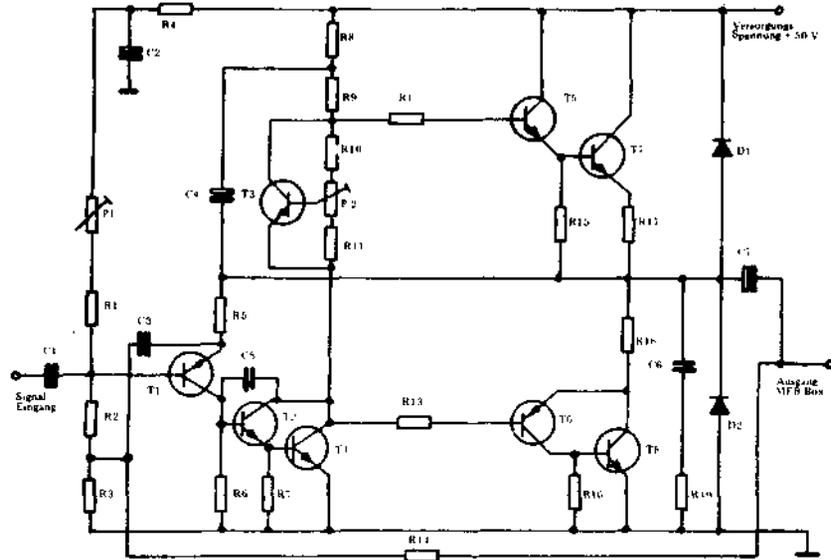


Zum Abschluss hier noch ein Bauvorschlag für einen Endverstärker zur MFB-Anlage.



Stückliste MFB-Verstärker

Widerstände (1/4 W):

- R1 = 100 k
- R2 = 150 k
- R3 = 22 Ohm
- R4 = 27 k
- R5,10 = 1k5
- R6,7,14 = 1 k
- R8,12,13 = 330 Ohm
- R9 = 560 Ohm
- R11 = 820 Ohm
- R15,16 = 56 Ohm/1/2 W
- R17,18 = 0,5 Ohm/5 W
- R19 = 10 Ohm
- P1 = 47 k Trimpotentiometer
- P2 = 1 k Trimpotentiometer

Kondensatoren:

- C1 = 1 u/16 V
- C2 = 47 u/63 V
- C3 = 220 u/35 V
- C4 = 47 u/35 V
- C5 = 47 p
- C6 = 100 n
- C7 = 4700 u/63 V

Halbleiter:

- D1,2 = BA 145
- T1 = BC 308
- T2 = BC 174
- T3 = BC 238
- T4 = BD 139
- T5 = BD 230
- T6 = BD 231
- T7,8 = BD 183, BD 130, 2 N 3055

SCHONMAL WAS VON LAUTSPRECHER BOXEN GEHÖRT??

**VALVO**

MFB-HiFi-Tieftonlautsprecher

**VA8167**

**MFB4**

**STATRONIC**

Alle elektronischen Bauteile und HiFi

Versandanschrift: Postfach 3827 P 2000 Hamburg 20 Tel. 040 - 46 40 36  
 Ladengeschäft: Eppendorfer Weg 244 2000 Hamburg 20 Tel. 040 - 46 40 36

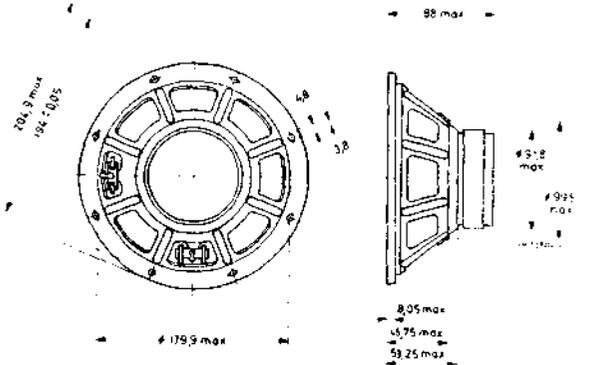
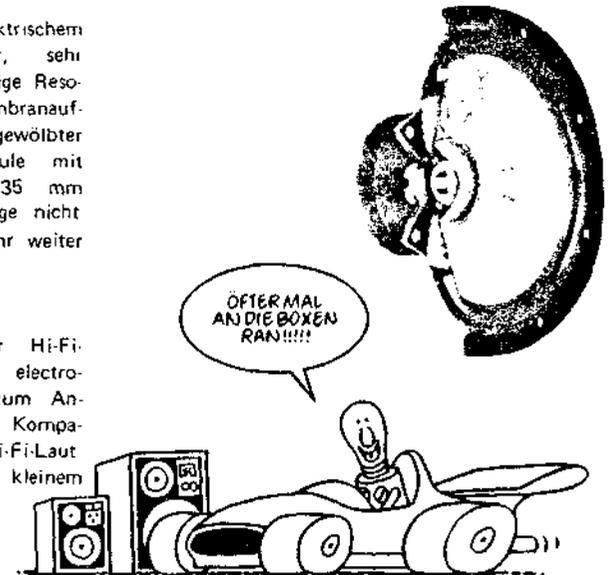
Der VA 8167 MFB 4 ist ein Hi-Fi-Tiefton-Bereichslautsprecher für Hi-Fi-Anlagen mit MFB (= elektronische Beschleunigungs-Gegenkopplung). Der Lautsprecher ist mit einem Beschleunigungsaufnehmer versehen. Das von diesem in die Verstärkeranlage zurückgeführte Signal wird von einer Komparatorstufe mit dem Originalsignal verglichen. Die Gegenkopplung bewirkt eine extrem verzerrungsfreie Wiedergabe tiefster Frequenzen, wie sie sonst nur durch wesentlich größere Lautsprecher zu erzielen ist. Selbstverständlich kann dieser Lautsprecher auch in Anlagen ohne Komparator verwendet werden. Das nun folgende Merkblatt ist unter Verwendung eines von der Firma VALVO GmbH, Hamburg freundlicherweise zur Verfügung gestellten Laborberichts erstellt worden. Es erläutert eine Anwendungsmöglichkeit unter Verwendung der Lautsprecherchassis VA 8167 MFB 4, ML 506 M 8 und HK 140 H 8.

