.

6.2 Heckablagen

Jede Komponente einer Car-HiFi Anlage hat natürlich ein Eigengewicht, und die Physik (und wahrscheinlich auch der Fahrlehrer) sagen uns, dass sich das Gewicht von Gegenständen während eines Auffahrunfalles schlagartig ver"zig"facht. Dasselbe gilt auch für Lautsprecher, die oft mit schweren Magneten und Körben ausgestattet sind. Solche schweren Geräte müssen auf einer Heckablage im Auto sehr gut befestigt werden, sonst sind sie enormes Sicherheitsrisiko! Stelle dir vor, Du müsstest mit ca. 80 km/h plötzlich eine Vollbremsung hinlegen. Dann werden die Befestigungen der Lautsprecher deren Eigengewicht in Fahrtrichtung ausgesetzt. Das ist bei ordentlichem Einbau kein Problem. Anders sieht es hingegen bei einem Unfall aus. Der Kraft, die Lautsprecher auf einer Heckablage in einer solchen Situation entwickeln, hält keine unsachgemäß gemachte Heckablage stand, die

¹ <http://de.wikipedia.org/wiki/Epileptischer%20Anfall%23Recht>

Lautsprecher reißen aus der Ablage und schießen in Richtung Fahrer, werden somit zu tödlichen Geschossen. Es ist sogar noch gefährlicher, sich selbst eine "alternative" Heckablage aus Holz zu bauen, da diese dann ganz einfach mit den Lautsprechern nach vorne segelt und den Fahrgästen auf der Rückbank den Kopf abschlägt (kein Scherz). Auch der Versuch, eine Heckablage zusätzlich mit Metallketten oder Schrauben zu befestigen, ist ein Tropfen auf den heißen Stein; solche Befestigungen halten den enormen Kräften eines Unfalls wahrscheinlich nicht stand. Fazit: Lautsprecher auf oder in der Heckablage erfordern besondere Sorgfalt beim Einbau und da auch ihre Abstimmung im Gesamtsystem kritisch ist, sind sie keinesfalls etwas für Anfänger.

6.3 Das Bedienen des Autoradios während der Fahrt

Jeder hat diesen Fehler wahrscheinlich schon einmal begangen: Während der Fahrt an seinem Radio / Head Unit einen anderen Sender ausgewählt, ein Lied übersprungen oder die CD gewechselt.

Wenn Du diesen Fehler schon mal gemacht hast, dann lass dir sagen: Mache ihn nicht noch einmal! Wenn Du sowas bisher noch nicht gemacht hast, dann fang erst gar nicht damit an. Wenn Du während der Fahrt die Head Unit bedienst, wird Deine Aufmerksamkeit nahezu vollständig von der Fahrt abgelenkt!

Beispiel: Du fährst auf der Landstraße, mal wieder etwas zu schnell, sagen wir mal mit 120 km/h. Du schaust nun für eine Sekunde auf das Radio - das sind bereits 33 m völliger Blindflug. Das genügt, um von der Straße abzukommen und das Auto überschlägt sich. Dann liegt es an deinen Schutzengeln, ob und wie glimpflich Du davon kommst. Oder Du kommst nur leicht von der Fahrbahn runter, und wie es der Zufall so will, rennt genau in diesem Moment ein Baum vor dein Auto - Uiiii! Der stand doch vorher noch nicht da. Noch eine Variation, wie die ganze Geschichte tödlich ausgehen kann: Du pendelst diesmal nicht nach rechts, sondern in den Gegenverkehr. Dann gibt es zwei Möglichkeiten, wie es weitergehen kann: Wenn Dir Kraftfahrzeuge entgegen kommen, gibt es eine Frontalkollision - denkbar schlecht. Gibt es keinen Gegenverkehr, so schaust Du auf die Straße, erschrickst, und reisst das Lenkrad vor Schreck schlagartig nach rechts. Das ist ausreichend, die Kontrolle zu verlieren - das Fahrzeug gerät ins Schleudern und für die nächsten 5 bis 10 Sekunden führt es ein Eigenleben - es macht nicht das, was Du willst.

Kurze Horrorstories, aber leider ist das alles schon passiert. Es hätte immer tödlich enden können - manchmal war es nur Glück, oft endete es aber tödlich. Diesen Fehler darfst Du nicht machen, daher beschwören wir dich: Während der Fahrt schauen deine Augen auf die Straße und ab und zu noch in die Rückspiegel. Sonst nirgendwo hin. Wenn Du unbedingt umschalten möchtest, schau eine halbe Sekunde auf das Radio, lege die Finger deiner rechten Hand auf die Tasten, und bediene es durch Ertasten. So bleibt wenigstens eine Hand am Lenkrad und deine Aufmerksamkeit beim Verkehr. Wenn Du einen Beifahrer an Bord hast, bitte diesen, die Head Unit zu bedienen. Spiel nicht den Helden - Du riskierst dadurch nicht nur dein eigenes Leben, sondern auch seines/ihrer. Wenn Du zu den Gesegneten mit einer Lenkradfernbedienung gehörst, dann schätze dich glücklich - würdige aber auch diese Tasten während der Fahrt keines Blickes.

Dieser Absatz ist eigentlich nur eine ziemlich langatmige, aber eindringliche Beschreibung eines ganz einfachen Grundsatzes: Während der Autofahrt verdient ausschließlich die Straße deine Aufmerksamkeit! Kategorie: Buch²

² <http://de.wikibooks.org/wiki/Kategorie%3ABuch>

7 Weblinks

Kostenlose Hilfe und Beratung zum Thema Car-Hifi¹

Diskussions- und Supportforum für alle Kabeladapter²

Englischer Artikel zum Thema Masseschleifen³

Artikel über Lautsprecher und das Ermitteln der TSP⁴

kostenlose Software zum Berechnen von erforderlichen Stromkabelquerschnitten und Sicherungswerten, Bassreflexrohren und Gehäusen⁵

Iso Anschlüsse bei Autoradios⁶

Weitere Links unter Vorwort⁷

1 <http://www.autohifi-world.de>
2 <http://www.adapter-universe.de/forum>
3 <http://www.epanorama.net/documents/groundloop/index.html>
4 http://www.epicenter.de/informationen/lautsprecher/grundlagen_-_funktion_eines_lautsprechers_und_wie_die_thiele_small_parameter_bestimmt_werden_konnen.html
5 <http://www.carhifinews.de/anleitungen/software/>
6 <http://www.autoradio.eu/ISO-Anschlusse-beim-Autoradio>
7 http://de.wikibooks.org/wiki/Car_HiFi#Vorwort

8 Autoren

Edits	User
49	A Fan Of Vangelis ¹
1	Codc ²
2	Daniel B ³
1	Dirk Huenniger ⁴
1	Dirk Hünninger ⁵
2	E^(nix) ⁶
1	Geitost ⁷
5	Heuler06 ⁸
1	Juetho ⁹
2	Kai Burghardt ¹⁰
6	Klartext ¹¹
1	Klaus Eifert ¹²
8	MichaelFrey ¹³
1	NeuerNutzer2009 ¹⁴
1	Pathomed ¹⁵
2	ThePacker ¹⁶

