



# Frequenzgang-Tester FT 7000

**Ausgestattet mit einem von 20 Hz bis 20 kHz variablen Pegeltongenerator und einem VU-Meter mit einem Messbereich von -20 dB bis +3 dB ist der Frequenzgang-Tester im Audiogeräteservice vielseitig einsetzbar.**

## Allgemeines

Im Bereich der Audiotechnik spielt der Frequenzgang von Verstärkern, Vorverstärkern, Filtern, Klangregelstufen sowie anderen aktiven und passiven Stufen eine wichtige Rolle.

Zur Überprüfung des Frequenzgangs ist am Eingang des Prüflings ein in der Frequenz variables Audio-Signal mit stabiler Ausgangsamplitude anzulegen und am Ausgang des Prüflings wird dann die Amplitude des Ausgangssignals bei verschiedenen Frequenz-Einstellungen gemessen.

Das Eingangssignal des Prüflings liefert ein im Frequenzgang-Tester integrierter Sinusgenerator mit stabiler Ausgangsamplitude, dessen Frequenz von 20 Hz bis 20 kHz in 3 Bereichen schaltbar und mit Hilfe eines Einstellpotis jeweils innerhalb eines Bereiches stufenlos einstellbar ist. Die Ausgangsamplitude ist dabei in 4 Stufen schaltbar, wobei 0 dB 775 mV entsprechen. Als weitere Ausgangsamplituden stehen +10 dB, -20 dB und -40 dB zur Verfügung. Die

Ausgangsimpedanz des Sinusgenerators beträgt ca. 600  $\Omega$ .

Das Ausgangssignal des Prüflings wird wiederum dem Eingang des Frequenzgangtesters zugeführt und gelangt zunächst auf einen Eingangsverstärker, dessen Empfindlichkeit in 20-dB-Stufen von -40 dB bis +20 dB veränderbar ist.

Die Pegelanzeige erfolgt mit Hilfe von 10 Leuchtdioden im Bereich von -20 dB

bis +3 dB, wobei der besonders interessante Bereich von -1 dB bis +3 dB mit 1-dB-Auflösung angezeigt wird.

Neben der kalibrierten, auf NF-Normpegel (0 dB) bezogenen Anzeige, ist für relative Verstärkungsmessungen der Pegel des VU-Meters mit Hilfe eines Potis stufenlos einstellbar.

Neben der Überprüfung des Frequenzgangs kann das Gerät im praktischen Ein-

### Technische Daten: NF-Frequenzgang-Tester FT 7000

#### Sinus-Generator

Frequenzbereich 1: ..... 20 Hz bis 200 Hz

Frequenzbereich 2: ..... 200 Hz bis 2 kHz

Frequenzbereich 3: ..... 2 kHz bis 20 kHz

Ausgangsamplitude bezogen auf

NF-Normpegel (775 mV): ..... -40 dB, -20 dB, 0 dB, +10 dB

Ausgangsimpedanz: ..... ca. 600  $\Omega$

#### VU-Meter

Messbereich: ..... -20 dB bis +3 dB (von -1 dB bis +3 dB mit 1-dB-Auflösung)

Pegelmessung: .... bezogen auf 0 dB und variabel für relative Verstärkungsmessung

