

# Subwoofer-Filter mit NF-Detektor

**Das Subwoofer-Filter ist eine nützliche, preiswerte und vielseitig einsetzbare Zusatzbaugruppe zur Erweiterung einer HiFi-/Kinton-Anlage oder einer Auto-HiFi-Anlage mit einem Tiefton-Lautsprecher (Subwoofer) mit zugehöriger eigener Endstufe. Um diese automatisch durch das eintreffende NF-Signal einschalten zu können, verfügt der kompakte Filterbaustein über einen NF-Detektor mit Schaltausgang. Drei verschiedene, umschaltbare Grenzfrequenzen, eine Phasenumkehrschaltung sowie eine variable Eingangspegelanpassung ergänzen den Komfort des Subwoofer-Filters.**

## Klangerlebnis Bass

Heute stellt man an eine HiFi-Wiedergabe-Anlage, ob im Auto oder im Wohnraum, hohe Ansprüche bezüglich der Wiedergabequalität, dies besonders im Zeitalter der Surround-/Kinton-Wiedergabe im Heimbereich und der stark bass-forcierten Pop-Musik wie Rave, Dance und Techno. Wer z. B. einmal einen Kinofilm

mit einer guten Surround-Anlage gehört hat, der weiß, wie entscheidend eine besonders kräftige und saubere Baßwiedergabe ist.

So gut die kleinen Satellitenlautsprecher der eigenen Surround-Anlage aussehen und dank bemerkenswerten Fortschritten im Lautsprecherbau auch klingen - sie stoßen bei der Baßwiedergabe an ihre physikalischen Grenzen, auch wenn man hier mit extra weitem Membranhub, Bassreflexge-

häuse und vielen elektronischen Tricks wie Bass-Boost o.ä. arbeitet. Gute Baßwiedergabe benötigt vor allem eines: es muß möglichst viel Luft in möglichst niederfrequente Schwingungen versetzt werden. Deshalb verfügen Baßlautsprecher (Subwoofer) über eine im Vergleich zu Hoch- und Mitteltonern riesige Membranfläche ( $\varnothing$  ab 25 cm), einen großen Membranhub und benötigen entsprechend Platz. Erst solch eine Membranfläche ist in Zusam-

menarbeit mit dem Membranhub in der Lage, die entsprechende Menge Luft für die Schallübertragung anzuregen.

Voluminöse Standboxen mit integriertem Subwoofer sind nicht nur teuer, sondern passen auch nicht in jeden Wohnraum.

Also wird man bei der Erweiterung der HiFi-Anlage meist auf einen speziellen Subwoofer zurückgreifen. Da die Abstrahlrichtung von Frequenzen unter etwa 200 Hz vom menschlichen Gehör nicht mehr geortet werden kann, genügt im Gegensatz zur Mittel-/Hochtonwiedergabe (je höher die Frequenz, desto gerichtet ist die Abstrahlung, erst bei hohen Frequenzen ist eine Stereo-Ortung durch das Gehör möglich) ein Lautsprecher, der das Summensignal aus linkem und rechtem Stereokanal abstrahlt. Dieser kann aufgrund der ungerichteten Abstrahlung faktisch überall im Raum untergebracht werden, hier entscheiden nur der eigene Geschmack und die Wohnverhältnisse. Viele im Handel angebotene Subwoofer-Boxen sind recht flach gehalten, so daß sie schnell ein verstecktes Plätzchen im Raum finden (nur nicht direkt neben dem Fernsehgerät positionieren, das starke Magnetfeld führt zu Verfärbungen des Bildschirms).

