

**Das E39-Forum und der Autor übernehmen für diese Anleitung keine Haftung!
Die Arbeiten am - und im Wagen erfolgen ausschließlich auf eigene Gefahr.**

Unsachgemäß ausgeführte Arbeiten können sich an sicherheitsrelevanten Baugruppen negativ auf die Sicherheit des PKW und damit für die Sicherheit der Insassen auswirken.

Unsachgemäß ausgeführte Arbeiten an der Elektrik/Elektronik können zu weiterführenden Problemen und daraus resultierenden Fehlfunktionen führen.

DSP Verstärker Umbau & Leistungserhöhung

Inhalt

1. Einleitung.....	2
2. Überarbeitung Analogteil Verstärker ICs	3
3. Nachrüstung Subwoofer Ausgang für Endstufe.....	7
4. Leistungssteigerung DSP Verstärker.....	10
5. Meine Lösung für mehr Bass.....	14
6. Fazit.....	17

1. Einleitung

Hallo

in meinem e39 ist das DSP Soundsystem (Top-Hifi) verbaut und bin damit im Großen und Ganzen sehr zufrieden. Der Klang ist für ein Werks-Soundsystem (meiner Meinung nach) sehr gut und vor allem die DSP Funktionalität finde ich sehr schön und ich möchte auch nicht darauf verzichten.

Im Lauf der Zeit hat sich nun der Wunsch nach etwas mehr Leistung und vor allem etwas mehr Tief-Bass entwickelt. Den DSP rauszuwerfen und zu ersetzen war für mich keine Option und deshalb habe ich mich mal mit dem DSP auseinandergesetzt und das Sound-System auf dieser Basis etwas „optimiert“.

Der DSP besteht in der Hauptsache aus zwei Platinen. Auf der einen befinden sich zwei Signalprozessoren vom Typ Motorola 65004 mit je 6 Audiokanälen, die D/A Wandler usw. also die ganze Signalverarbeitung. Dieser ist eigentlich sehr gut und muss auch nicht groß geändert werden.

Die zweite Platine ist der Analogteil mit den Verstärker ICs welche für jeden einzelnen Kanal das entsprechende NF-Signal verstärken. Der Ansatz für jeden Lautsprecher eigene Verstärker zu nutzen ist im Prinzip gut lediglich die verwendeten Verstärker ICs sind von der Leistungsausbeute nicht optimal was aber hauptsächlich an der Bordnetzspannung liegt, dazu später noch mehr.

Details zum DSP und dessen Aufbau sowie die Anschlussbelegung können auf der Seite von Alextronic nachgelesen werden:

http://www.alextronic.de/bmw/projects_bmw_dsp.html

So nun zu den Einzelheiten was ich mit dem DSP Verstärker und darum herum so getrieben habe (bitte die Qualität der Bilder entschuldigen ich hatte leider nur das Handy zur Verfügung)...

Wichtig: *Die gezeigten Veränderungen wurden an einem DSP von LEAR (HW: 03 SW: 04) durchgeführt. Nach meinen aktuellen Informationen sind die DSP Verstärker hinsichtlich des Analogteiles nahezu identisch, d.h. die gezeigten Änderungen sollten bei allen DSP-Verstärkern machbar sein. Der Digitalteil sollte bei den Verstärkern von LOEWE, UTLOEWE und LEAR bis auf einige Details nahezu gleich sein, beim Philips Verstärker habe ich keine Informationen wie der Digitalteil aussieht und ob der Anschluss für die Nachrüstung der Subwoofer Ausganges für eine externe Endstufe identisch ist!*

2. Überarbeitung Analogteil Verstärker ICs

Zuerst mal habe ich mir bei Ebay einen DSP-Verstärker als Forschungsobjekt besorgt um während der Bastelarbeiten und Modifikationen nicht auf Musik im Auto verzichten zu müssen.

Nach dem Zerlegen des Verstärkers habe ich mich zuerst mal mit dem Analogteil des Verstärkers beschäftigt. Der sieht so aus:



Anmerkung: Im Bild sind die Schaumstoffstreifen auf den Elkos der Verstärker-ICs bereits entfernt, seit hier vorsichtig beim Abziehen, dann können die wieder verwendet werden.