Eingangspegel: ..... schaltbar in 20-dB-Stufen von -40 dB bis +20 dB

Frequenzgang des Messverstärkers und VU-Meters: ..... 20 Hz bis 20 kHz

Spannungsversorgung: ..... eingebautes 230-V-Netzteil

Abmessungen (B x H x T): ..... 272 x 92 x 150 mm

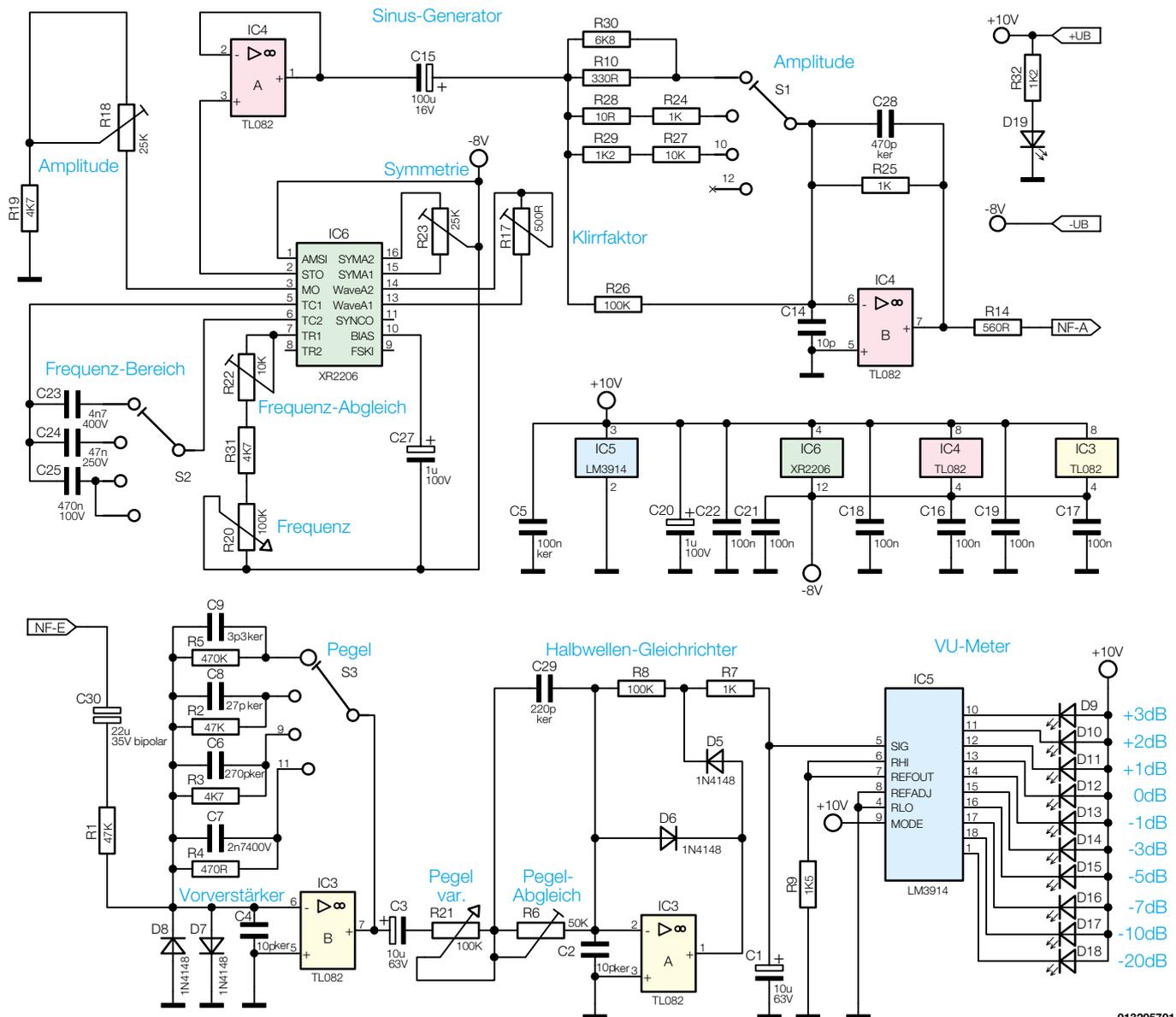


Bild 1: Hauptschaltbild des FT 7000

satz auch als NF-Signalverfolger mit optischer Pegelanzeige genutzt werden. Der eingebaute Sinusgenerator ist darüber hinaus auch als universelle Audio-Signalquelle zu nutzen. Die Stromversorgung des Gerätes erfolgt über einen eingebauten Netztransformator direkt aus dem 230-V-Wechselspannungsnetz.

### Bedienung

Mit dem auf der Frontplatte links unten angeordneten Druckschalter wird der FT 7000 eingeschaltet. Die Frontplatte teilt sich im Wesentlichen in die beiden Funktionsblöcke VU-Meter und Pegelton-Generator.

Betrachten wir zuerst den auf der rechten Frontplattenhälfte angeordneten Pegelton-Generator, dessen Bedienelemente aus einem Poti und zwei Schiebeschaltern bestehen.

Die Ausgangsfrequenz des Pegelton-Generators ist mit dem Schiebeschalter

„Frequenz-Bereich“ in drei Stufen schaltbar und innerhalb des jeweiligen Bereichs mit dem darunter angeordneten Einstellpoti stufenlos variierbar. Somit kann im ersten Bereich die Frequenz von 20 Hz bis 200 Hz, im zweiten Bereich von 200 Hz bis 2 kHz und im obersten Bereich von 2 kHz bis 20 kHz eingestellt werden.

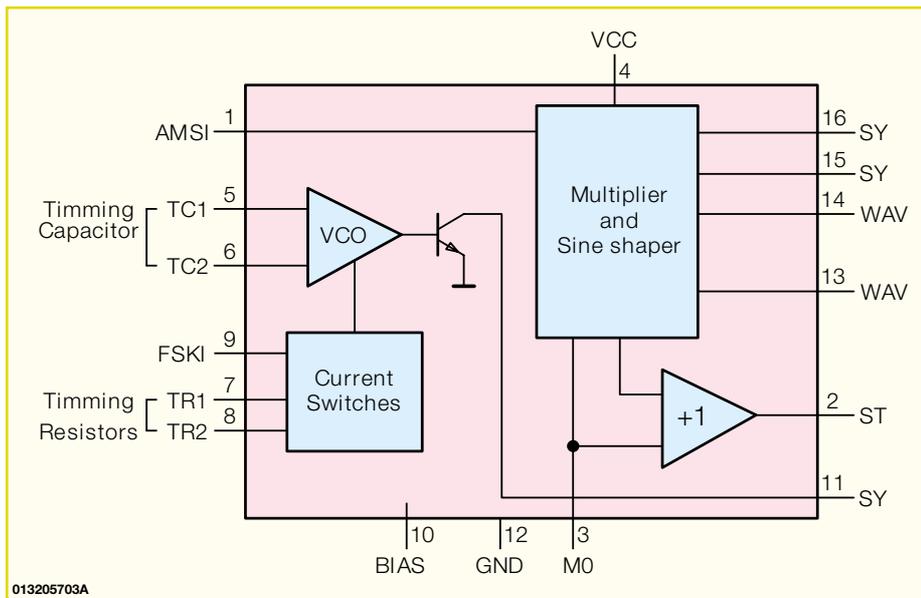
Der Ausgangspegel, d. h. die Ausgangsamplitude des Sinussignals, wird mit dem oben rechts angeordneten Schiebeschalter in vier feste dB-Abstufungen eingestellt. Bezogen auf den NF-Normpegel von 775 mV  $\hat{=}$  0 dB stehen Ausgangspegel von -40 dB, -20 dB, 0 dB und +10 dB zur Verfügung. Ausgekoppelt wird das Sinussignal an der BNC-Buchse „NF-Ausgang“.

Im linken Bereich der Frontplatte befindet sich das VU-Meter mit einstellbarer Eingangs-Empfindlichkeit. Je nach Ausgangsamplitude des Prüflings ist eine Dämpfung oder Verstärkung des Eingangssignals erforderlich, wozu ein Schiebeschalter und ein Einstellpoti zur Verfügung stehen. Mit

dem Schiebeschalter ist der Eingangspegel in 20-dB-Abstufungen von -40 dB bis +20 dB veränderbar. Das darunter angeordnete Einstellpoti befindet sich am Linksanschlag in der Stellung „Kal.“. In dieser Poti-Stellung muss bei 775-mV-Eingangssignal von der LED-Balkenanzeige 0 dB angezeigt werden, wenn sich der Schiebeschalter „Pegel“ ebenfalls in der Schalterstellung 0 dB befindet. Für relative Verstärkungsmessungen ist die Anzeige des VU-Meters mit dem Poti in einem Bereich von ca. 12 dB einstellbar. Die Eingangsimpedanz des VU-Meters beträgt ca. 47 k $\Omega$ .

