

Breitband-Fernspeise- verstärker TVV 10

Der neue universell einsetzbare Breitbandverstärker TVV 10 verstärkt Signale im Frequenzbereich von 10 MHz bis 2,3 GHz und deckt damit den UKW-, VHF-, UHF- und SAT-ZF-Bereich ab. Weitere Features des TVV 10 sind der DC- und Schaltfrequenz-Durchgang und die Möglichkeit der Spannungsversorgung per Phantomspeisung oder Steckernetzteil.

Allgemeines

Überall dort, wo Rundfunk-, TV- oder SAT-Signale über längere Leitungen geführt oder mehrere Empfänger angeschlossen sind, werden die Nutzsignale bedämpft. Antennenverstärker heben den Signalpegel an und sorgen dafür, daß die erforderlichen Pegel eingehalten werden. Deshalb sind schon bei der Planung einer Antennenanlage mehrere Gesichtspunkte zu beachten:

Das Antennenkabel

Jedes Antennenkabel ist mit einem sogenannten Dämpfungsbelag behaftet, der die Dämpfung des Kabels bezogen auf eine bestimmte Länge angibt. In den meisten Fällen wird die Dämpfung des Kabels je 100 m Länge angegeben. Weiterhin ist die Dämpfung von der Frequenz abhängig und

steigt mit zunehmender Frequenz an. In Abbildung 1 ist der Dämpfungsverlauf eines gängigen Antennenkabels (LCD 61, Kathrein) für terrestrische Rundfunk- und Fernsehsignale dargestellt, angegeben sind die Dämpfungswerte je 100 m Kabellänge.

Im Frequenzbereich bis ca. 900 MHz, in dem dieses Kabel genutzt wird, dämpfen 30 m verlegtes Kabel, für eine normale Hausinstallation nicht unüblich, das Signal bereits um ca. 8 dB.

Kabel für den SAT-Bereich sind zwar aufwendiger aufgebaut und bieten geringere Dämpfungswerte, jedoch bedämpfen auch sie das Signal nicht unerheblich. In Abbildung 1 ist ebenfalls der Dämpfungsverlauf eines SAT-Kabels (LCD 90, Kathrein) dargestellt.

Auch bei diesem Kabel ist der Anstieg der Dämpfung im oberen Frequenzbereich zu erkennen. Hier bedämpfen 30 m verlegtes Kabel bei 2000 MHz bereits um ca. 9 dB.

Neben der Kabeldämpfung entstehen weitere Signalverluste durch die Auskoppelung an einen Empfänger (10 dB bis 20 dB) und die Verteilung auf mehrere Signalfade (3 dB bis 10 dB, je nach Anzahl der Verzweigungen). Eine weitere Abschwächung des Signals erfolgt durch Steckverbindungen, die ca. 1 dB je Steckverbindung ausmachen.

Erforderliche Pegel

Die CCIR-Norm, CCIR steht für Comité Consultativ International des Radiocommunications, legt die Mindest- und Maximalpegel für Rundfunk- und Fernsehempfänger fest. Bewegen sich die Werte in diesem Bereich, so kann man davon ausgehen, daß der Empfänger einwandfrei arbeitet. Diese Pegel sind in Tabelle 1 nach Frequenzbereichen unterteilt dargestellt.