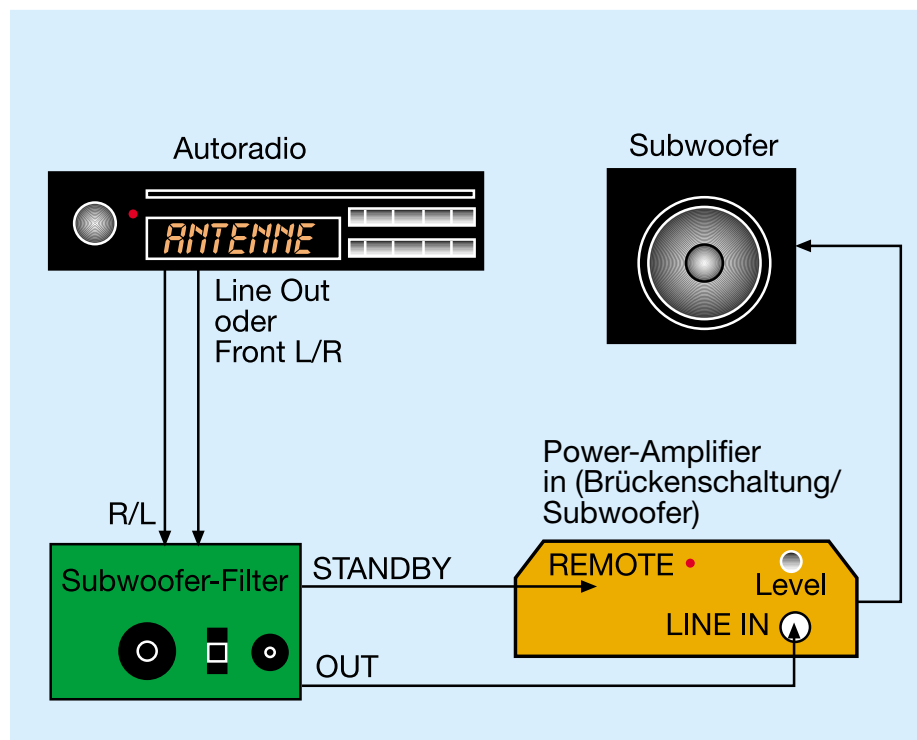
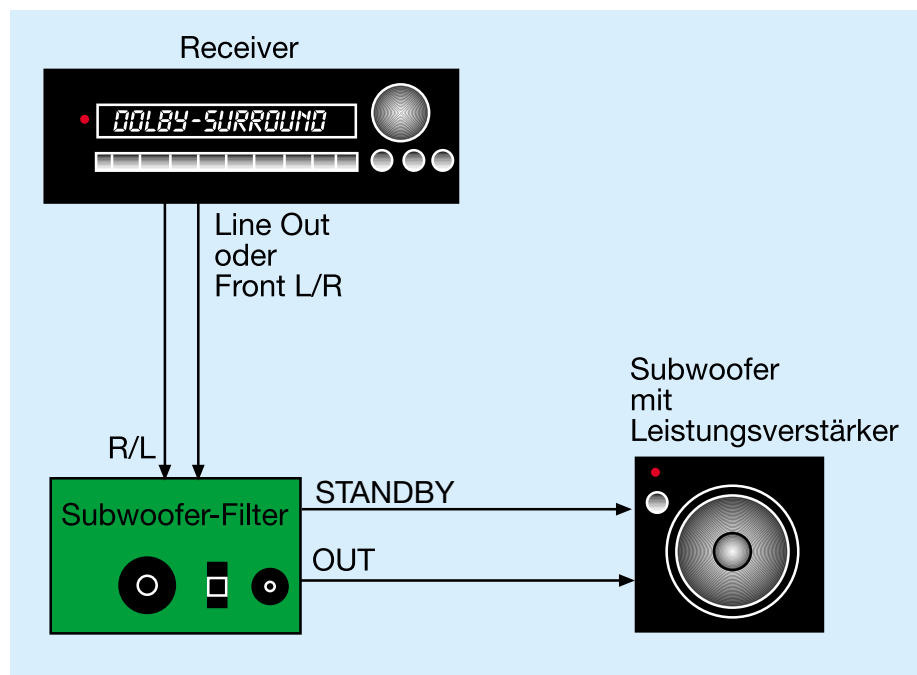
Gleiches gilt sinngemäß für die Anwendung im Auto, denn auch hier sorgt erst ein kräftiger Baß für den guten Ton.

Der Handel hält die unterschiedlichsten Konfigurationen bereit. Wer eine komplett neue Anlage kauft, wird vielleicht gleich zum aktiven Subwoofer oder Receiver mit integriertem Filter greifen, das dann ganz ähnlich arbeitet wie unser Subwoofer-Filter. Auch manche Auto-Endstufen weisen ein solches integriertes Filter auf.

### Nachrüst-Problem gelöst

Wer jedoch nachrüsten oder selbstbauen will, steht vor zwei Problemen: Oft genug stellt der Receiver bzw. HiFi-/Auto-Verstärker keinen speziellen Subwoofer-Ausgang zur Verfügung, so daß ein entsprechendes Filter nötig wird. Zwischen Filter und Lautsprecher gehört dann noch eine entsprechend kräftige Endstufe, die bequem vom Steuergerät aus ein- und ausschaltbar sein sollte. Denn erstens liegt der Subwoofer mit zweckmäßigerweise integriertem Verstärker, wie gesagt, meist in einer versteckten Ecke und zweitens will man es sich heute im Zeitalter der fernbedienten Geräte wohl kaum noch antun, extra zur Endstufe zu gehen und diese ein- und auszuschalten.