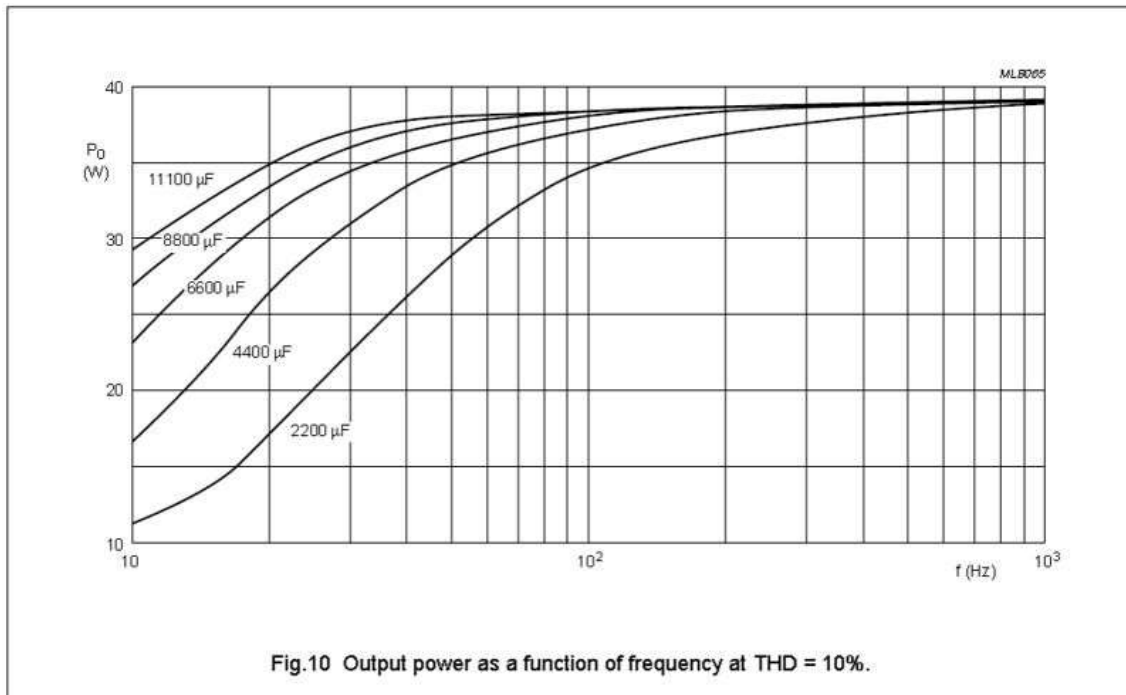
Anhand der Stecker-Belegung des Verstärkers kann man die Verstärker ICs den Lautsprechern wie folgt zuordnen:



Die Darstellung ist bei Betrachtung von oben so wie im vorhergehenden Bild.

Ein Blick ins Datenblatt der TDA1560 Verstärker ICs (welche für die Subwoofer und Tieftöner vorne/hinten verwendet werden) bringt einiges an Informationen, die im DSP umgesetzte Schaltung entspricht auch nahezu vollständig der im Datenblatt gezeigten.

Die folgende Kennlinie zeigt einen interessanten Zusammenhang:



Speziell im Bereich tiefer Frequenzen ist die Leistung der ICs abhängig von den verwendeten Pufferkondensatoren über die der IC die Spannungserhöhung bei größeren Ausgangsleistungen realisiert.

Ein Blick in den DSP zeigt die folgende Bestückung:

- Tieftöner vorne und hinten: 3300 μF /25V
- Subwoofer Kanäle: 4700 μF /16V

Damit war der erste Schritt klar um auch bei tieferen Frequenzen etwas mehr Leistung zu haben müssen die Elkos getauscht werden gegen Elkos mit höherer Kapazität.

Das macht bei dem Alter des Verstärkers sowieso Sinn, da Elkos einer gewissen Alterung unterliegen und damit auch Kapazität verlieren im Lauf der Jahre, und die im e39 verbauten Komponenten kann man hier auf jeden Fall dazu zählen.

→ Also zuerst mal Elkos rauslöten.

Wer das nachmachen will sollte eine vernünftige Lötstation und ordentliches Entlöt-Equipment haben und auch damit umgehen können bzw. jemanden kennen der das kann. Da es sich um eine doppelseitige Platine mit Durchkontaktierung handelt ist das nicht ganz so einfach, aber machbar.