Je nach Aufbau der jeweiligen Antennenanlage kann ein Antennenverstärker zur

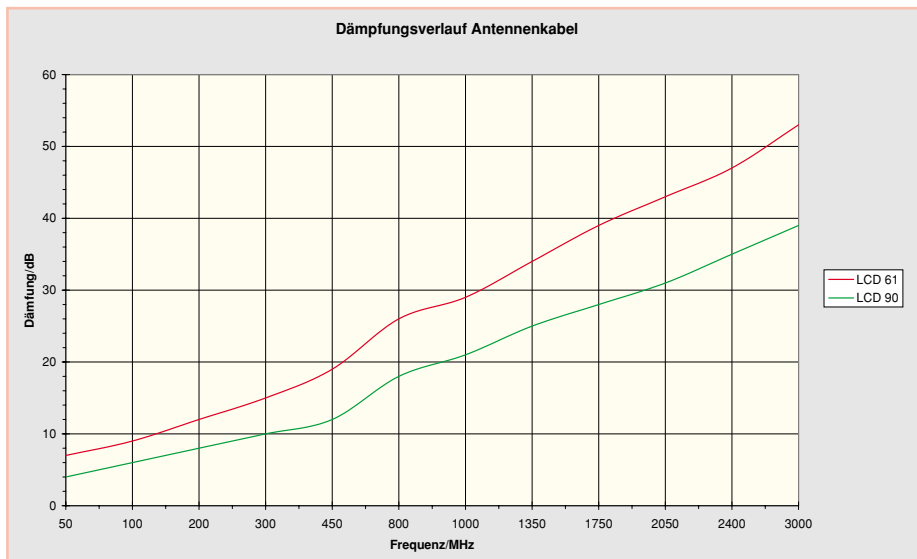


Bild 1: Dämpfungsverlauf gängiger Antennenkabel je 100 m

Einhaltung der erforderlichen Signalpegel nötig sein.

Die Verstärkerposition

Ein Verstärker sollte möglichst dort positioniert werden, wo das zu verstärkende Signal noch ausreichenden Pegel aufweist, d. h. das S/N-Verhältnis hinreichend groß ist. So macht es z. B. wenig Sinn, bei einer Rundfunkantenne den Verstärker direkt vor

daß der Verstärker damit gespeist werden kann.

Der TVV 10

Der neue Breitbandverstärker TVV 10 arbeitet im Frequenzbereich von 10 MHz bis 2,3 GHz und eignet sich somit für den Einsatz im UKW-, VHF-, UHF- und SAT-ZF-Bereich. Besonders wichtig für den Einsatz im SAT-ZF-Bereich ist der DC-

und Schaltfrequenz-Durchgang. So läßt sich der TVV 10 in die Leitung zwischen LNB und SAT-Receiver einschleifen, ohne die Spannungsversorgung und Schaltsignale zu beeinträchtigen. In diesem Einsatzfall bezieht der TVV 10 die Versorgungsspannung direkt aus der LNB-Versorgungsspannung.

Es ist ebenfalls möglich, eine Phantomspannung vorzusehen, z. B. für den Einsatz im UKW-Rundfunk oder terrestrischen Fernsehempfang. Eine weitere Möglichkeit, den TVV 10 zu versorgen, ist die Spannungsversorgung per Steckernetzteil.

Der Verstärker ist in einem HF-dichten Metallgehäuse untergebracht, die Anschlüsse sind als F-Buchsen ausgeführt.

Schaltung

In Abbildung 2 ist das übersichtliche Schaltbild des TVV 10 dargestellt. Zentrales Bauelement ist der MMIC-Baustein INA 03184, IC 2. Die Abkürzung MMIC steht für Monolithic Microwave Integrated Circuit. Ein MMIC-Baustein beinhaltet die aktiven und passiven Bauelemente eines Verstärkers auf einem Substrat. Vereinfacht kann man sich das Innenleben als einen ein- oder mehrstufigen Transistorverstärker vorstellen, inklusive passiver Bauelemente zur Arbeitspunkteinstellung und Impedanzanpassung. Meistens sind MMIC-Bausteine ein- und ausgangseitig auf 50 Ω angepaßt, so daß man auf aufwendige Anpaßschaltungen verzichten kann. Die Integration aller Bauelemente auf engstem Raum bietet sehr gute technische Daten, speziell die hohe Bandbreite von 2,5 GHz ist hier erwähnenswert.

Ein weiterer Vorteil dieses integrierten Bausteins ergibt sich für den Nachbau, da

Tabelle 1:

Band	Frequenz/MHz	Min-Pegel/dBuV	Max-Pegel/dBuV
UKW-Stereo	88 - 108	50	80
VHF-Band I	47 - 68	52	84
VHF-Band III	174 - 223	54	84
UHF Band IV/V	470 - 862	57	84
SAT-ZF	920 - 2150 *	48 *	78 *

* nicht CCIR-Norm

den Empfänger zu setzen, der dort das bereits stark geschwächte Signal inklusive Rauschen verstärkt. Die richtige Position wäre möglichst nahe an der Antenne, wo das Nutzsignal einen wesentlich höheren Pegel aufweist.

Die Spannungsversorgung

Ein weiterer Gesichtspunkt beim Einsatz eines Verstärkers ist die Spannungsversorgung. Soll der Verstärker z. B. auf dem Dachboden montiert werden, ist es oft erforderlich, eine Phantomspannung vorzusehen, da sich meistens keine Netzsteckdose in unmittelbarer Umgebung befindet. Die Spannungszuführung erfolgt dann über die Antennenleitung.