Eine Lösung dieser Probleme stellt die hier vorgestellte, universell einsetzbare Subwoofer-Filterbaugruppe dar. Sie ist sowohl in eine vorhandene HiFi-Anlage als auch in eine Auto-HiFi-Anlage einbindbar



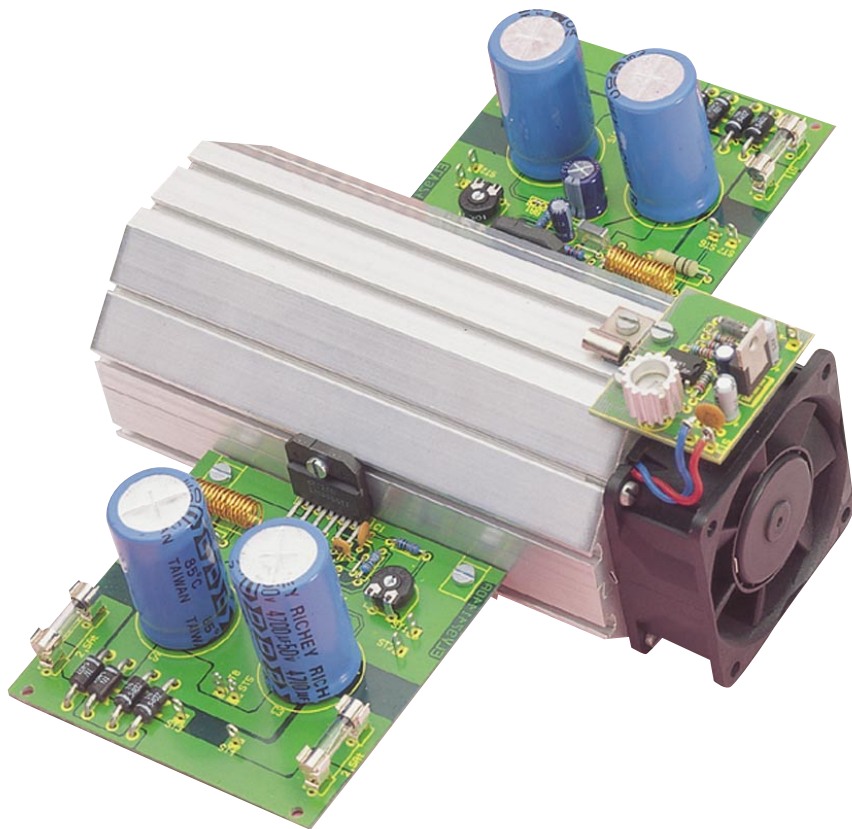
**Bild 1: Mögliche Konfigurationen, in die das Subwoofer-Filter integriert werden kann**

und bietet nicht nur ein einfaches Tiefpaßfilter an.

Um die sich an dieses Filter anschließende Endstufe für den Subwoofer automatisch mit dem Eintreffen des ersten Tons ein- und nach Betriebsende ausschalten zu können, verfügt die Baugruppe über einen NF-Detektor mit Schaltausgang, der sowohl einen etwa in der Endstufe vorhandenen Remote-Eingang treiben als auch die

se über ein ebenfalls ansteuerbares externes Relais schalten kann.

Zur Anpassung an die verschiedensten Ausgangssignale der Steuergeräte ist die Verstärkung in einem weiten Bereich zwischen -20 und +14 dB einstellbar. So ist die Baugruppe sowohl an Vorverstärker-Ausgänge über die vor allem viele Autoradios, aber auch fast alle A/V-Surround-Receiver verfügen, als auch direkt an die Laut-



**Bild 2: Solch eine kräftige Endstufe verfügt über genug Reserven, um auch einen leistungsfähigen Subwoofer ansteuern zu können.**