Ganz wichtig: keine rohe Gewalt anwenden beim Entfernen der Elkos da sonst die oberen Löt pads mit von der Platine gerissen werden. Die Kontaktierung erfolgt zwar nur auf der Unterseite, aber die oberen Pads sind dennoch wichtig zur mechanischen Stabilisierung der Lötstelle und des Elkos!

Hier wurden die Elkos entfernt und die Löt pads noch mal mit Entlötlitze gereinigt:



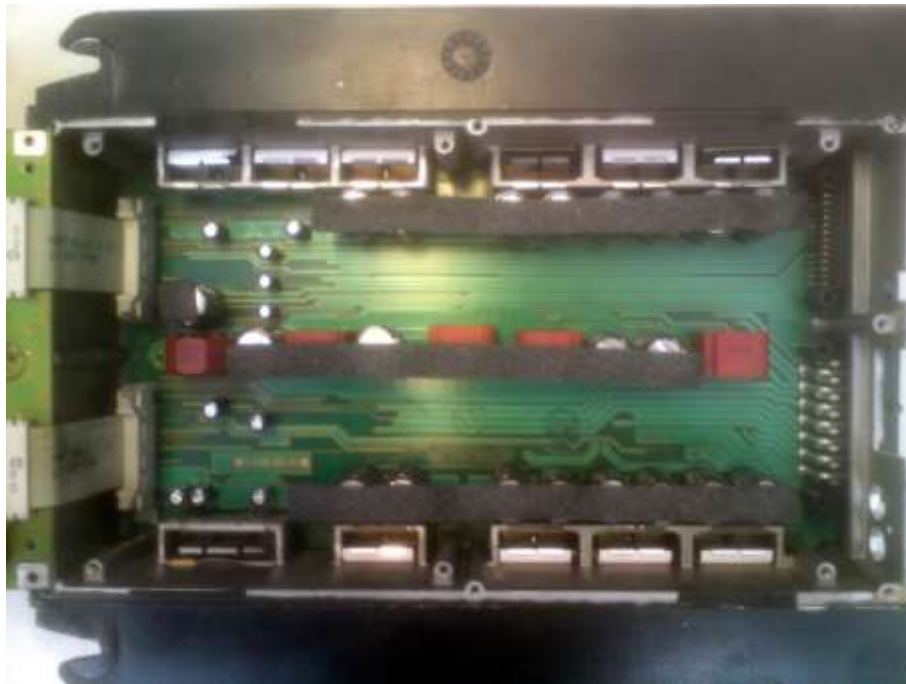
Danach habe ich sowohl die Elkos der Tieftöner als auch die der Subwoofer durch 8200 μ F/16V Elkos der gleichen Baugröße ersetzt (links die original Elkos, rechts einer der von mir verbauten):



Die Elkos die ich verwendet habe sind folgende: [PANASONIC - EEUHD1C822](#)

Rein aus Interesse habe ich die alten Elkos mal nachgemessen (Messgerät: Fluke PM6304 RCL Meter), also die 3300 μ F Typen hatten noch zwischen 2700 und 2900 μ F, die 4700 μ F Typen zwischen 3800 und 4000 μ F, also keiner defekt und alle noch im Toleranzbereich.

Fertig bestückt mit den neuen Elkos und den Schaumstoffstreifen wieder geklebt sieht das Ganze dann so aus:



3. Nachrüstung Subwoofer Ausgang für Endstufe

Nachdem das erledigt war und der DSP eh schon offen war ging es gleich an die nächste Erweiterung. Wie bereits am Anfang erwähnt soll mehr Bass ins Auto.

Was aus dem Bandpass-Subwoofer unter der Heckablage (der mit gerade mal zwei 13cm Doppelschwingspulen-Woofern bestückt ist) herauskommt ist angesichts der Verstärkerleistung und der Baugröße beachtlich, aber richtig Tiefbass wird damit nichts werden.

→ Fazit: Es kommt noch ein zusätzlicher Subwoofer mit eigener Endstufe ins Auto.

