

Ein Spezial- und Universalempfänger für Bord- und Landbetrieb - Braun T 1000

Gerätebericht und Schaltung

Dieses in vieler Hinsicht bemerkenswerte Empfangsgerät mit 20 Transistoren, 10 Dioden, drei Antennen und zahlreichen Spezialeinrichtungen hat kaum einen gleichwertigen Konkurrenten. Die nachfolgende Gerätebeschreibung wurde uns vom Empfänger-Entwicklungslaboratorium der Braun AG zur Verfügung gestellt; der Erfahrungsbericht stammt von der FUNKSCHAU-Redaktion.

Der T 1000 ist ein Universalempfänger (Bild 1) für die Frequenzen von:

130 kHz ... 440 kHz (zwei LW-Bereiche)

470 kHz ... 30 MHz (zwei MW-Bereiche,

acht KW-Bereiche)

87 MHz ... 108 MHz (UKW)

Bis auf ein schmales Band von 440 bis 470 kHz, in dem die Zwischenfrequenz des Gerätes liegt, überlappen sich die Bereiche von 130 kHz bis 30 MHz.

Seine Verwendung: Empfang von Hörfunkprogrammen, Amateurfunk, Telegrafie (moduliert und unmoduliert), Peilung, Seewetterdienst und Navigation.

Das Gerät T 1000 kann infolge seiner universellen Anschlußmöglichkeiten zu Hause, im Auto, im Boot, im Zelt, d. h. praktisch überall betrieben werden. Bei Batteriebetrieb arbeitet das Gerät mit neun Monozellen, von denen eine ausschließlich der Skalenbeleuchtung dient. Außerdem kann der Empfänger mit einem Anschlußteil an Außenspannung von 6, 12 und 24 V Gleichspannung und an Wechselspannung 105 bis 240 V (50 bzw. 60 Hz) betrieben werden.

Da alle Bedienungsorgane und Anschlüsse (bis auf den Wellenschalter) von vorn zugänglich sind (Bild 2), ist das Gerät auch vorzüglich als Stationsempfänger für KW-Amateure geeignet. Das Chassis ist nach dem Bausteinprinzip gebaut (Bild 3) und enthält folgende Einheiten, die alle austauschbar sind:

AM-Tuner (alle Bereiche mit Vorstufe, zwei abgestimmten Vorkreisen, Mischer, getrenntem Oszillator),

UKW-Baustein (zwei Hf-Vorstufen,

Mischer),

Zf-Baustein (AM-Zf-Teil, FM-Zf-Teil),

Nf-Baustein (Spannungstabilisierung,

Nf-Verstärker),

Bedienungs- und Anschlußplatte,

Testensatz.

AM-Hf-Teil

Das Besondere bei AM-Betrieb ist der 12-Bereich-Tuner. Er ist mit Goldkontakten ausgerüstet und ermöglicht eine hohe Wiederkehrgenauigkeit und Treffsicherheit, was vor allem auf den Kurzwellenbereichen von

großer Bedeutung ist. Die einzelnen Segmente des Tuners können, ohne eine Lötverbindung zu lösen, ausgewechselt werden. Für die Abstimmung ist ein Dreifach-Drehkondensator (zwei abgestimmte Vorkreise) vorgesehen. Für den Kurzwellenempfang ist eine elektronische Kurzwellenlupe vorhanden.

Die Unterteilung der Kurzwellen in acht Bereiche bietet außer dem leichten Auffinden der Stationen noch einen weiteren großen Vorteil: Das LC-Verhältnis des Vor- und Zwischenkreises konnte auf allen Bereichen wesentlich günstiger gewählt werden als bei wenigen großen Bereichen. Hierdurch ergibt sich eine relativ gute Spiegelselektion und bei optimal angepaßtem Vorkreis eine hohe Empfindlichkeit bei gutem Signal/Rausch-Verhältnis.

Durch einen getrennten Oszillator werden Hf-seitige Übersteuerungseffekte vermieden, und die Frequenzverwerfung bleibt gering. Die elektronische Kurzwellenlupe wird mit einem Potentiometer eingestellt. Dieses Potentiometer ändert den Strom im Emitter-Kollektorkreis und damit die Kollektorspannung des Oszillatortransistors. Dadurch ergibt sich eine Änderung der Kollektorkapazität, die in den Oszillatorkreis eingeht und diesen entsprechend verändert.