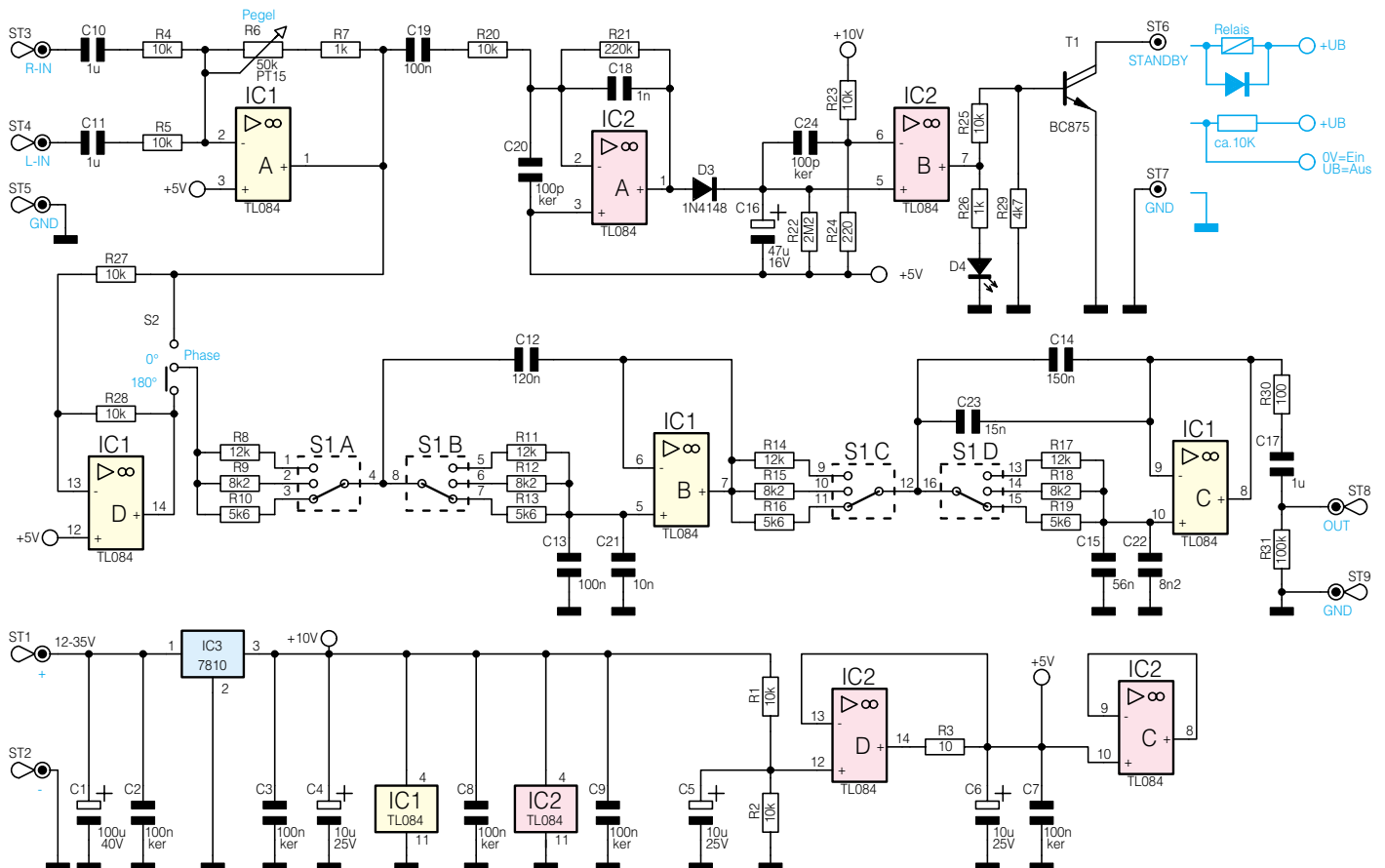
sprecherausgänge der Front-(Stereo-) Lautsprecher anschließbar. Gleichzeitig erlaubt diese Einstellmöglichkeit in Grenzen eine

Anpassung der Wiedergabepegel von Subwoofer und Satellitenlautsprechern. Das eigentliche Filter besteht aus einem