**Allgemeines:**

FXD-Magnet mit piezoelektrischem Beschleunigungsaufnehmer, sehr hohe Belastbarkeit, niedrige Resonanzfrequenz, weiche Membranaufhängung mit extrem gewölbter Gummisicke, Schwingspule mit Aluminiumträger und 35 mm Durchmesser, sehr geringe nicht lineare Verzerrungen, sehr weiter Übertragungsbereich.

**Anwendung:**

Tiefton-Lautsprecher für Hi-Fi-Lautsprecherboxen mit elektronischer Rückkopplung zum Anschluß an Verstärker mit Komparatorstufe und für Hi-Fi-Lautsprecherboxen mit kleinem Volumen.



**Anschlüsse:**

- roter Punkt = + Lautsprecher
- blauer Punkt = + Beschleunigungsaufnehmer

**Maßbild**  
Alle Angaben in mm

Hergestellt unter freundlicher Mitwirkung der Firma VALVO Unternehmensbereich Bauelemente

Stand August 1981  
Technische Änderungen vorbehalten

Copyright by STATRONIC  
Electronische Bauelemente  
Eppendorfer Weg 244  
2000 Hamburg 20

### Technische Daten VA 8167 MFB 4

<b>Elektrische Daten</b>		
Nennscheinwiderstand	4	Ohm
Gleichstromwiderstand der Schwingspule	3,2	Ohm
Nennbelastbarkeit 1)	80	Watt
Betriebsleistung	16	Watt
Resonanzfrequenz	< 30	Hz
Durchheulspannung 2)	4,0	V
Übertragungsbereich	< 16 - 3.000	Hz
<b>Magnetsystem</b>		
Magnetmaterial	FXD	
Magnetdurchmesser	90	mm
Magnetmasse	420	g
Luftspaltinduktion	690	mT 3)
Luftspalthöhe	5	mm
Höhe der Schwingspule	14	mm
Kerndurchmesser	34	mm
<b>Mechanische Daten</b>		
Korbdurchmesser	max 204,9	mm
Schallöffnung/Freiraum	Ø 180/8	mm
Einbautiefe	max 88	mm
Masse	1300	g

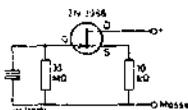
1) gemessen ohne Filter, eingebaut in 25-Liter-Box

2) im Bereich von 35 · 1000 Hz

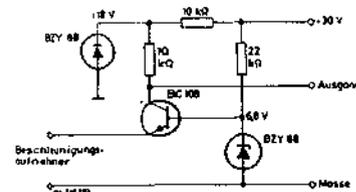
3) 1 T (Tesla) = 10<sup>4</sup> Gauß

Der Lautsprecher VA 8167 MFB 4 hat eine Betriebsleistung von  $P_{Betr.} = 16 \text{ W}$ , der Schalldruckpegel beträgt in 1 m Meßabstand 96 dB. Durch die mit der Weichenschaltung vorgenommene Korrektur des Schalldruckverlaufes erhöht sich die Betriebsleistung um etwa 3 dB, d. h. sie beträgt jetzt  $P_{Betr.} = 22 \text{ W}$ .

**Beschleunigungsaufnehmer**  
Schaltung des Impedanzwandlers



**Netzschaltung**



In dem nun folgenden Bericht wird eine 3-Weg-MFB-Anlage beschrieben, die mit einer in einem Steuergerät oder Verstärker bereits vorhandenen Leistungsstufe betrieben werden kann. Eine Anlage, die sich auszeichnet für den technisch interessierten Selbstbauer eignet. Die verwendeten Lautsprecherchassis sowie alle übrigen erwähnten Bauteile sind bei uns ab Lager lieferbar.