AM-Zf-Verstärker

Die Zf-Verstärker für AM und FM sind getrennt vorhanden (Bild 4). Hierdurch ist ihr Aufbau bedeutend unkritischer, so daß man höhere Verstärkungen erzielen kann. Der AM-Zf-Verstärker ist mit einer Bandbreitenschaltung in der zweiten Stufe ausgerüstet. In der Stellung *schmal* ist das Bandfilter an den heißen Enden kapazitiv mit 1 pF (C 4) gekoppelt, so daß sich für dieses Filter ein $k \cdot Q$ -Wert von etwas unter 1 ergibt und die Gesamtbandbreite des Empfängers nur noch $\pm 0,9$ kHz beträgt.

In Stellung *breit* wird das Filter mit Hilfe einer Koppelwicklung überkritisch gemacht,

wobei sich die Gesamtbandbreite des Empfängers auf $\pm 3,5$ kHz erhöht. Die kapazitive Kopplung bei *schmal* und die induktive bei *breit* ergeben trotz erträglichem Aufwand die besten Werte bezüglich Symmetrie der Zf-Kurve auf die Mittenfrequenz. Durch Verringern der Bandbreite lassen sich die Sender besser trennen, die Trennschärfe wird erhöht. Auch werden Störungen besser unterdrückt, und störende Einwirkungen starker Sender beim Abhören dicht benachbarter schwacher Stationen entfallen. Bei Schmalbandempfang ($\pm 0,9$ kHz) wird zudem gleichzeitig ein Tonfilter (siehe Nf-Verstärker) eingeschaltet.

Zum Empfang unmodulierter Telegrafie ist das Gerät mit einem Telegrafieüberlagerer (BFO) ausgerüstet, der auf die Basis des Transistors T 403 in der letzten Zf-Stufe einwirkt. Dieser Überlagerer ist ein in Meißnerschaltung schwingender Oszillator, dessen Spannung am Emitter des Transistors T 404 abgenommen und der letzten Zf-Stufe zugeführt wird. Im Demodulator entsteht dann die hörbare Differenzfrequenz. Mit Hilfe eines veränderlichen Widerstandes von 10 k Ω kann der BFO verstimmbar werden (gleiches Prinzip wie KW-Lupe). Auf diese Weise ist die Tonhöhe im Bereich von 400 Hz bis 2000 Hz veränderlich. Durch Variation mit der KW-Lupe kann man diesen Bereich noch erweitern und den BFO auf Schwebungsnul! bringen.

Mit Hilfe des BFO ist auch der Empfang von SSB-Sendungen möglich. Da das BFO-Signal der Basis des letzten Zf-Transistors zugeführt wird, kann der Mischvorgang mit dem SSB-Zf-Signal an der Kennlinie der AM-Demodulationsdiode stattfinden. Auf diese Weise entfällt ein normalerweise zur SSB-Demodulation erforderlicher zusätzlicher Produkt-Detektor.

Mit der handbedienten Hf-Verstärkungseinstellung kann das SSB-Signal getrennt geschwächt werden, daß es im richtigen Verhältnis zum BFO-Signal steht.