### Schaltung

Das Gesamtschaltbild des FT 7000 ist in zwei Teilschaltbildern gegliedert, die sich an den Leiterplatten des Gerätes orientieren. Im Hauptschaltbild (Abbildung 1) sind sämtliche Komponenten dargestellt, die sich auf der Frontplatte befinden, während Abbildung 3 die auf der Basisplatte befindlichen



**Bild 2: Interner Aufbau des XR 2206**

Bauelemente des Netzteils und die Ausgangsbuchsen zeigt. Die detaillierte Schaltungsbeschreibung beginnen wir nun mit dem Hauptschaltbild in Abbildung 1.

### Sinus-Generator

Im oberen Bereich des Hauptschaltbildes ist der Sinusgenerator dargestellt, der mit dem altbekannten Funktionsgenerator-Baustein XR 2206 aufgebaut ist. Dieser Baustein benötigt nur wenige externe Komponenten und liefert über den gesamten Audio-Frequenzbereich ein amplitudenstabiles Sinussignal. Das Blockschaltbild in Abbildung 2 zeigt den internen Aufbau dieses ICs, der neben dem Sinussignal auch eine dreieckförmige Ausgangsspannung und ein Rechtecksignal liefern kann, die jedoch im FT 7000 nicht benötigt werden.

Um den gesamten Audio-Frequenzbereich zu überstreichen ist es erforderlich, den an Pin 5 und an Pin 6 angeschlossenen externen, frequenzbestimmenden Kondensator umzuschalten. Dies erfolgt mit Hilfe des 4-stufigen Schiebeschalters S 2, von dem 3 Stufen genutzt werden. Je nach Frequenzbereich liegt somit zwischen Pin 5 und Pin 6 des XR 2206 der Kondensator C 23, C 24 oder C 25.

Die Frequenz-Feinabstimmung wird mit dem auf der Frontplatte zur Verfügung stehenden Einstellpoti R 20 vorgenommen, sodass insgesamt die Einstellbereiche von 20 Hz bis 200 Hz, von 200 Hz bis 2 kHz und von 2 kHz bis 20 kHz zur Verfügung stehen. Der Einstelltrimmer R 22 dient in diesem Zusammenhang zum Abgleich der max. Frequenz, d. h. wenn sich das Einstellpoti R 20 am Rechtsanschlag befindet.

Mit Hilfe des an Pin 13 und Pin 14 angeschlossenen Einstelltrimmers R 16 kann der Klirrfaktor des Sinussignals auf

Minimum abgeglichen werden und der Trimmer R 23, angeschlossen an Pin 15 und Pin 16 des Bausteins, bestimmt die Symmetrie des Ausgangssignals.

Mit dem an Pin 3 angeschlossenen Einstelltrimmer R 18 erfolgt der Amplitudenabgleich des an Pin 2 zur Verfügung stehenden Sinus-Ausgangssignals.

Das an Pin 1 von IC 4 A anstehende Sinussignal wird mit C 15 gleichspannungsmäßig entkoppelt auf den nachfolgenden invertierenden Verstärker gegeben, der mit IC 4 B und externen Komponenten aufgebaut ist.

Der Eingangswiderstand dieser Verstärkerstufe ist mit dem Schiebeschalter S 1 in vier Stufen veränderbar, sodass wir je nach gewünschter Ausgangsamplitude eine Verstärkung oder Dämpfung des Sinussignals erhalten. Die Verstärkung bzw. die Dämpfung der Eingangsstufe wird vom Verhältnis des Rückkopplungs-Widerstandes R 25 zum schaltbaren Eingangswiderstand bestimmt. In unserer Schaltung ist es vorteilhaft, anstatt des Widerstandes im Rückkopplungszweig den Eingangswiderstand umzuschalten, da dann im Umschaltmoment am Ausgang keine Spannungsspitzen entstehen.

Ausgekoppelt wird letztendlich das Sinussignal über R 14 an der BNC-Buchse BU 100, die sich auf der Basisplatine (Abbildung 3) befindet.

### VU-Meter

Das VU-Meter zur Pegelanzeige ist im unteren Bereich des Hauptschaltbildes zu sehen. Hier gelangt das vom Prüfling kommende Audiosignal auf die Eingangs-BNC-Buchse BU 101 (Abbildung 3) und von der Buchse über den bipolaren Elko C 30 direkt auf den mit IC 3 B und externer Beschaltung aufgebauten invertierenden Eingangsverstärker. Ein DC-Offset am Ausgang des

Prüflings führt somit nicht zur Verfälschung des Messergebnisses.

Die Verstärkung bzw. Dämpfung der mit IC 3 B aufgebauten Stufe ist nun abhängig vom Gegenkopplungswiderstand, der mit Hilfe des 4-stufigen Schiebeschalters S 3 veränderbar ist. Während die Verstärkung +20 dB beträgt, wenn R 5 im Rückkopplungszweig liegt, stellt sich mit R 4 im Rückkopplungszweig eine Signaldämpfung von 40 dB ein.

