

# ELV-Serie 7000

## 1-GHz-Frequenzzähler FZ 7000

*Die hier vorgestellte Schaltung eines 1-GHz-Frequenzzählers reiht sich in die ELV-Serie 7000 ein, sowohl hinsichtlich des anspruchsvollen Designs als auch wegen des ausgezeichneten PreisLeistungsverhältnisses. Die Schaltung, die trotz ihres Umfangs in einem einzigen abgeschlossenen Artikel vorgestellt und beschrieben wird, stellt in ihrer Grundversion einen 50-MHz-Frequenzzähler dar, der durch Hinzufügen eines 2. Vorverstärkers/ Teilers auf einfachste Weise zu einem 1-GHz-Frequenzzähler erweitert werden kann.*

*Hier nun die herausragenden Daten in Kurzform:*

- Ereignis-, Perioden- und Frequenzmessungen
- Überstreichung des gesamten Bereiches von DC bis 50 MHz mit einem einzigen Vorverstärker
- nur ein weiterer Vorverstärker für den Bereich von 50 MHz bis 1 GHz erforderlich
- hoher Bedienungskomfort durch Einsatz eines einzigen Präzisionsdrehalters für alle Meßbereiche und Meßarten
- hell leuchtende, achtstellige LED-Anzeige
- hohe Nachbausicherheit für eine Schaltung dieser Qualität und Komplexität

### Allgemeines

Die herausragenden Merkmale dieses 1-GHz-Frequenzzählers aus unserer ELV-Serie 7000 wurden bereits im Vorwort kurz angesprochen.

Besonders stolz sind wir in diesem Zusammenhang darauf, Ihnen einen Vorverstärker präsentieren zu können, der von DC—(0 Hz) bis 50 MHz reicht. Also den gesamten Frequenzbereich bis 50 MHz einschließlich Gleichspannungsverarbeitung überstreicht, so daß eine Umschaltung der Eingänge bei Änderung der Meßart (Ereignis-, Perioden- oder Frequenzmessung) im Bereich bis 50 MHz nicht mehr erforderlich ist, was den Bedienungskomfort stark erhöht. Die Empfindlichkeit dieses einzigartigen Vorverstärkers liegt nahezu im gesamten Bereich bei typisch 20 mV<sub>eff</sub>.

Für Messungen im Frequenzbereich oberhalb 50 MHz steht ein zweiter Vorverstärker zur Verfügung, der mit einer Empfindlichkeit von ebenfalls typisch 20 mV<sub>eff</sub> einen Frequenzbereich bis hinauf zu 1 GHz überstreicht.

Durch ausgefeilte Schaltungstechnik und optimiertes Layout wird eine große Nachbausicherheit erreicht, so daß auch dieses Gerät der Serie 7000 von vielen Hobby-

Elektronikern, die schon etwas Erfahrung beim Aufbau von qualifizierten Schaltungen gesammelt haben, erfolgreich aufgebaut werden sollte.

Wir wollen nicht versäumen, an dieser Stelle auf unseren Reparaturservice hinzuweisen (näheres hierzu lesen Sie bitte auf der Seite 85), der Sie bei Auftreten von Problemen unterstützt und Ihr Gerät ggfs. instandsetzt. Auf diese Weise ist sichergestellt, daß im Normalfall, hat man die Investition der Bauteile erst einmal getätigt, am Ende ein hochwertiger und funktionssicherer Frequenzzähler steht.

### Bedienung und Funktion

Mit dem Präzisionsdrehalter S 1 werden Meßart bzw. Meßbereich eingestellt, wobei folgende Meßmöglichkeiten bestehen:

Schalterstellung 1:

Ereigniszählung

Schalterstellung 2:

Periodendauermessung einer einzelnen Periode

Schalterstellung 3:

Periodendauermessung von 10 aufeinanderfolgenden Perioden bei anschließender Division durch 10, so daß auf der Anzeige der Mittelwert von 10

Perioden angezeigt wird mit einer Auflösung von 0,1  $\mu$ s (!)

Schalterstellung 4:

Frequenzmessungen von 0—50 MHz bei einer Torzeit von 1 sec.

Schalterstellung 5:

Frequenzmessungen von 0—50 MHz bei einer Torzeit von 0,1 sec. bei einer Meßfolgegeschwindigkeit von 5 Messungen pro sec.

Schalterstellung 6:

Frequenzmessungen im Bereich von 50 MHz—1 GHz

Für Messungen in den Bereichen der ersten fünf Schalterstellungen ist das Meßsignal auf den Vorverstärker 1 zu geben (DC bis 50 MHz), während in Schalterstellung 6 das Meßsignal auf den Vorverstärker 2 (50 MHz—1 GHz) gegeben wird.

Bei hinreichend großem Eingangssignal (ca. 50 mV<sub>eff</sub>) sind mit dem Vorverstärker 2 auch Messungen unterhalb 50 MHz bis hinunter zu 20 MHz möglich, so daß eine ausreichend große Überschneidung der einzelnen Meßbereiche gewährleistet ist.

Vorstehend gemachte Ausführungen lassen erkennen, welche komfortable und qualitativ hochwertige Schaltung im ELV-Labor entwickelt wurde.



Ansicht des fertigen 1-GHz-Frequenzzählers FZ 7000

## Zur Schaltung

Das Herz der Schaltung wird durch den hochintegrierten Schaltkreis des Typs LS 7031 dargestellt, der einen Zählerbaustein darstellt mit acht Speichern, Dekodern und entsprechenden Ausgängen um acht 7-Segment-LED-Anzeigen im Multiplexverfahren anzusteuern.

Die Multiplexausgänge für die sieben Segmente der Anzeigen werden über das IC 10 des Typs CD 4511 dekodiert und über die nachgeschalteten Emittierfolger T 1—T 7 mit den zugehörigen Widerständen R 26—R 32 auf die sieben Segmente der LED-Anzeigen gegeben.

Die Ausgänge zur Ansteuerung der acht Digits schalten die Transistoren T 8—T 15.

Durch die verhältnismäßig aufwendige Ansteuerung der achtstelligen Anzeige (allein 15 Transistoren, davon acht Darlington) ist eine hell und gleichmäßig leuchtende Anzeige gewährleistet.

Bevor wir mit der weiteren Beschreibung des Digitalteils fortfahren, wollen wir noch auf eine Besonderheit des Haupt-IC's (IC 9) eingehen:

Alle Funktionen dieses IC's sind für den Aufbau eines achtstelligen Zählers ausgelegt bis auf den Zähler selbst, der lediglich für die sechs höherwertigen Stellen integriert ist. Dies hat den entscheidenden Vorteil, daß die beiden rechten Stellen zum Zählern der Einer und der Zehner als separate Dekadenzählerbausteine mit BCD-Ausgängen angeschlossen werden können. Auf diese Weise ist es möglich, entsprechend schnelle IC's zu verwenden, die aufgrund anderer Technologien bedeutend schneller zählen können, als dies bei so hochintegrierten Bausteinen, wie dem Haupt-IC überhaupt möglich ist.

Das IC 7 des Typs SN 74 196 kann Frequenzen bis 50 MHz verarbeiten, die durch zehn geteilt dann auf das IC 8 des Typs SN 74 LS 90 gegeben werden. Die dort zur Verfügung

stehende max. Frequenz wird vom Haupt-IC 9 problemlos verarbeitet.

An dieser Stelle wollen wir besonders darauf hinweisen, daß für sämtliche Halbleiterbauelemente ausschließlich Markenqualität eingesetzt werden sollte, da unsere Versuche ergeben haben, daß z. B. bei Einsatz des IC 8 als Typ 2. Wahl sich u. U. eine Frequenzverdopplung in einigen Bereichen ergeben kann aufgrund von internen Spannungsschwankungen der Ausgänge dieses IC's, die von den angesteuerten Eingängen des IC 9 als Impulse gewertet werden können. Eine Fehlersuche ist dann mit normalen Hilfsmitteln nur schwer möglich. Der Einsatz von Marken-IC's gibt einem die Sicherheit des einwandfreien Arbeitens der Schaltung, selbstverständlich immer vorausgesetzt, daß keine anderen Fehler gemacht wurden.

Die Quarzzeitbasis besteht aus dem Quarzoszillator, aufgebaut mit dem Transistor T 18 mit Zusatzbeschaltung, sowie einem 2-MHz-Quarz mit nachgeschalteter Teilerkette, so daß die benötigten Frequenzen von 1 MHz, 10 Hz, 1 Hz und 1,5625 Hz (für die Torzeit des 1 GHz-Vorverstärkers/Teilers) zur Verfügung stehen.

Über die linke Hälfte des Präzisionsdreherschalters S 1 werden die Gatter N 1—N 3, N 5—N 8 sowie N 13 so angesteuert, daß die gewünschte Betriebsart gegeben ist.