Das Motional-Feedback-System wurde erstmals in den Aktiv-Boxen von Philips verwendet. Es ermöglicht eine sehr gute Tiefenwiedergabe mit kleinem Gehäusevolumen, wie sie sonst nur wesentlich größeren Lautsprecherboxen vorbehalten ist. Außerdem werden die nicht linearen Verzerrungen reduziert. Die im folgenden beschriebene Anschlußschaltung hat gegenüber der aktiven MFB-Box den Vorteil, daß dem Verstärker lediglich eine Komparator-schaltung hinzuzufügen ist.

### Funktionsprinzip

Im Membranzentrum des Tieftonlautsprechers ist ein PXE-Element eingebaut, das im Tiefenbereich eine der Membranbeschleunigung proportionale Spannung abgibt, solange der Lautsprecher sich noch im Bereich eines flachen Schalldruckverlaufes befindet. Verständlicherweise muß sich das MFB-Prinzip auf den Tieftöner beschränken, da eine Vergrößerung der sich bewegenden Masse eine Verschlechterung der Hochtonwiedergabe mit sich bringt.

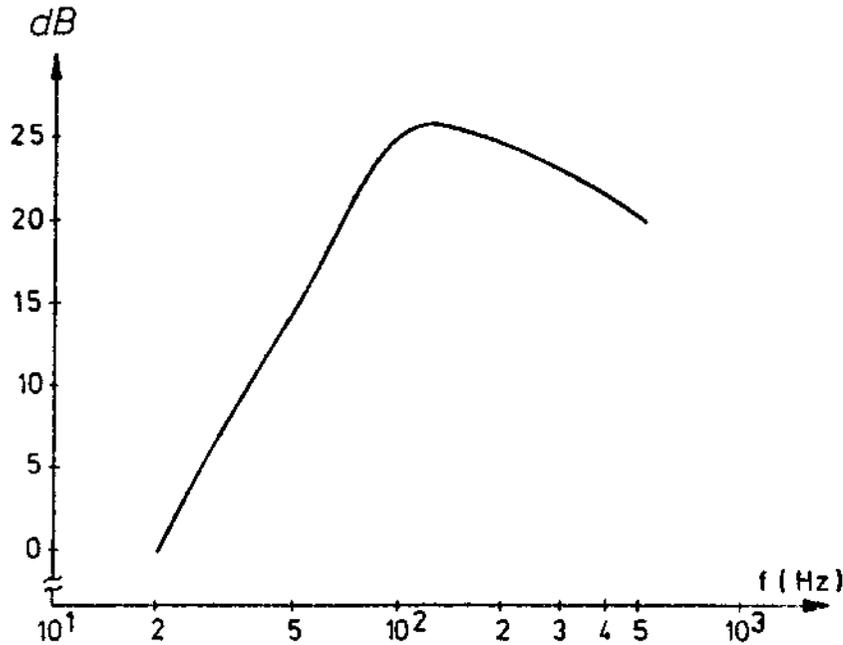
Das vom Vorverstärker kommende Signal durchläuft eine Komparatorschaltung, deren Ausgang mit dem Eingang der Endstufe verbunden ist. Die vom Beschleunigungsaufnehmer des MFB-Tieftöners abgegebene Spannung wird in der Komparatorschaltung mit dem Originalsignal verglichen. Eventuelle Fehlerspannungen werden in die Endstufe zurückgeführt. Sie wirken als Gegenkopplung verzerrungsmindernd und linearisieren den Schalldruckverlauf.

Im folgenden wird eine Bauschaltung unter Verwendung der Lautsprecher VA 8167 MFB 4, ML 506 M 8 und HK 140 H 8 beschrieben, die mit nur einem Leistungsverstärker eine MFB-Anlage beinhaltet.



Die Kurve A zeigt den Verlauf der vom PXE-Wandler abgegebenen Spannung in Abhängigkeit von der Frequenz. Der Spannungsverlauf wurde bei aufgetrennter MFB-Schleife und linearem Frequenzgang der Endstufe gemessen.