Am Ausgang des Vorverstärkers gelangt das Signal dann über einen mit IC 3 A aufgebauten Präzisions-Halbwellengleichrichter auf das mit IC 5 realisierten VU-Meter (Volume-Unit-Meter). Die Pegelanzeige kann wahlweise im kalibrierten oder im variablen Modus arbeiten. Im kalibrierten Mode (Poti-Linksanschlag) wird bei 775 mV NF-Eingangssignal 0 dB auf der Balkenanzeige angezeigt, wenn sich der Schiebeschalter S 3 in der Schalterstellung 0 dB befindet. Der variable Mode hingegen ist für relative Verstärkungsmessung vorgesehen. Hier kann in Kombination mit dem Schiebeschalter S 3 bei nahezu jedem Eingangspegel die Anzeige auf einen gewünschten Wert eingestellt werden, um dann die Verstärkung oder Dämpfung einer Stufe oder eines Gerätes zu ermitteln.

Um z. B. einen 30-dB-Verstärker zu überprüfen, wäre es sinnvoll, die Anzeige auf -10 dB einzustellen und mit Hilfe des Schiebeschalters S 3 eine Dämpfung von 20 dB vorzunehmen.

Doch betrachten wir zuerst die Funktionsweise des Halbwellen-Gleichrichters, dessen Verstärkung von R 21 sowie R 6 bis R 8 abhängig ist. Über D 5 und R 7 wird der Filterelko C 1 auf den Spitzenwert der NF-Spannung aufgeladen und über die Reihenschaltung aus R 7 und R 8 wieder entladen. Aufgrund der Dimensionierung erhalten wir somit einen Spitzenwertgleichrichter.

Das Poti R 21 befindet sich bei der max. Widerstandseinstellung in der kalibrierten Stellung (am Linksanschlag). In dieser Potistellung erfolgt dann der Abgleich des VU-Meters mit dem Trimmer R 6 (0-dB-Anzeige bei der 0-dB-Schalterstellung von S 3 und 775-mV-Eingangssignal).

Das gleichgerichtete NF-Signal gelangt vom Ausgang des Gleichrichters direkt auf den Eingang (Pin 5) des Anzeigebausteins IC 5. Chipintern erfolgt der Vergleich der gleichgerichteten NF-Spannung mit den Referenzspannungen eines integrierten logarithmischen Spannungsteilers, dessen Fußpunkt (Pin 4) an der Schaltungsmasse und dessen oberer Abgriff (Pin 6) an einer chipinternen Referenzspannung (Pin 7) von 1,25 V liegt.

Der durch die 10 Leuchtdioden fließende Konstantstrom wird von der Belastung der Referenzspannungsquelle und somit

013205702A

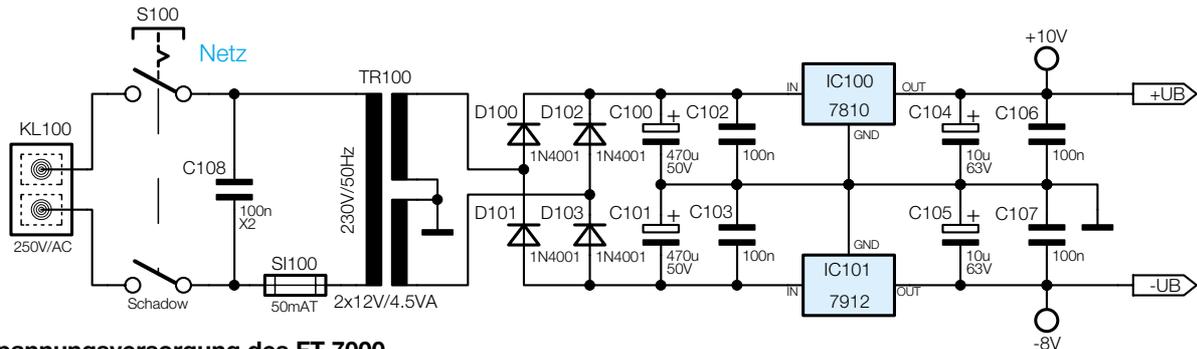


Bild 3: Spannungsversorgung des FT 7000

vom Wert des Widerstandes R 9 bestimmt.

Die Spannungsversorgung der Schaltung erfolgt mit einer positiven Spannung von 10 V und einer negativen Spannung von 12 V, die vom Netzteil auf der Basisplatte bereitgestellt werden. Die im mittleren Bereich des Hauptschaltbildes eingezeichneten Keramik-Kondensatoren C 5, C 16 bis C 19 sowie C 21, C 22 und der Elko C 20 sind zur Abblockung direkt an den Versorgungspins der einzelnen integrierten Schaltkreise positioniert.

### Spannungsversorgung

Die Spannungsversorgung des FT 7000 erfolgt direkt aus dem 230-V-Wechselspannungsnetz. In Abbildung 3 ist die Schaltung des auf der Basisplatte untergebrachten Netzteils zu sehen. Die 2-adrige Schraubklemme KL 100 angeschlossen. Von hier aus gelangt die Netz-Wechselspannung über den 2-poligen Netzschalter S 100 und die Feinsicherung SI 100 direkt auf die primäre Wicklung des Netz-Transformators TR 100.

Die beiden identisch aufgebauten Sekundärwicklungen versorgen zwei mit D 100 bis D 103 aufgebaute Mittelpunkt-Zweiweg-Gleichrichterschaltungen. C 100 dient zur Pufferung der unstabilierten positiven Spannung und C 101 zur Pufferung der unstabilierten negativen Versorgungsspannung. Beide unstabilierten Spannungen werden direkt auf den Eingang des jeweiligen Spannungsreglers geführt, wobei C 102 und C 103 zur HF-Störunterdrückung dienen.

Am Ausgang der Festspannungsregler erhalten wir dann die stabilisierten Spannungen +10 V und -12 V, wobei C 104 und C 105 die Schwingneigungsunterdrückung an den beiden Reglern übernehmen. C 106 und C 107 dienen jeweils am Festspannungsregler-Ausgang zur HF-Abblockung.

### Nachbau

Der praktische Aufbau des FT 7000 ist einfach, da ausschließlich konventionelle,

bedrahtete Bauelemente zum Einsatz kommen.