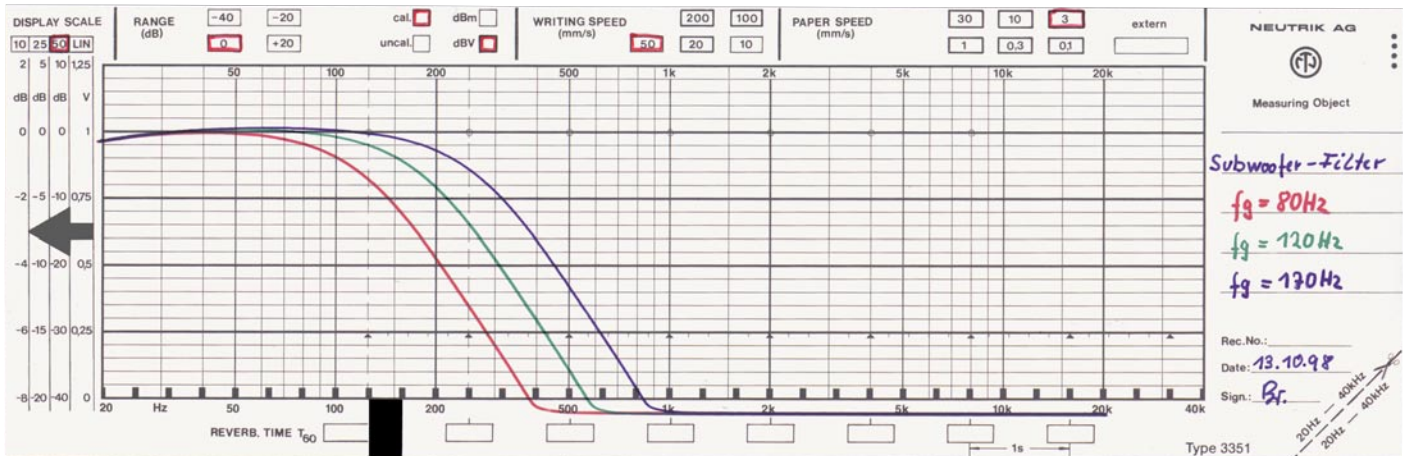
dreifach in der Grenzfrequenz (80/120/170 Hz) schaltbaren Tiefpaß mit einer Flankensteilheit von 24 dB pro Oktave und Bessel-Charakteristik. Damit ist die Filtercharakteristik an den Frequenzgang des jeweils angesteuerten Subwoofers anpaßbar.

Das Ausgangssignal ist in der Phasenlage umschaltbar (0°/180°). Hiermit läßt sich je nach Standort des Lautsprechers ein optimaler, homogener Höreindruck im Raum einstellen.

Schließlich verfügt der kompakt gehaltene Baustein über eine eigene Spannungsstabilisierung, so daß sie in einem weiten Betriebsspannungsbereich zwischen 12 V (z. B. Auto-Bordnetz) und 35 V (z. B. Betriebsspannung der Subwoofer-Endstufe) betrieben werden kann.



**Bild 3: Schaltbild des Subwoofer-Filters**



**Bild 4: Frequenzgang des Subwoofer-Filters, je nach eingestellter Grenzfrequenz**

Die Filterbaugruppe ist für den Einbau in das Subwoofer-Gehäuse, das zweckmäßigerweise auch Endstufe und zugehöriges Netzteil beherbergt, vorgesehen und wird deshalb als Bausatz ohne Gehäuse geliefert.

Einige mögliche Anlagen-Konfigurationen sind in Abbildung 1 zu sehen.

Wie bereits erwähnt, ist an die Filterbaugruppe ein Leistungsverstärker anzuschließen, der den Subwoofer ansteuert. Dieser Verstärker sollte ausreichend dimensioniert sein und mindestens 50 W abgeben können. Denn gerade bei bestimmten Musikgenres, wie Rave und Dance, aber auch bei der Kinofilmwiedergabe, werden erhebliche Dynamikumfänge erreicht, die eine zu schwache Endstufe schnell an seine Leistungsgrenze bringt.

Eine geeignete Endstufe ist in Abbildung 2 dargestellt, es handelt sich um einen kompakten IC-Verstärker, der eine Musikleistung von bis zu 150 W an 4 Ω bei einer Betriebsspannung von ±28 V abgibt und im „ELVjournal“ 4/97 vorgestellt wurde.

## Schaltung

Abbildung 3 zeigt das Gesamtschaltbild des Subwoofer-Filters.

Die beiden Stereo-Eingangssignale „R-IN“ und „L-IN“ werden mit dem Summierverstärker IC 1 A addiert, so daß am Ausgang von IC 1 A (Pin 1) ein Mono-Summensignal zur Verfügung steht. Die Verstärkung von IC 1 A läßt sich mit dem Trimmer R6 in einem weiten Bereich von -20 dB (x0,1) bis +14 dB (x5) einstellen.