Bei Satellitenanlagen steht auf der Antennenleitung ohnehin schon die Versorgungsspannung des LNBs (14/18 V) an, so

Technische Daten: TVV 10

Frequenzbereich:	10 MHz bis 2,3 GHz
Verstärkung:	
20 MHz bis 1600 MHz:	21 dB bis 23 dB
1600 MHz bis 1900 MHz:	24 dB +/- 1 dB
1900 MHz bis 2300 MHz:	23 dB bis 20 dB
Max. Ausgangspegel:	
10 MHz bis 900 MHz:	110 dBuV bis 105 dBuV
900 MHz bis 2300 MHz:	105 dBuV bis 100 dBuV
Anschluß:	2 x F-Buchse
Rauschmaß:	typ. 2,6 dB
Spannungsversorgung:	12V-Steckernetzteil, Fernspeisung 13 V bis 18V
Stromaufnahme:	13 mA
Abmessungen:	74 x 56 x 30 mm
Sonstiges:	DC-Durchgang für LNB-Versorgung, Durchgang der 22kHz-Schaltfrequenz

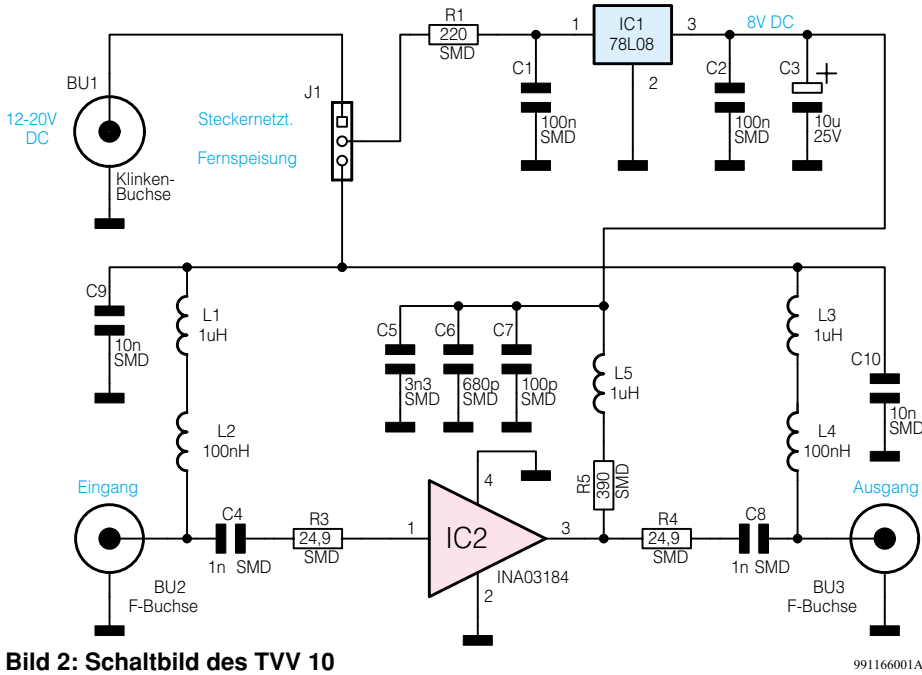


Bild 2: Schaltbild des TVV 10

hier eine gute Reproduzierbarkeit in bezug auf die technischen Daten, verglichen mit diskretem Aufbau, erreicht wird. Nachfolgend die technischen Daten des INA 03184 in Kurzform:

- hohe Verstärkung von 25 dB
- DC bis 2,5 GHz Bandbreite (-3dB)
- geringes Rauschen, 2,6 dB bei 1,5 GHz
- Eingang und Ausgang sind auf 50 Ω angepaßt
- geringer Stromverbrauch von nur 10 mA

sen als konzentrierte Bauelemente betrachtet werden. In Abbildung 3 ist das Wechselspannungs-Ersatzschaltbild des TVV 10 und der Peripherie dargestellt.