Ausgangsspannung PXE-Wandler in Frequenzabhängigkeit

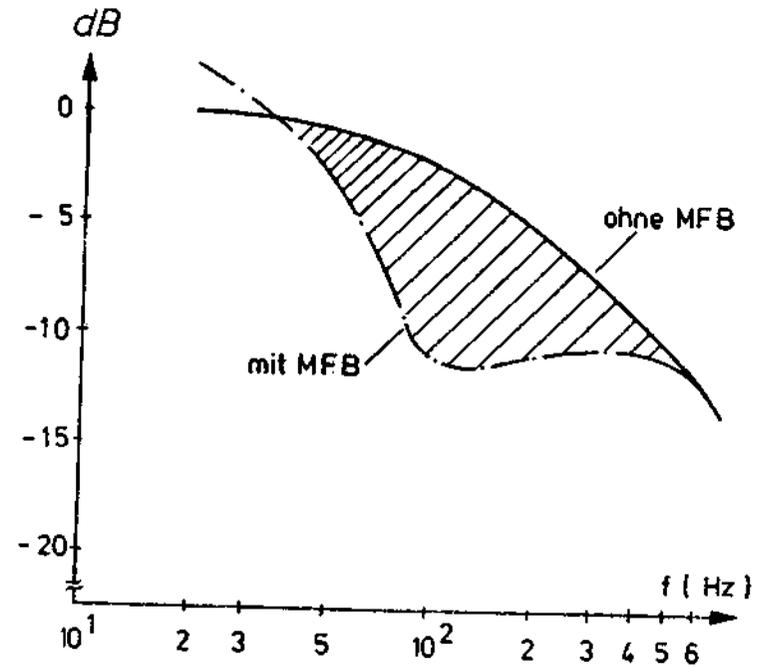


Von 20 Hz - 100 Hz ergibt sich ein proportionaler Anstieg der Wandlerspannung mit der Frequenz; danach erfolgt wieder ein leichter Abfall. Beim Maximum des Spannungsverlaufs ergibt sich auch die wirksamste Gegenkopplung.



Das folgende Bild zeigt 2 Kurven. Die durchgezogene Kurve zeigt den Frequenzgang einer Endstufe an ihrem Ausgang, gemessen bei aufgetrennter MFB-Schleife. Zu niedrigen Frequenzen hin ist ein starker Anstieg ersichtlich. Wenn man durch Gegenkopplung eine Linearisierung erreichen will, muß das auch so sein, d. h. es muß eine entsprechende Verstärkung zur Verfügung stehen, sonst würde die Gegenkopplung eine zu stark bemerkbare Pegelabsenkung zur Folge haben.

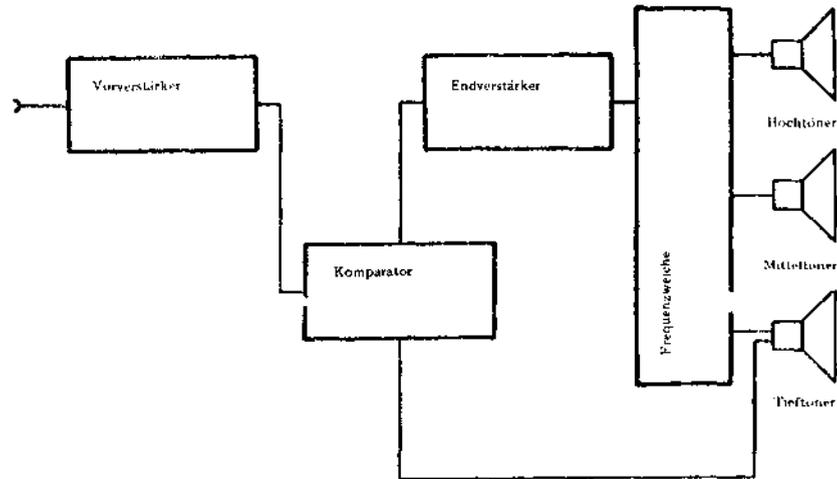
Ausgangsspannung MFB-Endstufe in Frequenzabhängigkeit.



Die gestrichelte Kurve zeigt den Verlauf der Endstufen-Ausgangsspannung mit MFB-Gegenkopplung. Das schraffierte Feld veranschaulicht also den von der Gegenkopplung überstrichenen Bereich, sowie den Grad der Gegenkopplung. Die Vorteile, die sich hiermit durch Ausdehnung des Frequenzbereiches zu tiefen Frequenzen hin bei kleinstem Boxenvolumen ergeben, erfordern allerdings eine entsprechende Reserve der Verstärker-Ausgangsleistung.