Vom Ausgang, Pin 1 IC 1 A, gelangt das NF-Signal zum Schalter S 2. IC 1 D erzeugt eine Phasenverschiebung des Signals um 180°, so daß mit dem Schalter S 2 die Phasenlage des Ausgangssignals zwischen 0° (IC 1 D wird umgangen) und 180° umschaltbar ist.

Der eigentliche Tiefpaß besteht aus einem Besselfilter 4. Ordnung und ist mit

den OPs IC 1 B und IC 1 C aufgebaut. Die Einstellung der Grenzfrequenz des Filters erfolgt mit S1 durch Umschaltung der Widerstände (R 11 bis R 19) im Filternetzwerk. Die ebenfalls frequenzbestimmenden Kondensatoren (C12-C15,C21-C23) bleiben hingegen unverändert. Am Ausgang ST 8 und ST 9 stehen die gefilterten Baßsignale zur Weiterverarbeitung (Verstärkung) bereit. Der in Reihe zum Koppelkondensator C 17 geschaltete Widerstand R 30 verhindert ein Schwingen des OPs bei zu starker kapazitiver Belastung des Ausgangs.

In Abbildung 4 ist der Frequenzgang des Filters gezeigt.

Kommen wir nun zum NF-Detektor, der mit IC 2 A und IC 2 B aufgebaut ist. Aufgabe dieses Schaltungsteils ist es, zu erkennen, ob ein NF-Eingangssignal anliegt, um daraufhin den Schaltausgang „Standby“ zu aktivieren. Das vom Eingangsverstärker IC 1 A kommende Signal gelangt über C 19 auf die Verstärkerstufe IC 2 A, die das NF-Signal um den Faktor 22 verstärkt. D 3 richtet das verstärkte Signal gleich, so daß an C 16 eine entsprechende Gleichspannung steht. Dieser Siebelko speichert den Maximalwert der Gleichspannung. Der parallel liegende Widerstand R 22 bestimmt die Entladezeit von C 16. Ist C 16 einmal aufgeladen, so entlädt er sich relativ langsam, da R 22 relativ hochohmig ist. Dies verhindert ein Abschalten des angeschlossenen Leistungsverstärkers bei kurzen Pegelpausen im NF-Signal. Die beiden Kondensatoren C 20 und C 24 unterdrücken Störspitzen und verhindern dadurch eine Fehlfunktion durch Störungen auf der Eingangsleitung.

Der nachfolgende Komparator IC 2 B schaltet durch, wenn die Spannung an C 16 und somit an Pin 5 von IC 2 B über den Wert der festen Spannung an Pin 6 steigt. Der Spannungsteiler R 23 und R 24 legt die entsprechende Schaltschwelle fest. Nach Erkennung eines NF-Signals wechselt der Komparatorausgang von Low- auf High-

## Stückliste: Subwoofer-Filter

### Widerstände:

|                             |       |   |
|-----------------------------|-------|---|
| 10Ω                         | ..... | R 3   |
| 100Ω                        | ..... | R 30  |
| 220Ω                        | ..... | R 24  |
| 1kΩ                         | ..... | R 7, R 26   |
| 4,7kΩ                       | ..... | R 29  |
| 5,6kΩ                       | ..... | R 10, R 13, R 16, R 19                              |
| 8,2kΩ                       | ..... | R 9, R 12, R 15, R 18                               |
| 10kΩ                        | ..... | R 1, R 2, R 4, R 5, R 20,<br>R 23, R 25, R 27, R 28 |
| 12kΩ                        | ..... | R 8, R 11, R 14, R 17                               |
| 100kΩ                       | ..... | R 31  |
| 220kΩ                       | ..... | R 21  |
| 2,2MΩ                       | ..... | R 22  |
| Trimmer 50kΩ, PT15, liegend | ..... | R 6   |

### Kondensatoren:

|           |       |                          |
|-----------|-------|--------------------------|
| 100pF     | ..... | C 20, C 24               |
| 1nF       | ..... | C 18                     |
| 8,2nF     | ..... | C 22                     |
| 10nF      | ..... | C 21                     |
| 15nF      | ..... | C 23                     |
| 56nF      | ..... | C 15                     |
| 100nF     | ..... | C 13, C 19               |
| 100nF/ker | ..... | C 2, C 3, C 7, C 8, C 9, |
| 120nF     | ..... | C 12                     |
| 150nF     | ..... | C 14                     |
| 1µF/63V   | ..... | C 10, C 11, C 17         |
| 10µF/25V  | ..... | C 4- C 6                 |
| 47µF/16V  | ..... | C 16                     |
| 100µF/40V | ..... | C 1                      |