Für die Realisierung des bereits erwähnten DC- und Schaltfrequenz-Durchgangs wird der DC-Anteil über die Drosseln L 1 und L 2 vom Eingang ausgekoppelt, mit C 9 und C 10 für hochfrequente Signale geblockt und über L 3 und L 4 dem Ausgang wieder zugeführt. Die Drosselspulen

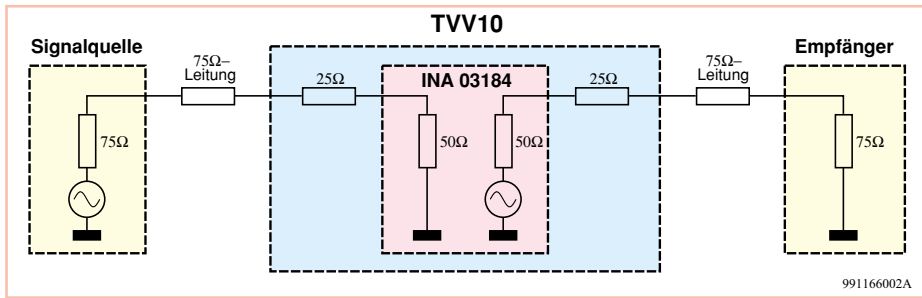


Bild 3: Wechselspannungs-Ersatzschaltbild des TVV 10

Der HF-Verstärkungsweig verläuft von BU 2 aus über eine 75Ω-Streifenleitung, C 4 und R 3 zum Eingang des Verstärker ICs und vom IC-Ausgang Pin 3 über R 4, C 8 und eine weitere 75Ω-Streifenleitung zur Buchse BU 3. Die Kondensatoren C 4 und C 8 trennen den DC-Zweig vom Verstärker-IC ab.

Da Antennenanlagen im TV- und SAT-Bereich üblicherweise mit Wellenwiderständen von 75 Ω arbeiten und der INA 03184 intern auf 50 Ω angepaßt ist, muß eine externe Anpassung erfolgen. Dazu sind die beiden 24,9Ω-Widerstände R 3 und R 4 eingefügt, die den Ein- und Ausgangswiderstand künstlich auf 75 Ω erhöhen. R 3 und R 4 sind im Platinenlayout direkt am Verstärker positioniert und können aufgrund des

stellen für hochfrequente Signale einen hohen Widerstand dar, so daß Nutzsingnale nicht bedämpft werden.

Jede Drosselspule besitzt jedoch, bedingt durch parasitäre Elemente, eine sogenannte Eigenresonanzfrequenz, da die parasitäre Kapazität mit der eigentlichen Induktivität einen Parallelschwingkreis bildet. In Abbildung 4 ist das vereinfachte Ersatzschaltbild einer Drosselspule dargestellt. Bis zur Eigenresonanzfrequenz steigt

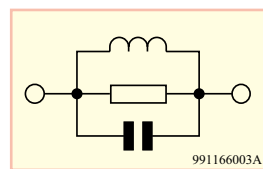


Bild 4: Vereinfachtes Ersatzschaltbild einer Drosselspule

der Blindwiderstand an, bis bei der Resonanzfrequenz das Maximum erreicht wird. Bei höheren Frequenzen als der Resonanzfrequenz fällt der Blindwiderstand stetig ab. In Abbildung 5 ist der typische Blindwiderstandsverlauf einer Drosselspule dargestellt. So besitzt jede Drosselspule ihre Eigenresonanzfrequenz, ab der sie nur noch wenig wirksam ist. Allgemein kann man sagen: Je größer die Induktivität, desto niedriger die Resonanzfrequenz.

Um im weiten Frequenzbereich von 10 MHz bis 2,3 GHz eine gute Abtrennung der Hochfrequenz zu erreichen, sind im TVV 10 zwei Drosseln unterschiedlicher Induktivität in Serie geschaltet. L 1 und L 3 decken mit 1 uH den unteren Bereich ab, die Resonanzfrequenz dieser Spulen liegt bei ca. 400 MHz. Bei höheren Frequenzen verlieren L 1 und L 3 stetig an Wirkung, aber bereits in diesem Frequenzbereich besitzen die Drosseln L 2 und L 4 einen hinreichend hohen Blindwiderstand, so daß jetzt von diesen Spulen die Entkopplungsfunktion übernommen wird.

Soll lediglich eine Phantomspeisung ohne DC-Durchgang vorgenommen werden, sind L 3 und L 4 nicht zu bestücken.

Mit dem Jumper J 1 ist einstellbar, ob der TVV 10 über ein externes Steckernetzteil, das an die Klinkenbuchse BU 1 angeschlossen wird, oder den durchgeschleiften DC-Zweig versorgt wird. Die mit J 1 abgegriffene Spannung wird über R 1 dem Festspannungsregler IC 1 zugeführt. R 1 ist eingefügt, um das 22kHz-Schaltsignal von SAT-Anlagen nicht unnötig zu belasten. Am Ausgang, Pin 3, steht eine stabilisierte Spannung von 8 V zur Verfügung.