## MFB-Anlage mit einfachen Endverstärkern

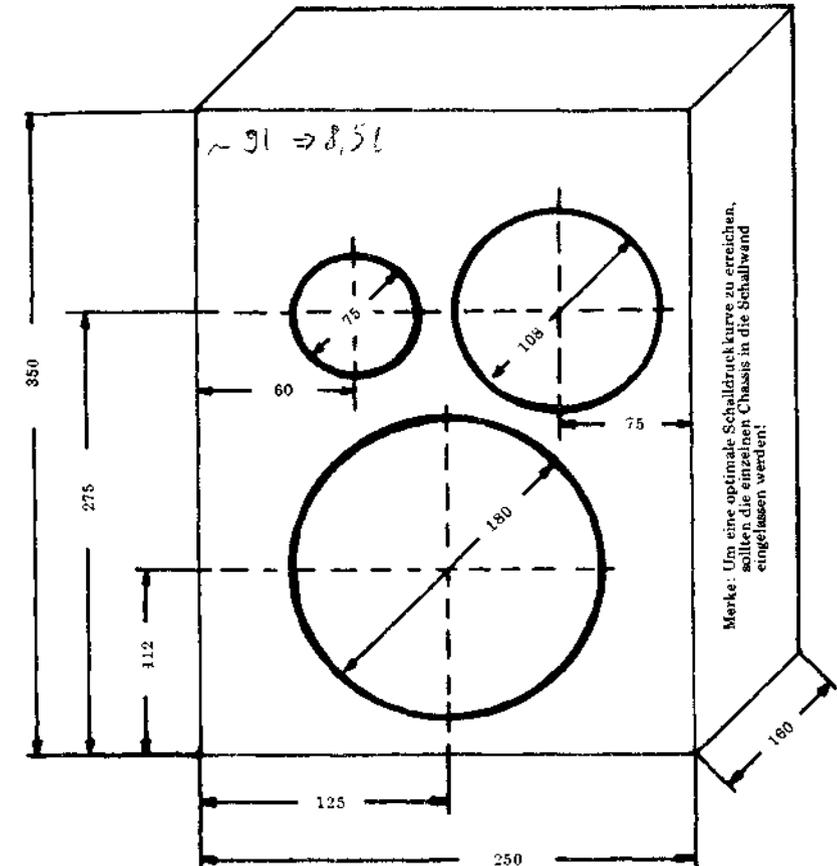
Aktive Lautsprecherboxen mit getrennten Verstärkern für die einzelnen Lautsprecher haben nur einen begrenzten Interessentenkreis. Für eine preiswerte MFB-Anlage kommt somit nur eine einfache Ein-Verstärker-Anschlußmöglichkeit in Betracht. Die MFB-Box enthält lediglich die entsprechenden Lautsprechersysteme sowie die Bauteile für eine passive Weichenschaltung. Die Komparatorschaltung muß zwischen Vorverstärker und Endverstärker eingefügt werden. Da die meisten herkömmlichen HiFi-Vollverstärker bzw. Receiver bereits eine entsprechende Auftrennmöglichkeit besitzen (meistens Cinch-Buchsen mit den Aufschriften „pre-out“ und „main-in“, sowie ein entsprechender Trennungsschalter), sollte der Anschluß keine Schwierigkeiten aufwerfen. Das folgende Blockschaubild veranschaulicht die Prinzipschaltung.



Das Signal durchläuft vom Vorverstärker her den Komparator und die Endstufe und wird in einer passiven Weichenschaltung aufgeteilt. Vom MFB-Baßsystem her läuft das von dem Beschleunigungsaufnehmer erzeugte Signal über eine zusätzliche, abgeschirmte Leitung in die Komparatorschaltung und bewirkt dort die erforderliche Tiefenentzerrung, die mit Hilfe einer frequenzabhängigen Gegenkopplung erzielt wird.

## Die Lautsprecherbox

Für die Lautsprecherbox empfiehlt Valvo ein Gehäuse-Innenvolumen von ca. 9 Litern. Als Baumaterial nehmen Sie 13 mm starke Spanplatte, für die Schallwand 16 mm stark. Alle Maße der folgenden Zeichnung sind in mm angegeben.

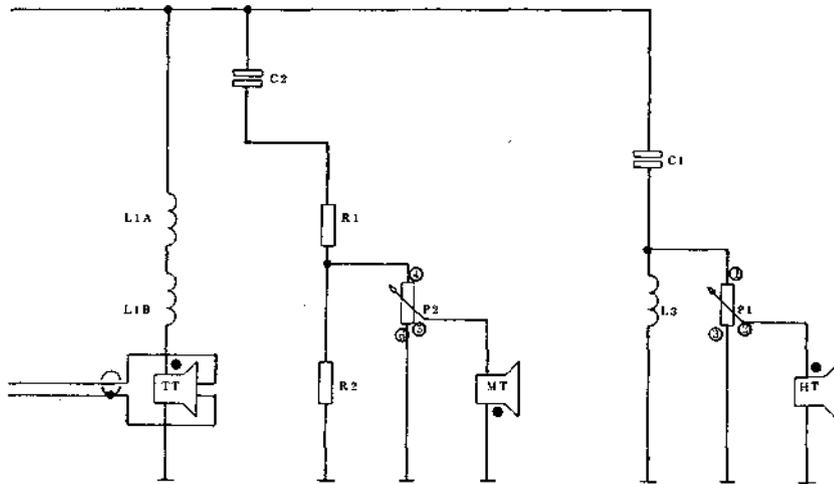


## Die Lautsprecherweiche

Die von der Firma Valvo verwendete Lautsprecherweichen-Schaltung wurde von uns leicht abgeändert, um die Beschaffung der verwendeten Bauteile zu erleichtern. So wurde z. B. eine Spule von 1,8 mH in zwei von 1,0 mH und 0,82 mH in Reihenschaltung aufgeteilt. Die sich daraus ergebenden Abweichungen sind so minimal, daß sie getrost außeracht gelassen werden können.

Die Auslegung der Weichenschaltung ergibt sich zwangsläufig aus den Eigenschaften der verwendeten Lautsprechersysteme.