**Wichtiger Hinweis:** Da es sich beim FT 7000 um ein netzbetriebenes Gerät mit freigeführter Netzspannung auf der Basisplatte handelt, dürfen Aufbau und Inbetriebnahme nur von Fachkräften durchgeführt werden, die aufgrund ihrer Ausbildung dazu befugt sind. Die geltenden VDE- und Sicherheitsbestimmungen sind dabei unbedingt zu beachten. Insbesondere ist es bei der Inbetriebnahme zwingend erforderlich, zur sicheren galvanischen Trennung einen entsprechenden Netz-Trenntransformator vorzuschalten.

Um sich mit den erforderlichen Arbeiten vertraut zu machen, ist es empfehlenswert, zuerst die hier vorliegende Nachbauanleitung komplett durchzulesen.

Beim Bestücken der einzelnen Komponenten wird genau nach Stückliste und Bestückungsplan vorgegangen, wobei zur weiteren Orientierung der Bestückungsdruck auf der Leiterplatte dient. Zuerst wird die Basisplatte aufgebaut, wobei im Wesentlichen nur die Komponenten des Netzteils zu bestücken sind.

### Aufbau der Basisplatte

Auf der Basisplatte beginnen wir die Aufbauarbeiten mit dem Einlöten der an der Katodenseite (Pfeilspitze) durch einen Ring gekennzeichneten Dioden. Diese werden zuerst auf Rastermaß abgewinkelt, dann von oben durch die zugehörigen Platinenbohrungen geführt, an der Lötseite leicht angewinkelt und verlötet. Die überstehenden Drahtenden sind, wie bei allen nachfolgend zu bestückenden Komponenten, direkt oberhalb der Lötstelle abzuschneiden.

Nun werden die beiden Festspannungsregler jeweils mit einer Schraube M3 x 8 mm, einer Zahnscheibe und einer M3-Mutter liegend auf die Platine montiert. Erst danach erfolgt das Verlöten der Anschlussbeinchen an der Platinenunterseite.

Die sechs Keramik-Abblock-Kondensatoren sind mit möglichst kurzen Anschlüssen einzulöten, und beim Einbau der vier Elektrolyt-Kondensatoren (C 100, C 101, C 106, C 107) ist unbedingt die richtige Polarität zu beachten.

Besondere Sorgfalt ist beim Verarbeiten der netzspannungsführenden Komponenten erforderlich. Hier beginnen wir mit der Schraubklemme KL 100 und dem Netzschalter, die vor dem Festlöten mit viel Lötzinn plan auf der Platinenoberfläche aufliegen müssen. Das Gleiche gilt für den X-2-Kondensator C 108 und den Netz-Transformator.

Danach wird der aus zwei Hälften bestehende Sicherungshalter eingelötet und gleich mit der zugehörigen Feinsicherung bestückt. Als Berührungsschutz wird eine Kunststoffabdeckung aufgesetzt.

Nach dem Einlöten der beiden BNC-Buchsen, unter Verwendung von viel Lötzinn, werden im vorderen Bereich der Basisplatte zwei Metall-Winkel montiert, an die später die Frontplatte anzuschrauben ist. Die Befestigung der Winkel an der Basisplatte erfolgt jeweils mit einer Schraube M3 x 6 mm, Zahnscheibe und Mutter.