Die Endstufe braucht natürlich auch ein Signal um den Subwoofer zu treiben. Auf Grund dessen was ich bis dahin gesehen und gelesen hatte scheidet ein High-Low Konverter aus folgenden Gründen aus:

- Die Verstärker ICs haben bei höheren Leistungen einen hohen Klirrfaktor und entsprechende Verzerrungen welche dann auch an die Endstufe durchgereicht werden
- High-Low Adapter arbeiten gerade im Bereich niedriger Frequenzen sehr schlecht
- Die untere Grenzfrequenz der Verstärker ICs ist durch die Eingangsbeschaltung der Verstärker ICs im DSP begrenzt um die Lautsprecher nicht zu zerstören, ich hätte aber gerne das volle untere Frequenzspektrum für den Subwoofer

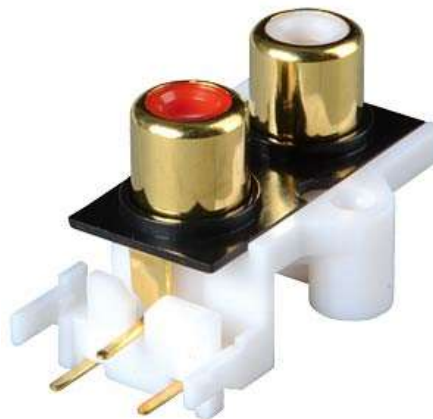
Also mal am DSP gemessen woher die Subwooferkanäle ihr NF-Signal bekommen und das ganze bis zum Digitalteil der Endstufe verfolgt.

Die Ausgangssignale der D/A-Wandler werden auf der Signalplatine noch über OPs geführt die als Impedanzwandler geschaltet sind, somit also kein Problem das Signal hier abzugreifen.

Alle Subwoofer Kanäle werden übrigens nur von einem Kanal des Signalprozessors versorgt, also hier gibt es kein rechts/links sondern nur mono.

Ich habe einfach die beiden Chinch-Buchsen parallel an diesem einen Kanal angeschlossen.

Verwendet habe ich die folgende Chinch-Buchse die es z.B. bei Reichelt gibt (Artikelbezeichnung CBP 2). Diese habe ich mechanisch noch etwas bearbeitet damit sie schön zwischen das Abschirmblech im DSP und die Signalplatine passt. In diesem Bereich ist auch noch genug Platz vorhanden um die Buchsen am Gehäuse des DSPs unterzubringen. Man kann natürlich auch nur eine Leitung nach außen führen. Hier ist erlaubt was gefällt und funktioniert.



Zum Anschluss an die Signalplatine habe ich eine geschirmte Leitung verwendet und diese dann an beide Chinch-Buchsen angeschlossen.

Das Signal wird bei der Platine (ACHTUNG: meine war wie eingangs erwähnt von LEAR) wie folgt abgegriffen. Das Signal selbst direkt am entsprechenden Pin des OPs, die Masse habe ich mir von einem benachbarten Kondensator geholt:



Die Stelle an der die Leitungen angelötet sind und die Leitungsführung selbst sind mit Heißkleber gesichert damit sich auf Dauer durch die Vibrationen des Fahrzeuges nichts lösen kann.



Danach noch für die Chinch-Buchsen und die Befestigung passende Löcher ins Gehäuse des DSP gebohrt und alles wieder zusammenbauen.



Wichtig: *Wenn die Buchsen im Originalgehäuse eingebaut werden bitte nach dem Bohren der Löcher die Alu-Späne gründlich entfernen!!!*

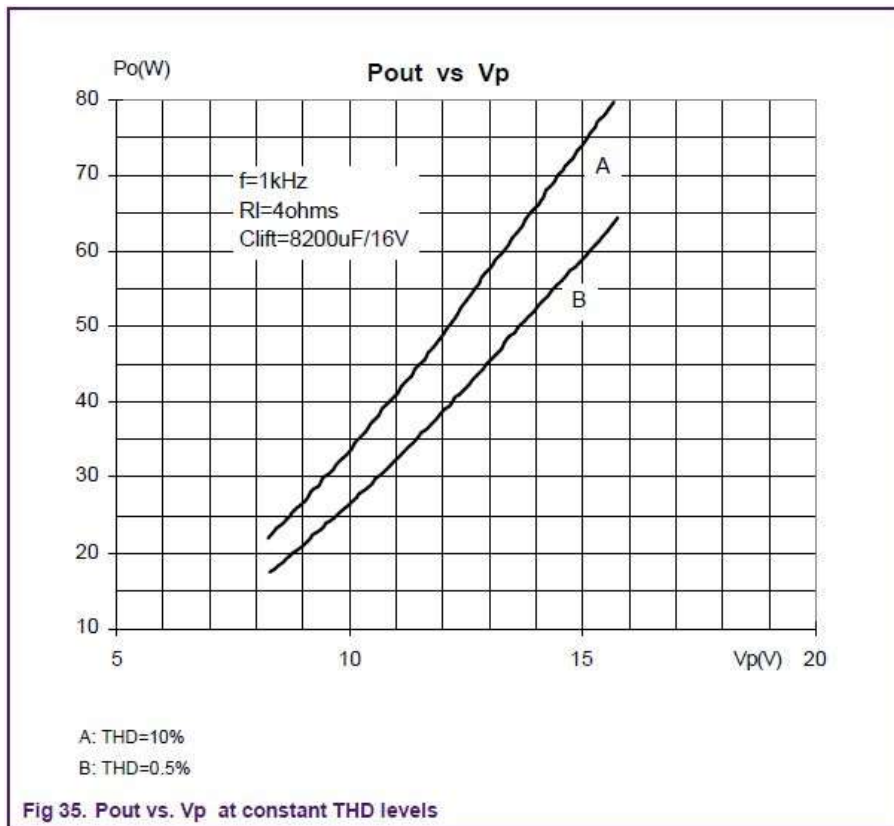
Nun haben wir also einen DSP-Verstärker mit Chinch Ausgang für das Subwoofer Signal und die Verstärker ICs sind in der Leistung hinsichtlich tiefer Frequenzen auch optimiert.