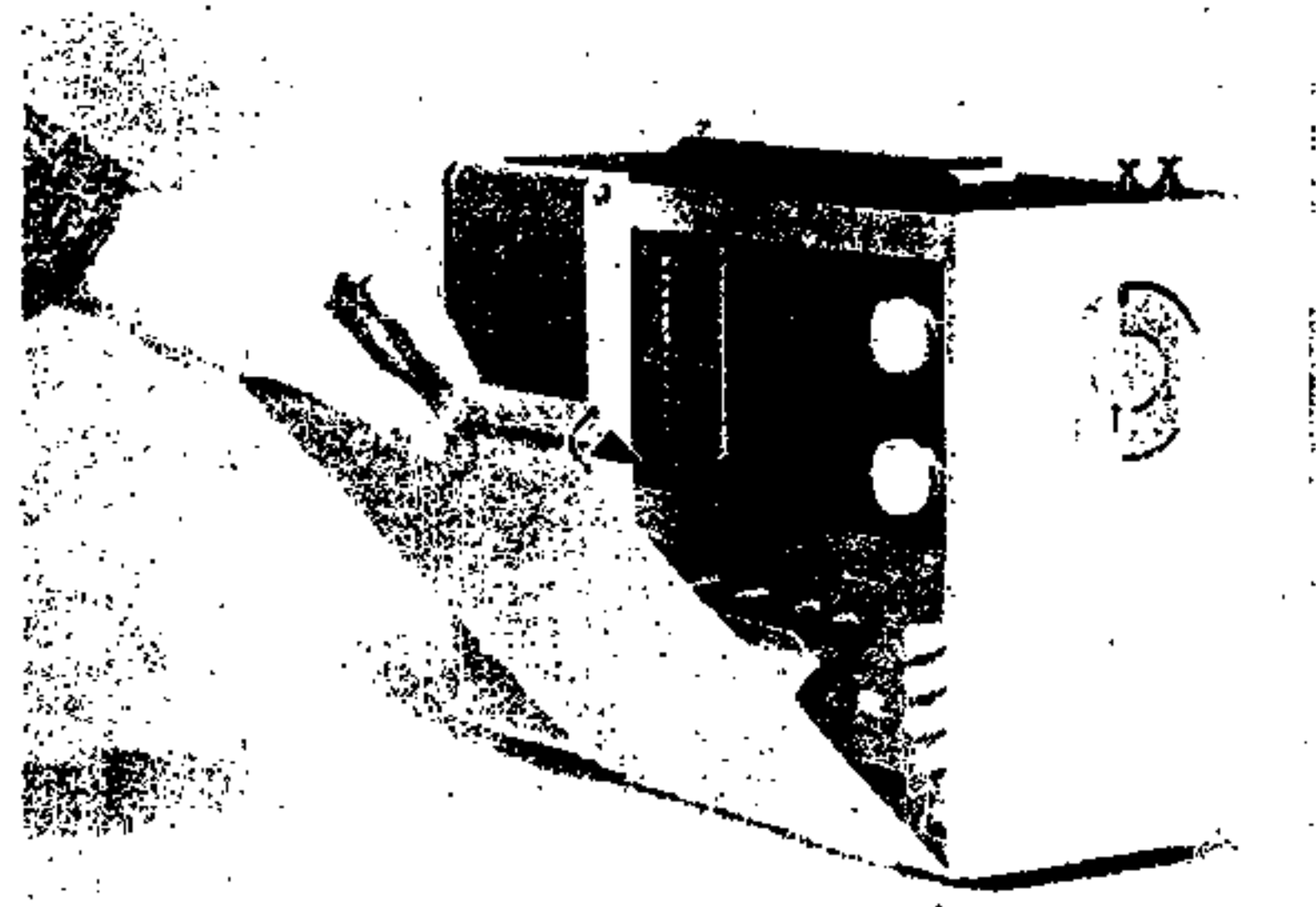


Bild 1. Braun T 1000 mit abnehmbarer Schutzklappe, die zugleich Bedienungsanleitung und Notizblock aufnimmt