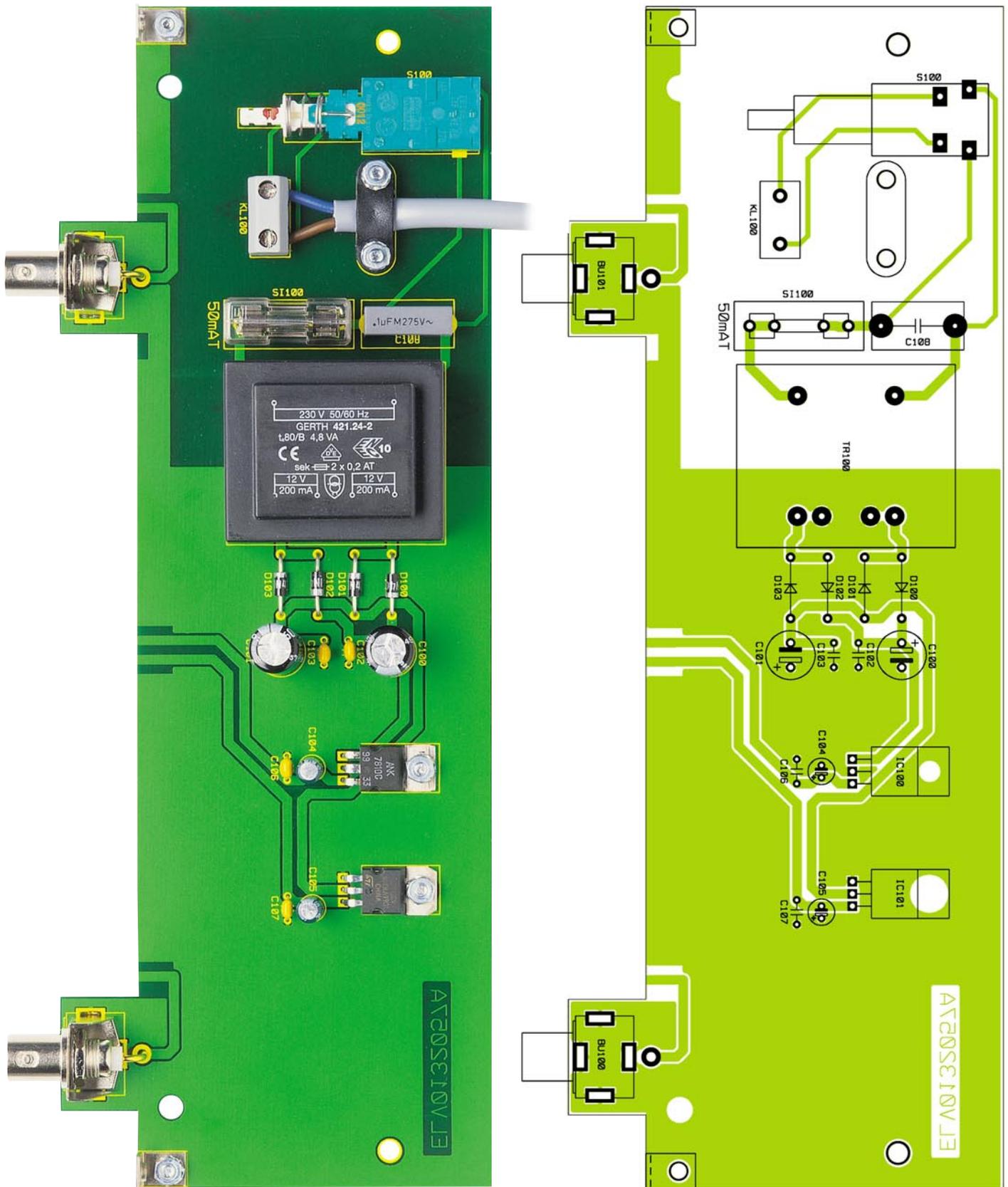
### Aufbau der Frontplatte

Die Bestückungsarbeiten der Frontplatte beginnen mit dem Einlöten von fünf Brücken aus versilbertem Schaltdraht, die zuvor auf Rastermaß abzuwinkeln sind.

Danach sind die 1%-igen Metallfilm-Widerstände an der Reihe. Nach dem Abwinkeln auf Rastermaß werden die Anschlussbeinchen durch die zugehörigen Platinenbohrungen geführt, leicht angewinkelt und nach dem Umdrehen der Platine festgelötet.

Es folgen in der gleichen Weise die Dioden, wobei die korrekte Polartät zu beachten ist. Wie auf der Basisplatte sind auch hier die Keramik-Kondensatoren mit kurzen Anschlussbeinchen zu bestücken.





**Ansicht der fertig bestückten Basisplatine des FT 7000 mit zugehörigem Bestückungsplan (Originalgröße: 246 x 90 mm)**

Als dann sind alle überstehenden Drahtenden mit einem scharfen Seitenschneider direkt oberhalb der Lötstelle abzuschneiden und im Anschluss hieran die Folienkondensatoren einzubauen.

Jetzt sind die Einstelltrimmer, die beim Lötvorgang nicht zu heiß werden dürfen,

und die integrierten Schaltkreise einzubauen. Die ICs sind so zu bestücken, dass die Gehäusekerbe des Bauelements mit dem Symbol im Bestückungsdruck übereinstimmt.

Die drei Schiebeschalter mit jeweils vier Schalterstellungen müssen vor dem Verlö-

ten der Anschlüsse plan auf der Platinenoberfläche aufliegen.

Mit Ausnahme des bipolaren Elkos C 30 sind beim Einbau aller weiteren Elektrolyt-Kondensatoren die korrekte Polarität und die liegende Einbauposition zu beachten. Elkos sind üblicherweise am Minus-

pol gekennzeichnet.

Vor dem Einsetzen der beiden Einstellpotis R 20 und R 21 sind die Anschlussschwerter im rechten Winkel, d. h. in Richtung Potiachse, abzuwinkeln. Er nach dem Festschrauben des Potis an der Platine erfolgt das Verlöten der Anschlussschwerter.

Die 10 Leuchtdioden benötigen eine Einbauhöhe von 13 mm gemessen von der LED-Spitze bis zur Platinenoberfläche.

Beim Einlöten ist die korrekte Polarität zu beachten, wobei zur Orientierung die Anodenseite ein längeres Anschlussbeinchen aufweist.

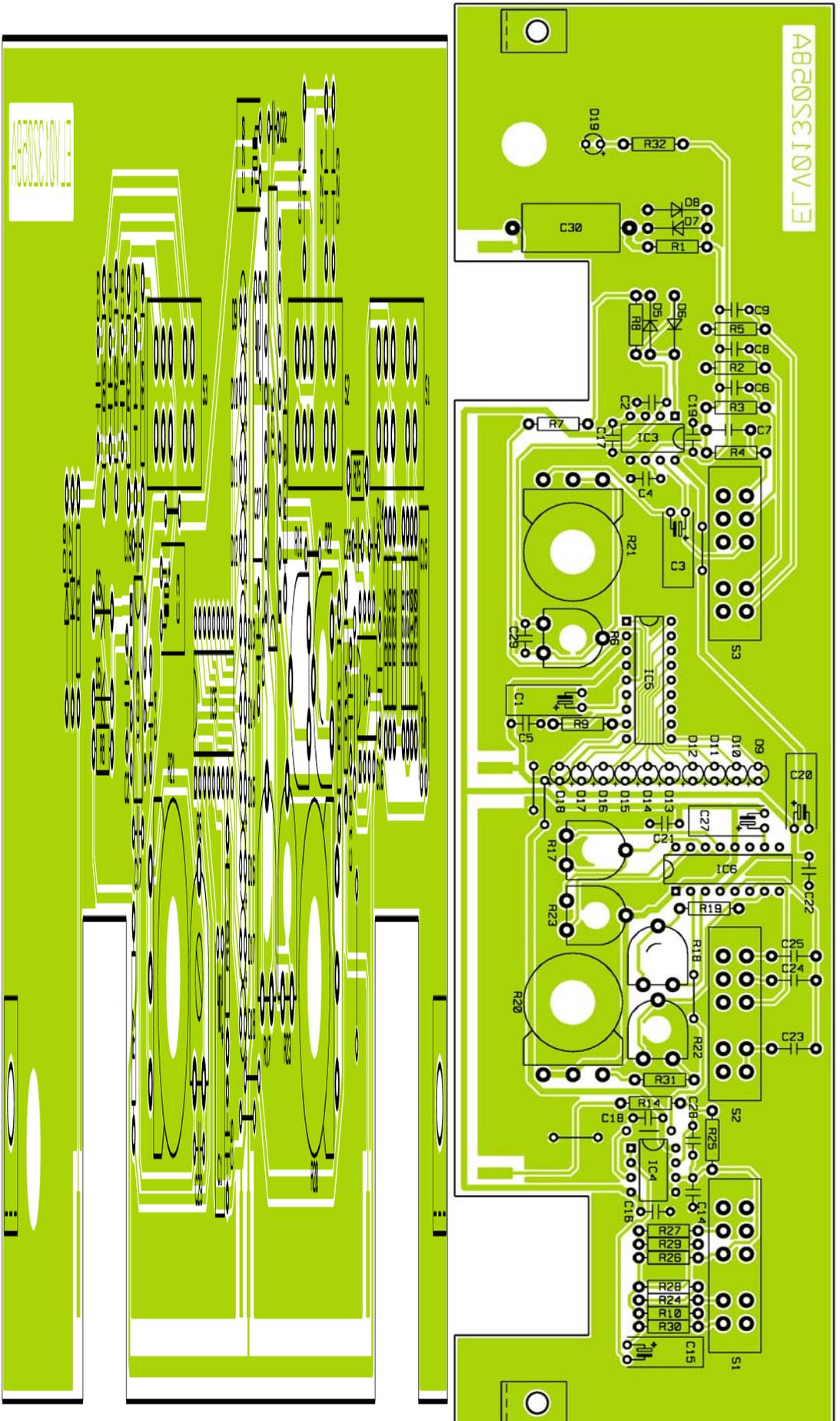
Nun ist es empfehlenswert eine komplette Überprüfung der beiden Leiterplatten hinsichtlich Löt- und Bestückungsfehler vorzunehmen.