-
- 1 http://de.wikibooks.org/wiki/Benutzer:A_Fan_Of_Vangelis
 - 2 <http://de.wikibooks.org/wiki/Benutzer:Codc>
 - 3 http://de.wikibooks.org/wiki/Benutzer:Daniel_B
 - 4 http://de.wikibooks.org/wiki/Benutzer:Dirk_Huenniger
 - 5 http://de.wikibooks.org/wiki/Benutzer:Dirk_H%25C3%25BCnniger
 - 6 [http://de.wikibooks.org/wiki/Benutzer:E%255E\(nix\)](http://de.wikibooks.org/wiki/Benutzer:E%255E(nix))
 - 7 <http://de.wikibooks.org/wiki/Benutzer:Geitost>
 - 8 <http://de.wikibooks.org/wiki/Benutzer:Heuler06>
 - 9 <http://de.wikibooks.org/wiki/Benutzer:Juetho>
 - 10 http://de.wikibooks.org/wiki/Benutzer:Kai_Burghardt
 - 11 <http://de.wikibooks.org/wiki/Benutzer:Klartext>
 - 12 http://de.wikibooks.org/wiki/Benutzer:Klaus_Eifert
 - 13 <http://de.wikibooks.org/wiki/Benutzer:MichaelFrey>
 - 14 <http://de.wikibooks.org/wiki/Benutzer:NeuerNutzer2009>
 - 15 <http://de.wikibooks.org/wiki/Benutzer:Pathomed>
 - 16 <http://de.wikibooks.org/wiki/Benutzer:ThePacker>

Abbildungsverzeichnis

- GFDL: Gnu Free Documentation License. <http://www.gnu.org/licenses/fdl.html>
- cc-by-sa-3.0: Creative Commons Attribution ShareAlike 3.0 License. <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/>
- cc-by-sa-2.5: Creative Commons Attribution ShareAlike 2.5 License. <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/2.5/>
- cc-by-sa-2.0: Creative Commons Attribution ShareAlike 2.0 License. <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/2.0/>
- cc-by-sa-1.0: Creative Commons Attribution ShareAlike 1.0 License. <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/1.0/>
- cc-by-2.0: Creative Commons Attribution 2.0 License. <http://creativecommons.org/licenses/by/2.0/>
- cc-by-2.0: Creative Commons Attribution 2.0 License. <http://creativecommons.org/licenses/by/2.0/deed.en>
- cc-by-2.5: Creative Commons Attribution 2.5 License. <http://creativecommons.org/licenses/by/2.5/deed.en>
- cc-by-3.0: Creative Commons Attribution 3.0 License. <http://creativecommons.org/licenses/by/3.0/deed.en>
- GPL: GNU General Public License. <http://www.gnu.org/licenses/gpl-2.0.txt>
- LGPL: GNU Lesser General Public License. <http://www.gnu.org/licenses/lgpl.html>
- PD: This image is in the public domain.
- ATTR: The copyright holder of this file allows anyone to use it for any purpose, provided that the copyright holder is properly attributed. Redistribution, derivative work, commercial use, and all other use is permitted.
- EURO: This is the common (reverse) face of a euro coin. The copyright on the design of the common face of the euro coins belongs to the European Commission. Authorised is reproduction in a format without relief (drawings, paintings, films) provided they are not detrimental to the image of the euro.
- LFK: Lizenz Freie Kunst. <http://artlibre.org/licence/lal/de>
- CFR: Copyright free use.

- EPL: Eclipse Public License. <http://www.eclipse.org/org/documents/epl-v10.php>

Copies of the GPL, the LGPL as well as a GFDL are included in chapter Licenses¹⁷. Please note that images in the public domain do not require attribution. You may click on the image numbers in the following table to open the webpage of the images in your webbrowser.

¹⁷ Kapitel 9 auf Seite 39

1		
2	A Fan Of Vangelis, MichaelFrey	
3	A Fan Of Vangelis, MichaelFrey	

9 Licenses

9.1 GNU GENERAL PUBLIC LICENSE

Version 3, 29 June 2007

Copyright © 2007 Free Software Foundation, Inc. <<http://fsf.org/>>

Everyone is permitted to copy and distribute verbatim copies of this license document, but changing it is not allowed. Preamble

The GNU General Public License is a free, copyleft license for software and other kinds of works.

The licenses for most software and other practical works are designed to take away your freedom to share and change the works. By contrast, the GNU General Public License is intended to guarantee your freedom to share and change all versions of a program—to make sure it remains free software for all its users. We, the Free Software Foundation, use the GNU General Public License for most of our software; we apply also to any other work released this way by its authors. You can apply it to your programs, too.

When we speak of free software, we are referring to freedom, not price. Our General Public Licenses are designed to make sure that you have the freedom to distribute copies of free software (and charge for them if you wish), that you receive source code or can get it if you want it, that you can change the software or use pieces of it in new free programs, and that you know you can do these things.

To protect your rights, we need to prevent others from denying you these rights or asking you to surrender the rights. Therefore, you have certain responsibilities if you distribute copies of the software, or if you modify it: responsibilities to respect the freedom of others.

For example, if you distribute copies of such a program, whether gratis or for a fee, you must pass on to the recipients the same freedoms that you received. You must make sure that they, too, receive or can get the source code. And you must show them these terms so they know their rights.

Developers that use the GNU GPL protect your rights with two steps: (1) assert copyright on the software, and (2) offer you this License giving you legal permission to copy, distribute and/or modify it.

For the developers' and authors' protection, the GPL clearly explains that there is no warranty for this free software. For both users' and authors' sake, the GPL requires that modified versions be marked as changed, so that their problems will not be attributed erroneously to authors of previous versions.

Some devices are designed to deny users access to install or run modified versions of the software inside them, although the manufacturer can do so. This is fundamentally incompatible with the aim of protecting users' freedom to change the software. The systematic pattern of such abuse occurs in the area of products for individuals to use, which is precisely where it is most unacceptable. Therefore, we have designed this version of the GPL to prohibit the practice for those products. If such problems arise substantially in other domains, we stand ready to extend this provision to those domains in future versions of the GPL, as needed to protect the freedom of users.

Finally, every program is threatened constantly by software patents. States should not allow patents to restrict development and use of software on general-purpose computers, but in those that do, we wish to avoid the special danger that patents applied to a free program could make it effectively proprietary. To prevent this, the GPL assures that patents cannot be used to render the program non-free.

The precise terms and conditions for copying, distribution and modification follow. TERMS AND CONDITIONS 0. Definitions.

"This License" refers to version 3 of the GNU General Public License.

"Copyright" also means copyright-like laws that apply to other kinds of works, such as semiconductor masks.

"The Program" refers to any copyrightable work licensed under this License. Each licensee is addressed as "you". "Licensees" and "recipients" may be individuals or organizations.

To "modify" a work means to copy from or adapt all or part of the work in a fashion requiring copyright permission, other than the making of an exact copy. The resulting work is called a "modified version" of the earlier work or a work "based on" the earlier work.

A "covered work" means either the unmodified Program or a work based on the Program.

To "propagate" a work means to do anything with it that, without permission, would make you directly or secondarily liable for infringement under applicable copyright law, except executing it on a computer or modifying a private copy. Propagation includes copying, distribution (with or without modification), making available to the public, and in some countries other activities as well.

To "convey" a work means any kind of propagation that enables other parties to make or receive copies. Mere interaction with a user through a computer network, with no transfer of a copy, is not conveying.