4. Leistungssteigerung DSP Verstärker

Nun soll ja der DSP-Verstärker an sich noch etwas mehr Leistung abgeben. Ein Blick ins Datenblatt sagt das der TDA1560 eine maximale Leistung von 40W bei 14,4V Versorgungsspannung hat.

Nun ist die Spannung im Auto meistens irgendwo zwischen 13,4V und 13,7V und die Versorgungsleitung des DSP ist mit 4mm² auch nicht gerade üppig dimensioniert und Stecker mit einem gewissen Übergangswiderstand liegen auch noch dazwischen, so das an den Verstärker ICs selbst mit einer noch mal reduzierten Spannung zu rechnen ist. Somit sind die 40W für die Tieftöner und Subwoofer Kanäle auch ehr theoretischer Natur.

Laut Datenblatt arbeitet der IC jedoch bis zu einer Spannung von 18V und nach einiger Recherche habe ich einer Application Note des Nachfolgebausteins (TDA1562 mit 70W @ 14,4V bei 4Ohm Last) das folgende Diagramm gefunden:



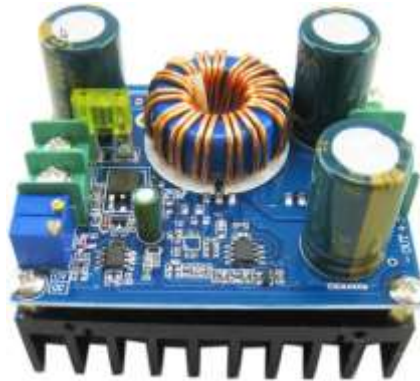
Die Ausgangsleistung hängt, wie erwartet, von der Versorgungsspannung ab, da die Spannung bei gleicher Last quadratisch in die Leistung eingeht gemäß $P = U^2 / R$ ist hier auch reichlich Potential zur Leistungserhöhung vorhanden.

Zum Beispiel aus der Kennlinie: für THD=0,5% 45W bei 13V und ca. 65W bei 16V, das entspricht einer Leistungssteigerung um 42% und das ist ja schon recht ordentlich!

Oder als Rechenbeispiel: $16V/13,5V = 1,185 \rightarrow 1,185^2 = 1,404$ also ein Leistungszuwachs um 40,4% bei gleichbleibender Last.

Eine Steigerung der Ausgangsleistung des DSP Verstärkers geht also nur über eine Erhöhung der Versorgungsspannung, so wie das ja auch in jeder vernünftigen Zubehör Endstufe gemacht wird.