### Halbleiter:

|               |       |            |
|---------------|-------|------------|
| TL084         | ..... | IC 1, IC 2 |
| 7810          | ..... | IC 3       |
| BC875         | ..... | T 1        |
| LED, 3mm, rot | ..... | D 4        |
| 1N4148        | ..... | D 3        |

### Sonstiges:

|  |       |            |
|--|-------|------------|
| Miniatur-Präzisionsdrehwähler,<br>4x3 Stellungen | ..... | S 1        |
| Print-Schiebeschalter, 2 x um                    | ..... | S 2        |
| Lötstift mit Lötöse                              | ..... | ST 1- ST 9 |
| 1 Zylinderkopfschraube, M3 x 6mm                 |       |            |
| 1 Mutter, M3                                     |       |            |
| 1 Fächerscheibe, M3                              |       |            |

## Technische Daten

Spannungsversorgung: .... 12-35 V/DC  
 Stromaufnahme: ..... 30 mA (bei 12V)  
 Grenzfrequenz (-3dB): 80 Hz/120 Hz/  
 170 Hz (schaltbar)  
 Verstärkung: -20 bis +14 dB (einstellbar)  
 Sonstiges:  
 Phasenlage umschaltbar: 0° und 180°,  
 NF-Detektor mit „Open-Kollektor“-Ausgang  
 Abmessungen ..... 102 x 55 mm

Pegel, und der Transistor T 1 schaltet durch. Als optische Einschaltkontrolle leuchtet die LED D 4 auf. Liegt kein NF-Signal mehr an, entlädt sich der Kondensator C 16 langsam, wie erläutert, und der Komparatortorausgang wechselt nach ca. 5 Minuten wieder auf Low; T 1 gesperrt.

Im Schaltbild ist zu sehen, wie zum Beispiel ein Relais für das Einschalten der Endstufe an ST 6 anzuschließen ist. Parallel zum Relais ist unbedingt eine Diode (z. B. 1N4004 o. ä.) zu schalten, da T 1 ansonsten zerstört werden kann.

Der Ausgang ST 6 kann ebenfalls den Standby-Eingang der Endstufe steuern, wie ihn viele Auto-HiFi-Endstufen und zahlreiche NF-ICs aufweisen. Hierzu ist ein

„PULL-UP“-Widerstand von ca. 10 k $\Omega$  nach +UB zu schalten (siehe Schaltbild).

Die Spannungsversorgung der Schaltung erfolgt über die Anschlüsse ST 1 (+) und ST 2 (-). Die Spannung sollte im Bereich von 12 V bis 35 V liegen und braucht nicht stabilisiert zu sein, da IC 1 die Stabilisierung auf 10 V vornimmt. Diese Betriebsspannung kann entweder aus dem Standby-Netzteil des zu steuernden Gerätes entnommen oder aber durch ein eigenes Steckernetzteil bereitgestellt werden. Der als Spannungsfollower arbeitende OP IC 2 D erzeugt eine Spannung von 5 V, die den OPs als virtuelle Masse dient.

## Nachbau

Die Platine des Subwoofer-Filters ist doppelseitig ausgeführt und bietet so einen optimalen Schutz gegen Störeinstrahlungen.

Die Bestückung der Leiterplatte erfolgt in gewohnter Weise anhand der Stückliste und des Bestückungsplanes. Zuerst sind die niedrigen Bauteile (Widerstände, Dioden usw.) zu bestücken. Dazu werden die Anschlußbeine entsprechend dem Rastermaß abgewinkelt und von der Platinenoberseite her in die dafür vorgesehenen Bohrungen gesteckt. Nach dem Verlöten auf der Platinenunterseite werden die Anschlußdrähte mit einem Seitenschneider

gekürzt. In gleicher Weise sind die restlichen Bauteile zu bestücken. Bei den Elkos und den Halbleitern ist wie immer auf die richtige Polung zu achten (siehe auch Platinenfoto).

Der Spannungsregler wird liegend montiert und mit einer Schraube M3 x 6 mm befestigt.