An interactive user interface displays "Appropriate Legal Notices" to the extent that it includes a convenient and prominently visible feature that (1) displays an appropriate copyright notice, and (2) tells the user that there is no warranty for the work (except to the extent that warranties are provided), that licensees may convey the work under this License, and how to view a copy of this License. If the interface presents a list of user commands or options, such as a menu, a prominent item in the list meets this criterion. 1. Source Code.

The "source code" for a work means the preferred form of the work for making modifications to it. "Object code" means any non-source form of a work.

A "Standard Interface" means an interface that either is an official standard defined by a recognized standards body, or, in the case of interfaces specified for a particular programming language, one that is widely used among developers working in that language.

The "System Libraries" of an executable work include anything, other than the work as a whole, that (a) is included in the normal form of packaging a Major Component, but which is not part of that Major Component, and (b) serves only to enable use of the work with that Major Component, or to implement a Standard Interface for which an implementation is available to the public in source code form. A "Major Component", in this context, means a major essential component (kernel, window system, and so on) of the specific operating system (if any) on which the executable work runs, or a compiler used to produce the work, or an object code interpreter used to run it.

The "Corresponding Source" for a work in object code form means all the source code needed to generate, install, and (for an executable work) run the object code and to modify the work, including scripts to control those activities. However, it does not include the work's System Libraries, or general-purpose tools or generally available free programs which are used unmodified in performing those activities but which are not part of the work. For example, Corresponding Source includes interface definition files associated with source files for the work, and the source code for shared libraries and dynamically linked subprograms that the work is specifically designed to require, such as by intimate data communication or control flow between those subprograms and other parts of the work.

The Corresponding Source need not include anything that users can regenerate automatically from other parts of the Corresponding Source.

The Corresponding Source for a work in source code form is that same work. 2. Basic Permissions.

All rights granted under this License are granted for the term of copyright on the Program, and are irrevocable provided the stated conditions are met. This License explicitly affirms your unlimited permission to run the unmodified Program. The output from running a covered work is covered by this License only if the output, given its content, constitutes a covered work. This License acknowledges your rights of fair use or other equivalent, as provided by applicable law.

You may make, run and propagate covered works that you do not convey, without conditions so long as your license otherwise remains in force. You may convey covered works to others for the sole purpose of having them make modifications exclusively for you, or provide you with facilities for running those works, provided that you comply with the terms of this License in conveying all material for which you do not control copyright. Those thus making or running the covered works for you must do so exclusively on your behalf, under your direction and control, on terms that prohibit them from making any copies of your copyrighted material outside their relationship with you.

Conveying under any other circumstances is permitted solely under the conditions stated below. Sublicensing is not allowed; section 10 makes it unnecessary. 3. Protecting Users' Legal Rights From Anti-Circumvention Law.

No covered work shall be deemed part of an effective technological measure under any applicable law fulfilling obligations under article 11 of the WIPO copyright treaty adopted on 20 December 1996, or similar laws prohibiting or restricting circumvention of such measures.

When you convey a covered work, you waive any legal power to forbid circumvention of technological measures to the extent such circumvention is effected by exercising rights under this License with respect to the covered work, and you disclaim any intention to limit operation or modification of the work as a means of enforcing, against the work's users, or your third parties' legal rights to forbid circumvention of technological measures. 4. Conveying Verbatim Copies.

You may convey verbatim copies of the Program's source code as you receive it, in any medium, provided that you conspicuously and appropriately publish on each copy an appropriate copyright notice; keep intact all notices stating that this License and any non-permissive terms added in accord with section 7 apply to the code; keep intact all notices of the absence of any warranty; and give all recipients a copy of this License along with the Program.

You may charge any price or no price for each copy that you convey, and you may offer support or warranty protection for a fee. 5. Conveying Modified Source Versions.

You may convey a work based on the Program, or the modifications to produce it from the Program, in the form of source code under the terms of section 4, provided that you also meet all of these conditions:

* a) The work must carry prominent notices stating that you modified it, and giving a relevant date. * b) The work must carry prominent notices stating that it is released under this License and any conditions added under section 7. This requirement modifies the requirement in section 4 to "keep intact all notices". * c) You must license the entire work, as a whole, under this License to anyone who comes into possession of a copy. This License will therefore apply, along with any applicable section 7 additional terms, to the whole of the work, and all its parts, regardless of how they are packaged. This License gives no permission to license the work in any other way, but it does not invalidate such permission if you have separately received it. * d) If the work has interactive user interfaces, each must display Appropriate Legal Notices; however, if the Program has interactive interfaces that do not display Appropriate Legal Notices, your work need not make them do so.

A compilation of a covered work with other separate and independent works, which are not by their nature extensions of the covered work, and which are not combined with it such as to form a larger program, in or on a volume of a storage or distribution medium, is called an "aggregate" if the compilation and its resulting copyright are not used to limit the access or legal rights of the compilation's users beyond what the individual works permit. Inclusion of a covered work in an aggregate does not convey this License to apply to the other parts of the aggregate. 6. Conveying Non-Source Forms.

You may convey a covered work in object code form under the terms of sections 4 and 5, provided that you also convey the machine-readable Corresponding Source under the terms of this License, in one of these ways:

* a) Convey the object code in, or embodied in, a physical product (including a physical distribution medium), accompanied by the Corresponding Source fixed on a durable physical medium customarily used for software interchange. * b) Convey the object code in, or embodied in, a physical product (including a physical distribution medium), accompanied by a written offer, valid for at least three years and valid for as long as you offer spare parts or customer support for that product model, to give anyone who possesses the object code either (1) a copy of the Corresponding Source for all the software in the product that is covered by this License, on a durable physical medium customarily used for software interchange, for a price no more than your reasonable cost of physically performing this conveying of source, or (2) access to copy the Corresponding Source from a network server at no charge. * c) Convey individual copies of the object code with a copy of the written offer to provide the Corresponding Source. This alternative is allowed only occasionally and noncommercially, and only if you received the object code with such an offer, in accord with subsection 6b. * d) Convey the object code by offering access from a designated place (gratis or for a charge), and offer equivalent access to the Corresponding Source in the same way through the same place at no further charge. You need not require recipients to copy the Corresponding Source along with the object code. If the place to copy the

object code is a network server, the Corresponding Source may be on a different server (operated by you or a third party) that supports equivalent copying facilities, provided you maintain clear directions next to the object code saying where to find the Corresponding Source. Regardless of what server hosts the Corresponding Source, you remain obligated to ensure that it is available for as long as needed to satisfy these requirements. * e) Convey the object code using peer-to-peer transmission, provided you inform other peers where the object code and Corresponding Source of the work are being offered to the general public at no charge under subsection 6d.

A separable portion of the object code, whose source code is excluded from the Corresponding Source as a System Library, need not be included in conveying the object code work.

A "User Product" is either (1) a "consumer product", which means any tangible personal property which is normally used for personal, family, or household purposes, or (2) anything designed or sold for incorporation into a dwelling. In determining whether a product is a consumer product, doubtful cases shall be resolved in favor of coverage. For a particular product received by a particular user, "normally used" refers to a typical or common use of that class of product, regardless of the status of the particular user or of the way in which the particular user actually uses, or expects or is expected to use, the product. A product is a consumer product regardless of whether the product has substantial commercial, industrial or non-consumer uses, unless such uses represent the only significant mode of use of the product.