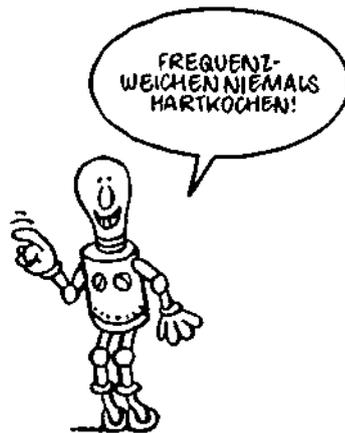
## Weichen-Schaltbild



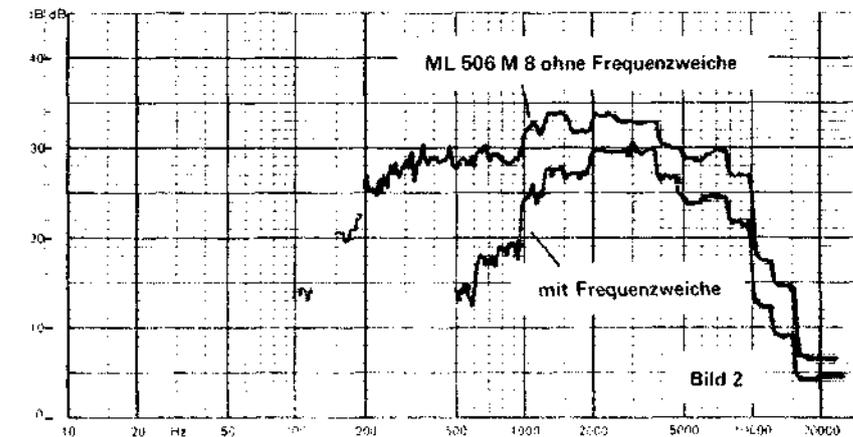
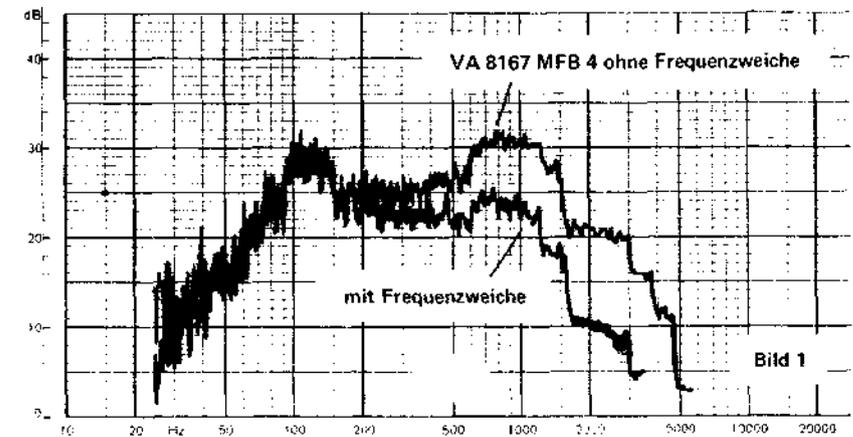
Auf dem folgenden Platinevorschlag sind an den Punkten 1, 2 und 3 bzw. 4, 5 und 6 zusätzlich Lautstärke-Leistungsregleranschlüsse für die Hoch- und Mitteltöner vorgesehen. Sollte die Box ohne diese Regler gebaut werden, müssen die Kabelanschlüsse 2 bzw. 5 auf die Steckanschlüsse 1 bzw. 4 der Frequenzweiche gesteckt werden. Beachten Sie bitte, daß zwecks Vereinfachung des Platinenleitungsverlaufs die Anschlüsse 1, 2 und 3 sowie 4, 5 und 6 sich nicht in dieser Reihenfolge auf der Platine befinden!

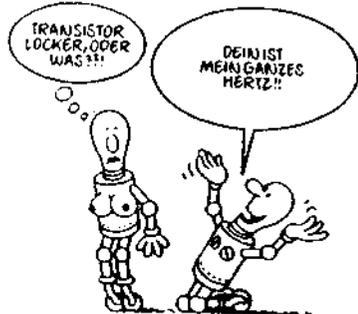
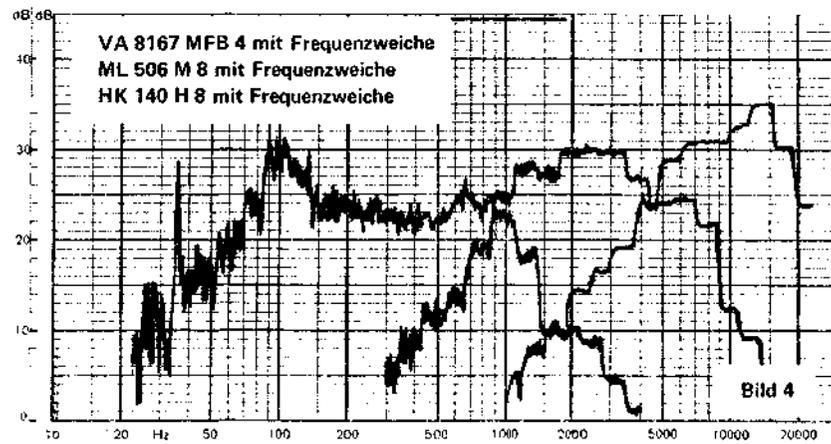
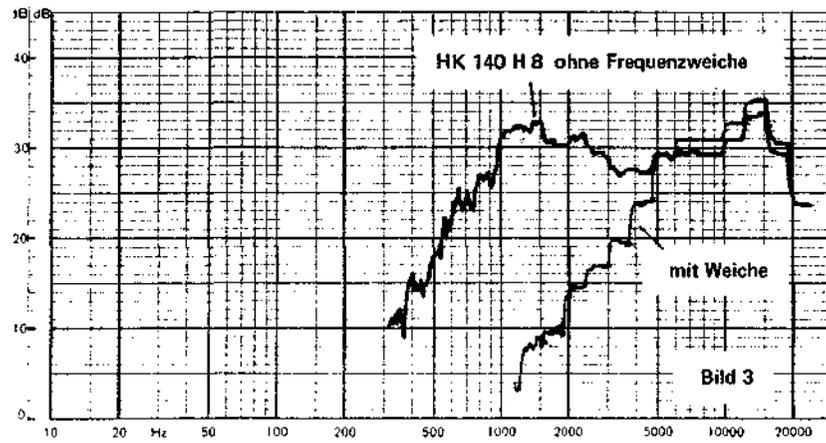
### Stückliste für die Platine