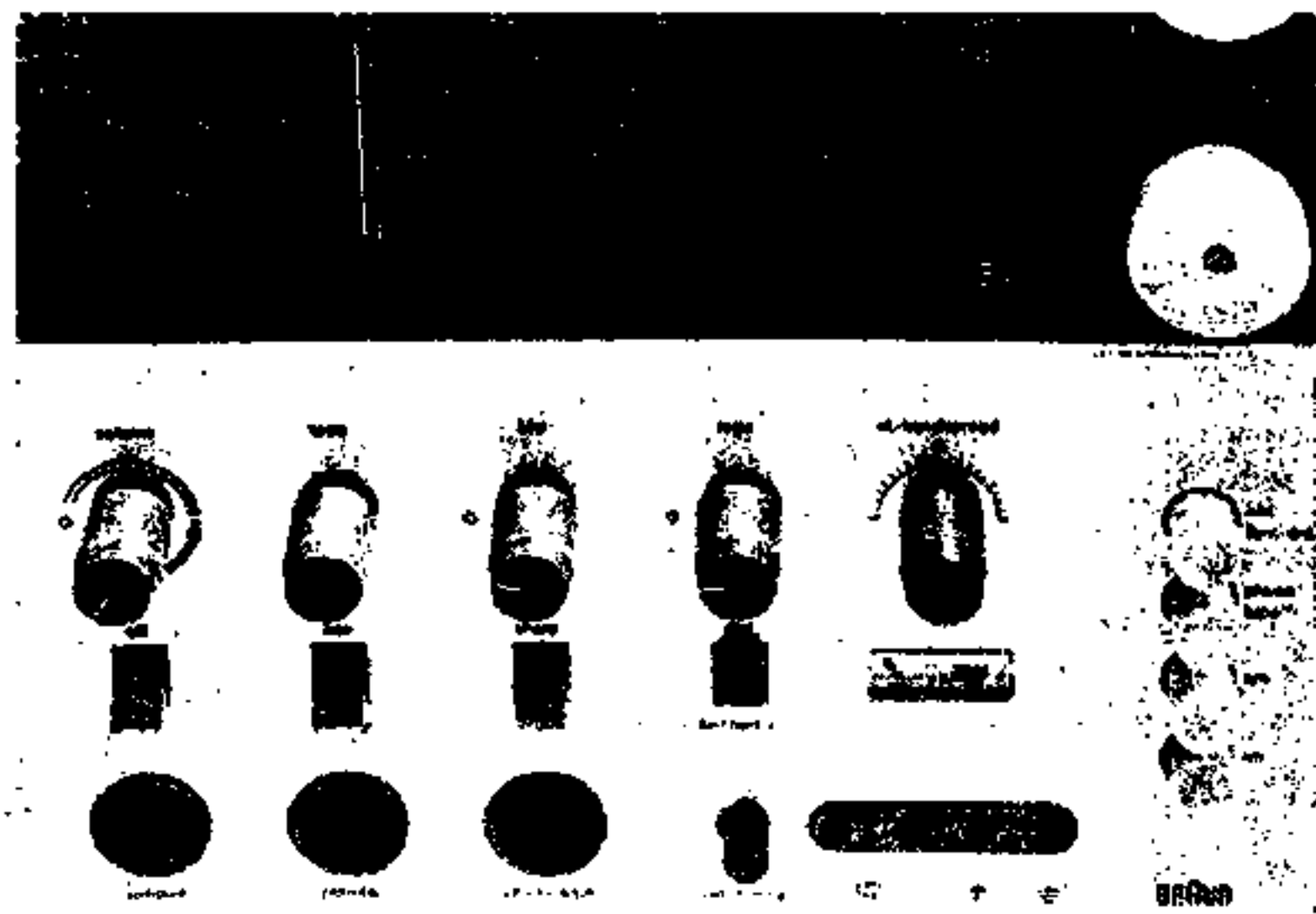


Bild 2. Das kleine, aber übersichtlich angeordnete Bedienungs-feld unterhalb der großflächigen Skala