Die Versorgungsspannung des IC 2 wird über den Ausgang Pin 3 zugeführt. R 5 muß so bemessen sein, daß bei einer Spannung von 4 V an Pin 3 ein Versorgungsstrom von ca. 10 mA fließt. Mit R 5 = 390Ω wird diese Forderung erfüllt. Die Drossel L 5 dient zur Entkopplung des HF-Ausgangs, und die Kondensatoren C 2, C 3 und C 5 bis C 7 bilden eine sogenannte Breitbandblockung, um zu verhindern, daß hochfrequente Signale auf die Betriebsspannung und so eventuell über ein externes Steckernetzteil nach außen gelangen. Damit ist die Schaltungsbeschreibung abgeschlossen und wir wenden uns dem recht einfachen Nachbau zu.

Nachbau

Aufgrund der übersichtlichen Schaltung ist der Nachbau einfach und schnell zu bewältigen. Die doppelseitige, 72 x 54 mm messende Platine ist sowohl mit SMD- als auch konventionellen Bauelementen zu bestücken. Zunächst sind die SMD-Bauteile einzubauen. Dabei muß besonders sorgfältig gearbeitet werden, auf sauberes

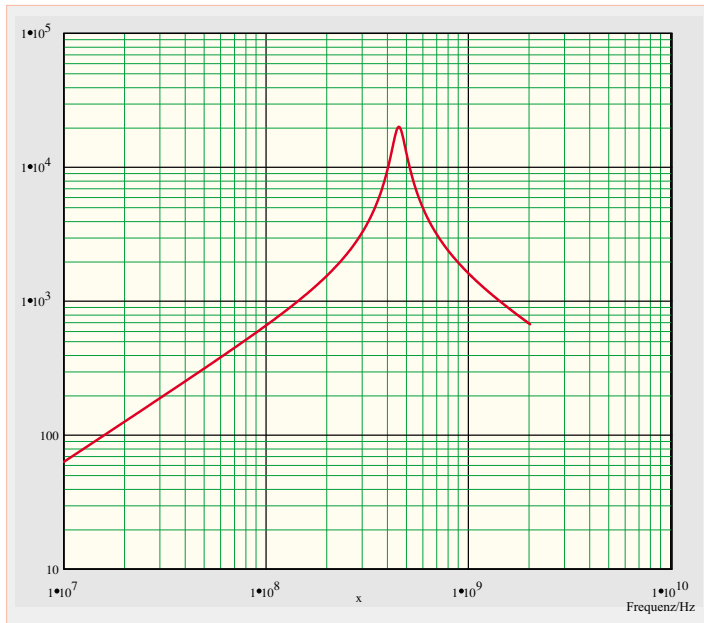


Bild 5:
Blindwiderstands-
verlauf einer
Drosselspule

Stückliste: HF-Breitband- Verstärker TVV 10

Widerstände:

24,9Ω/SMD	R3, R4
220Ω/SMD	R1
390Ω/SMD	R5

Kondensatoren:

100pF/SMD	C7
680pF/SMD	C6
1nF/SMD	C4, C8
3,3nF/SMD	C5
10nF/SMD	C9, C10
100nF/SMD	C1, C2
10µF/25V	C3

Halbleiter:

78L08	IC1
INA 03184	IC2

Sonstiges:

SMD-Induktivität, 1µH ...	L1, L3, L5
SMD-Induktivität, 100nH	L2, L4
Klinkenbuchse, 3,5mm, print, mono	BU1
F-Einbaubuchse, Einloch- montage	BU2, BU3
Stiftleiste, 1 x 3polig	J1
1 Jumper	
1 Metallgehäuse, komplett	

Löten ist unbedingt zu achten. Es empfiehlt sich die Verwendung einer bleistiftspitzen Lötspitze.

Bevor ein SMD-Bauteil montiert wird, muß das entsprechende Pad leicht vorverzinnt werden. Anschließend ist das Bauteil mit einer Pinzette zu plazieren, festzuhalten und zunächst nur auf einer Seite zu verlöten. Vor dem beidseitigen Verlöten ist die korrekte Position zu überprüfen und gegebenenfalls zu korrigieren. Nachdem die Widerstände und Kondensatoren wie vorstehend beschrieben montiert sind, folgt als nächstes der Einbau des Verstärker-ICs INA 03184. Das angeschrägte Anschlußbein ist Pin 1. Das IC ist so zu positionieren, daß es mittig auf den Leiterbahnzügen aufliegt. Ist diese Position erreicht, werden Pin 1 und Pin 3 verlötet. Die Masseanschlüsse Pin 2 und Pin 4 sind vor dem Verlöten vorsichtig bis auf die Platine hinunterzubiegen, bevor das Verlöten erfolgt.