Anhand der Schalterstellung 4 (Frequenzmessung DC bis 50 MHz, 1 sec. Torzeit) wollen wir uns die Funktion der Gatter verdeutlichen.

In Schalterstellung 4 ist Pin 1 des Gatters N 2 auf „High“, so daß die Impulse vom Vorverstärker 1 kommend auf das Gatter N 4 gelangen und von dort auf den Eingang der ersten Zählerstufe des Frequenzzählers (Pin 8 des IC 7).

Gleichfalls liegt Pin 6 des Gatters N 5 auf „High“, so daß die aus der Quarzzeitbasis kommenden 1-Hz-Impulse über D 3 auf den

Eingang der Ablaufsteuerung gelangen, die aus dem IC 6 sowie den Gattern N 9—N 12 besteht.

Der Ausgang des IC 6 liegt jetzt für 1 s auf „High“ und für 1 s auf „Low“ (jeweils im Wechsel). Durch diesen Ausgang wird jetzt der Steuereingang des IC 7 (Pin 1), der die Funktion eines Tors hat, angesteuert. Liegt der Eingang auf „High“, so zählt das IC 7 im Takt der an Pin 8 liegenden Frequenz hoch.

Geht der Eingang Pin 1 auf „Low“ (Tor geschlossen), bleibt der Zähler stehen unabhängig davon, ob die Frequenz an Pin 8 noch ansteht.

Über den Kondensator C 4 wird der Speicherimpuls aus der Ablaufsteuerung gekoppelt und auf den entsprechenden Eingang des IC 9 gegeben (Pin 21).

Danach wird über den Kondensator C 5 der Resetimpuls auf das IC 7 und IC 9 sowie über den Inverter N 12 auf das IC 8 gegeben.

Durch den vorangegangenen Speichervorgang bleibt der angezeigte Wert erhalten, obwohl der Zähler wieder auf 0 gesetzt wurde. Wird das Tor des IC 7 wieder geöffnet (Pin 1 geht auf „High“), zählt der Zähler erneut hoch und der Vorgang der anschließenden Speicherung und Rücksetzung auf 0 läuft erneut ab.

In den anderen Schalterstellungen von S 1 sind die prinzipiellen Abläufe ähnlich, lediglich daß die Vorverstärker wechseln bzw. bei Periodenmessung die Ablaufsteuerung von der zu messenden Frequenz gesteuert wird und auf den Zähleingang eine feste Frequenz von 1 MHz (über N 13) gegeben wird. Bei der gemittelten Periodenmessung wird zusätzlich die Eingangsfrequenz, die über Vorverstärker 1 und Gatter N 1 auf das IC 5 gelangt, dort durch 10 geteilt.

Die rechte Hälfte von S 1 steuert die Punkte der achtstelligen LED-Anzeige sowie die LED's D 30—D 31 zur Meßarten-Anzeige an.

## Vorverstärker DC bis 50 MHz

Der 0—50 MHz-Vorverstärker zeichnet sich durch die wirklich bemerkenswerte Eigenschaft aus, daß er tatsächlich von DC, d. h. Gleichspannung (0 Hz) bis hinauf zu 50 MHz ohne irgendeine Umschaltung zuverlässig arbeitet.

Die Eingangsempfindlichkeit dieses hochqualifizierten Vorverstärkers liegt bei der angegebenen Dimensionierung nahezu im gesamten Frequenzbereich bei ca. 20 mV<sub>eff</sub>, wobei unsere Mustergeräte teilweise mit Empfindlichkeiten von besser als 10 mV<sub>eff</sub> aufwarten konnten.

Die Empfindlichkeit wird im wesentlichen durch den Kondensator C 21 (für hohe Frequenzen) und den Widerstand R 45 (für niedrige Frequenzen) bestimmt, da diese beiden Bauelemente im Rückkopplungszweig liegen. Vergrößert man R 45 bis auf 68 k $\Omega$ , so liegt die Empfindlichkeit nahezu im gesamten Frequenzbereich bei typisch 10 mV<sub>eff</sub>. Dies ist jedoch nicht unbedingt empfehlenswert, da, bedingt durch die hohe Empfindlichkeit und große Schaltgeschwindigkeit, bei langsamen Frequenzen zusätzlich Schaltimpulse auftreten können, die das Meßergebnis u. U. verfälschen können. Wer jedoch eine höhere Empfindlichkeit haben möchte, kann in dieser Richtung Versuche anstellen.

Bei der angegebenen Dimensionierung für R 45 ist der Vorverstärker im gesamten Frequenzbereich hervorragend stabil.

Sollten, bedingt durch Bauteilestreuungen Störungen auftreten, kann R 45 bis auf 4,7 k $\Omega$  verkleinert werden, was allerdings zu Lasten der Eingangsempfindlichkeit geht.

Die Sicherheit gegen zu hohe Eingangsspannungen liegt im unteren Frequenzbereich bei 50 V, wobei kurzzeitig selbst 100 V dem Vorverstärker nichts anhaben können und sinkt im oberen Frequenzbereich auf ca. 10 V<sub>ss</sub>. Da im oberen Frequenzbereich bei ca. 50 MHz ohnehin keine großen Spannungen zu erwarten sind, dürfte dieser Schutz vor Überspannungen mehr als ausreichen.

Das Signal gelangt über die R/C-Kombination R 38/C 16 und dem daran anschließenden Widerstand R 39 auf das Gate G 1 des Doppel-FET T 19 des Typs U 440 (oder U 441), der zwei Feldeffekttransistoren in einem Gehäuse beinhaltet. Die untere Hälfte dieses FET's ist als Stromquelle mit ähnlicher Dimensionierung zur oberen Hälfte in Reihe geschaltet, damit sich ein temperaturunabhängiges und stabiles Gleichspannungsverhalten dieser Impedanzwandlerstufe ergibt.

Die Dioden D 33 und D 34 dienen dem Schutz gegen Eingangsüberspannungen, wobei die superschnellen und kapazitätsarmen Typen FDH 300 zur Anwendung kommen.

Über R 44 gelangt nun das Eingangssignal auf den Eingang des IC 17 des Typs NE 529, das einen Differenzverstärker mit Differenzausgang für TTL-Pegel beinhaltet. Wie bereits vorstehend schon erwähnt, dienen C 21 und R 45 der Rückkopplung. An Pin 11 steht nun das Ausgangssignal im TTL-Pegel zur Verfügung.

Pin 4 und Pin 9 dieses IC's sind so beschaltet, daß sich eine zusätzliche Rückkopplung ergibt, wobei mit dem Poti P 1 eine Gleichspannungsverschiebung des 2. Differenzeinganges (Pin 4) erreicht werden kann. Hierdurch wird es ermöglicht, eine individuelle Einstellung des Gleichspannungspegels auf das jeweilige Eingangssignal vorzunehmen.

Durch Vergrößern von R 51 kann der Einstellbereich des Potis, der sich bei der angegebenen Dimensionierung von ca. -1 V bis +1 V, erstreckt verkleinert werden, wodurch sich eine Art Lupeneffekt ergibt. Verringert man hingegen R 51 (ein Wert von 4,7 k $\Omega$  darf nicht unterschritten werden), vergrößert sich der Einstellbereich.

Das IC 17 benötigt drei Versorgungsspannungen, und zwar +12V, +5V, -12V und Masse. Wichtig ist hierbei zu beachten, daß alle drei Versorgungsspannungen gleichzeitig am IC anliegen müssen, da sonst der Baustein bei Fehlen auch nur einer Versorgungsspannung sofort defekt wird.

Das an Pin 11 des IC 17 anstehende Ausgangssignal kann direkt zur Weiterverarbeitung auf den TTL-Eingang des nachgeschalteten Gatters N 2 (Pin 2 des IC 1) gegeben werden.

## Vorverstärker 50 MHz—1 GHz

Dieser ebenfalls hochqualifizierte Vorverstärker mit integriertem Teiler weist in weiten Frequenzbereichen eine Empfindlichkeit von ca. 20 mV<sub>eff</sub> auf, wobei die Empfindlichkeit in der Nähe von 1 GHz etwas abnimmt, d. h. ein etwas größeres Eingangssignal (ca. 50 mV<sub>eff</sub>) erforderlich ist, dafür aber auch im allgemeinen Messungen bis hinauf zu 1,2 GHz = 1200 MHz (!) möglich sind.

Gleichfalls sind unterhalb 50 MHz durchaus Messungen möglich bis hinunter zu 20 MHz teilweise sogar bis 10 MHz, wobei auch hier dann etwas höhere Eingangsspannungen erforderlich sind, die bei 20 MHz ca. 50 mV<sub>eff</sub> und 10 MHz ca. 100 mV<sub>eff</sub> betragen sollten. Ist bei Messungen im Bereich von 20 MHz die Eingangsspannung zu klein, kann eine Frequenzvervielfachung auftreten.