R1 = 3,9 Ohm, 5 W  
 R2 = 8,2 Ohm, 5 W  
 C1 = 3,3  $\mu$ F Folienkondensator  
 C2 = 22  $\mu$ F Folienkondensator  
 L1A = 1,0 mH  
 L1B = 0,82 mH  
 L3 = 470  $\mu$ H  
 P1, P2 = Lautsprecherleistungsregler

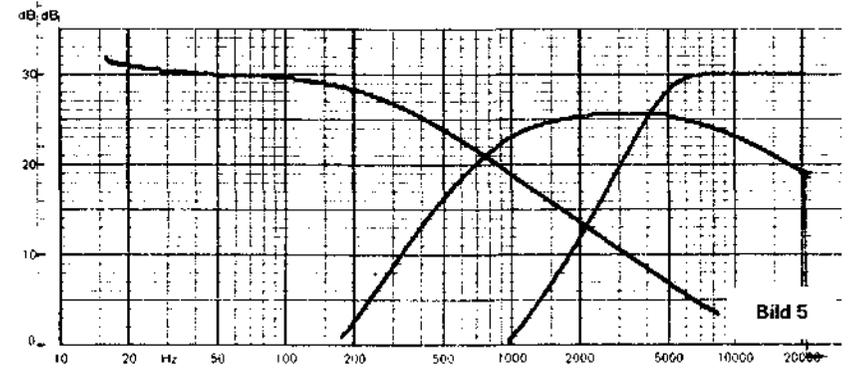


Die folgenden Kurven zeigen die Schalldruckverläufe der einzelnen Lautsprechersysteme ohne Frequenzweiche sowie den durch die Frequenzweiche korrigierten Schalldruckverlauf. Die Messungen wurden ohne MFB-Betrieb und ohne Tiefenentzerrung vorgenommen.