"Installation Information" for a User Product means any methods, procedures, authorization keys, or other information required to install and execute modified versions of a covered work that that User Product from a modified version of its Corresponding Source. The information must suffice to ensure that the continued functioning of the modified object code is in no case prevented or interfered with solely because modification has been made.

If you convey a covered work under this section in, or with, or specifically for use in, a User Product, and the conveying occurs as part of a transaction in which the right of possession and use of the User Product is transferred to the recipient in perpetuity or for a fixed term (regardless of how the transaction is characterized), the Corresponding Source conveyed under this section must be accompanied by the Installation Information. But this requirement does not apply if neither you nor any third party retains the ability to install modified object code on the User Product (for example, the work has been installed in ROM).

The requirement to provide Installation Information does not include a requirement to continue to provide support service, warranty, or updates for a work that has been modified or installed by the recipient, or for the User Product in which it has been modified or installed. Access to a network may be denied when the modification itself materially and adversely affects the operation of the network or violates the rules and protocols for communication across the network.

Corresponding Source conveyed, and Installation Information provided, in accord with this section must be in a format that is publicly documented (and with an implementation available to the public in source code form), and must require no special password or key for unpacking, reading or copying. 7. Additional Terms.

"Additional permissions" are terms that supplement the terms of this License by making exceptions from one or more of its conditions. Additional permissions that are applicable to the entire Program shall be treated as though they were included in this License, to the extent that they are valid under applicable law. If additional permissions apply only to part of the Program, that part may be used separately under those permissions, but the entire Program remains governed by this License without regard to the additional permissions.

When you convey a copy of a covered work, you may at your option remove any additional permissions from that copy, or from any part of it. (Additional permissions may be written to require their own removal in certain cases when you modify the work.) You may place additional permissions on material, added by you to a covered work, for which you have or can give appropriate copyright permission.

Notwithstanding any other provision of this License, for material you add to a covered work, you may (if authorized by the copyright holders of that material) supplement the terms of this License with terms:

* a) Disclaiming warranty or limiting liability differently from the terms of sections 15 and 16 of this License; or * b) Requiring preservation of specified reasonable legal notices or author attributions in that material or in the Appropriate Legal Notices displayed by works containing it; or * c) Prohibiting misrepresentation of the origin of that material, or requiring that modified versions of such material be marked in reasonable ways as different from the original version; or * d) Limiting the use for publicity purposes of names of licensors or authors of the material; or * e) Declining to grant rights under trademark law for use of some trade names, trademarks, or service marks; or * f) Requiring indemnification of licensors and authors of that material by anyone who conveys the material (or modified versions of it) with contractual assumptions of liability to the recipient, for any liability that those contractual assumptions directly impose on those licensors and authors.

All other non-permissive additional terms are considered "further restrictions" within the meaning of section 10. If the Program as you received it, or any part of it, contains a notice stating that it is governed by this License along with a term that is a further restriction, you may remove that term. If a license document contains a further restriction but permits relicensing or conveying under this License, you may add to a covered work material governed by the terms of that license document, provided that the further restriction does not survive such relicensing or conveying.

If you add terms to a covered work in accord with this section, you must place, in the relevant source files, a statement of the additional terms that apply to those files, or a notice indicating where to find the applicable terms.

Additional terms, permissive or non-permissive, may be stated in the form of a separately written license, or stated as exceptions; the above requirements apply either way. 8. Termination.

You may not propagate or modify a covered work except as expressly provided under this License. Any attempt otherwise to propagate or modify it is void, and will automatically terminate your rights under this License (including any patent licenses granted under the third paragraph of section 11).

However, if you cease all violation of this License, then your license from a particular copyright holder is reinstated (a) provisionally, unless and until the copyright holder explicitly and finally terminates

your license, and (b) permanently, if the copyright holder fails to notify you of the violation by some reasonable means prior to 60 days after the cessation.

Moreover, your license from a particular copyright holder is reinstated permanently if the copyright holder notifies you of the violation by some reasonable means, this is the first time you have received notice of violation of this License (for any work) from that copyright holder, and you cure the violation prior to 30 days after your receipt of the notice.

Termination of your rights under this section does not terminate the licenses of parties who have received copies or rights from you under this License. If your rights have been terminated and not permanently reinstated, you do not qualify to receive new licenses for the same material under section 10. 9. Acceptance Not Required for Having Copies.

You are not required to accept this License in order to receive or run a copy of the Program. Ancillary propagation of a covered work occurring solely as a consequence of using peer-to-peer transmission to receive a copy likewise does not require acceptance. However, nothing other than this License grants you permission to propagate or modify any covered work. These actions infringe copyright if you do not accept this License. Therefore, by modifying or propagating a covered work, you indicate your acceptance of this License to do so. 10. Automatic Licensing of Downstream Recipients.

Each time you convey a covered work, the recipient automatically receives a license from the original licensors, to run, modify and propagate that work, subject to this License. You are not responsible for enforcing compliance by third parties with this License.

An "entity transaction" is a transaction transferring control of an organization, or substantially all assets of one, or subdividing an organization, or merging organizations. If propagation of a covered work results from an entity transaction, each party to that transaction who receives a copy of the work also receives whatever licenses to the work the party's predecessor in interest had or could give under the previous paragraph, plus a right to possession of the Corresponding Source of the work from the predecessor in interest, if the predecessor has it or can get it with reasonable efforts.

You may not impose any further restrictions on the exercise of the rights granted or affirmed under this License. For example, you may not impose a license fee, royalty, or other charge for exercise of rights granted under this License, and you may not initiate litigation (including a cross-claim or counterclaim in a lawsuit) alleging that any patent claim is infringed by making, using, selling, offering for sale, or importing the Program or any portion of it. 11. Patents.

A "contributor" is a copyright holder who authorizes use under this License of the Program or a work on which the Program is based. The work thus licensed is called the contributor's "contributor version".

A contributor's "essential patent claims" are all patent claims owned or controlled by the contributor, whether already acquired or hereafter acquired, that would be infringed by some manner, permitted by this License, of making, using, or selling its contributor version, but do not include claims that would be infringed only as a consequence of further modification of the contributor version. For purposes of this definition, "control" includes the right to grant patent sublicenses in a manner consistent with the requirements of this License.

Each contributor grants you a non-exclusive, worldwide, royalty-free patent license under the contributor's essential patent claims, to make, use, sell, offer for sale, import and otherwise run, modify and propagate the contents of its contributor version.

In the following three paragraphs, a "patent license" is any express agreement or commitment, however denominated, not to enforce a patent (such as an express permission to practice a patent or covenant not to sue for patent infringement). To "grant" such a patent license to a party means to make such an agreement or commitment not to enforce a patent against the party.

If you convey a covered work, knowingly relying on a patent license, and the Corresponding Source of the work is not available for anyone to copy, free of charge and under the terms of this License, through a publicly available network server or other readily accessible means, then you must either (1) cause the Corresponding Source to be so available, or (2) arrange to deprive yourself of the benefit of the patent license for this particular work, or (3) arrange, in a manner consistent with the requirements of this License, to extend the patent license to downstream recipients. "Knowingly relying" means you have actual knowledge that, but for the patent license, your conveying the covered work in a country, or your recipient's use of the covered work in a country, would infringe one or more identifiable patents in that country that you have reason to believe are valid.