Das Eingangssignal gelangt über C 11 auf den Eingang Pin 5 des IC 16 des Typs XS 1200 an dessen Ausgang Pin 8 das verstärkte und durch 64 geteilte Eingangssignal zur Verfügung steht und über C 14 ausgekoppelt wird.

Der Trimmer R 36 dient der einmaligen Gleichspannungsanpassung an die folgende TTL-Stufe (Pin 4 des Gatters N 3).

Die Torzeit bei Messungen mit diesem Vorverstärker ist so ausgelegt, daß die Meßfrequenz direkt auf der achtstelligen Anzeige des Frequenzzählers abgelesen werden kann. Hierzu ist es erforderlich, daß das Tor (Pin 1 des IC 7) für exakt 0,64 sec. geöffnet wird, wodurch sich eine direkte Ablesung der Meßfrequenz mit einer Auflösung von 100 Hz ergibt.

Die Kondensatoren C 12, C 13 und C 15 dienen der Stabilisierung bzw. Siebung der Versorgungsspannung.

## Die Stromversorgung

Die Stromversorgung des Frequenzzählers mit Ablaufsteuerung und Quarzeitbasis wird mit dem integrierten Spannungsregler IC 20 des Typs 7905 stabilisiert. Die zur Funktion des IC 9 zusätzlich erforderliche negative Spannung von ca. 3 V, auf die wir zu einem späteren Zeitpunkt noch näher eingehen, wird mit dem Trimmer R 54 eingestellt.

Die Spannungen von +12V, -12V sowie +5V, die mit den IC's 18, 19 und 21 stabilisiert werden, dienen ausschließlich der Versorgung des DC—50-MHz-Vorverstärkers (VV 1). Aufgrund der wirklich herausragenden Daten dieses leistungsfähigen Vorverstärkers haben wir diesen Teil der Stromversorgung aus Gründen der besseren Störsicherheit völlig getrennt aufgebaut (und nicht etwa die 5 V, die mit IC 20 stabilisiert werden, mitverwendet).

Der 50 MHz—1-GHz-Vorverstärker (VV 2) benötigt ebenfalls eine getrennte Stromversorgung von +6V, die mit dem IC 22 stabilisiert wird. Zwar arbeitet der Vorverstärker auch schon bei 5V, aber auch hier haben wir aus Gründen der Störsicherheit und Betriebssicherheit eine separate Stromversorgung vorgezogen.

Aufgrund der verschiedenen notwendigen Versorgungsspannungen sind zwei Transformatoren erforderlich.

Wir möchten an dieser Stelle noch einmal betonen, daß der Aufwand des Netzgerätes, der sich zum größten Teil auf die Versorgung der Vorverstärker bezieht, zu deren hoher Empfindlichkeit und Störsicherheit gravierend beiträgt, da bei großer Empfindlichkeit, z. B. bei Einstreuungen über die Versorgungsspannung Fehlzählungen auftreten können, was aufgrund der hier vorliegenden Konzeption weitgehend ausgeschlossen ist.

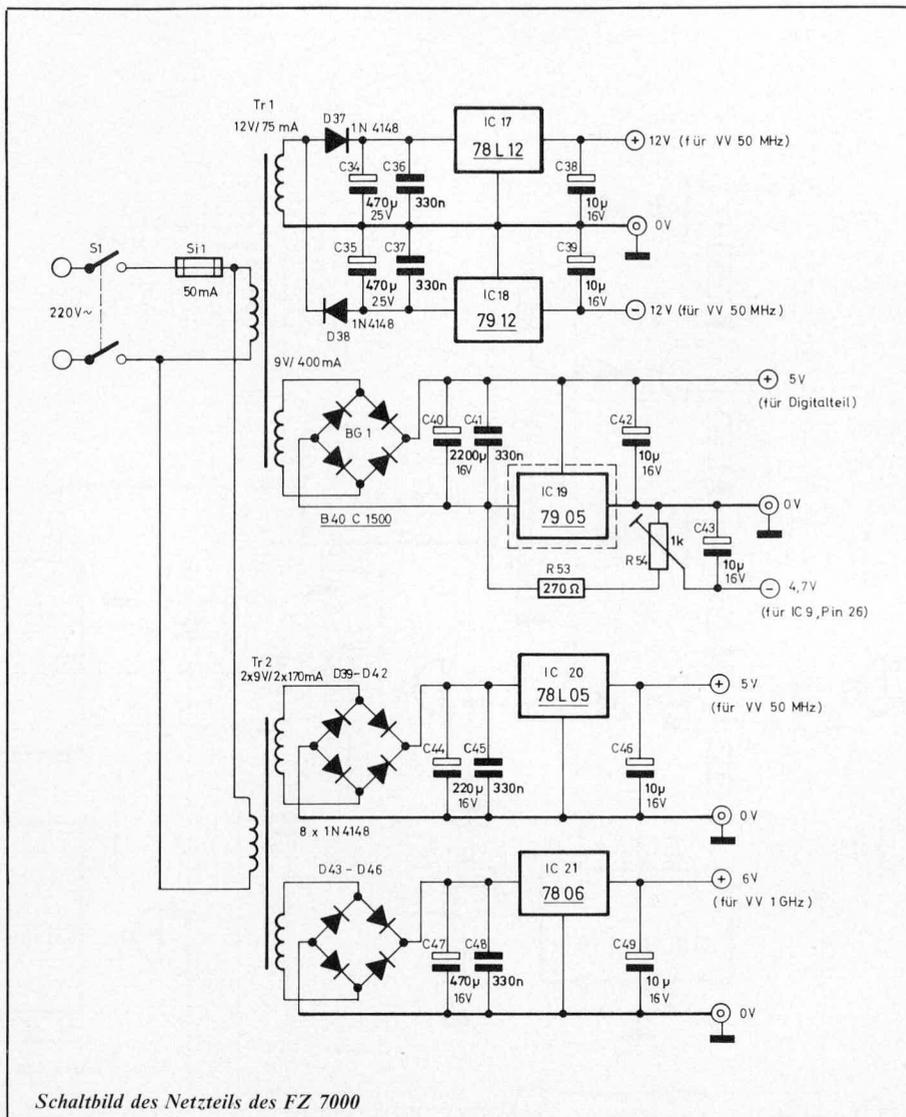
## Zum Nachbau

Trotz der aufwendigen Schaltungstechnik ist es gelungen, durch eine ausgereifte Konstruktion eine hohe Nachbausicherheit zu erreichen, zu der nicht zuletzt das hochwertige Layout der Leiterplatten beiträgt, auf denen bis auf den Netzschalter sämtliche Bauelemente Platz finden, so daß die zusätzliche Verdrahtung sehr gering gehalten werden konnte. Aufgrund der außergewöhnlichen Anforderungen an die Schaltung (Verarbeitung von sehr hohen Frequenzen) sind jedoch innerhalb der Platinen einige isolierte Drähte zu ziehen.

Die mit gleichen Zahlen versehenen Punkte sind durch isolierte Drähte miteinander zu verbinden (Punkt 1 mit Punkt 1, Punkt 2 mit Punkt 2 usw.).

Bevor allerdings mit der Bestückung der Platinen begonnen werden kann, sind diese in das Gehäuse einzupassen. Nachdem ein Probeeinbau der Platinen zur Zufriedenheit verlaufen ist (Platinen sind noch nicht miteinander verlötet), kann mit der Bestückungsarbeit begonnen werden.

Zunächst werden die Brücken, dann die Widerstände, Kondensatoren, Dioden usw. in gewohnter Weise eingelötet.



Schaltbild des Netzteils des FZ 7000

Ist die Bestückung nach Einsetzen der IC's vollendet, wird die Anzeigenplatine senkrecht an die Basisplatine angelötet, und zwar so, daß sie ca. 3 mm unter ihr hervorragt.

Sind alle Kupferflächen der senkrecht aufeinanderliegenden Platinen miteinander verlötet, kann der Einbau ins Gehäuse vorgenommen werden.

Da die Vorverstärker 1 und 2 besonderen Qualitätsansprüchen genügen sollten, ist es sinnvoll, diese, jeden für sich, in ein abgeschirmtes hf-dichtes Gehäuse einzubauen.

Der Einbau der Vorverstärker ins Gehäuse sowie die Befestigung derselben ist bei beiden Vorverstärkern gleich, wobei jedoch zunächst der Vorverstärker 2 und danach erst der Vorverstärker 1 mit der Basisplatine verbunden werden sollte.

Durch die gebohrte und bestückte Platine des Vorverstärkers 2 wird von der Bestückungsseite her an der gekennzeichneten Stelle eine Schraube M 3 x 10 mm hindurchgesteckt und auf der Rückseite mit einer Mutter verschraubt.