Über die beiden, bereits montierten, Metallwinkel der Basisplatine werden die Leiterplatte im rechten Winkel miteinander verschraubt. Sämtliche korrespondierende Leiterbahnen und auch insbesondere die Massflächen werden danach unter Zugabe von ausreichend Lötlitze miteinander verlötet.

Die Schubstange des Netzschalters ist gemäß Abbildung zu kürzen und mit einem Kunststoff-Verbindungsstück zum Einrasten auf den Netzschalter zu bestücken. Danach ist der zugehörige Druckknopf aufzusetzen.

Im nächsten Arbeitsschritt wird die Netzzuleitung für die Montage vorbereitet. Dazu wird auf 15 mm Länge die äußere Ummantelung entfernt und die beiden 15 mm langen Innenadern auf 7 mm Länge abisoliert. Die abisolierten Kabelenden sind danach zu verdrehen und die Adendhülsen aufzuquetschen.

Danach wird die Netzzuleitung mit einer Knickschutzhülse von außen durch die Gehäuserückwand geführt, und nach Anschluss der Netzzuleitung an die Schraub-Klemmleiste KL 100 wird die äußere Ummantelung mit einer Zugentlastungsschelle und zwei Schrauben M3 x 12 mm, die von unten durch die zugehörigen Platinebohrungen zu führen sind, festgesetzt. Dabei ist jeweils zwischen den Befestigungsmutter und der Kabelschelle eine M5-Zahnscheibe erforderlich.



**Ansicht der fertig bestückten Frontplatine des FT 7000 mit zugehörigem Bestückungsplan**

## Stückliste: Frequenzgangtester FT 7000

### Widerstände:

10Ω	R28
330Ω	R10
470Ω	R4
560Ω	R14
1kΩ	R7, R24, R25
1,2kΩ	R29, R32
1,5kΩ	R9
4,7kΩ	R3, R19, R31
6,8kΩ	R30
10kΩ	R27
47kΩ	R1, R2
100kΩ	R8, R26
470kΩ	R5
PT 10, liegend, 500 Ω	R17
PT 10, liegend, 10 kΩ	R22
PT 10, liegend, 25 kΩ	R18, R23
PT 10, liegend, 50 kΩ	R6
Poti, 4 mm, 100 kΩ	R20, R21

### Kondensatoren:

3,3pF/ker	C9
10pF/ker	C2, C4, C14
27pF/ker	C8
220pF/ker	C29
270pF/ker	C6
470pF/ker	C28
2,7nF	C7
4,7nF	C23
47nF	C24
100nF/ker ..	C5, C16-C19, C21, C22, C102, C103, C106, C107
100nF/X2/275V~	C108
470nF	C25
1μF/100V	C20, C27
10μF/63V	C1, C3, C104, C105
22μF/35V/bipolar	C30
100μF/16V	C15
470μF/50V	C100, C101

### Halbleiter:

TL082	IC3, IC4
LM3914	IC5

XR2206	IC6
7912	IC101
7810	IC100
1N4148	D5-D8
1N4001	D100-D103
LED, 3 mm, grün	D9-D19