Zu diesem Zwecke habe ich mir den folgenden DC/DC Wandler gekauft:

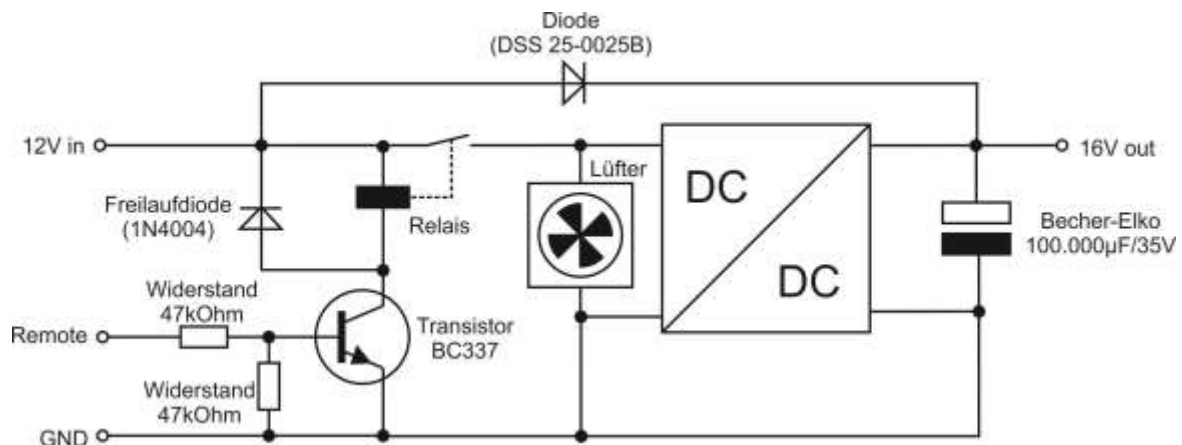


Diese einstellbaren DC/DC Wandler gibt es z.B. bei Ebay, Aliexpress usw. für um die 30€ inkl. Versand. Die Eingangsspannung kann man per Jumper auf 9-18V stellen, die Ausgangsspannung und der max. Ausgangsstrom sind über die blauen Potis einstellbar. Der maximale Ausgangsstrom ist bei ca. 20A @ 16V was für den DSP vollkommen ausreichend ist.

Auch dieses Teil habe ich mir genauer angeschaut und den Leistungsteil noch etwas optimiert, also den MOSFET gegen einen Typ mit geringerem Durchlasswiderstand getauscht und die verbaute Schottky Diode auch gegen einen Typ mit geringerer Durchlass-Spannung und dafür höherer Strombelastbarkeit getauscht um die entstehende Verlustleistung so gering wie möglich zu halten. Die Schraubanschlussklemmen habe ich ebenfalls entfernt und die 6mm² Leitungen direkt an der Platine des DC/DC Wandlers angelötet. Vom Prinzip her kann der DC/DC Wandler aber so verwendet werden wie er geliefert wird.

Ein Test mit Ausgangsseitig 300W konstanter Belastung über mehrere Minuten war erfolgreich, der Kühlkörper wird dabei allerdings schon ordentlich warm, so dass ich das Gerät zusammen mit einem Lüfter einem 10000µF Stützkondensator, einem Einschaltrelais sowie einer Bypassdiode in ein Gehäuse gebaut habe.

Das Blockschaltbild meiner DC/DC Wandler-Box ist wie folgt:



Der DC/DC Wandler und der Lüfter werden über ein Relais an das Bordnetz geschaltet. Das Relais selbst wird über den Remoteeingang und eine kleine Treiberschaltung mit Transistor zugeschaltet sobald der DSP Verstärker eingeschaltet wird. Der Transistor sorgt einfach nur dafür das der Remoteausgang des DSP/Radio nicht zu stark belastet wird, da einige Relais doch sehr viel Strom für die Spule brauchen. Das Relais sollte auf jeden Fall einen Schaltkontakt für 20-30A haben.

Bitte die Freilaufdiode nicht vergessen, da sonst beim abschalten des Relais eine Spannungsspitze auf dem Remoteeingang auftritt welche DSP oder Radio beschädigen kann.