An die mit einem Stern gekennzeichneten Punkte ist ein etwa 20 mm langer isolierter Schaltdraht mit einem Durchmesser von 0,8—1 mm an die Kupferseite anzulöten. An die mit zwei Sternen gekennzeichneten

Punkte ist ein ca. 20 mm langer Silberdraht von der Bestückungsseite her durch die entsprechenden Bohrungen an der Kupferseite anzulöten.

Nun kann die Platine in das Gehäuse gesetzt werden, wobei die isolierten Schaltdrähte durch die vorher angebrachten Bohrungen im Gehäuse geführt werden müssen. Es ist darauf zu achten, daß die Leiterbahnseite der Platine nicht mit dem ebenfalls leitenden Gehäuse in Verbindung treten und damit Kurzschlüsse verursachen kann. Hierzu ist ggfs. noch eine Unterlegscheibe zwischen Platine und Gehäuse auf die Schraube zu setzen oder auch die Gehäuseinnenwand zu isolieren.

Nachdem die isolierten Schaltdrähte und die Schraube M 3 x 10 mm durch die Gehäusewand geführt wurden, kann mit Hilfe einer weiteren Mutter die Platine festgesetzt werden.

Nachdem die Platine so mit dem Gehäuse verbunden ist, kann eine weitere Schraube M 3 x 10 mm, auf die zunächst eine Löt-fahne gesteckt wird, durch den Gehäuseboden gesteckt und mit einer Mutter festgezogen werden. Um später den nötigen Abstand zur Basisplatine zu erhalten, wird eine zweite und evtl. eine dritte Mutter auf die Schraube gesetzt und festgezogen. Die Löt-fahne wird mit der zugehörigen Masseverbindung (Silberdraht) verlötet.

Zur Befestigung des Gehäuses mit der Basisplatine steckt man die im Gehäuseboden verankerte Mutter durch die entsprechende Bohrung der Basisplatine und verschraubt diese auf der Platinenrückseite.

Die aus dem Vorverstärkergehäuse herausragenden isolierten Schaltdrähte sind möglichst kurz mit den entsprechenden Punkten auf der Basisplatine zu verlöten.

Als nächstes wird die Frontplatte vorgesetzt und die BNC-Buchse durch die Frontplatte in das Vorverstärkergehäuse geführt, wobei darauf zu achten ist, daß sich der Zahnring bzw. eine Unterlegscheibe zwischen Frontplatte und Vorverstärkergehäuse befindet.

Mit der entsprechenden Mutter wird nun die BNC-Buchse von der Gehäuseinnenseite her verschraubt, wobei der Masseanschluß der Eingangsbuchse mit unter die Mutter geklemmt bzw. daran angelötet werden sollte. Als letztes wird der Silberdraht des Platineneingangs des Vorverstärkers mit dem Mittelstift der BNC-Buchse verlötet. Überstehende Enden der Silberdrähte sind abzukneifen.

Damit ist die Montage des Vorverstärkers 2 beendet und der Deckel kann aufgesetzt werden.

Die Montage des Vorverstärkers 1 geht im Prinzip genauso vor sich, wobei man jedoch besonders darauf achten muß, daß gleichzeitig mit der Befestigung die entsprechenden isolierten Schaltdrähte in die vorgesehenen Bohrungen der Basisplatine geführt werden.

Nach Einsetzen der BNC-Buchse (auf den Zahnring bzw. die Unterlegscheibe zwischen Frontscheibe und Gehäuse achten), Verlöten der Anschlußdrähte und Aufsetzen des Deckels ist die Montage der Vorverstärker beendet.

Jetzt kann der so vormontierte Frequenz-zähler von oben in die untere Halbschale des Gehäuses der Serie 7000 eingesetzt werden, wobei die Frontplatte in die zugehörigen Nuten eingeführt wird.

Beim Anschluß des Netzkabels mit der zugehörigen Verdrahtung des Netzschalters sowie grundsätzlich beim Nachbau von elektronischen Geräten sind die VDE-Bestimmungen zu beachten.

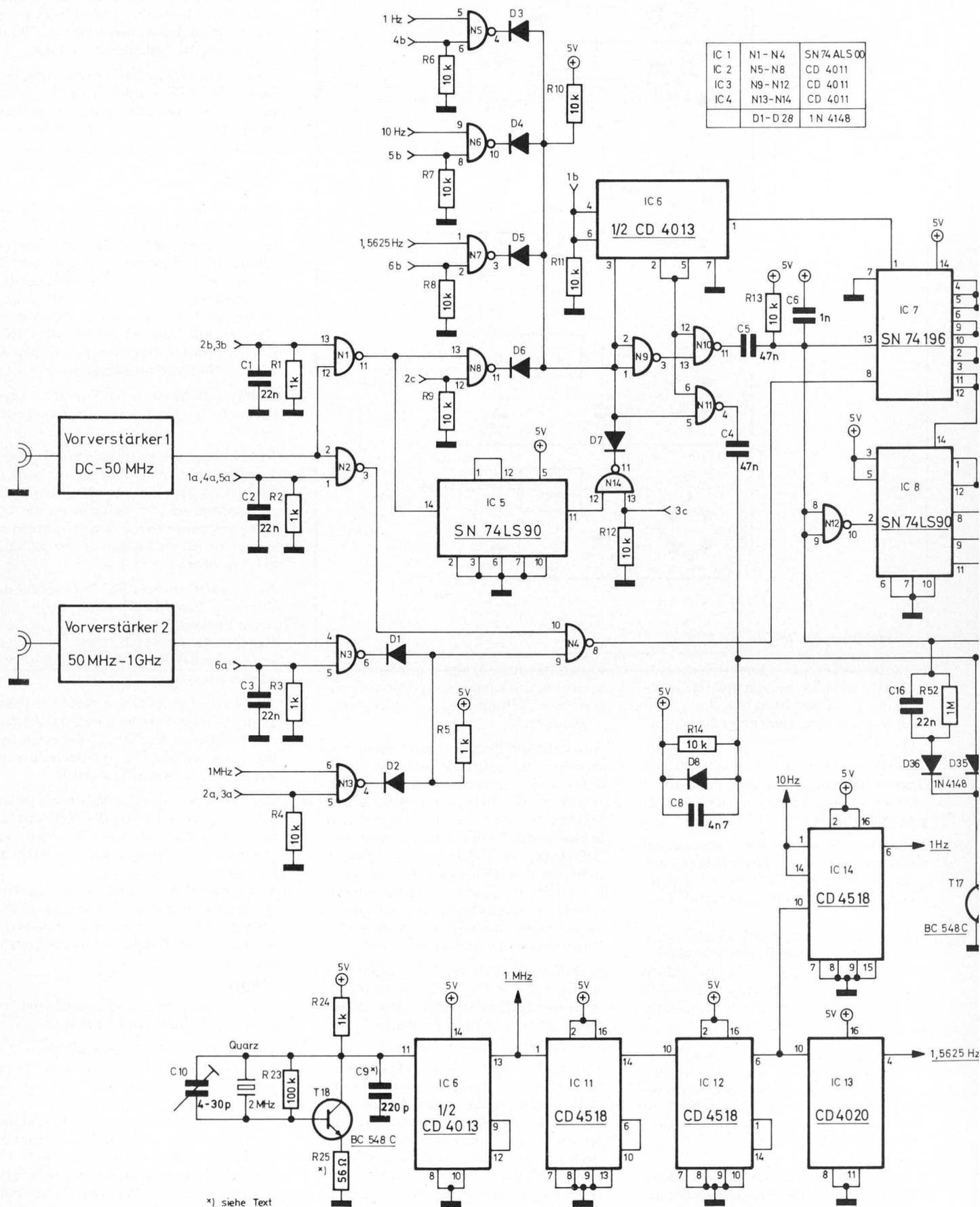
Ist der nachfolgend beschriebene Abgleich durchgeführt, kann das Gehäuseoberteil aufgesetzt und verschraubt werden. Damit ist der 1-GHz-Frequenzzähler einsatzbereit.

### Abgleich

Die einzelnen Einstellungen sind ohne spezielle Hilfsmittel durchführbar.