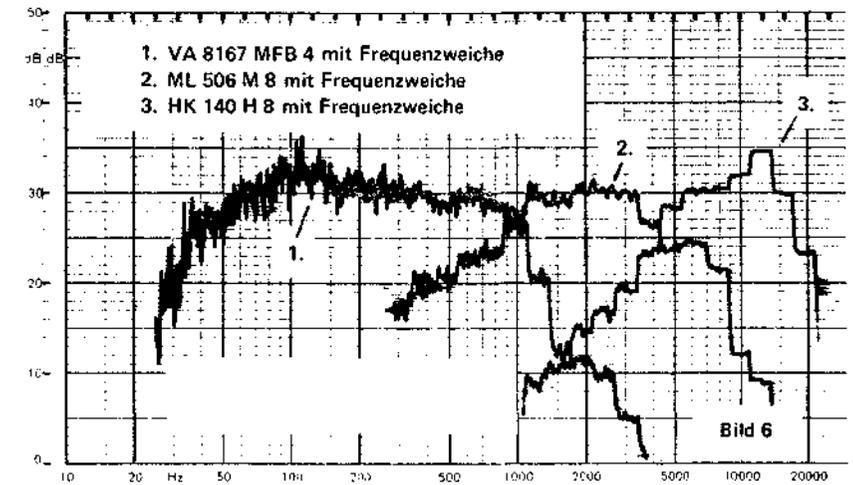




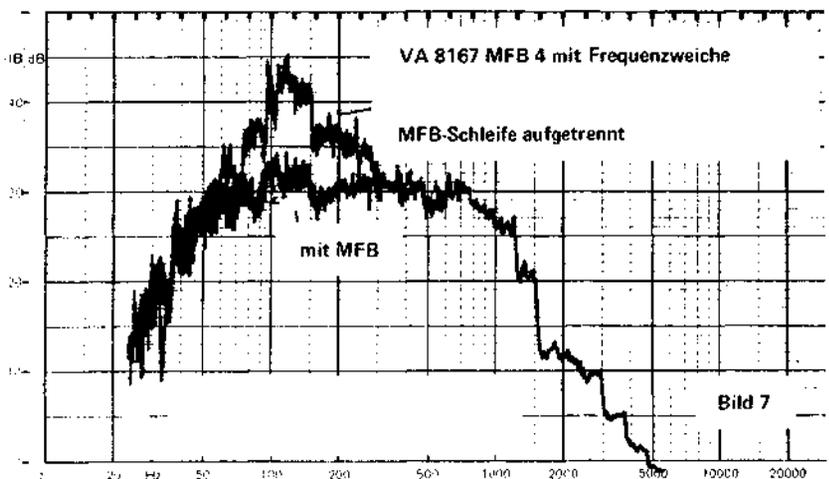
Das folgende Bild zeigt den Frequenzgang der Weiche mit Sinussignal und reeltem Abschluß.



Wird der Komparator eingeschaltet und die MFB-Schleife geschlossen, so zeigt sich für die Lautsprechersysteme folgender Schalldruckverlauf:



Schalldruckverlauf des VA 8167 MFB 4



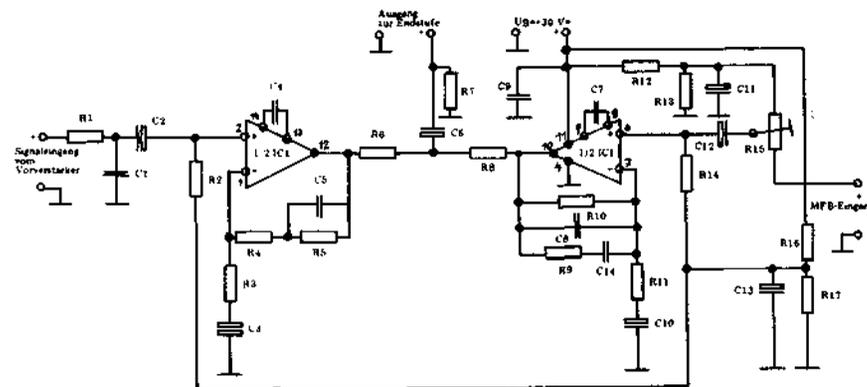
Die Komparatorschaltung

Der Komparator besteht aus 2 Operationsverstärkern, deren Ausgänge über ein Widerstandsnetzwerk miteinander verbunden sind. Hier wird das Originalsignal mit dem vom Wandler kommenden Signal verglichen. Durch die Art der Schaltung ergibt sich automatisch eine Eigenbrummunterdrückung, die eine einfachere Siebung der Betriebsspannung ermöglicht. Der Innenwiderstand des Komparatorausganges beträgt ca. 11 kOhm.

Durch die Verwendung hochwertiger Operationsverstärker (2 Op-Amps in einem IC NE 5533) hat diese Komparatorschaltung wesentlich bessere Eigenschaften als eine nur mit diskreten Bauteilen aufgebaute. Der Gegenkopplungsgrad wird mit dem Trimpotentiometer eingestellt. Sollten Schwingungen auftreten, muß das Poti zurückgedreht werden. Falls trotzdem noch Schwingungen auftreten, ist das Lautsprecherkabel am Verstärker umzupolen. Die Ausgangsspannung des Komparators beträgt ca.  $U_B = 3 \text{ Veff}$  bei extrem niedrigem Klirrgrad.

Da das MFB-System eine Linearisierung des Schalldruckverlaufes zu tiefen Frequenzen ( $f < 20 \text{ Hz}$ ) erlaubt, kann es eventuell zu Schwierigkeiten bei Betrieb mit einfachen, mit Rumpeln behafteten Plattenspielern kommen.

Schaltbild Komparator



Mit dem Trimpotentiometer R15 läßt sich der Gegenkopplungsgrad einstellen.

Stückliste MFB-Komparator

- |                         |                 |
|-------------------------|-----------------|
| Widerstände 0,25 W, 5%: | Halbleiter:     |
| R1 = 1 k                | • IC1 = NE 5533 |
| R2,7,10,14 = 100 k      |                 |
| R3,4 = 3 k 9            |                 |
| R5 = 43 k               |                 |
| R6,8 = 4 k 7            |                 |
| R9 = 7 k 5              |                 |
| R11 = 560 Ohm           |                 |
| R12 = 8 k 2             |                 |
| R13 = 2 k 2             |                 |
| R15 = 1 k Trimpoti      |                 |
| R16,17 = 10 k           |                 |

- Kondensatoren.
- C1 = 220 p
  - C2,12 = 4,7 u/63 V
  - C3 = 1u/100 V Polyester
  - C4,7 = 22 p
  - C5 = 27 n
  - C6 = 10 u/63 V
  - C8 = 22 n
  - C9 = 0,1 u ✓
  - C10 = 47 u/63 V
  - C11,13 = 100 u/25 V
  - C14 = 68 n

Netzteil für den MFB-Komparator