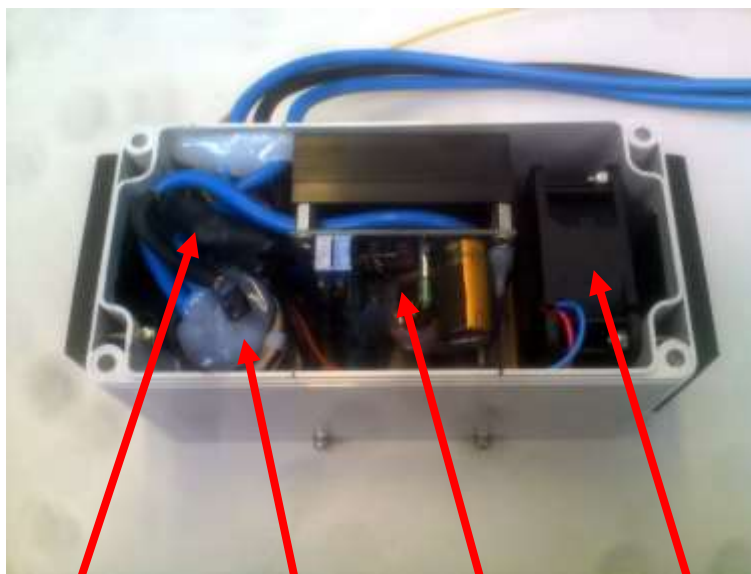
Parallel dazu gibt es eine Diode die den DSP im ausgeschalteten Zustand an die Bordnetzspannung ankoppelt da sonst im Aus-Zustand weder Diagnose noch andere Kommunikation möglich wäre, was mit Sicherheit zu Fehlfunktion führt.

Der Hintergrund für das Relais und den Bypass für die Bordnetzspannung ist das vom DC/DC Wandler ohne Last ca. 12-15mA Strom aufgenommen werden, was die Batterie auf Dauer entladen würde. Deshalb ist der DSP normalerweise mit dem Bordnetz verbunden und erst beim Einschalten wird via Remote der DC/DC Wandler aktiviert.

Die Diode ist übrigens eine DSS 25-0025B, kann 25A also auch bei ausgeschaltetem DC/DC Wandler volle Funktion. Genommen habe ich diesen Typ nur weil ich davon eh noch welche da hatte, ähnliches gilt für die anderen im Blockschaltbild angegebenen Bauteile.

Die zur Spannungsregelung notwendige Strommessung führt das Gerät im Massezweig durch, was zu einem stromabhängigen Potentialunterschied in der Ausgangsseitigen Masse führt. Deshalb wurden die Massen zusammenschalten und der notwendige Ausgleichsstrom kann fließen. Bitte nicht vergessen, da sonst der Ausgleichsstrom evtl. über eine Signalmasse fließt und der DSP intern zerstört werden kann.

Fertig aufgebaut sieht meine Box dann so aus:



Relais mit Treiber und Diode unterhalb der Leitungen verbaut

Elko

DC/DC Wandler

Lüfter



Es war zwar recht eng alles in dem Gehäuse unterzubringen aber es funktioniert besten. Die Ausgangsspannung habe ich auf 16V eingestellt, was für eine deutliche Leistungssteigerung ausreichend ist und die verwendeten Elkos im DSP nicht überfordert.

Versorgt wird mit dem DC/DC Wandler wie bereits erwähnt nur der DSP Verstärker, also dessen Versorgung wird aufgetrennt und der DC/DC Wandler dazwischengeschaltet. Ein weiterer Vorteil ist das die Ausgangsspannung unabhängig von der Eingangsspannung immer konstant ist.

Der Heißkleber der auf dem Elko und den Leitungen zu sehen ist dient lediglich der Fixierung, damit sich durch die Vibrationen während dem Fahren nichts lösen kann.

5. Meine Lösung für mehr Bass

Das gehört jetzt nicht mehr zum eigentlichen Thema des DSP zu optimieren und seine Leistung zu steigern, aber ich möchte hier noch kurz meine Lösung für mehr Bass vorstellen.

Für den Wunsch nach mehr Bass musste nun erst mal ein passendes Konzept her. Da der Kofferraum der e39 Limousine für den Einsatz von geschlossenen Gehäusen oder Bassreflexgehäusen aufgrund seiner dichten Bauweise nur bedingt geeignet ist blieb also noch Free Air oder Bandpass Gehäuse zur engeren Wahl.

Free Air hatte ich in meinem e34, was klanglich sehr gut war, nur trotz Dämmung des Kofferraumes scheppert da immer irgendetwas mit. Deshalb und aufgrund der Tatsache, dass der kleine Originalbandpass mich sehr begeistert hat (der bleibt übrigens drinnen) habe ich mich für ein Bandpassgehäuse entschieden.

Nach anfänglichen Überlegungen eine Volksbandpass Mini einzubauen habe ich mich mal mit der nahe gelegenen Soundgarage unterhalten und habe mir von den Jungs ein passendes Bandpassgehäuse für meinen e39 bauen lassen.