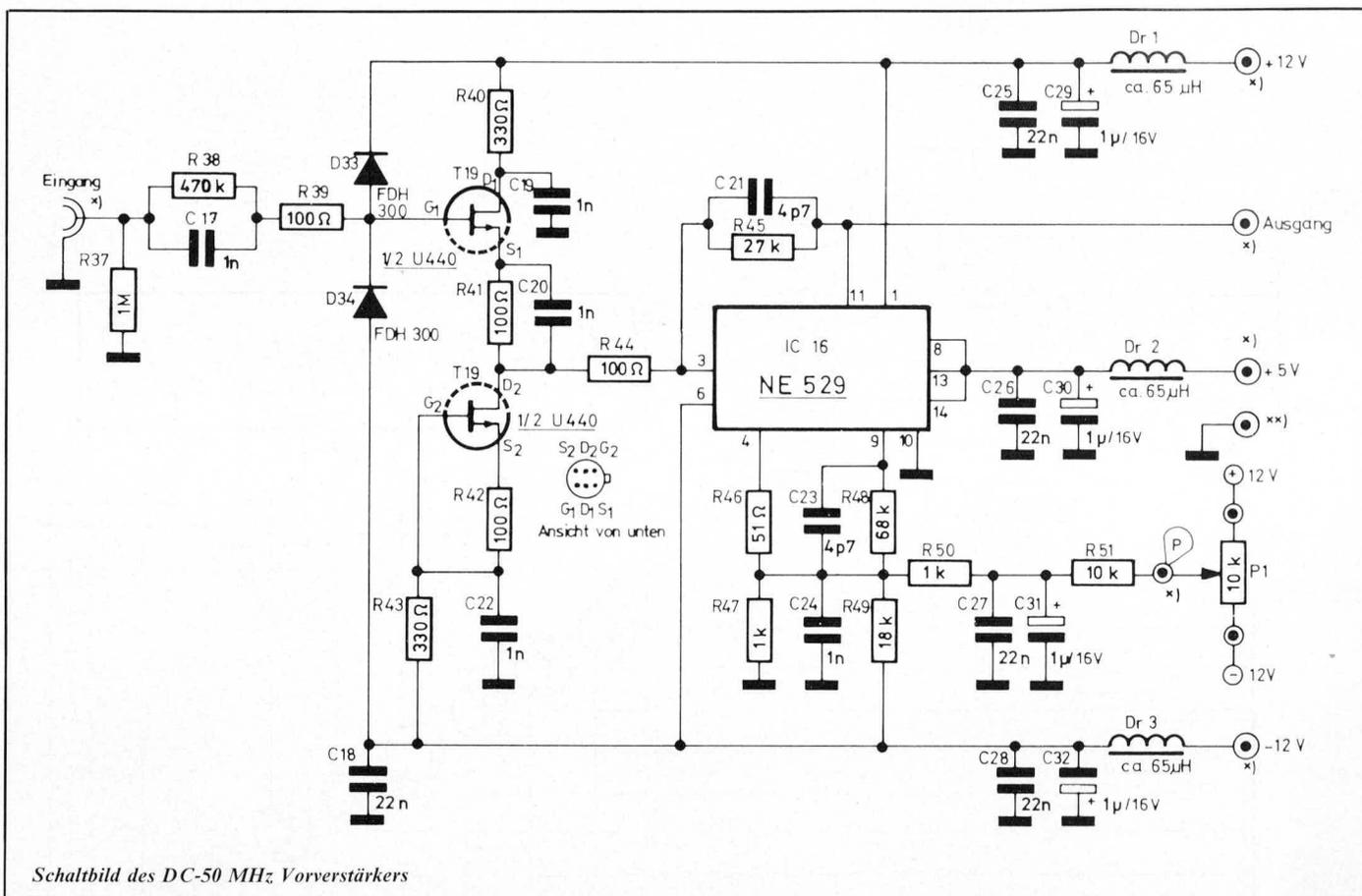
Die Einstellung des Trimmer R 53 ist als erstes erforderlich, wenn die beiden Vorverstärker eins und zwei noch nicht montiert sind.

Der Präzisionsdrehwähler S 1 ist in Stellung 1 zu bringen und ein TTL-Signal von einigen kHz an Pin 2 des Gatters N 2 zu legen. Mit einem Meßgerät wird die Spannung zwischen den Punkten 23 und 26 des IC 9 gemessen. R 53 wird so eingestellt, daß die Spannung an Pin 26 ca. — 3 V gegenüber Pin 23 (Masse) beträgt, wobei die



Schaltbild des 1-GHz-Frequenzzählers





Schaltbild des DC-50 MHz Vorverstärkers

Spannung um 1–2 V nach oben oder unten abweichen kann. Wichtig ist lediglich, daß das IC 9 einwandfrei zählt, d. h. kontinuierlich hochläuft, da als Meßart Ereigniszählung eingestellt wurde.

Als nächstes ist der Quarzoszillator abzugleichen.

Hierzu bringt man den Schalter S 1 in Stellung 4 und legt eine möglichst genau bekannte Frequenz an den Zählereingang. Mit Hilfe des Trimmerkondensators C 10 kann nun der Quarz geringfügig „gezogen“ werden, wodurch sich die Frequenz in kleinen Grenzen verändern läßt. Die Einstellung hat nun so zu erfolgen, daß auf der achtstelligen Anzeige genau der Wert erscheint, der als Referenzfrequenz am Eingang anliegt. Sollte der Quarzoszillator nicht einwandfrei anschwingen, so ist dies durch geringfügiges Verändern von R 25 bzw. C 9 zu verbessern.

Die nächste Einstellung bezieht sich auf den 50 MHz–1 GHz-Vorverstärker und ist durchzuführen, nachdem dieser fertig montiert und angeschlossen wurde.

Der Drehschalter S 1 ist in Stellung 6 zu bringen. Nachdem eine Frequenz zwischen 50 MHz und 1 GHz an den Eingang des Vorverstärkers 2 gelegt wurde, stellt man mit R 36 der durch eine Bohrung im Gehäuse und in der Platine von außen zugänglich ist den Ausgangsgleichspannungspegel ein. Indem man R 36 langsam von Masse her beginnend nach + verdreht und sich merkt, in welchem Bereich der Frequenzzähler arbeitet, dreht man anschließend R 36 in die Mitte dieses Bereiches.

Genau wie die vorhergehenden Einstellungen ist auch diese unkritisch.

### Praktischer Betrieb

Mit dem Poti „Pegel“ wird beim Vorverstärker 1 (DC–50 MHz) die Gleichspannungseinstellung vorgenommen. Bei größeren Eingangssignalen ist diese Einstellung völlig unkritisch und der Zähler zeigt den korrekten Wert in einem größeren Einstellbereich des Potis an (sonst zeigt die Anzeige 0).

Kommt das Eingangssignal jedoch in die Nähe der Grenzempfindlichkeit des Vorverstärkers 1 und ist im Normalfall gar keine Einstellung, da in diesem Vorverstärker nur Festwiderstände und Festkondensatoren eingesetzt wurden.

Unter Einstellung verstehen wir in diesem Falle die Änderung der Rückkopplung über C 21 und im wesentlichen über R 45, wodurch bei Vergrößern von R 45 (und evtl. verkleinern von C 21) sich die Empfindlichkeit verbessert aber die Störsicherheit bei sehr niedrigen Frequenzen verschlechtert.

Durch Anlegen unterschiedlicher Frequenzen und Kurvenformen bei verschiedenen Eingangsspannungen kann herausgefunden werden, welcher Wert für R 45 (und evtl. auch für C 21) für den gewünschten Einsatzfall am günstigsten erscheint, wobei es sehr wesentlich ist, daß sich der Vorverstärker ordnungsgemäß montiert, im Gehäuse befindet. Da diese Untersuchungen jedoch recht kompliziert sind, wird wohl im allgemeinen die angegebene Dimensionierung von vornherein eingelötet werden, bei der der Vorverstärker im gesamten Bereich von DC bis 50 MHz einwandfrei und stabil arbeitet.

verstärkers, so wird der Bereich, in dem eine korrekte Anzeige erscheint, sehr klein und man benötigt ein wenig Fingerspitzengefühl dafür, zumal bei nicht exakter Einstellung die Anzeige nicht sofort auf 0 geht, sondern evtl. den halben Wert oder noch weniger anzeigt. In einem solchen Fall muß man dann ein wenig an dem Pegelpotentiometer drehen, um den max. angezeigten Wert, der zumindest in einem kleinen Einstellbereich des Potis konstant bleiben sollte, als den korrekten zu erkennen.

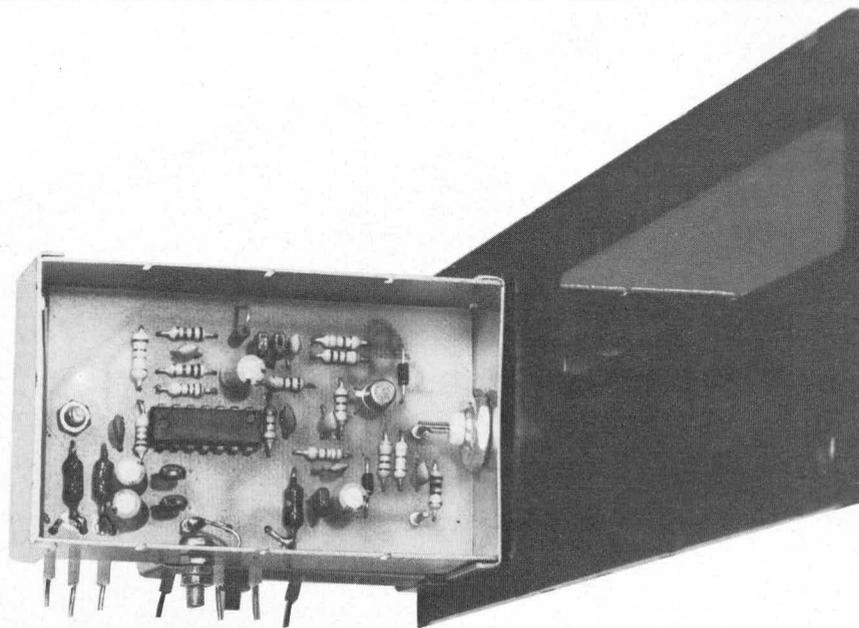
Dieses Fingerspitzengefühl benötigt man allerdings, wie bereits erwähnt, nur bei außerordentlich kleinen Eingangssignalen, die in der Größenordnung der Grenzempfindlichkeit liegen.