If, pursuant to or in connection with a single transaction or arrangement, you convey, or propagate by procuring conveyance of, a covered work, and grant a patent license to some of the parties receiving the covered work authorizing them to use, propagate, modify or convey a specific copy of the covered work, then the patent license you grant is automatically extended to all recipients of the covered work and works based on it.

A patent license is "discriminatory" if it does not include within the scope of its coverage, prohibits the exercise of, or is conditioned on the non-exercise of one or more of the rights that are specifically granted under this License. You may not convey a covered work if you are a party to an arrangement with a third party that is in the business of distributing software, under which you make payment to the third party based on the extent of your activity of conveying the work, and under which the third party grants, to any of the parties who would receive the covered work from you, a discriminatory patent license (a) in connection with copies of the covered work conveyed by you (or copies made from those copies), or (b) primarily for and in connection with specific products or compilations that contain the covered work, unless you enter into that arrangement, or that patent license was granted, prior to 28 March 2007.

Nothing in this License shall be construed as excluding or limiting any implied license or other defenses to infringement that may otherwise be available to you under applicable patent law. 12. No Surrender of Others' Freedom.

If conditions are imposed on you (whether by court order, agreement or otherwise) that contradict the conditions of this License, they do not excuse you from the conditions of this License. If you cannot convey a covered work so as to satisfy simultaneously your obligations under this License and any other pertinent obligations, then as a consequence you may not convey it at all. For example, if you agree to terms that obligate you to collect a royalty for further conveying from those to whom you convey the Program, the only way you could satisfy both those terms and this License would be to refrain entirely from

conveying the Program. 13. Use with the GNU Affero General Public License.

Notwithstanding any other provision of this License, you have permission to link or combine any covered work with a work licensed under version 3 of the GNU Affero General Public License into a single combined work, and to convey the resulting work. The terms of this License will continue to apply to the part which is the covered work, but the special requirements of the GNU Affero General Public License, section 13, concerning interaction through a network will apply to the combination as such. 14. Revised Versions of this License.

The Free Software Foundation may publish revised and/or new versions of the GNU General Public License from time to time. Such new versions will be similar in spirit to the present version, but may differ in detail to address new problems or concerns.

Each version is given a distinguishing version number. If the Program specifies that a certain numbered version of the GNU General Public License "or any later version" applies to it, you have the option of following the terms and conditions either of that numbered version or of any later version published by the Free Software Foundation. If the Program does not specify a version number of the GNU General Public License, you may choose any version ever published by the Free Software Foundation.

If the Program specifies that a proxy can decide which future versions of the GNU General Public License can be used, that proxy's public statement of acceptance of a version permanently authorizes you to choose that version for the Program.

9.2 GNU Free Documentation License

Version 1.3, 3 November 2008

Copyright © 2000, 2001, 2002, 2007, 2008 Free Software Foundation, Inc. <<http://fsf.org/>>

Everyone is permitted to copy and distribute verbatim copies of this license document, but changing it is not allowed. 0. PREAMBLE

The purpose of this License is to make a manual, textbook, or other functional and useful document "free" in the sense of freedom: to assure everyone the effective freedom to copy and redistribute it, with or without modifying it, either commercially or noncommercially. Secondly, this License preserves for the author and publisher a way to get credit for their work, while not being considered responsible for modifications made by others.

This License is a kind of "copyleft", which means that derivative works of the document must themselves be free in the same sense. It complements the GNU General Public License, which is a copyleft license designed for free software.

We have designed this License in order to use it for manuals for free software, because free software needs free documentation: a free program should come with manuals providing the same freedoms that the software does. But this license is not limited to software manuals; it can be used for any textual work, regardless of subject matter or whether it is published as a printed book. We recommend this License principally for works whose purpose is instruction or reference. 1. APPLICABILITY AND DEFINITIONS

This License applies to any manual or other work, in any medium, that contains a notice placed by the copyright holder saying it can be distributed under the terms of this License. Such a notice grants a world-wide, royalty-free license, unlimited in duration, to use that work under the conditions stated herein. The "Document", below, refers to any such manual or work. Any member of the public is a licensee, and is addressed as "you". You accept the license if you copy, modify or distribute the work in a way requiring permission under copyright law.

A "Modified Version" of the Document means any work containing the Document in whole or in part, either copied verbatim, or with modifications and/or translated into another language.

A Secondary Section is a named appendix or a front-matter section of the Document that deals exclusively with the relationship of the publishers or authors of the Document to the Document's overall subject (or to related matters) and contains nothing that could fall directly within that overall subject. (Thus, if the Document is in part a textbook of mathematics, a Secondary Section may not explain any mathematics.) The relationship could be a matter of historical connection with the subject or with related matters, or of legal, commercial, philosophical, ethical or political position regarding them.

The Invariant Sections are certain Secondary Sections whose titles are designated, as being those of Invariant Sections, in the notice that says that the Document is released under this License. If a section does not fit the above definition of Secondary then it is not allowed to be designated as Invariant. The Document may contain zero Invariant Sections. If the Document does not identify any Invariant Sections then there are none.

The "Cover Texts" are certain short passages of text that are listed, as Front-Cover Texts or Back-Cover Texts, in the notice that says that the Document is released under this License. A Front-Cover Text may be at most 5 words, and a Back-Cover Text may be at most 25 words.

A "Transparent" copy of the Document means a machine-readable copy, represented in a format whose specification is available to the general public, that is suitable for revising the document straightforwardly with generic text editors or (for images composed of pixels) generic paint programs or (for drawings) some widely available drawing editor, and that is suitable for input to text formatters or for automatic translation to a variety of formats suitable for input to text formatters. A copy made in an otherwise Transparent file format whose markup, or absence of markup, has been arranged to thwart or discourage subsequent modification by readers is not Transparent. An image format is not Transparent if used for any substantial amount of text. A copy that is not "Transparent" is called "Opaque".

Examples of suitable formats for Transparent copies include plain ASCII without markup, Texinfo input format, LaTeX input format, SGML or XML using a publicly available DTD, and standard-conforming simple HTML, PostScript or PDF designed for human modification. Examples of transparent image formats include PNG, XCF and JPG. Opaque formats include proprietary formats that can be read and edited only by proprietary word processors, SGML or XML for which the DTD and/or processing tools are not generally available, and the machine-generated HTML, PostScript or PDF produced by some word processors for output purposes only.

The "Title Page" means, for a printed book, the title page itself, plus such following pages as are needed to hold, legibly, the material this License requires to appear in the title page. For works in formats which do not have any title page as such, "Title Page" means the text nearest the most prominent appearance of the work's title, preceding the beginning of the body of the text.

The "publisher" means any person or entity that distributes copies of the Document to the public.

A section Entitled "XYZ" means a named subunit of the Document whose title either is precisely XYZ or contains XYZ in parentheses

Later license versions may give you additional or different permissions. However, no additional obligations are imposed on any author or copyright holder as a result of your choosing to follow a later version. 15. Disclaimer of Warranty.