Anschließend werden die SMD-Drosselspulen L 1 bis L 5 montiert. Soll eine Phantomspeisung ohne DC-Durchgang erfolgen, werden L 3 und L 4 nicht bestückt.

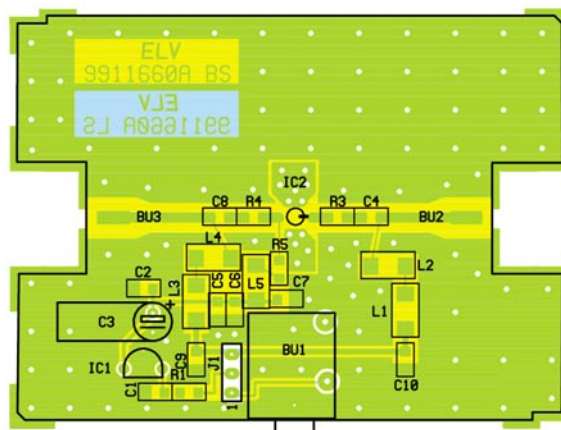
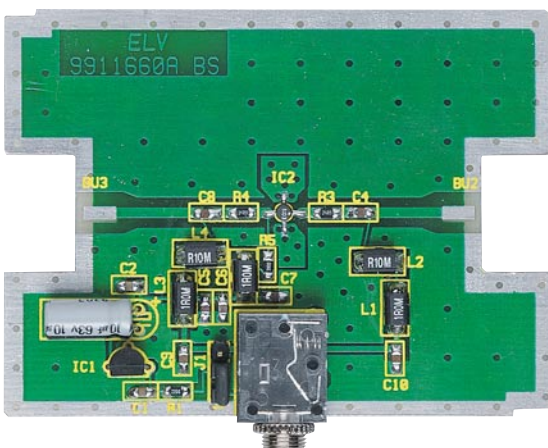
Der Elko C 3 ist liegend einzubauen, auf richtige Polung ist zu achten. Nach Montage des Festspannungsreglers IC 1, der Stiftleiste J 1 und der 3,5mm-Klinkenbuchse BU 1 ist die Platine so weit fertiggestellt. Nach Überprüfung der Platine auf Lötzinnbrücken oder Bestückungsfehler kann der Einbau in das HF-dichte Gehäuse beginnen.

Zunächst sind die beiden F-Buchsen in die Seitenteile einzusetzen und zu verschrauben. Anschließend müssen die Anschlüsse der Buchsen so gedreht werden, daß sie sich waagrecht im Gehäuse befinden, d. h. plan auf der Platine aufliegen können. Die 3,5mm-Klinkenbuchse wird durch die Bohrung im Seitenteil geschoben und mit der Rändelmutter verschraubt. Der Anschluß der F-Buchse BU 3 sollte jetzt plan auf der Platine aufliegen und wird auf der Platine verlötet. Das zweite Seitenteil ist an die Platine zu schieben. Der Anschluß der zweiten F-Buchse wird plan auf der Platine aufliegend verlötet. Im Anschluß ist das Ganze in einen der Gehäusedeckel einzusetzen. Jetzt ist der vom Lötstoplack befreite Platinenrand vollständig mit dem Gehäuse zu verlöten. Weiter-

hin werden die Stoßkanten des Gehäuses miteinander verlötet.

Nachdem der Aufbau abgeschlossen ist, muß jetzt entschieden werden, wie die Spannungsversorgung des TVV 10 erfolgen soll. Ist die Versorgung per Steckernetzteil vorgesehen, muß der Jumper J 1 in Position 1 gesetzt werden. Bei Phantomspeisung muß J 1 in Position 2 stehen.

Nach Verbinden mit der Versorgungsspannung sollte mit einem Multimeter die Gleichspannung am Ausgang von IC 2, Pin 3, gemessen werden, die ca. 4 V betragen sollte. Nach Aufsetzen der Gehäusedeckel ist der TVV 10 betriebsbereit. **ELV**



**Ansicht der fertig
bestückten Platine
des TVV 10 mit
zugehörigem
Bestückungsplan**