Bei Messungen im Bereich von 50 MHz bis 1 GHz ist keine Gleichspannungseinstellung erforderlich, da es sich hier um einen reinen AC-Verstärker handelt.

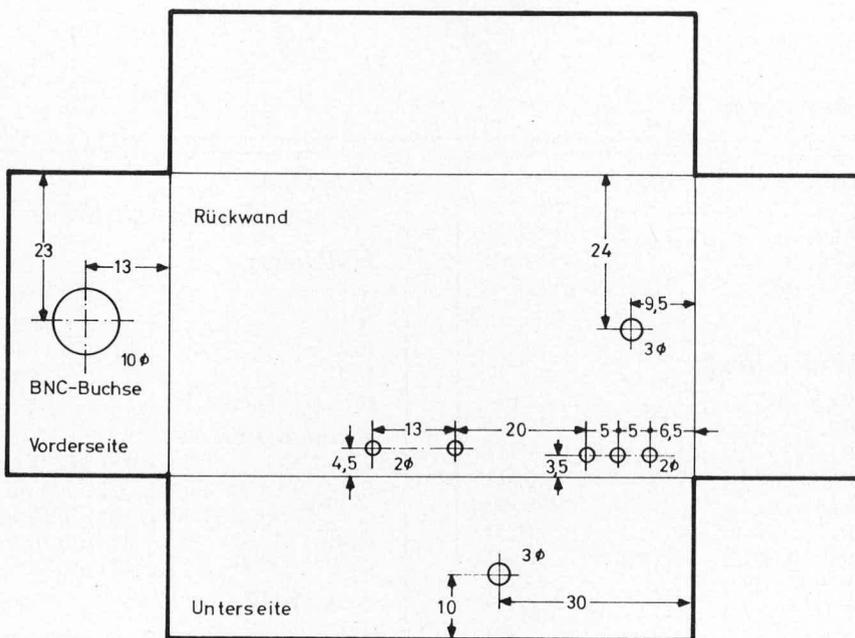
Die Meßmöglichkeit bei Periodendauernmessungen (gemittelt) reichen bis über 10 kHz hinauf, während bei Ausmessung einzelner Perioden die max. Eingangsfrequenz 1 kHz nicht wesentlich überschreiten sollte. Nach unten hin können Perioden bis 100 sec. Dauer entsprechend 0,01 Hz gemessen werden.

Bei Ereignismessungen (S 1 in Stellung 1) ist der Schalter S 1 zunächst in eine andere Stellung und erst direkt bei Beginn der Ereignismessung in Stellung 1 zu bringen, wobei der Zähler dann automatisch auf Null gesetzt wird.

Wir wünschen Ihnen viel Erfolg beim Nachbau dieses hochqualifizierten 1-GHz-Frequenzzählers und viel Freude bei seinem Einsatz.



Ansicht des im geöffneten Abschirmgehäuse befindlichen DC-50 MHz Vorverstärkers, der mit einer BNC-Eingangsbuchse an der Frontplatte angeflanscht ist



Bohrplan des Abschirmgehäuses für den DC-50 MHz Vorverstärker

**Stückliste**  
**DC-50 MHz Vorverstärker**

**Halbleiter**

- IC 16 ..... NE 529
- T 19 ..... U 440 oder U 441
- D33, D34..... FDH 300

**Kondensatoren**

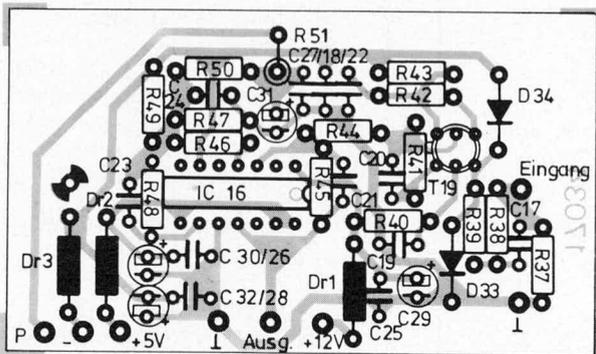
- C17, C 19, C20, C22,
- C24..... 1 nF, ker
- C18, C25 bis C28 ..... 22 nF, ker
- C21, C23 ..... 4,7 pF, ker
- C29 bis C32 ..... 1  $\mu$ F/16 V

**Widerstände**

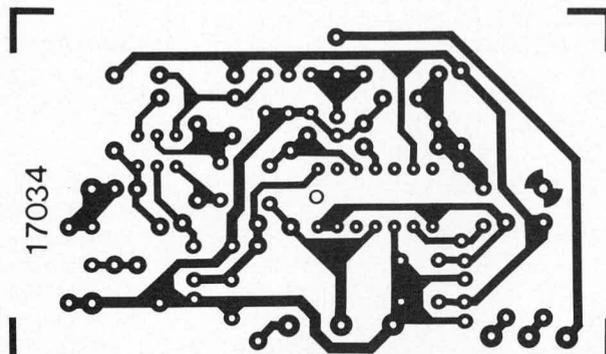
- R37..... 1 M $\Omega$
- R38..... 470 k $\Omega$
- R39, R41, R42, R44..... 100  $\Omega$
- R40, R43 ..... 330  $\Omega$
- R45..... 27 k $\Omega$
- R46..... 51  $\Omega$
- R47, R 50 ..... 1 k $\Omega$
- R48..... 68 k $\Omega$
- R49..... 18 k $\Omega$
- R50..... 1 k $\Omega$
- R51..... 10 k $\Omega$
- P1... 10 k $\Omega$ , Poti, lin, 4 mm Achse

**Sonstiges**

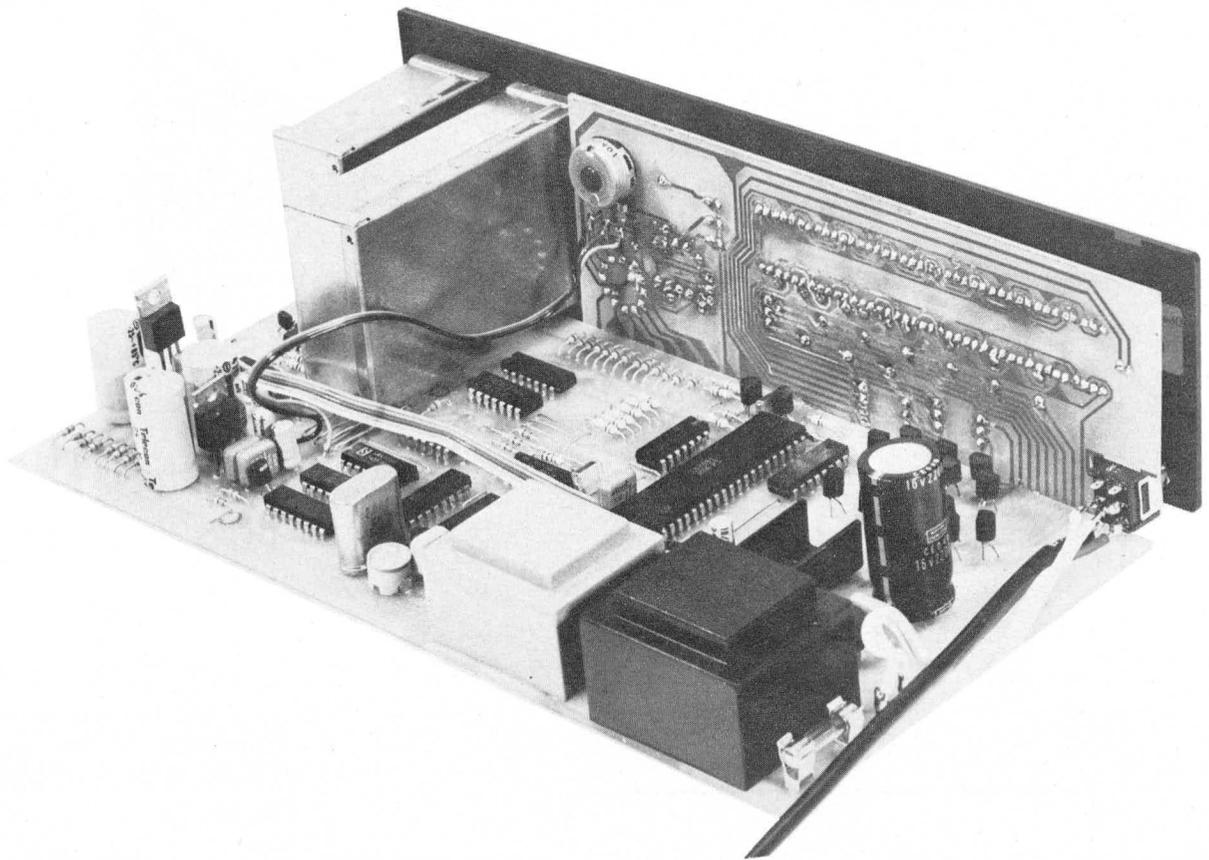
- Dr1 bis Dr3 ... HF-Drossel 65  $\mu$ H
- 1 HF-dichtes Gehäuse
- 2 Schrauben M 3 x 10 mm
- 2 Muttern M 3