### Sonstiges:

Print-Schiebeschalter, 2 x 4 x um	S1-S3
BNC-Einbaubuchse, print	BU100, BU101
Netzschraubklemme, 2-polig	KL100
Trafo, 2x12V/0,2A	TR100
Schadow-Netzschalter	S100
Sicherung, 50 mA, träge	SI100
1 Platinsicherungshalter (2 Hälften)	
1 Sicherungsabdeckhaube	
1 Adapterstück	
1 Verlängerungsachse	
1 Druckknopf, ø 7,2 mm	
1 Drehknopf mit 4 mm Innendurchmesser, 12 mm, grau	
1 Knopfkappe, 12 mm, grau	
1 Pfeilscheibe, 12 mm, grau	
1 Drehknopf, 21 mm, grau	
1 Knopfkappe, 21 mm, grau	
1 Pfeilscheibe, 21 mm, grau	
1 Knopf-Reduzierstück	
2 Gewindestifte mit Spitze, M3 x 4 mm	
2 Zylinderkopfschrauben, M3 x 8 mm	
2 Zylinderkopfschrauben, M3 x 12 mm	
2 Zylinderkopfschrauben M3 x 5 mm	
2 Zylinderkopfschrauben M3 x 6 mm	
6 Muttern, M3	
6 Fächerscheiben, M3	
2 EJOT-Schrauben, KB35 x 16 mm	
1 Zugentlastungsbügel	
1 Kabel-Durchführungsstülle, 6 x 8 x 12 x 1,5	
2 Aderendhülsen	
1 Netzkabel, 2-adrig, grau	

das Frequenz-Einstellpoti an den Rechtsanschlag gebracht und mit Hilfe des Bereichsschalters der obere Frequenzbereich ausgewählt. Der Abgleich der maximalen Ausgangsfrequenz von 20 kHz ist mit R 22 vorzunehmen, wobei die Messung mit einem Frequenzzähler oder einem Oszilloskop an der Ausgangsbuchse erfolgen soll.

Danach wird mit R 17 die Sinus-Kurvenform optimiert, d. h. auf geringsten Klirrfaktor eingestellt. Wenn ein Klirrfaktormessgerät zur Verfügung steht, leistet es dabei gute Dienste, ansonsten sollte der Abgleich mit einem Oszilloskop vorgenommen werden.

Mit dem Symmetrie-Einstelltrimmer R 23 erfolgt eine weitere Optimierung des Klirrfaktors.

Steht weder ein Klirrfaktormessgerät noch ein Oszilloskop zur Verfügung, werden diese beiden Einstelltrimmer einfach in Mittelstellung gebracht. Nun ist nur noch mit R 18 die Ausgangsamplitude abzugleichen. Dazu wird eine Frequenz von ca. 200 Hz eingestellt und der Amplitudenschalter in die Schalterstellung 0 dB gebracht. Das Ausgangssignal ist mit einem Oszilloskop oder einem Multimeter im Wechselspannungsbereich zu überprüfen und mit R 18 auf  $775 \text{ mV}_{\text{eff}} = 2,19 \text{ V}_{\text{ss}}$  einzustellen.

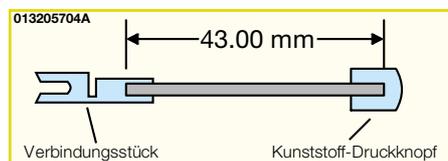
Der nun folgende Abgleich des VU-Meters ist sehr einfach. Sowohl der Pegelschalter des VU-Meters als auch der Amplitudenschalter des Sinusgenerators sind in die 0-dB-Schalterstellung zu bringen, und das Einstellpoti „Pegel Var.“ wird an den Linksanschlag, d. h. in die kalibrierte Einstellung gebracht. Danach wird der NF-Ausgang des Sinusgenerators mit dem NF-Eingang des VU-Meters verbunden und mit dem Einstelltrimmer R 6 die Balkenanzeige auf exakt 0 dB abgeglichen. Der komplette Abgleich des FT 7000 ist damit abgeschlossen.

Zur Endmontage wird das Gehäuseoberteil mit nach hinten weisenden Lüftungsschlitzen bis zum sicheren Einrasten aufgesetzt. In jedem oberen Montagesockel ist eine M4-Mutter einzulegen, und nach Ausrichten der Montageschrauben mit einem Schraubendreher wird das Gehäuse fest verschraubt.

Die oberen quadratischen Gehäusevertiefungen werden jeweils mit einem Abdeckmodul bestückt, und in die Fußmodule ist vor dem Einsetzen in die zugehörigen Gehäusevertiefungen des Gehäuseunterteils jeweils ein Gummifuß einzusetzen. Im letzten Arbeitsschritt sind dann nur noch die Potiachsen auf die erforderliche Länge (ca. 10 mm außerhalb der Frontplatte) zu kürzen und jeweils mit dem zugehörigen Drehknopf zu bestücken. Nun ist das FT 7000 zur Frequenzgang-Überprüfung an Audioschaltungen einsatzbereit. **ELV**

## Gehäuseeinbau und Abgleich

Durch die vier äußeren Montagesockel der Gehäuse-Unterhalbschale (Lüftungsgitter weist nach hinten) sind von unten vier Schrauben M4 x 70 mm zu führen. Die vorderen beiden Schrauben werden danach jeweils mit einer 1,5 mm dicken Polyamidscheibe und einem 5 mm langen Abstandsrollchen bestückt. Die hinteren beiden Schrauben erhalten je zwei 1,5 mm dicke Polyamidscheiben und ein 60 mm langes Abstandsrollchen. Zwischen den



**Bild 4: Die Schubstange des Netzschalters**

beiden mittleren Schraubdomen und der Leiterplatte gehört jeweils eine 1,5 mm dicke Polyamidscheibe und ein 5 mm langes Abstandsrollchen.

Nun wird das komplette Chassis mit Front- und Rückplatte in die Gehäuse-Unterhalbschale abgesenkt. Die Front- und Rückplatte müssen dabei mit ihrer Unterkante gut in die Führungsnuten der Gehäuseunterhalbschale einrasten.

Als dann wird das Chassis mit zwei EJOT-Schrauben KB 35 x 16 mm, die in die mittleren Schraubdomen zu schrauben sind, festgesetzt. Auf die aus der Platine ragenden Befestigungsschrauben wird jeweils ein 55 mm langes Abstandsrollchen aufgesetzt.

Nun kann unter Verwendung eines Netz-Trenntransformators die erste Inbetriebnahme und der Abgleich des Gerätes erfolgen, wobei wir die Abgleicharbeiten mit dem Sinusgenerator beginnen. Dazu wird