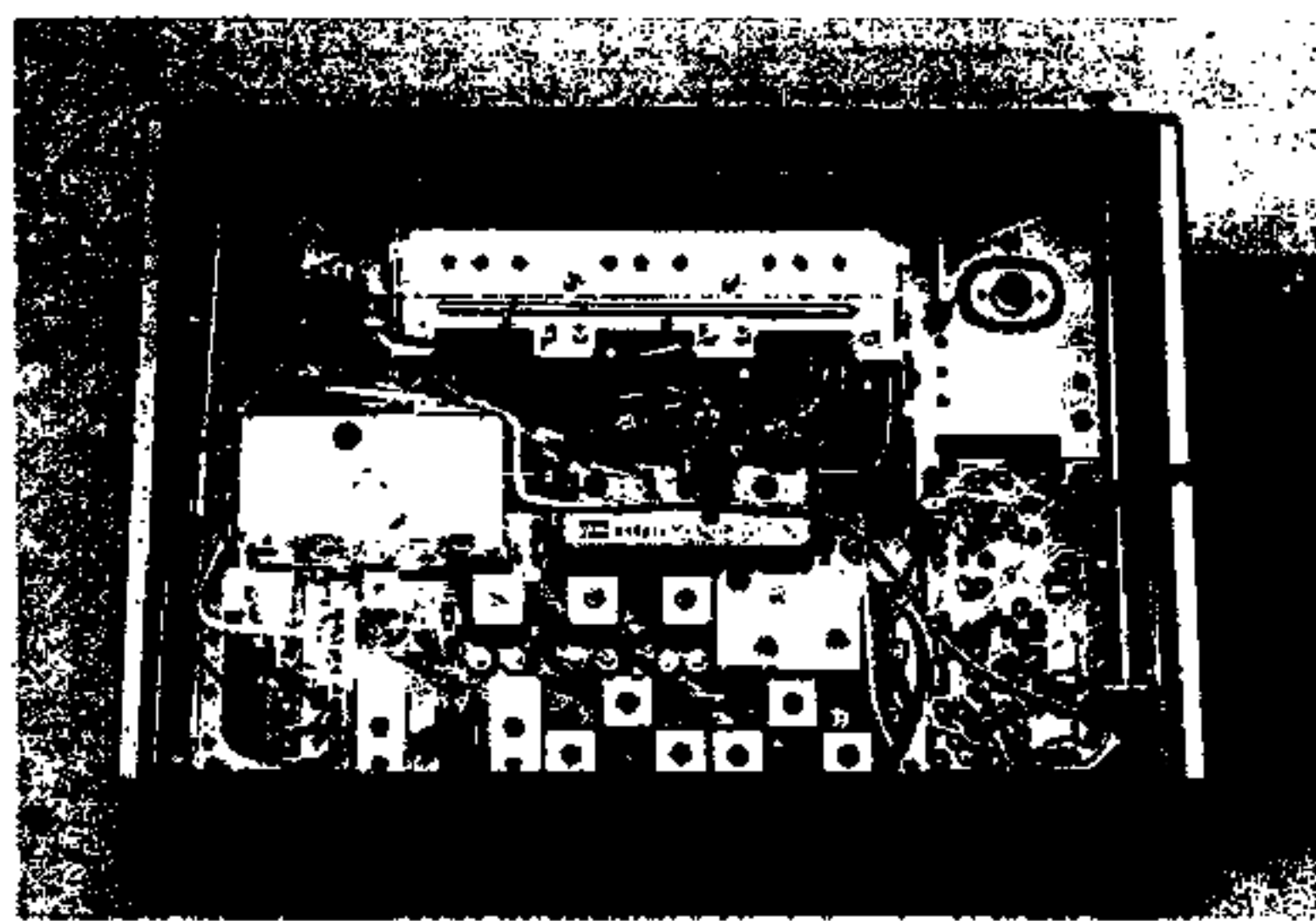


Bild 3. Das aus Baugruppen zusammengesetzte Chassis. Oben die sehr lange Ferritstabantenne

AM-Regelung

Die am Demodulator entstehende Regelspannung wird der Basis des ersten AM-Zf-Transistors T 401 zugeführt (Bild 4). Setzt die Regelung ein, so fließt ein geringerer Kollektorstrom, und über dem Emitterwiderstand entsteht ein geringerer Spannungsabfall. Dieser Spannungsabfall ist die Regelspannung für den Vorstufentransistor T 201. Auch bei ihm sinkt bei einsetzender Regelung der Kollektorstrom und damit der Spannungsabfall über seinem Emitterwiderstand, der gleichzeitig ein Teil des Emitterwiderstandes des Anzeigeverstärkers mit dem Transistor T 203 ist. Beide Emitter haben also immer die gleiche Spannung. In dem Anzeigeverstärker steigt jedoch bei einsetzender Regelung der Kollektorstrom an, der das Anzeigementrierte steuert. Der Stromweg führt vom Kollektor des Transistors T 203 (Bild 4) über die Verbindungen 1 bzw. 6 und 11 zum Instrument in Bild 5. Zum Schutz des Instrumentes gegen Überlastung und zur Anzeige eindeutiger Maxima bei höchsten Feldstärken ist dem Instrument eine in Durchlaßrichtung liegende Diode parallelgeschaltet, die auf Grund ihres Kennlinienverlaufs Überspannungen begrenzt (D 201 an T 203 in Bild 4).

Die in Sperrichtung vorgespannte Diode D 401 in der ersten Zf-Stufe unterstützt die Regelung. Beim Einsetzen der Regelung wird sie leitend und bedämpft den Primärkreis des Zf-Filters.

Für Peilzwecke ist das Gerät mit einer handbedienbaren Verstärkungseinstellung ausgerüstet. Hierbei wird die Regelautomatik (AVR) ausgeschaltet und an dem Potentiometer H die gewünschte Empfindlichkeit eingestellt, die dann konstant bleibt. Auf diese Weise kann man scharfe Peilminima erzielen, wie sie bei eingeschalteter AVR nicht möglich wären.