Bestückungsseite der Platine



Leiterbahnseite der Platine



Rückansicht des geöffneten 1-GHz-Frequenzzählers FZ 7000

**Stückliste**  
**1-GHz-Frequenzzähler**  
**FZ 7000**  
**Grundversion:**

**Halbleiter**

IC 1	SN 74 ALS 00
IC 2	CD 4011
IC 3	CD 4011
IC 4	CD 4011
IC 5	SN 74 LS 90
IC 6	CD 4013
IC 7	SN 74196
IC 8	SN 74 LS 90
IC 9	LS 7031
IC 10	CD 4511
IC 11	CD 4518
IC 12	CD 4518
IC 13	CD 4020
IC 14	CD 4518
IC 19	7905
T1 bis T7	BC 548 C
T8 bis T15	BC 875
T16 bis T18	BC 548 C
D1 bis D28	1 N 4148
D29	LED rot 5 mm
D30 bis D32	LED rot 3 mm
D35, D36	1 N 4148
BG 1	B40C1500, Rundbrücke
Di1 bis Di8	TIL 702 = DIS 1306

**Kondensatoren**

C1 bis C3	22 nF, ker
C4, C5	47 nF
C6	1 nF, ker
C7, C8	4,7 nF
C9	220 pF

C10	4—30 pF, Trimmer
C16	22 nF, ker
C40	2200 $\mu$ F/16 V
C41	330 nF
C42, C43	10 $\mu$ F/16 V

**Widerstände**

R1 bis R3	1 k $\Omega$
R4	10 k $\Omega$
R5	1 k $\Omega$
R6 bis R15	10 k $\Omega$
R16	100 k $\Omega$
R17	560 $\Omega$
R18, R19	10 k $\Omega$
R20 bis R22	470 $\Omega$
R23	100 k $\Omega$
R24	1 k $\Omega$
R25	56 $\Omega$
R26 bis R32	47 $\Omega$
R33 bis R35	120 $\Omega$
R52	1 M $\Omega$
R53	270 $\Omega$
R54	1 k $\Omega$ , Trimmer

**Sonstiges**

- 1 Quarz, 2 MHz
- 1 Trafo Tr 1, prim: 220 V, 4,5 VA  
sek: 9 V/400 mA,  
12 V/75 mA
- 1 Präzisions-DrehSchalter  
2 x 6 Stellungen
- 1 Platinensicherungshalter
- 1 Sicherung 50 mA, flink
- 1 U-Kühlkörper
- 1 Schraube M 3 x 6 mm
- 1 Mutter M 3
- Lötstifte

**Stückliste**  
**Netzteil für Vorverstärker**  
**Halbleiter**

IC17	78 L 12
IC18	7912
IC20	78 L 05
IC21	7806
D37 bis D46	1 N 4148

**Kondensatoren**

C34, C35	470 $\mu$ F/25 V
C36, C37, C45, C48	330 nF
C38, C39, C46, C49	10 $\mu$ F/16 V
C44	220 $\mu$ F/16 V
C47	470 $\mu$ F/16 V

**Sonstiges**

- Tr2 ..... Transformator  
prim: 220 V, 3VA  
sek.: 2 x 9 V/2 x 170 mA

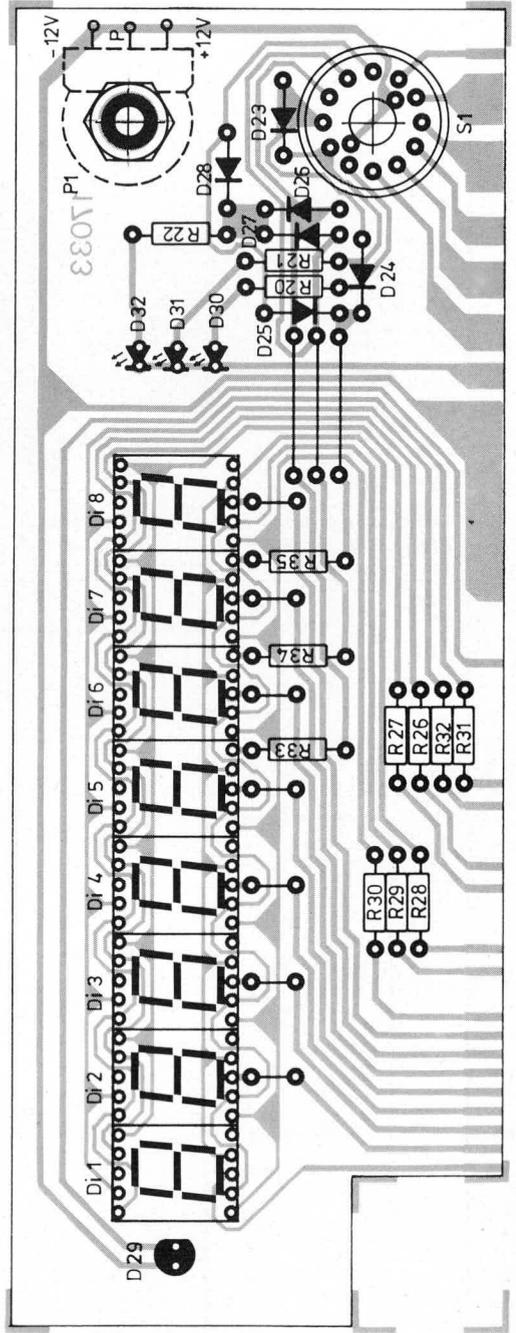
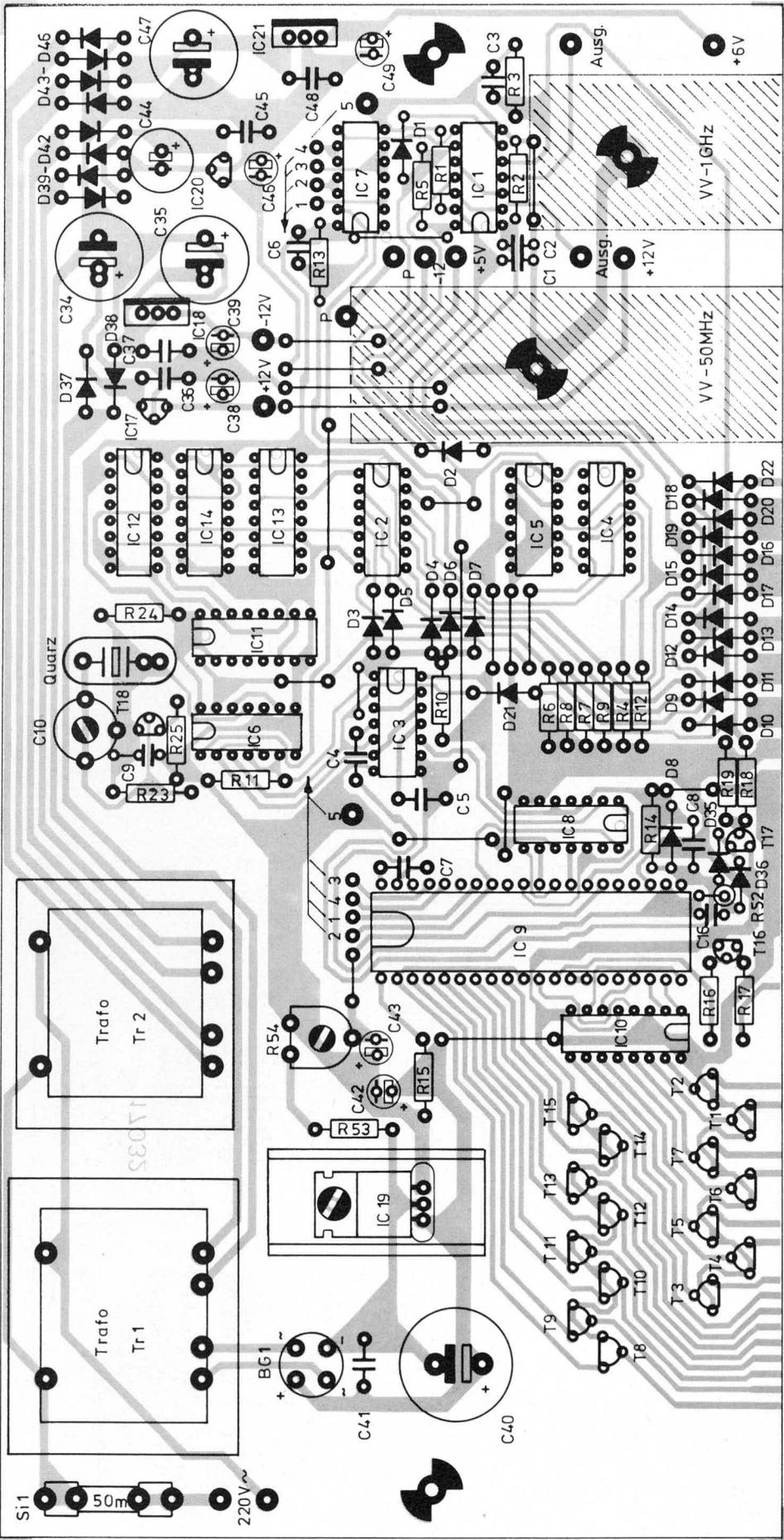
Die Wicklung für die Erzeugung der +/-12 V ist bereits mit auf dem Trafo Tr 1 vorhanden, der in der Grundversion enthalten ist.