THERE IS NO WARRANTY FOR THE PROGRAM, TO THE EXTENT PERMITTED BY APPLICABLE LAW. EXCEPT WHEN OTHERWISE STATED IN WRITING THE COPYRIGHT HOLDERS AND/OR OTHER PARTIES PROVIDE THE PROGRAM "AS IS" WITHOUT WARRANTY OF ANY KIND, EITHER EXPRESSED OR IMPLIED, INCLUDING, BUT NOT LIMITED TO, THE IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY AND FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE. THE ENTIRE RISK AS TO THE QUALITY AND PERFORMANCE OF THE PROGRAM IS WITH YOU. SHOULD THE PROGRAM PROVE DEFECTIVE, YOU ASSUME THE COST OF ALL NECESSARY SERVICING, REPAIR OR CORRECTION. 16. Limitation of Liability.

IN NO EVENT UNLESS REQUIRED BY APPLICABLE LAW OR AGREED TO IN WRITING WILL ANY COPYRIGHT HOLDER, OR ANY OTHER PARTY WHO MODIFIES AND/OR CONVEYS THE PROGRAM AS PERMITTED ABOVE, BE LIABLE TO YOU FOR DAMAGES, INCLUDING ANY GENERAL, SPECIAL, INCIDENTAL OR CONSEQUENTIAL DAMAGES ARISING OUT OF THE USE OR INABILITY TO USE THE PROGRAM (INCLUDING BUT NOT LIMITED TO LOSS OF DATA OR DATA BEING RENDERED INACCURATE OR LOSSES SUSTAINED BY YOU OR THIRD PARTIES OR A FAILURE OF THE PROGRAM TO OPERATE WITH ANY OTHER PROGRAMS), EVEN IF SUCH HOLDER OR OTHER PARTY HAS BEEN ADVISED OF THE POSSIBILITY OF SUCH DAMAGES. 17. Interpretation of Sections 15 and 16.

following text that translates XYZ in another language. (Here XYZ stands for a specific section name mentioned below, such as Acknowledgements", "Dedications", "Endorsements", or "History".) To "Preserve the Title" of such a section when you modify the Document means that it remains a section Entitled XYZ according to this definition.

The Document may include Warranty Disclaimers next to the notice which states that this License applies to the Document. These Warranty Disclaimers are considered to be included by reference in this License, but only as regards disclaiming warranties; any other implication that these Warranty Disclaimers may have is void and has no effect on the meaning of this License. 2. VERBATIM COPYING

You may copy and distribute the Document in any medium, either commercially or noncommercially, provided that this License, the copyright notices, and the license notice saying this License applies to the Document are reproduced in all copies, and that you add no other conditions whatsoever to those of this License. You may not use technical measures to obstruct or control the reading or further copying of the copies you make or distribute. However, you may accept compensation in exchange for copies. If you distribute a large enough number of copies you must also follow the conditions in section 3.

You may also lend copies, under the same conditions stated above, and you may publicly display copies. 3. COPYING IN QUANTITY

If you publish printed copies (or copies in media that commonly have printed covers) of the Document, numbering more than 100, and the Document's license notice requires Cover Texts, you must enclose the copies in covers that carry, clearly and legibly, all these Cover Texts: Front-Cover Texts on the front cover, and Back-Cover Texts on the back cover. Both covers must also clearly and legibly identify you as the publisher of these copies. The front cover must present the full title with all words of the title equally prominent and visible. You may add other material on the covers in addition. Copying with changes limited to the covers, as long as they preserve the title of the Document and satisfy these conditions, can be treated as verbatim copying in other respects.

If the required texts for either cover are too voluminous to fit legibly, you should put the first one listed (as many as fit reasonably) on the actual cover, and continue the rest onto adjacent pages.

If you publish or distribute Opaque copies of the Document numbering more than 100, you must either include a machine-readable Transparent copy along with each Opaque copy, or state in or with each Opaque copy a computer-network location from which the general networking public has access to download using public-standard network protocols a complete Transparent copy of the Document, free of added material. If you use the latter option, you must take reasonably prudent steps, when you begin distribution of Opaque copies in quantity, to ensure that this Transparent copy will remain thus accessible at the stated location until at least one year after the last time you distribute an Opaque copy (directly or through your agents or retailers) of that edition to the public.

It is requested, but not required, that you contact the authors of the Document well before redistributing any large number of copies, to give them a chance to provide you with an updated version of the Document. 4. MODIFICATIONS

You may copy and distribute a Modified Version of the Document under the conditions of sections 2 and 3 above, provided that you release the Modified Version under precisely this License, with the Modified Version filling the role of the Document, thus licensing distribution and modification of the Modified Version to whoever possesses a copy of it. In addition, you must do these things in the Modified Version:

* A. Use in the Title Page (and on the covers, if any) a title distinct from that of the Document, and from those of previous versions (which should, if there were any, be listed in the History section of the Document). You may use the same title as a previous version if the original publisher of that version gives permission. * B. List on the Title Page, as authors, one or more persons or entities responsible for authorship of the modifications in the Modified Version, together with at least five of the principal authors of the Document (all of its principal authors, if it has fewer than five), unless they release you from this requirement. * C. State on the Title page the name of the publisher of the Modified Version, as the publisher. * D. Preserve all the copyright notices of the Document. * E. Add an appropriate copyright notice for your modifications adjacent to the other copyright notices. * F. Include, immediately after the copyright notices, a license notice giving the public permission to use the Modified Version under the terms of this License, in the form shown in the Addendum below. * G. Preserve in that license notice the full lists of Invariant Sections and required Cover Texts given in the Document's license notice. * H. Include an unaltered copy of this License. * I. Preserve the section Entitled "History", Preserve its Title, and add to it an item stating at least the title, year, new authors, and publisher of the Modified Version as given on the Title Page. If there is no section Entitled "History" in the Document, create one stating the title, year, authors, and publisher of the Document as given on its Title Page, then add an item describing the Modified Version as stated in the previous section. * J. Preserve the network location, if any, given in the Document for public access to a Transparent copy of the Document, and likewise the network locations given in the Document for previous versions if they were listed. These may be placed in the "History" section. You may omit a network location for a work that was published at least four years before the Document itself, or if the original publisher of the version it refers to gives permission. * K. For any section Entitled "Acknowledgements" or "Dedications", Preserve the Title of the section, and preserve in the section all the substance and tone of each of the contributor acknowledgements and/or dedications given therein. * L. Preserve all

If the disclaimer of warranty and limitation of liability provided above cannot be made legal local effect according to their terms, reviewing courts shall apply local law that most closely approximates an absolute waiver of all civil liability in connection with the Program, unless a warranty or assumption of liability accompanies a copy of the Program in return for a fee.

END OF TERMS AND CONDITIONS How to Apply These Terms to Your New Programs

If you develop a new program, and you want it to be of the greatest possible use to the public, the best way to achieve this is to make it free software which everyone can redistribute and change under these terms.

To do so, attach the following notices to the program. It is safest to attach them to the start of each source file to most effectively state the exclusion of warranty; and each file should have at least the "copyright" line and a pointer to where the full notice is found.

<one line to give the program's name and a brief idea of what it does.> Copyright (C) <year> <name of author>

This program is free software; you can redistribute it and/or modify it under the terms of the GNU General Public License as published by the Free Software Foundation, either version 3 of the License, or (at your option) any later version.