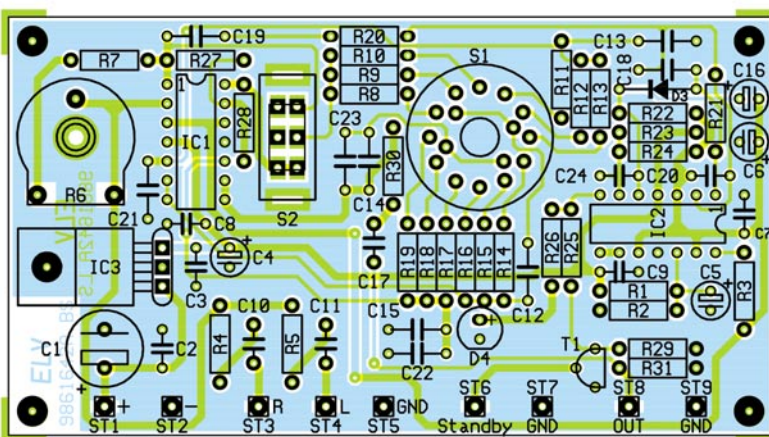
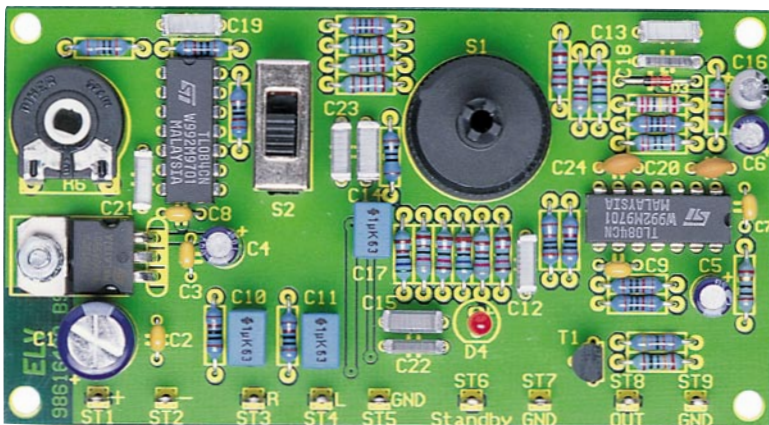
Nachdem alle Bauteile bestückt und verlötet bzw. montiert sind, ist der Nachbau abgeschlossen und das Gerät kann nach einer abschließenden Kontrolle auf etwaige Lötbrücken in Betrieb genommen werden.

Die Platine ist so ausgeführt, daß eine Montage hinter einer Frontplatte möglich ist. Hierzu sind dann entsprechende Bohrungen bzw. Aussparungen für die Bedienelemente vorzunehmen. Natürlich kann die Platine auch in ein separates Gehäuse, z. B. für den Betrieb im Fahrzeug, oder zusammen mit einem eigenen Mini-Netzteil (siehe „ELVjournal“ 4/98) eingebaut werden.

**Achtung:** Beim Betrieb im Kfz ist die Schaltung mit einer separaten Sicherung (100 mA) abzusichern.

Die Ein- und Ausgangs-NF-Leitungen müssen abgeschirmt ausgeführt sein, um Einstreuungen wirksam zu unterdrücken.

Zum Abschluß noch ein Tip für die Einstellung der Gesamtanlage: Die Subwoofer-Endstufe sollte über einen eigenen Eingangspiegelregler verfügen, um zum einen eine Anpassung an den höchsten zu erwartenden Dynamikumfang vornehmen zu können und zum anderen den Grundpegel der Baßendstufe an den Pegel der Satellitenlautsprecher anpassen zu können. Der Eingangspiegelregler des Subwoofer-Filters ist so einzustellen, daß ein sicheres Einschalten der Endstufe auch bei leisem NF-Signal erfolgt und eine verzerrungsfreie Wiedergabe bei maximaler Endstufenaussteuerung gewährleistet ist. Besonders bei bestimmten Filmsequenzen, wie z. B. Musik- und Kampfszenen in „Krieg der Sterne“, kann es zu sehr hohen Baßpegeln kommen. Anhand solcher Filmsequenzen oder aber Bass-Drum-Musiksequenzen sind dann die Pegelregler von Filter und Endstufe so einzustellen, daß eine verzerrungsfreie Wiedergabe auch bei sehr hohem Pegel erfolgt. Hat man den Eindruck eines insgesamt inhomogenen, etwas zerrissenen und „nicht klingenden“ Klangbildes, so ist S2 (Phasenumkehr) umzuschalten. **ELV**



Ansicht der fertig bestückten Platine mit zugehörigem Bestückungsplan