Als Chassis wurde der Rainbow Soundline SL-S10 Subwoofer verwendet, dieser hat 25cm, 2x2Ohm (ist zu 4Ohm verschaltet) und verträgt 550W:



Das Gehäuse wurde von der Soundgarage für den Woofer passend berechnet und ein Port eingebaut welcher durch einen Ausschnitt im Kofferraum-Trennblech den Bass schön in den Innenraum drückt. (Ich habe keinen Skisack, daher haben wir den Ausschnitt für den Port passen gemacht)

Der Gehäusewoofer den die Jungs gebaut haben sieht so aus und passt genau unter den DSP-Subwoofer und natürlich von der Schräge her genau an die Rücksitzbank:

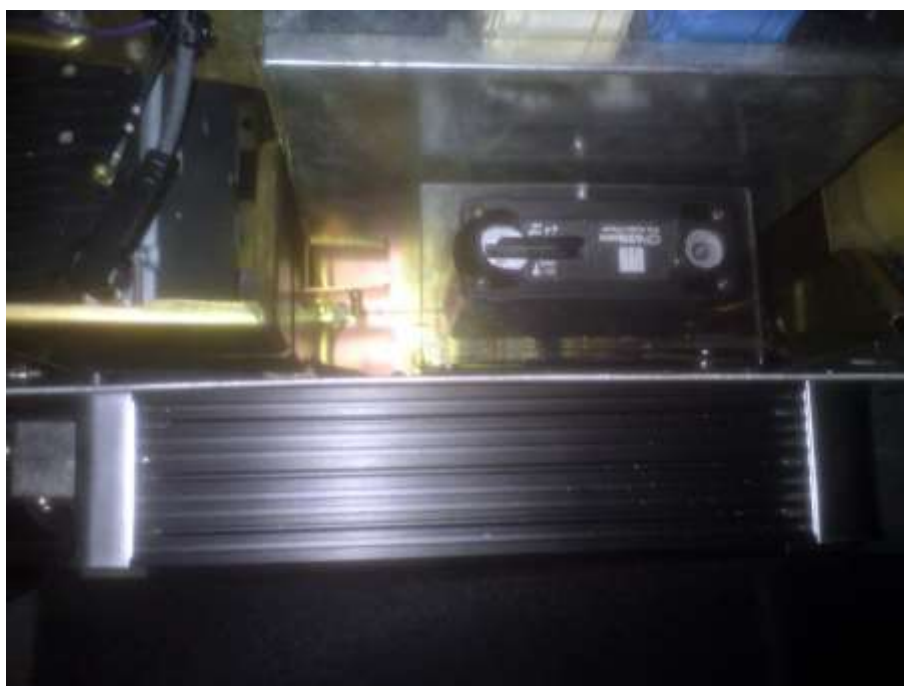




Last but not least braucht es natürlich noch eine Endstufe die den Subwoofer antreibt.

Da der originale CD-Wechsler einem CP600 weichen musste ist an dieser Stelle Platz für einen Verstärker frei geworden. Aufgrund der Platzverhältnisse ist die Wahl auf den Krüger & Matz KM1002 gefallen der mit einer Ausgangsleistung von 1x550W rms an 4 Ohm genügend Leistung hat um den Subwoofer ordnungsgemäß zu befeuern.

Das ganze sieht dann eingebaut so aus:



Zum Abschluss noch ein Bild vom Subwoofer im Kofferraum:



6. Fazit

Ich finde die Erweiterung des DSP-Systems sehr gelungen und bin mit dem Ergebnis voll zufrieden. Schon alleine der Tausch der Elkos im DSP macht das ganze vom Sound her deutlich knackiger. Die Leistungssteigerung über den DC/DC Wandler trägt auch ihren Teil bei, und das Bassfundament ist dank der Bandpasskiste enorm und das ohne jegliche störende Vibrationen im Bereich des Kofferraumes.

Die vorgestellten Modifikation können natürlich auch unabhängig voneinander bzw. in anderen Kombinationen durchgeführt werden, je nach Wünschen und Experimentierfreude, z.B.:

- nur Elkos tauschen für bessere Leistung bei unteren Frequenzen
- nur Subwoofer Ausgang nachrüsten für externe Endstufe
- nur Spannungserhöhung für mehr Leistung bei unverändertem DSP
- usw...

Ich hoffe das in meiner Bastelanleitung einige nützliche Tipps für den einen oder anderen enthalten sind, freue mich über Anregungen zum Thema und wünsche viel Spaß beim Experimentieren ☺

3nity