This program is distributed in the hope that it will be useful, but WITHOUT ANY WARRANTY; without even the implied warranty of MERCHANTABILITY or FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE. See the GNU General Public License for more details.

the Invariant Sections of the Document, unaltered in their text and in their titles. Section numbers or the equivalent are not considered part of the section titles. * M. Delete any section Entitled "Endorsements". Such a section may not be included in the Modified Version. * N. Do not retitle an existing section to be Entitled "Endorsements" or to conflict in title with any Invariant Section. * O. Preserve any Warranty Disclaimers.

If the Modified Version includes new front-matter sections or appendices that qualify as Secondary Sections and contain no material copied from the Document, you may at your option designate some or all of these sections as invariant. To do this, add their titles to the list of Invariant Sections in the Modified Version's license notice. These titles must be distinct from any other section titles.

You may add a section Entitled "Endorsements", provided it contains nothing but endorsements of your Modified Version by various parties—for example, statements of peer review or that the text has been approved by an organization as the authoritative definition of a standard.

You may add a passage of up to five words as a Front-Cover Text, and a passage of up to 25 words as a Back-Cover Text, to the end of the list of Cover Texts in the Modified Version. Only one passage of Front-Cover Text and one of Back-Cover Text may be added by (or through arrangements made by) any one entity. If the Document already includes a cover text for the same cover, previously added by you or by arrangement made by the same entity you are acting on behalf of, you may not add another; but you may replace the old one, on explicit permission from the previous publisher that added the old one.

The author(s) and publisher(s) of the Document do not by this License give permission to use their names for publicity for or to assert or imply endorsement of any Modified Version. 5. COMBINING DOCUMENTS

You may combine the Document with other documents released under this License, under the terms defined in section 4 above for modified versions, provided that you include in the combination all of the Invariant Sections of all of the original documents, unmodified, and list them all as Invariant Sections of your combined work in its license notice, and that you preserve all their Warranty Disclaimers.

The combined work need only contain one copy of this License, and multiple identical Invariant Sections may be replaced with a single copy. If there are multiple Invariant Sections with the same name but different contents, the title of each such section unique by adding at the end of it, in parentheses, the name of the original author or publisher of that section if known, or else a unique number. Make the same adjustment to the section titles in the list of Invariant Sections in the license notice of the combined work.

In the combination, you must combine any sections Entitled "History" in the various original documents, forming one section Entitled "History"; likewise combine any sections Entitled "Acknowledgements", and any sections Entitled "Dedications". You must delete all sections Entitled "Endorsements". 6. COLLECTIONS OF DOCUMENTS

You may make a collection consisting of the Document and other documents released under this License, and replace the individual copies of this License in the various documents with a single copy that is included in the collection, provided that you follow the rules of this License for verbatim copying of each of the documents in all other respects.

You may extract a single document from such a collection, and distribute it individually under this License, provided you insert a copy of this License into the extracted document, and follow this License in all other respects regarding verbatim copying of that document. 7. AGGREGATION WITH INDEPENDENT WORKS

A compilation of the Document or its derivatives with other separate and independent documents or works, in or on a volume of a separate or distribution medium, is called an aggregate if the copyright resulting from the compilation is not used to limit the legal rights of the compilation's users beyond what the individual works permit. When the Document is included in an aggregate, this License does not apply to the other works in the aggregate which are not themselves derivative works of the Document.

If the Cover Text requirement of section 3 is applicable to these copies of the Document, then if the Document is less than one half of the entire aggregate, the Document's Cover Texts may be placed on covers that bracket the Document within the aggregate, or the electronic equivalent of covers if the Document is in electronic form. Otherwise they must appear on printed covers that bracket the whole aggregate. 8. TRANSLATION

Translation is considered a kind of modification, so you may distribute translations of the Document under the terms of section 4. Replacing Invariant Sections with translations requires special permission from their copyright holders, but you may include translations of some or all Invariant Sections in addition to the original versions of these Invariant Sections. You may include a translation of this License, and all the license notices in the Document, and any Warranty Disclaimers, provided that you also include the original English version of this License and the original versions of those notices and disclaimers. In case of a disagreement between the translation and the original version of this License or a notice or disclaimer, the original version will prevail.

If a section in the Document is Entitled "Acknowledgements", "Dedications", or "History", the requirement (section 4) to Preserve its Title

You should have received a copy of the GNU General Public License along with this program. If not, see <<http://www.gnu.org/licenses/>>.

Also add information on how to contact you by electronic and paper mail.

If the program does terminal interaction, make it output a short notice like this when it starts in an interactive mode:

```
<program> Copyright (C) <year> <name of author> This program comes with ABSOLUTELY NO WARRANTY; for details type `show w'. This is free software, and you are welcome to redistribute it under certain conditions; type `show c' for details.
```

The hypothetical commands `show w' and `show c' should show the appropriate parts of the General Public License. Of course, your program's commands might be different; for a GUI interface, you would use an "about box".

You should also get your employer (if you work as a programmer) or school, if any, to sign a "copyright disclaimer" for the program, if necessary. For more information on this, and how to apply and follow the GNU GPL, see <<http://www.gnu.org/licenses/>>.

The GNU General Public License does not permit incorporating your program into proprietary programs. If your program is a subroutine library, you may consider it more useful to permit linking proprietary applications with the library. If this is what you want to do, use the GNU Lesser General Public License instead of this License. But first, please read <<http://www.gnu.org/philosophy/why-not-lgpl.html>>.

(section 1) will typically require changing the actual title. 9. TERMINATION

You may not copy, modify, sublicense, or distribute the Document except as expressly provided under this License. Any attempt otherwise to copy, modify, sublicense, or distribute it is void, and will automatically terminate your rights under this License.

However, if you cease all violation of this License, then your license from a particular copyright holder is reinstated (a) provisionally, unless and until the copyright holder explicitly and finally terminates your license, and (b) permanently, if the copyright holder fails to notify you of the violation by some reasonable means prior to 60 days after the cessation.

Moreover, your license from a particular copyright holder is reinstated permanently if the copyright holder notifies you of the violation by some reasonable means, this is the first time you have received notice of violation of this License (for any work) from that copyright holder, and you cure the violation prior to 30 days after your receipt of the notice.

Termination of your rights under this section does not terminate the licenses of parties who have received copies or rights from you under this License. If you rights have been terminated and not permanently reinstated, receipt of a copy of some or all of the same material does not give you any rights to use it. 10. FUTURE REVISIONS OF THIS LICENSE

The Free Software Foundation may publish new, revised versions of the GNU Free Documentation License from time to time. Such new versions will be similar in spirit to the present version, but may differ in detail to address new problems or concerns. See <http://www.gnu.org/copyleft/>.

Each version of the License is given a distinguishing version number. If the Document specifies that a particular numbered version of this License or any later version applies to it, you have the option of following the terms and conditions either of that specified version or of any later version that has been published (not as a draft) by the Free Software Foundation. If the Document does not specify a version number of this License, you may choose any version ever published (not as a draft) by the Free Software Foundation. If the Document specifies that a proxy can decide which future versions of this License can be used, that proxy's public statement of acceptance of a version permanently authorizes you to choose that version for the Document. 11. RELICENSING

"Massive Multiauthor Collaboration Site" (or "MMC Site") means any World Wide Web server that publishes copyrightable works and also provides prominent facilities for anybody to edit those works. A public wiki that anybody can edit is an example of such a server. A "Massive Multiauthor Collaboration" (or "MMC") contained in the site means any set of copyrightable works thus published on the MMC site.