FM-Hf-Teil

Der Antenneneingang ist symmetrisch. Die Abstimmung des UKW-Teiles geschieht mit einem Vierfach-Drehkondensator (drei abgestimmte Vorkreise). Bereits der Eingangskreis wird abgestimmt. Dadurch wird die Sicherheit vor Störmodulationen erhöht, die Übersteuerungsfestigkeit des Einganges nimmt zu, und man erhält bei hoher Verstärkung einen großen Rauschabstand.

Die Vorstufe ist mit dem rauscharmen Mesatransistor AF 106 (T 101) in Basisschaltung bestückt (Bild 4 oben links). Das ergibt eine hohe Leistungsverstärkung, da hierbei der Rückwirkungsleitwert eine Mitkopplung und somit eine Verstärkungserhöhung bewirkt. Der Transistor T 102 in der Zwischenstufe arbeitet in Kollektorschaltung mit einer etwa vierfachen Leistungsverstärkung.

Am Emitter der selbstschwingenden Mischstufe mit dem Transistor T 103 (Basisschaltung) liegt ein Zf-Saugkreis. Hierdurch erhöht sich die Zf-Selektion, und im Mischer werden Zf-Rückwirkungen unterdrückt. Außerdem wird über die Induktivität dieses Saugkreises und den 8,2-pF-Kondensator die Rückkopplung vom Emitter nach Masse phasenrichtig eingestellt.

Über den Verkürzungskondensator C 1 (8,2 pF) liegt die Siliziumkapazitätsdiode BA 110 (D 101) parallel zum Oszillatorkreis. Sie dient zur automatischen Frequenznachstimmung (AFC). Über den Spannungsteiler R 1/R 2 ist die Kapazitätsdiode in Sperrichtung vorgespannt, so daß sie leistungslos gesteuert werden kann. Bei eingeschalteter AFC ändert sich die Sperrschichtkapazität der Diode in bekannter Weise durch eine dem Ratiodetektor entnommene Steuerungsspannung.

Die Basisspannung der Hf-Vorstufe wird im Zf-Teil am Spannungsteiler R 3/R 4 erzeugt. Dem gleichen Punkt wird auch die von der Diode D 301 erzeugte Regelspannung zugeführt. Der Spannungsteiler liegt über der stabilisierten Spannung zwischen + 9,5 V und + 11 V. Oszillator und Vorstufe werden mit einer elektronisch stabilisierten Spannung von 5,9 V betrieben.

Die Vorstufe (T 101) liegt getrennt an + 11 V, damit bei Einsetzen der Regelung die Oszillatorbetriebsspannung nicht über den schwankenden Kollektorstrom des Vorstufentransistors beeinflußt werden kann. Um eine Gleichstromkopplung mit der Vorstufe zu erhalten und den Arbeitspunkt der Regeldiode festzulegen, wurde der Fußpunkt des Primärkreises des ersten Zf-Filters auf + 9,5 V gelegt.

FM-Zf-Teil

Der FM-Zf-Verstärker besitzt vier Stufen. Mit der Diode AA 116 (D 301) in der ersten Stufe wird, wie bereits erwähnt, die Regelspannung für die Hf-Vorstufe erzeugt. Diese Diode ist über den Spannungsabfall an dem Widerstand R 3 mit etwa 0,2 V in Sperrichtung vorgespannt. Wenn die Zf-Amplitude am heißen Ende des Kreises einen größeren Wert als 0,2 V annimmt, erzeugt die Diode eine Richtspannung, die den Arbeitspunkt der Vorstufe in den Bereich kleinerer Kollektorströme, also geringerer Verstärkung, verschiebt.