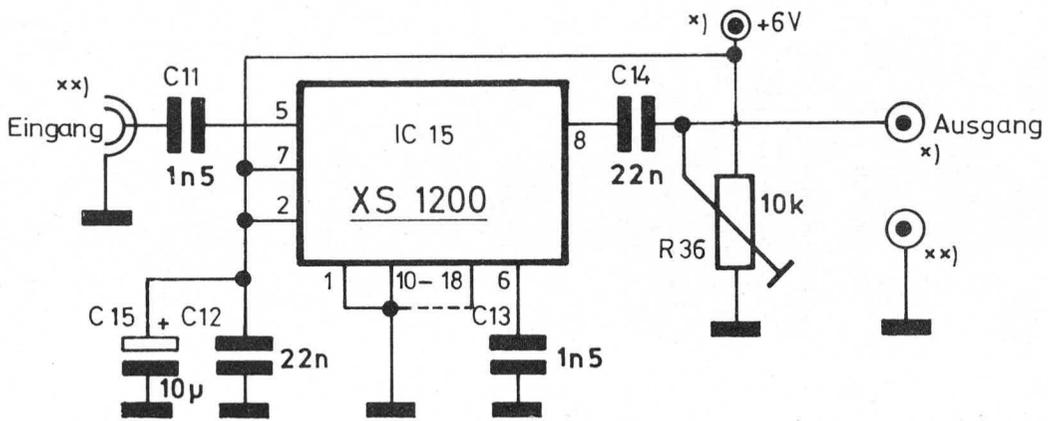
**Gehäusebausatz**

- 1 HF-dichtes Gehäuse
- 2 Schrauben M 3 x 10 mm
- 2 Muttern M 3
- 1 Gehäuse aus der ELV-Serie 7000
- 2 bedruckte und gebohrte Frontplatte
- 2 Gehäusebefestigungsschrauben
- 1 2-adriges Netzkabel mit Stecker
- 1 Netzkabeldurchführung mit Zugentlastung
- 1 Spannzangen-Drehknopf, 10 mm  $\varnothing$  mit Deckel und Pfeilscheibe für 4 mm Achse
- 1 Kippschalter, 2-polig
- 2 BNC-Buchsen für Zentralbestimmung

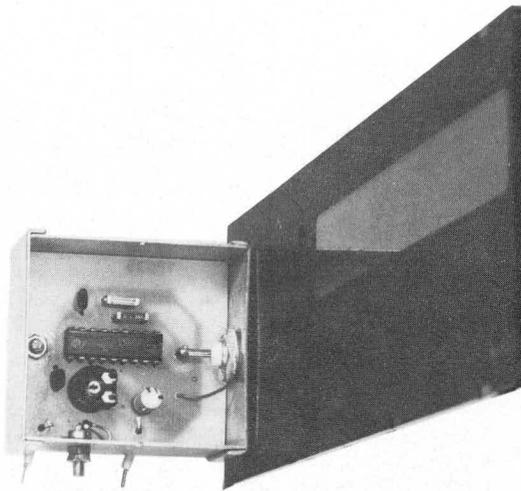
Bestückungsseite der Basisplatte des 1-GHz-Frequenzzählers FZ 7000

Bestückungsseite der Anzeigenplatte des 1-GHz-Frequenzzählers FZ 7000





Schaltbild des 50 MHz—1 GHz Vorverstärkers



Ansicht des im geöffneten Abschirmgehäuse befindlichen 50 MHz—1 GHz Vorverstärkers, der mit einer BNC-Eingangsbuchse an der Frontplatte angeflanscht ist.

### Stückliste 50 MHz-1 GHz Vorverstärker

#### Halbleiter

IC15 ..... XS 1200

#### Kondensatoren

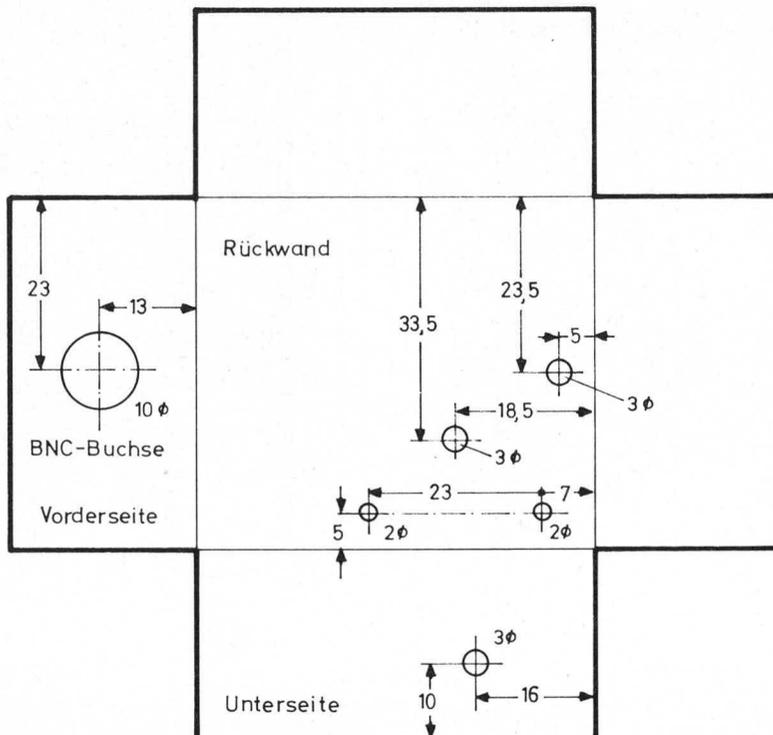
C11 ..... 1,5 nF, ker  
C12 ..... 22 nF, ker  
C13 ..... 1,5 nF, ker  
C14 ..... 22 nF, ker  
C15 ..... 10 µF/16 V

#### Widerstände

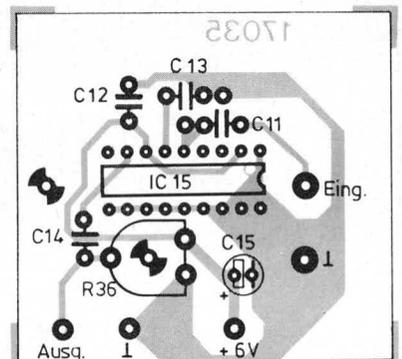
R36 ..... 10 kΩ, Trimmer

#### Sonstiges

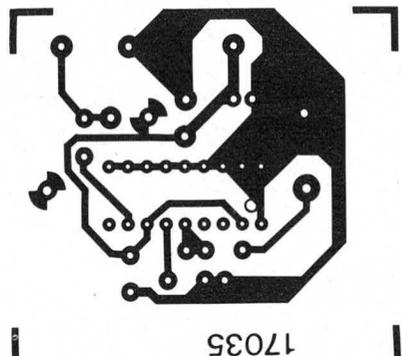
- 1 HF-dichtes Gehäuse
- 2 Schrauben M 3 x 10 mm
- 2 Muttern M 3



Bohrplan des Abschirmgehäuses für den 50 MHz—1 GHz Vorverstärker



Bestückungsseite der Platine



Leiterbahnseite der Platine