"CC-BY-SA" means the Creative Commons Attribution-Share Alike 3.0 license published by Creative Commons Corporation, a not-for-profit corporation with a principal place of business in San Francisco, California, as well as future copyleft versions of that license published by that same organization.

Incorporate" means to publish or republish a Document, in whole or in part, as part of another Document.

An MMC is eligible for relicensing if it is licensed under this License, and if all works that were first published under this License somewhere other than this MMC, and subsequently incorporated in whole or in part into the MMC, (1) had no cover texts or invariant sections, and (2) were thus incorporated prior to November 1, 2008.

The operator of an MMC Site may republish an MMC contained in the site under CC-BY-SA on the same site at any time before August 1, 2009, provided the MMC is eligible for relicensing. ADDENDUM: How to use this License for your documents

To use this License in a document you have written, include a copy of the License in the document and put the following copyright and license notices just after the title page:

```
Copyright (C) YEAR YOUR NAME. Permission is granted to copy, distribute and/or modify this document under the terms of the GNU Free Documentation License, Version 1.3 or any later version published by the Free Software Foundation; with no Invariant Sections, no Front-Cover Texts, and no Back-Cover Texts. A copy of the license is included in the section entitled "GNU Free Documentation License".
```

If you have Invariant Sections, Front-Cover Texts and Back-Cover Texts, replace the "with ... Texts." line with this:

with the Invariant Sections being LIST THEIR TITLES, with the Front-Cover Texts being LIST, and with the Back-Cover Texts being LIST.

If you have Invariant Sections without Cover Texts, or some other combination of the three, merge those two alternatives to suit the situation.

If your document contains nontrivial examples of program code, we recommend releasing these examples in parallel under your choice of free software license, such as the GNU General Public License, to permit their use in free software.

9.3 GNU Lesser General Public License

GNU LESSER GENERAL PUBLIC LICENSE

Version 3, 29 June 2007

Copyright © 2007 Free Software Foundation, Inc. <<http://fsf.org/>>

Everyone is permitted to copy and distribute verbatim copies of this license document, but changing it is not allowed.

This version of the GNU Lesser General Public License incorporates the terms and conditions of version 3 of the GNU General Public License, supplemented by the additional permissions listed below. 0. Additional Definitions.

As used herein, “this License” refers to version 3 of the GNU Lesser General Public License, and the “GNU GPL” refers to version 3 of the GNU General Public License.

“The Library” refers to a covered work governed by this License, other than an Application or a Combined Work as defined below.

An “Application” is any work that makes use of an interface provided by the Library, but which is not otherwise based on the Library. Defining a subclass of a class defined by the Library is deemed a mode of using an interface provided by the Library.

A “Combined Work” is a work produced by combining or linking an Application with the Library. The particular version of the Library with which the Combined Work was made is also called the “Linked Version”.

The “Minimal Corresponding Source” for a Combined Work means the Corresponding Source for the Combined Work, excluding any source code for portions of the Combined Work that, considered in isolation, are based on the Application, and not on the Linked Version.

The “Corresponding Application Code” for a Combined Work means the object code and/or source code for the Application, including any data and utility programs needed for reproducing the Combined Work from the Application, but excluding the System Libraries of the Combined Work. 1. Exception to Section 3 of the GNU GPL.

You may convey a covered work under sections 3 and 4 of this License without being bound by section 3 of the GNU GPL. 2. Conveying Modified Versions.

If you modify a copy of the Library, and, in your modifications, a facility refers to a function or data to be supplied by an Application that uses the facility (other than as an argument passed when the facility is invoked), then you may convey a copy of the modified version:

* a) under this License, provided that you make a good faith effort to ensure that, in the event an Application does not supply the function or data, the facility still operates, and performs whatever part of its purpose remains meaningful, or * b) under the GNU GPL, with none of the additional permissions of this License applicable to that copy.

3. Object Code Incorporating Material from Library Header Files.

The object code form of an Application may incorporate material from a header file that is part of the Library. You may convey such object code under terms of your choice, provided that, if the incorporated material is not limited to numerical parameters, data structure layouts and accessors, or small macros, inline functions and templates (ten or fewer lines in length), you do both of the following:

* a) Give prominent notice with each copy of the object code that the Library is used in it and that the Library and its use are covered by this License. * b) Accompany the object code with a copy of the GNU GPL and this license document.

4. Combined Works.

You may convey a Combined Work under terms of your choice that, taken together, effectively do not restrict modification of the portions of the Library contained in the Combined Work and reverse engineering for debugging such modifications, if you also do each of the following:

* a) Give prominent notice with each copy of the Combined Work that the Library is used in it and that the Library and its use are covered by this License. * b) Accompany the Combined Work with a copy of the GNU GPL and this license document. * c) For a Combined Work that displays copyright notices during execution, include the copyright notice for the Library among these notices, as well as a reference directing the user to the copies of the GNU GPL and this license document. * d) Do one of the following: o 0) Convey the Minimal Corresponding Source under the terms of this License, and the Corresponding Application Code in a form suitable for, and under terms that permit, the user to recombine or relink the Application with a modified version of the Linked Version to produce a modified Combined Work, in the manner specified by section 6 of the GNU GPL for conveying Corresponding Source. o 1) Use a suitable shared library mechanism for linking with the Library. A suitable mechanism is one that (a) uses at run time a copy of the Library already present on the user's computer system, and (b) will operate properly with a modified version of the Library that is interface-compatible with the Linked Version. * e) Provide Installation Information, but only if you would otherwise be required to provide such information under section 6 of the GNU GPL, and only to the extent that such information is necessary to install and execute a modified version of the Combined Work produced by recombining or relinking the Application with a modified version of the Linked Version. (If you use option 4d0, the Installation Information must accompany the Minimal Corresponding Source and Corresponding Application Code. If you use option 4d1, you must provide the Installation Information in the manner specified by section 6 of the GNU GPL for conveying Corresponding Source.)

5. Combined Libraries.

You may place library facilities that are a work based on the Library side by side in a single library together with other library facilities that are not Applications and are not covered by this License, and convey such a combined library under terms of your choice, if you do both of the following:

* a) Accompany the combined library with a copy of the same work based on the Library, uncombined with any other library facilities, conveyed under the terms of this License. * b) Give prominent notice with the combined library that part of it is a work based on the Library, and explaining where to find the accompanying uncombined form of the same work.

6. Revised Versions of the GNU Lesser General Public License.

The Free Software Foundation may publish revised and/or new versions of the GNU Lesser General Public License from time to time. Such new versions will be similar in spirit to the present version, but may differ in detail to address new problems or concerns.

Each version is given a distinguishing version number. If the Library as you received it specifies that a certain numbered version of the GNU Lesser General Public License “or any later version” applies to it, you have the option of following the terms and conditions either of that published version or of any later version published by the Free Software Foundation. If the Library as you received it does not specify a version number of the GNU Lesser General Public License, you may choose any version of the GNU Lesser General Public License ever published by the Free Software Foundation.

If the Library as you received it specifies that a proxy can decide whether future versions of the GNU Lesser General Public License shall apply, that proxy's public statement of acceptance of any version is permanent authorization for you to choose that version for the Library.