Zur Rauschunterdrückung zwischen den Sendern dient die Diode AA 116 (D 304) im Nf-Zweig (in Bild 4 unterhalb des Ratiodetektors). Wenn der Ratio-Detektor ohne Signal bleibt, dann ist die Diode über dem 1-M Ω -Widerstand R 7 nach + 11 V in Durchlaßrichtung geschaltet und legt so den Kondensator C 3 an Masse. Hierdurch ergibt sich eine größere Zeitkonstante des Tiefpasses 51 k Ω /nF (R 5/C 2), der zur Deemphasis dient, und die höheren Frequenzen der Rauschspannung werden stark beschnitten. Fällt am Ratio-Detektor ein Signal an, so sperrt die Richtspannung die Diode D 304, der Kondensator C 3 wird von Masse abge-

trennt, die Grenzfrequenz des Tiefpasses wird nach oben verschoben, und die hohen Töne werden ungedämpft durchgelassen.

Wird die automatische Frequenznachstimmung (AFC) beim FM-Betrieb nicht benutzt, dann kann man nach dem Instrument (in Bild 5) abstimmen. Zu diesem Zweck liegt es über den Tastenschalter D und Leitung 8 bzw. a über dem Widerstand R 8 in dem einen Ratiozweig. Wird ein Sender empfangen, so treibt die Richtspannung einen entsprechenden Strom durch Widerstand und Instrument.

Das Instrument dient außerdem noch zur Batteriekontrolle. Damit bei FM-Betrieb keine Unterbrechung des Empfanges auftritt und die Batterie unter Belastung, d. h. bei spielendem Gerät, gemessen werden kann, sind dem Instrument die Diode D 601 und der Widerstand R 9 parallel geschaltet (am Tastenschalter D in Bild 5). Wird das Instrument zur Batteriekontrolle umgeschaltet, so öffnet die Richtspannung die Diode, und der Stromkreis bleibt geschlossen.

Nf-Verstärker

Der Nf-Verstärker des Empfängers T 1000 ist dreistufig und mit einer rauscharmen Eingangsstufe mit dem Transistor T 502 (AC 151 r) versehen. Die Lautstärkeeinstellung ist gehörrichtig. Außer der Tonblende ist für Sprachwiedergabe noch eine Tiefenabsenkung vorhanden. Hierbei wird ein weiterer Kondensator (C 5) in die Gegenkopplungsleitung des Transistors AC 151 r eingeschaltet, wodurch sich die Gegenkopplung für die tiefen Frequenzen erhöht.

In der Gegenkopplung befindet sich außerdem noch ein Tonfilter, das mit dem zweiten Kontaktsatz des Bandbreitenschalters geschaltet wird. Bei Stellung schmal dieses Schalters ist das Filter eingeschaltet. Die beiden mit 1 k Ω bedämpften Reihenschwingkreise des Filters sind so ausgelegt, daß bei AM-Betrieb in Verbindung mit der Hf-Durchlaßkurve des Empfängers Frequenzen unter 500 Hz und über 1100 Hz bedämpft werden. Da sich das Frequenzspektrum von Rausch- und Störspannungen aber über einen weit größeren Bereich erstreckt, ergibt sich durch Beschneiden des Spektrums ein geringerer Effektivwert dieser Spannung und damit eine Verbesserung des Signal/Rausch-Verhältnisses. Man erhält auf diese Weise eine bessere Sprachverständlichkeit.

Die zweite Stufe des Nf-Verstärkers arbeitet als Treiberstufe, auf deren Emitter die Gegenkopplung der Endstufe wirkt. Diese Gegenkopplung ergibt einen niedrigen Klirrfaktor. Der Kollektorruhestrom der Endstufe wird doppelt stabilisiert: einmal mit einem Selenstabilisator gegen Betriebsspannungs-Schwankungen, zum anderen mit einem NTC-Widerstand gegen Temperaturänderungen. Durch die direkte Ankopplung der zweiten an die erste Stufe erhöht sich die Stabilität der Arbeitspunkte hinsichtlich Betriebsspannungs- und Temperaturänderungen noch beträchtlich.

Stabilisierung

Um eine weitestgehende Ausnutzung der Batterien bei möglichst gleichbleibender Empfangsleistung zu erzielen und um kurzzeitige Betriebsspannungs-Schwankungen durch Nf-Laständerungen oder bei Netzbetrieb unwirksam zu machen, ist das Gerät mit einer elektronischen Stabilisierung der Oszillatorbetriebsspannungen und der Basisvorspannungen der Zf-Verstärker und der Endstufe versehen. Dazu dienen der Transistor T 501 im Nf-Teil Bild 5 und die Transistoren T 601 und T 602 im Netzteil Bild 6 auf Seite 360.

